MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
SECTOR ENERGÍA - EÓLICA

PARQUE EÓLICO MONTECRISTO

Capitulo I

Consulta Pública

THERMION

Un paso adelante | A step ahead

CONTENIDO

I.1PROYECTO 5

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 5

I.2 PROMOVENTE 5

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE 5

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 5

I.3.2 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5

I.3.3. CORREO(S) ELECTRÓNICO(S) 5

I.3.4. PROTESTA DE DECIR LA VERDAD 5

I.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO 5

I.4.1 ENTIDAD FEDERATIVA 5

I.4.2 MUNICIPIO 5

I.4.3 CALLE Y NÚMERO, CÓDIGO POSTAL Y LOCALIDAD, EN CASO APLICABLE 5

I.4.4 IMAGEN DE UBICACIÓN DEL PROYECTO, INCLUIR TODOS LOS POLÍGONOS DE LOS COMPONENTES QUE LO CONFORMAN 6

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS 12

I.5.1. INTRODUCCIÓN 12

Criterios técnico-energéticos 13

Criterios ambientales 13

I.5.2. EMPLAZAMIENTO 14

I.5.3. AEROGENERADORES 14

Torres de medición del parque 17

Descripción de generación eólica 18

I.5.4. SUBESTACION ELEVADORA ELECTRICA (SET) 19

Características generales de los equipos primarios 21

Sistema de almacenamiento de energía (SAE/BESS) 22

a. Descripción General del SAE/BESS 22

b. Arquitectura del Sistema BESS 22

c. Estaciones de Media Tensión (MVS) 23

d. Sistema de Conversión de Potencia (PCS) 23

Consulta Pública

e. Tecnología de Almacenamiento (Baterías LFP) 23
f. Transformadores de Elevación BESS 23
g. Sistema de Media Tensión del BESS 24
h. Sistema de Gestión de Energía (EMS) 24
i. Cumplimiento del Código de Red 24
j. Protecciones del Sistema BESS 25
Accesos al Parque Eólico 25
I.5.5. OBRA CIVIL Y VIAL 26
I.5.5.1. Subestación eléctrica 26
a. Área del SAE/BESS: 27
Características particulares de ingeniería y obra electromecánica 27
a. Ingeniería Electromecánica: 27
b. Obra Electromecánica: 28
c. Obra Electromecánica – SAE/BESS: 28
I.5.5.2. Viales 29
Viales tramos hormigonados 30
I.5.5.3. Plataformas 31
I.5.5.4. Cimentaciones 31
I.5.5.5. Zanjas y canalizaciones 31
Instalaciones eléctricas 33
I.5.5.6. Celda de MT 34
I.5.5.7. Protección contra descargas atmosféricas 34
I.5.5.8. Red de media tensión 34
I.5.5.9. Zanjas para red de media tensión 35
I.5.5.10. Sistema de puesta a tierra 36
I.5.5.11. Sistema de monitorización y control 37
a. SCADA 37
b. Wind Controller (PPC) 37
c. Comunicaciones de fibra óptica 38
I.5.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS 38
I.5.6. ETAPAS DEL PROYECTO 38
Etapa de preparación del sitio 38
a. Obras y actividades principales 39
b. Servicios requeridos 39

Consulta Pública

Etapa de construcción 40
a. Caminos, plataformas y drenajes 40
VIALES TRAMOS HORMIGONADOS 40
DRENAJES 44
PLATAFORMAS 45
b. Cimentaciones de aerogeneradores 45
c. Montaje de aerogeneradores 45
d. Red colectora, comunicaciones y puesta a tierra 46
e. Subestación elevadora y edificio de control 46
f. Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías 46
g. Línea de transmisión y obras de interconexión 46
Etapa de operación y mantenimiento 47
a. Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación 47
b. Operación y mantenimiento 48
Etapa de abandono, desmantelamiento y restauración 48
I.5.7 MATERIALES E INSUMOS 49
I.5.8 OBRAS TEMPORALES PREVISTAS 54
Etapa de preparación del sitio 54
Etapa de construcción 55
Etapa de operación y mantenimiento 55
I.5.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA 55
I.5.10 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 58
Emisión de gases de efecto invernadero por etapa 59
Estimación general de emisiones 59
Etapa de preparación del sitio 61
Etapa de construcción 61
Etapa de operación y mantenimiento 62
I.6 TIPOS DE OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO CONFORME AL ARTÍCULO 5 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 63
I.7 INVERSIÓN DEL PROYECTO 64
I.8 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO (CONFORME AL CRONOGRAMA DE TRABAJO) 64
I.9 TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 69

Consulta Pública

I.10 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO 70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de coordenadas (UTM 14) del proyecto 7
Tabla 2. Cuadro de coordenadas (UTM 14N) de ubicación de los aerogeneradores 9
Tabla 3. Cuadro de coordenadas de la subestación eléctrica (SET) 10
Tabla 4. Cuadro de coordenadas del sistema de almacenamiento de energía (SAE/BESS) 10
Tabla 5. Cuadro de coordenadas plataforma de oficinas 10
Tabla 6. Cuadro de coordenadas plataforma de almacén 10
Tabla 7. Cuadro de coordenadas plataformas de almacenes 11
Tabla 8. Cuadro de coordenadas de plataforma 11
Tabla 9. Cuadro de coordenadas planta de concreto 11
Tabla 10. Características técnicas del aerogenerador N175 – 7.0 MW 14
Tabla 11. Características generales del proyecto 17
Tabla 12. Niveles del sistema BESS 22
Tabla 13. Características de MVS 24
Tabla 14. Requisitos para el cumplimiento del Código de Red 24
Tabla 15. Materiales e insumos contemplados para el proyecto por etapa 49
Tabla 16. Superficies de obras temporales (etapa de preparación del sitio y construcción) 55
Tabla 17. Manejo de residuos del proyecto 56
Tabla 18. Fuentes de emisión de GEI por etapa del proyecto 60
Tabla 19. Determinación de GEI por etapa del proyecto 62
Tabla 20. Programa de trabajo 66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto 6
Figura 2. Plano del proyecto 8
Figura 3. Esquema de elevación de aerogenerador 16
Figura 4. Distribución de los aerogeneradores 16
Figura 5. Ejemplo de vial primario 30
Figura 6. Esquema del área de plataforma para el N175-7.0MW 31
Figura 7. Zanjas conductor directamente enterrado 32
Figura 8. Zanjas conductor entubado: cruces vial/caminos o drenajes 33
Figura 9. Características de viales hormigonados 42
Figura 10. Características de zona de giro 43
Figura 11. Zona de cruce (arriba) y zona de parking (abajo) 44
Figura 12. Detalle drenaje transversal 44
Figura 13. Detalle drenaje longitudinal 44
Figura 14. Detalle de cimentación 45
Figura 14. Traslape de cimentaciones de aerogeneradores y plataformas de montaje 72

Consulta Pública

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Parque Eólico Montecristo

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

I.3.2 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.3. CORREO(S) ELECTRÓNICO(S)

I.3.4. PROTESTA DE DECIR LA VERDAD

Se presenta en los anexos impresos y en el anexo digital.

I.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

I.4.1 ENTIDAD FEDERATIVA

Tamaulipas

I.4.2 MUNICIPIO

Méndez

I.4.3 CALLE Y NÚMERO, CÓDIGO POSTAL Y LOCALIDAD, EN CASO APLICABLE

Consulta Pública

I.4.4 IMAGEN DE UBICACIÓN DEL PROYECTO, INCLUIR TODOS LOS POLÍGONOS DE LOS COMPONENTES QUE LO CONFORMAN

El área del proyecto se proyecta sobre terrenos de propiedad privada en el norte del municipio de Méndez, conformando una superficie de 8,738.250 hectáreas.

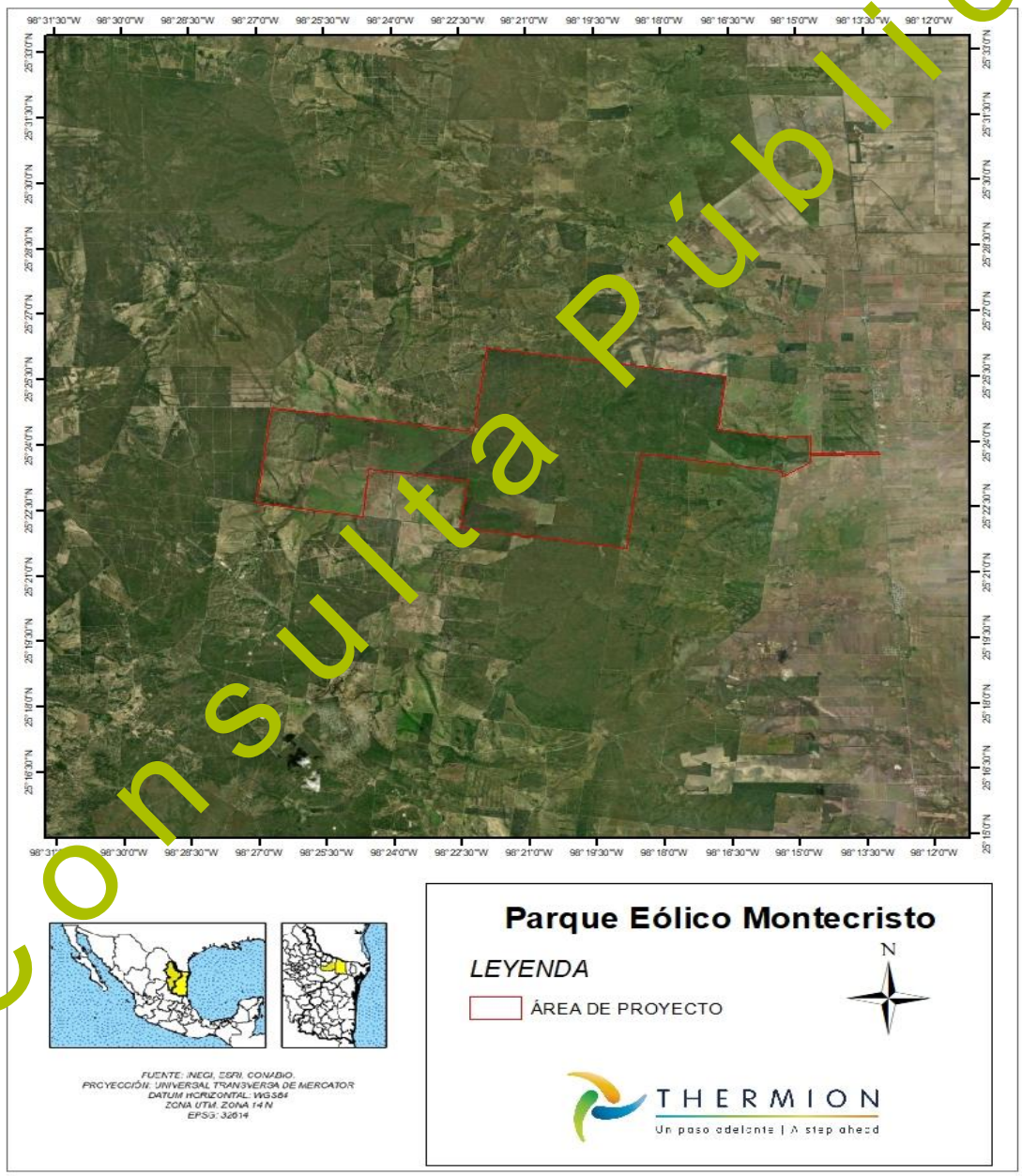


Figura 1. Ubicación del proyecto

Consulta Pública

En la siguiente tabla se presenta la poligonal que comprende todo el proyecto:

Tabla 1. Cuadro de coordenadas (UTM 14) del proyecto

Punto	Lado	Distancia	Ángulo	Coordenadas	
				X	Y
V-1	V-I a V-2	7633.62	270º5'37"	563376.04	2009910.22
V-2	V-2 a *V-3*	4094.37	90°1 '24"	555812.63	2810943.11
V-3	V-3 a V-4	4000 .60	90º1'52"	555256.97	2806[illegible].61
V-4	V-4 a V-5	2012.94	88"36'19"	559220.26	2806[illegible]41.54
V-5	V-5 a V-6	3693. 11	270º52'32"	559445.90	2008341.79
V-6	V-6 a V-7	2044.92	269"53'15"	563108.98	2807871.78
V-7	V-7 a V-8	6250.47	90"47'13"	562852.72	2805842.99
V-8	V-8 a V-9	4060.07	89"58'10"	569042.57	2804974.59
V-9	V-9 a V-10	5310.94	270º0'11"	569[illegible]4.51	2008995.59
V-10	V-10 a V-11	235.84	269º50' 40"	574872.21	2008259.13
V-11	V-11 a V-12	1212.18	53°13'16"	574840.19	2808025.48
V-12	V-12 a V-13	319.35	119º1'16"	575[illegible]00.64	2808612.71
V-13	V-13 a V-14	2560.69	269º 46'42"	575900.89	2008932.06
V-14	V-14 a V-15	94.40	87º[illegible]41"	578469.57	2808939.95
V-15	V-15 a V-16	2567.71	93°6'5[illegible]	578464.39	2809034.21
V-16	V-16 a V-17	696.54	270"5'3"	575896.68	2809032.72
V-17	V-17 a V-18	841.04	89º42'24"	575897.30	2809729.26
V-18	V-l8 a V-19	72.57	9[illegible]11'58"	575056.27	2009725.7
V-19	V-19 a V-20	2613.5[illegible]	[illegible]8"45'12"	575044.97	2809654.02
V-20	V-20 a V-21	2274.71	270º 7'31"	572455.06	2810004.66
V-21	V-21 a V-22	899[illegible].96	89º54'9"	572765.18	2812258.13
V-22	V-22 a V-1	3590.7[illegible]	89"56'41"	563856.09	2813468.73
Perímetro= 65,187.3005 m					
Área= 87,382,505.67 m^2					
Área= 8,738.25 ha					

Consulta Pública

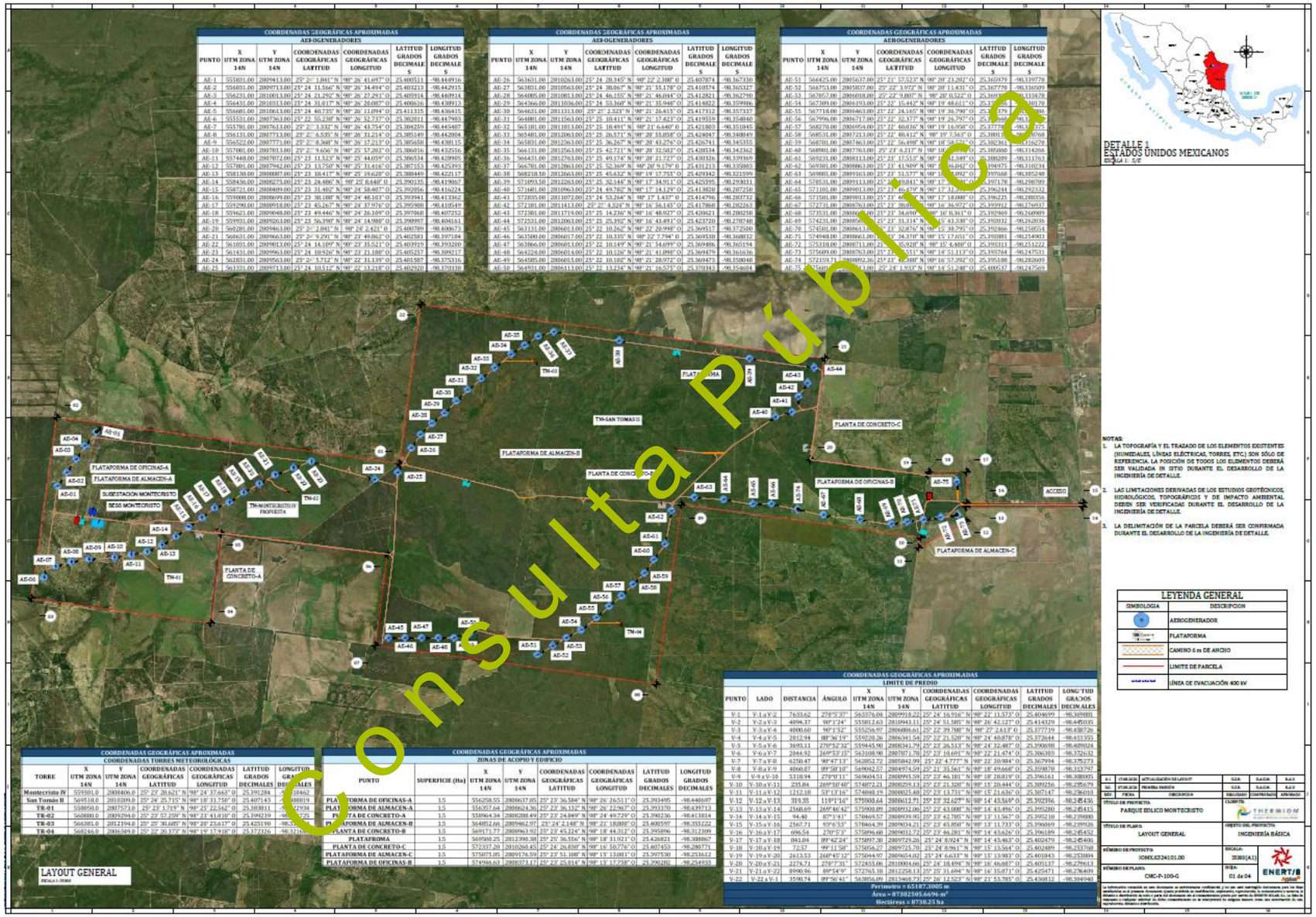


Figura 2. Plano del proyecto

En las siguientes tablas se incluyen las coordenadas de las **obras permanentes** que conforman el proyecto:

Tabla 2. Cuadro de coordenadas (UTM 14N) de ubicación de los aerogeneradores

PUNTO	Coordenadas	
	X	Y
AE-1	555831.00	2809413.00
AE-2	556031.00	2809713.00
AE-3	556231.00	2810013.00
AE-4	556431.00	2810313.00
AE-5	556681.00	2810613.00
AE-6	555531.00	2807363.00
AE-7	555781.00	2807613.00
AE-8	556131.00	2807713.00
AE-9	556522.00	2807771.00
AE-10	557081.00	2807813.00
AE-11	557448.00	2807872.00
AE-12	557801.00	2807942.00
AE-13	558130.00	2808087.00
AE-14	558436.00	2808275.00
AE-15	558721.00	2808489.00
AE-16	559008.00	2808699.00
AE-17	559290.00	2808918.00
AE-18	559621.00	2809044.00
AE-19	559931.00	2809263.00
AE-20	560281.00	2809463.00
AE-21	560631.00	2809663.00
AE-22	561031.00	2809813.00
AE-23	561431.00	2809963.00
AE-24	562831.00	2809563.00
AE-25	563331.00	2809713.00
AE-26	563631.00	2810263.00
AE-27	563831.00	2810563.00
AE-28	564085.00	2810813.00
AE-29	564366.00	2811036.00
AE-30	564631.00	2811313.00
AE-31	564881.00	2811563.00
AE-32	565181.00	2811813.00
AE-33	565481.00	2812063.00
AE-34	565831.00	2812363.00
AE-35	566131.00	2812563.00
AE-36	566431.00	2812763.00
AE-37	566781.00	2812863.00
AE-38	568218.50	2812663.00
AE-39	571093.50	2812263.00
AE-40	571681.00	2810963.00
AE-41	572035.00	2811172.00
AE-42	572181.00	2811413.00
AE-43	572381.00	2811719.00
AE-44	572531.00	2812063.00
AE-45	563131.00	2806013.00
AE-46	563500.00	2806017.00
AE-47	563863.00	2806013.00
AE-48	564224.00	2806014.00
AE-49	564585.00	2806015.00
AE-50	564931.00	2806113.00
AE-51	5664 25.00	2805637.00
AE-52	566753.00	2805837.00
AE-53	567057.00	2806018.00
AE-54	567389.00	2806193.00
AE-55	567718.00	2806463.00
AE-56	567996.00	2806717.00
AE-57	560270.00	2806951.00
AE-58	568531.00	2807213.00
AE-59	568781.00	2807463.00
AE-60	560901.00	2807763.00
AE-61	569231.00	2800113.00
AE-62	569381.00	2808863.00
AE-63	569881.00	2809163.00
AE-64	570531.00	2809113.00
AE-65	571181.00	2809013.00
AE-66	571501.00	2009013.00
AE-67	572731.00	2808763.00
AE-68	573531.00	2808663.00
AE-69	574231.00	2808563.00
AE-70	574581.00	2808613.00
AE-71	574948.00	2800661.00
AE-72	575310.00	2800711.00
AE-73	575689.00	2808763.00
AE-74	572159.71	2808892.36
AE-75	575681.00	2809513.00

Consulta Pública

Tabla 3. Cuadro de coordenadas de la subestación eléctrica (SET)

VÉRTICE	X	Y
0	556520.05	2808767.61
1	556541.18	2808916.11
2	556689.68	2808894.99
3	556668.56	2808746.48
4	556520.05	2808767.61

Tabla 4. Cuadro de coordenadas del sistema de almacenamiento de energía (SAE BESS)

VÉRTICE	X	Y
0	556852.17	2808634.39
1	556828.26	2808466.35
2	556571.34	2808502.90
3	556595.25	2808670.94
4	556852.17	2808634.39

Tabla 5. Cuadro de coordenadas plataforma de oficinas

NOMBRE	VÉRTICE	X	Y
Plataforma de oficinas B	0	575125.05	2809101.59
Plataforma de oficinas B	1	575025.05	2809101.59
Plataforma de oficinas B	2	575025.05	2809251.59
Plataforma de oficinas B	3	575125.05	2809251.59
Plataforma de oficinas B	4	575125.05	2809101.59
Plataforma de oficinas A	0	556198.89	2808570.28
Plataforma de oficinas A	1	556219.12	2808718.91
Plataforma de oficinas A	2	556318.21	2808705.42
Plataforma de oficinas A	3	556297.98	2808556.79
Plataforma de oficinas A	4	556198.89	2808570.28

Tabla 6. Cuadro de coordenadas plataforma de almacén

NOMBRE	VÉRTICE	X	Y
Plataforma de Almacen A	0	556297.98	2808556.79
Plataforma de Almacen A	1	556318.21	2808705.42
Plataforma de Almacen A	2	556417.30	2808691.93
Plataforma de Almacen A	3	556397.06	2808543.30
Plataforma de Almacen A	4	556297.98	2808556.79

Cuadro de coordenadas de calzada (vialidades)

Calzadas (caminos): para mayor detalle, consultar el anexo digital, Coordenadas_Componentes_PEM

Cuadro de coordenadas de cimentaciones de los aerogeneradores

Consulta Pública

Cimentaciones de aerogeneradores: para mayor detalle, consultar el anexo digital, Coordenadas_Componentes_PEM. Es importante mencionar que estas superficies al encontrarse dentro del área de las estructuras (plataformas de montaje) existe un traslape, por lo que se considera dentro de la superficie de afectación de las plataformas, de tal manera que las cimentaciones de los aerogeneradores no representan una superficie diferente de afectación.

Cuadro de coordenadas estructuras (plataformas de montaje)

Plataformas de montaje: para mayor detalle, consultar el anexo digital, Coordenadas_Componentes_PEM.

Cuadro de coordenadas de torres meteorológicas

Torres metereologicas: para mayor detalle, consultar el anexo digital, Coordenadas_Componentes_PEM.

En las siguientes tablas se incluyen las coordenadas de las **obras temporales**:

Tabla 7. Cuadro de coordenadas plataformas de almacenes

ID	Nombre	VÉRTICE	X	Y
3	Plataforma de almacén C	0	575012.51	2808311.65
3	Plataforma de almacén C	1	574864.51	2808336.02
3	Plataforma de almacén C	2	574880.75	2808434.69
3	Plataforma de almacén C	3	575028.76	2808410.32
3	Plataforma de almacén C	4	575012.51	2808311.65
6	Plataforma de almacén B	0	564913.72	2809396.37
6	Plataforma de almacén B	1	564768.11	2809432.37
6	Plataforma de almacén B	2	564792.10	2809529.45
6	Plataforma de almacén B	3	564937.72	2809493.45
6	Plataforma de almacén B	4	564913.72	2809396.37

Tabla 8. Cuadro de coordenadas de plataforma

ID	Nombre	VÉRTICE	X	Y
2	Plataforma	0	569597.62	2812549.63
2	Plataforma	1	569449.04	2812570.21
2	Plataforma	2	569462.75	2812669.26
2	Plataforma	3	569611.33	2812648.69
2	Plataforma	4	569597.62	2812549.63

Tabla 9. Cuadro de coordenadas planta de concreto

ID	Nombre	VÉRTICE	X	Y
4	Plataforma de concreto C	0	572376.69	2810179.42
4	Plataforma de concreto C	1	572277.59	2810192.84
4	Plataforma de concreto C	2	572297.71	2810341.48

Consulta Pública

4	Plataforma de concreto C	3	572396.81	2810328.07
4	Plataforma de concreto C	4	572376.69	2810179.42
5	Planta de concreto B	0	569243.15	2808905.74
5	Planta de concreto B	1	569093.39	2808914.22
5	Planta de concreto B	2	569099.05	2809014.06
5	Planta de concreto B	3	569248.81	2809005.58
5	Planta de concreto B	4	569243.15	2808905.74
7	Planta de concreto A	0	558883.56	2808248.49
7	Planta de concreto A	1	558896.36	2808347.67
7	Planta de concreto A	2	559045.12	2808328.48
7	Planta de concreto A	3	559033.33	2808229.30
7	Planta de concreto A	4	558883.56	2808248.49

Cuadro de coordenadas de derecho de vía

Derecho de via (buffer caminos): para mayor detalle, consultar el anexo digital, Coordenadas_Componentes_PEM. Esta superficie únicamente será afectada durante la etapa de preparación del sitio y de la construcción para el paso de maquinaria, grúas, postes y palas que serán instaladas.

Los archivos en formato shapefile, KML/KMZ y CSV, del polígono general y de cada uno de los componentes del Proyecto, incluyendo obras complementarias y temporales; así como de los polígonos de las superficies de intervención y afectación y cambio de uso del suelo, así como planos pdf y dwg se incluyen en los anexos digitales.

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.5.1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Montecristo será una central eólica con una capacidad total de generación de hasta 510 MW y una capacidad instalada de 525 MW, integrada por 75 aerogeneradores Nordex modelo N175-7.0 MW, con una capacidad nominal de 7 MW por aerogenerador.

La energía generada por el Proyecto Montecristo será evacuada hacia una subestación colectora, en la cual convergerá también la energía generada por otros dos parques eólicos. A partir de esta subestación colectora, la energía de los parques será conducida mediante la infraestructura eléctrica asociada y líneas de transmisión en 400 kV hasta la SET Regiomontano, que constituirá el nodo de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional. Los tres proyectos están planificados para que, en el nodo de interconexión en la SET Regiomontano, se constituya el conjunto eólico más grande de América Latina, con una capacidad instalada neta de 1,481 MW.

El proyecto se desarrollará en el marco de un esquema de inversión mixta con la Comisión Federal de Electricidad. El promovente participó en el Procedimiento Competitivo para Adjudicación No.

Consulta Pública

COEE-0004-2026 NORESTE, convocado por la Comisión Federal de Electricidad en el marco de los Lineamientos de los Esquemas para el Desarrollo Mixto de la Empresa Pública del Estado, Comisión Federal de Electricidad, obteniendo el Fallo favorable de fecha 05 de junio de 2026, mediante el cual la Dirección de Administración de la CFE, a través de la Subdirección de Contratación y Servicios, adjudicó a Compañía Eólica de Reynosa, S.A. de C.V. el desarrollo en conjunto con la Comisión Federal de Electricidad del proyecto denominado “Montecristo”.

Criterios técnico-energéticos

Se han realizado mediciones de recursos eólicos desde 2014, dando como resultado una velocidad promedio de 7.8 m/s un factor de planta del 47% incertidumbre de +/- 4.5% y una generación estimada de 2.1 GWh/a en P50.

La selección del sitio responde a los siguientes criterios técnico-energéticos:

- **Dirección del viento:** Los mejores emplazamientos resultan aquellos que son perpendiculares a la dirección del viento y las zonas altas ya que, de forma general, la velocidad aumenta con la altura sobre el terreno. La velocidad del viento en el emplazamiento debe ser superior al umbral que hace rentable la instalación.
- **Potencia Mínima instalable en el emplazamiento:** Los costes de inversión, operación y mantenimiento de un parque eólico determinan un mínimo de potencia a partir de la cual es rentable su construcción.
- **Consideraciones de fenómenos meteorológicos climáticos:** Fenómenos meteorológicos como nieves y heladas pueden ocasionar la alteración del empuje aerodinámico de las palas, problemas de acceso para labores de mantenimiento, etc. Estas circunstancias suelen aconsejar evitar los emplazamientos situados a más de 1500 m de altitud. El área de implantación del parque se encuentra en cotas inferiores a la indicada.

Criterios ambientales

Para la consideración del emplazamiento adecuado para la implantación del parque se consideran los siguientes aspectos:

- **Espacios protegidos:** el presente documento corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual considera los posibles impactos derivados del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y/o compensación. Es importante mencionar que, dentro de las características de los predios, estos ya se encuentras impactados por la acción humana y dedicados a la ganadería extensiva, actividad compatible con la operación del parque eólico. No se encuentra dentro de áreas naturales protegidas.
- **Espacios de interés histórico-cultural:** El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) emitió respuesta favorable a la Consulta sobre la Inserción en Zona de Monumentos Arqueológicos desde 2019, descartando afecciones de valor histórico-cultural. Durante las obras de construcción se mantendrá acompañamiento del instituto para salvaguardar cualquier vestigio que pudiera encontrarse.

Consulta Pública

- **Recursos hídricos:** El proyecto es de propiedad privada y no se inserta dentro de cauces identificados como federales. Dada la orografía poca complicada del sitio, se espera tener una baja interferencia de escorrentías intermitentes, no obstante, se considerarán en la evaluación de impactos y las medidas a proponer.
- **Impacto social**: Se cuenta con el proceso de elaboración la Manifestación de Impacto Social (MISSE) conforme a la regulación mexicana aplicable. Preliminarmente se espera encontrar socialmente aceptable dada las condiciones económicas castigadas en el sector agrícola/ganadero. En general se espera que la población desea participar en sinergia con este tipo de proyectos renovables. una vez recibida la respuesta oficial de la dependencia, se acatarán las recomendaciones indicadas por la autoridad.

I.5.2. EMPLAZAMIENTO

Los datos de localización del Parque Eólico MONTECRISTO son los siguientes:

- Municipio: Méndez
- Estado: Tamaulipas
- Zona sísmica: A
- Resistividad del terreno (K*m/W): 1.5

El área del proyecto se proyecta sobre terrenos de propiedad privada conformando una superficie de 8,738.25 hectáreas. La topografía del sitio es característica de la llanura tamaulipeca, con condiciones favorables para el acceso de equipamiento de gran porte.

El acceso al área del proyecto será desde la Carretera Federal 97 (Reynosa–San Fernando), facilitando la conectividad logística durante la fase de construcción y operación.

El parque eólico MONTECRISTO tendrá una potencia total instalada de 510 MW, y estará compuesto por 75 aerogeneradores NORDEX 7.0-175. Los aerogeneradores producen energía a una tensión de 0.69 kV y es transformada a 34.5 kV mediante un transformador ubicado en el interior de cada aerogenerador.

I.5.3. AEROGENERADORES

La tecnología seleccionada para el Parque Eólico Montecristo es el aerogenerador Nordex-N175-7.0, con rotor de 175 metros de diámetro y altura de buje de 119 metros. Esta selección resulta de un análisis de micro-siting optimizado conforme al perfil de viento del sitio.

Tabla 10. Características técnicas del aerogenerador N175 – 7.0 MW

Parámetro técnico	Valor
Fabricante	Nordex SE/ Acciona Windpower
Numero de aerogeneradores	75

Consulta Pública

Modelo	Nordex N175-7.0
Potencia unitaria	7.0 MW
Diámetro de rotor	175 m
Altura de buje	119 m
Clase IEC	IIA
Velocidad de arranque	~ 3 m/s
Velocidad nominal	~ 12 m/s
Velocidad de corte	~ 25 m/s
Tensión de generación	0.69 kV
Transformador integrado	BT/MT (en góndola o torre)
Tipo de instalación (enterrada/áerea)	Enterrada

Fuente: Nordex-Acciona

La turbina eólica propuesta funciona de forma automática. Es autónoma en su arranque cuando el par aerodinámico es suficiente.

Por debajo de la velocidad nominal del viento, el controlador de la turbina fija las referencias de pitch y par para operar en el punto aerodinámico óptimo (máxima producción), teniendo en cuenta la capacidad del generador. Una vez que se supera la velocidad nominal del viento, la demanda de posición del pitch se ajusta para mantener una producción de energía estable e igual al valor nominal. Si el modo de reducción de potencia por viento fuerte está habilitado, la producción de energía se limita una vez que la velocidad del viento supera un umbral definido por diseño, hasta que se alcanza la velocidad de corte, momento en el cual la turbina deja de generar energía. Si la velocidad media del viento supera el límite máximo operativo, la turbina se detiene mediante el pitching de las palas. Cuando la velocidad media del viento vuelve a situarse por debajo del umbral de reinicio, los sistemas se restablecen automáticamente.

Consulta Pública

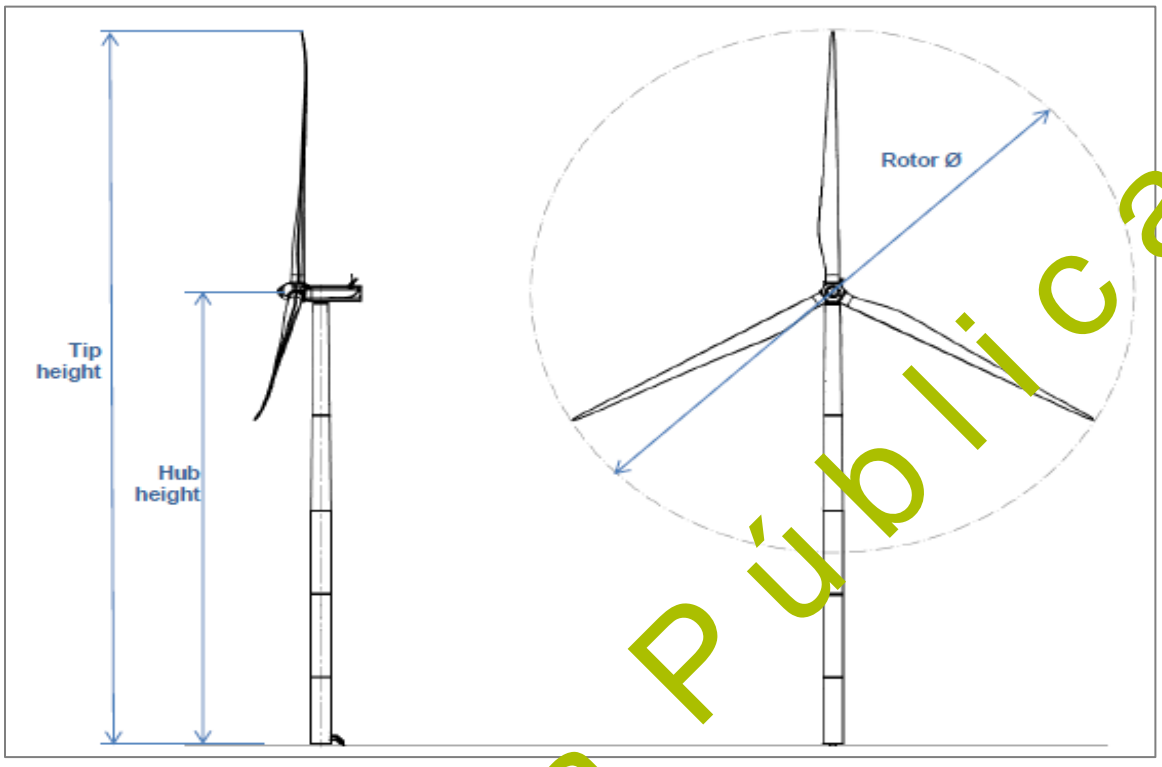


Figura 3. Esquema de elevación de aerogenerador

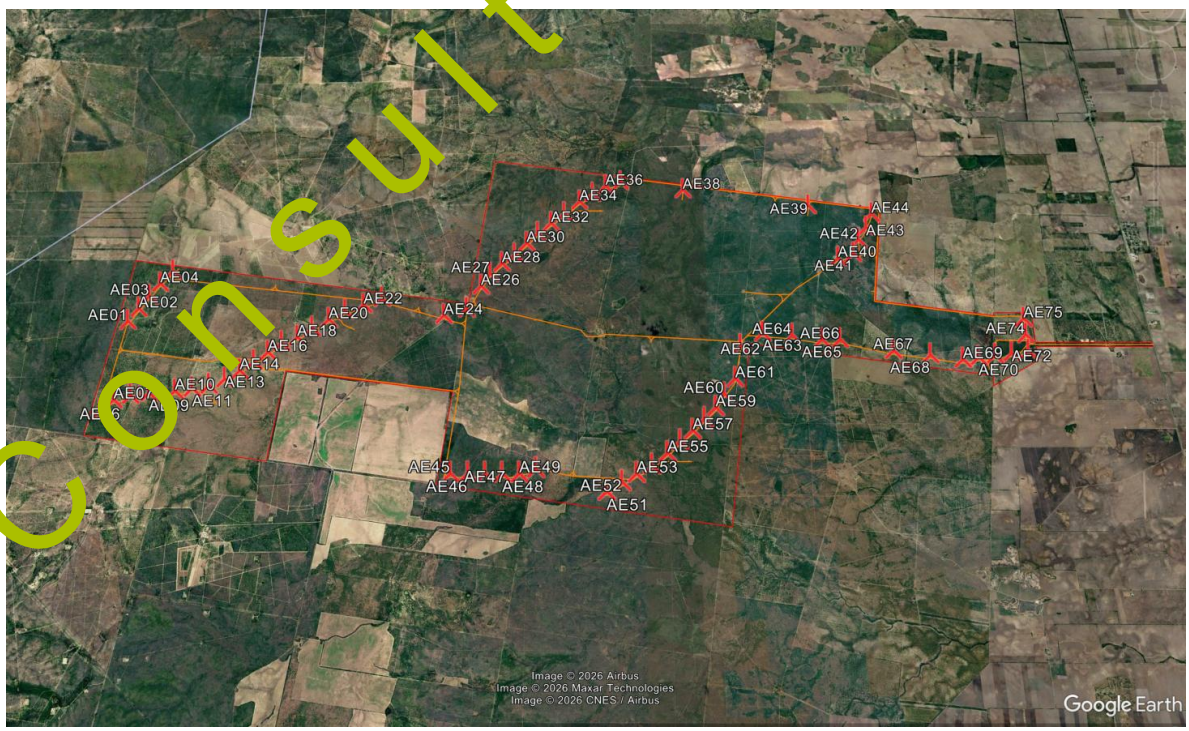


Figura 4. Distribución de los aerogeneradores

Consulta Pública

Los datos generales del parque se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 11. Características generales del proyecto

Parámetro	Valor
Potencia nominal instalada (capacidad de generación)	510 MW
Modelo de aerogenerador	N175 – 7.0 MW
Número de aerogeneradores	75 unidades
Potencia unitaria	7.0 MW
Diámetro de rotor	175 m
Altura de buje	119 m
Clase de viento	IIA
Superficie de plataforma de montaje y cimentación de aerogenerador	350,499.74 m^2
Nivel de media tensión del parque	34.5 kV (sistema colector subterráneo, enterrado directamente)
Tipo de instalación cables MT	Enterrada directamente

Torres de medición del parque

Las torres de medición del parque eólico de MONTECRISTO instaladas en predio, son auto soportada, con una altura total de 120 m y una base triangular de lado 4.58 m. Incluye la siguiente instrumentación:

Consulta Pública

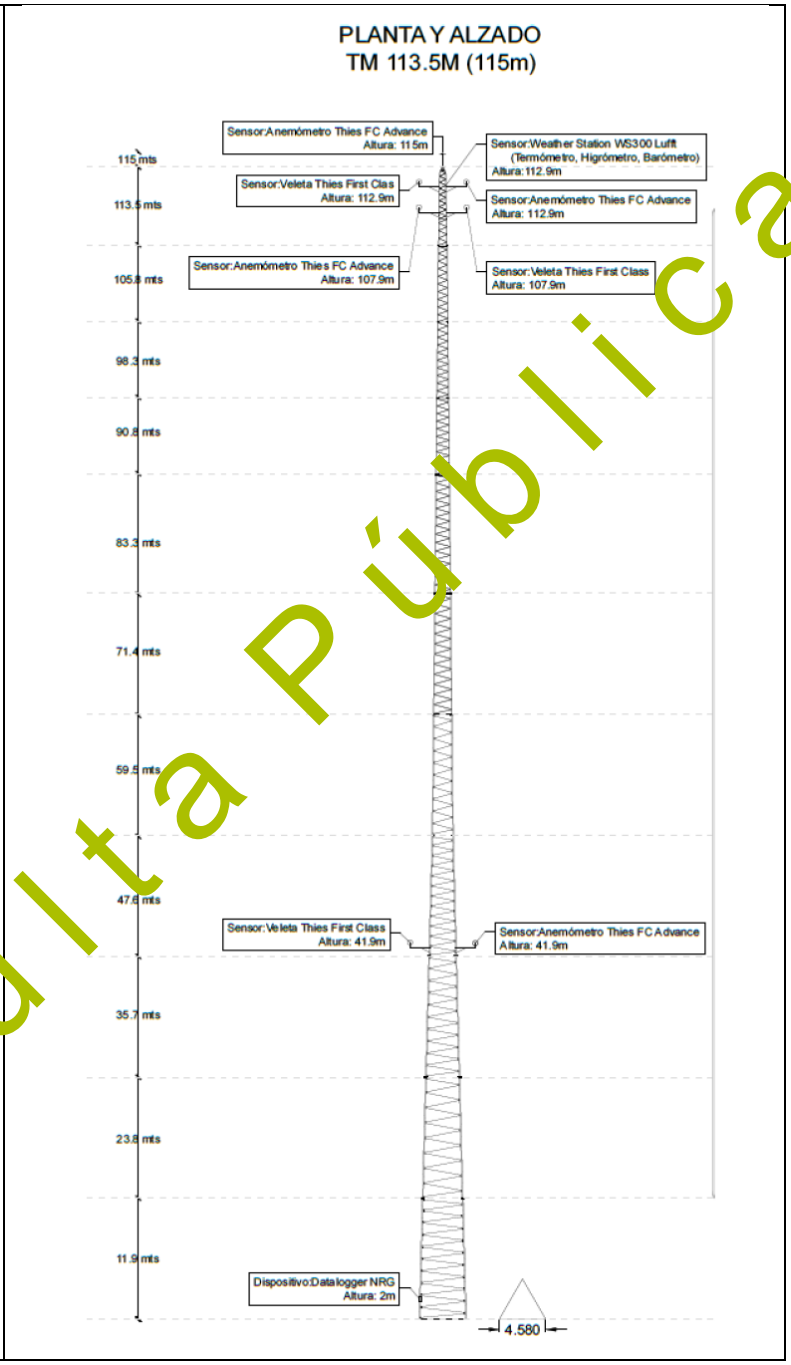
- Anemómetro
- Veleta
- Termómetro
- Higrómetro
- Barómetro
- Dataloger
- Soportes Sensores
- Salva-pájaros
- Conjunto balizamiento nocturno

La cimentación de la misma será sobre 3 columnas de lado 1m y una altura 1.4m, apoyados sobre una zapata cuadrada de lado 11m y 0.6m de canto.

El vial de acceso será diferente al resto de viales del parque, es decir:

- Anchura vial: 8 m.
- Radio de giro mínimo: 50 m.
- Parámetro de curvatura vertica, Kv: 550.
- Pendiente máxima 7% (En el caso de pendientes mayores a 10% se empleará un firme hormigonado).

La torre de parque se alimentara mediante un cableado XLPE 1.00[illegible] V cobre 4x(1x16mm²) al aerogenerador más cercano. También estará unida a los anillos de telecomunicaciones del parque mediante cable de FO Monomodo E9/125 [illegible] de 24 hilos.



Descripción de generación eólica

La unidad de generación eólica evacuará la energía generada conectando el parque con la red eléctrica nacional. Con objeto de evacuar la energía eléctrica procedente del parque eólico MONTECRISTO, la energía producida por el Parque Eólico será transportada mediante una red subterránea de 34.5kV con cables de aislamiento de polietileno reticulado XLPE (RHZ1-2OL) de

Consulta Pública

núcleo de aluminio y secciones de (95,150,300,630) mm2 y se conectará a las subestaciones secundarias de 34.5 / 115 kV y por medio de líneas de transmisión interna de 115 kV se integraran a SET colectora MONTECRISTO 115/400 kV.

I.5.4. SUBESTACION ELEVADORA ELECTRICA (SET)

La Subestaciones Elevadoras constituye el nodo eléctrico central. Su función principal es recibir la energía generada por los 75 aerogeneradores N175 —evacuada a través de la red subterránea de media tensión del parque— y elevarla a la tensión de alta tensión requerida para su transporte hasta el punto de interconexión con la red eléctrica.

La subestación es de tipo MT/AT (Media Tensión / Alta Tensión) y albergará los siguientes sistemas y equipos principales:

- **Transformador elevador principal (MT/AT):** Equipo de potencia encargado de elevar la tensión desde el nivel de media tensión del parque hasta el nivel de alta tensión de evacuación. Su potencia nominal será dimensionada para la capacidad total instalada del parque (510 MW), con margen para absorber picos de generación. Las características técnicas definitivas —relación de transformación, grupo de conexión, regulación bajo carga y nivel de aislamiento— se determinarán en la ingeniería básica eléctrica, una vez se conozca el nivel de tensión de interconexión resultante de los estudios con CENACE (*).
- **Celdas de media tensión (lado MT):** La subestación dispondrá de un embarrado de media tensión que agrupará los circuitos subterráneos provenientes de los aerogeneradores. Cada circuito de MT llegará a la subestación a través de su celda correspondiente, equipada con interruptor automático, seccionador de barras, transformadores de medida (tensión y corriente) y relés de protección.
- **Patio de alta tensión (lado AT):** El patio de intemperie de alta tensión incluirá los equipos de maniobra y protección del nivel de evacuación: interruptores de potencia, seccionadores, transformadores de medida, apartarrayos y embarrado de alta tensión. Su diseño cumplirá con las especificaciones CFE DCDSET01 y CFE V5100-01 para instalaciones de alta tensión.
- **Transformadores de servicios auxiliares**: La subestación contará con transformadores de servicios propios que alimentarán los sistemas de control, protección, comunicaciones, climatización e iluminación de las instalaciones, conforme a la especificación CFE VY500-96.
- **Edificio de control:** En el interior del recinto de la subestación se ubicará el edificio de control, que albergará los paneles de protecciones y automatismo, el sistema SCADA del parque, el Controlador de Planta (PPC), los sistemas de comunicaciones de fibra óptica y las UPS de respaldo. Este edificio servirá también como centro de operación y mantenimiento del parque durante su vida útil.
- **Sistema de puesta a tierra de la subestación:** La red de tierras de la subestación estará interconectada con el conductor de tierra de cobre desnudo de 50 mm² que recorre todo el parque, conformando una red equipotencial común para todas las instalaciones, conforme a la norma CFE 01J00-01 y la IEC 61936-2.

Consulta Pública

- **Sistema de protección contra incendios**: Las medidas de protección contra incendios serán definidas en el proyecto de detalle conforme a la normativa CFE aplicable (CFE CPTT-DIC CGD-01) y los requerimientos de la aseguradora del proyecto.

Sistema de Almacenamiento de Energía Electrica (BESS/SAEE):

El Parque Eólico MONTECRISTO contempla la integración de un Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS, por sus siglas en inglés), diseñado como un activo plenamente integrado a la Central y a la red eléctrica nacional, conforme a los requerimientos del Código de Red vigente en México y las disposiciones técnicas del CENACE.

Contará con tecnología de Formación de Red (Grid-Forming), con las siguientes características:

Porcentaje de respaldo: 30.0%.
Capacidad de potencia: 153 MW.
Tiempo de respuesta del SAEE: 3 horas.

Asimismo, el SAEE tendrá una capacidad de corto circuito ante fallas cercanas al Punto de Interconexión de, al menos, tres veces la corriente nominal del SAEE, sostenida durante la falla por un periodo mínimo de 700 ms en las terminales del equipo del SAEE. El acoplamiento del SAEE con la Central Eléctrica de fuente primaria intermitente será en Corriente Alterna, ya sea en media o alta tensión, y las características de los convertidores electrónicos de potencia asociados al SAEE considerarán tecnología formadora de red (Grid-Forming). Asimismo, de acuerdo con el Estudio de Interconexión asociado a Esquemas de Desarrollo Mixto sujeto a los programas de planeación vinculante, correspondiente al proyecto Montecristo, con número de registro SIASIC SICE-00126-2026 y folio SENER CFE-CMI-0287-2026, elaborado en julio de 2026.

El sistema aportará flexibilidad operativa y confiabilidad al proyecto, permitiendo que la Central opere con capacidad de despacho controlado y prestación de servicios auxiliares al sistema eléctrico, en cumplimiento de los requerimientos establecidos por CFE para proyectos bajo el Esquema Mixto de Desarrollo.

El SAE incorporará un sistema de gestión de baterías (BMS) robusto, con monitoreo continuo del estado de carga (SOC) y del estado de salud (SOH), así como sistemas de protección eléctrica, térmica y contra incendios diseñados específicamente para instalaciones de baterías a gran escala. La capacidad de referencia del SAE/BESS conforme a la ingeniería básica vigente es: 200 MWh (tecnología LFP, tiempo de descarga de al menos 3 horas, estaciones MVS agrupadas en número de circuitos necesarios integrados al bus de 34.5 kV

El BESS deberá ser capaz de proporcionar las siguientes funciones, en cumplimiento de los requerimientos del Código de Red y las disposiciones técnicas del CENACE:

- Regulación de frecuencia primaria, secundaria y terciaria
- Control de rampas de generación
- Regulación de tensión en el punto de interconexión
- Soporte de potencia reactiva

Consulta Pública

- Capacidad firme de generación
- Arranque en negro
- Operación en modo Grid Forming cuando así lo requiera el operador del sistema

La integración con el sistema de control de planta (PPC/DCS) permitirá operación coordinada con los aerogeneradores, supervisión en tiempo real del estado del sistema y análisis histórico de desempeño, todo ello a través del sistema SCADA del parque. El sistema deberá cumplir con los siguientes parámetros mínimos de desempeño:

- Eficiencia de ciclo ≥ 90 %
- Profundidad de descarga ≥ 90 %
- Vida útil ≥ 6,000 ciclos, compatible con el horizonte financiero de la Central
- Protección mínima IP54
- Sistema BMS integrado con comunicación al DCS y al PPC
- Monitoreo continuo SOC / SOH
- Sistema de ventilación y detección de incendio específico para instalaciones de baterías

Características generales de los equipos primarios

Equipo	Descripción
Apartarrayos 400 kV	Seis piezas. Apartarrayos de óxidos metálicos para subestaciones, clase III, servicio intemperie, para operar en un sistema de 400 kV.
Interruptor de Potencia 400 kV	Tres piezas. Interruptor monopolar de potencia con capacidad de operar de forma tripolar, servicio intemperie, tipo tanque vivo, medio de extinción del arco SF_6.
Cuchillas Desconectadoras con PaT 400 kV (DAL CPaT y DAL SPT)	Dos (2) conjuntos. Cuchillas desconectadoras tripolares con puesta a tierra (DAL CPaT) y sin puesta a tierra (DAL SPT), tensión máxima de diseño 420 kV, corriente nominal 2,000 A, corriente de corto circuito 40 kA, montaje horizontal, con mecanismo de operación tripolar motorizado.
Transformadores de Potencial Inductivo (TPI) 400 kV	Seis piezas en total (3 por bahía). Transformadores de potencial inductivo, monofásicos, tensión de diseño 420 kV.
Transformadores de Corriente (TC) 400 kV	Seis piezas en total (3 por bahía). Transformadores de corriente, tipo devanado, monofásicos, tensión de diseño 420 kV, con 4 núcleos para protección y 1 para medición.
Transformador de Potencia 34.5/400 kV	Una pieza. Transformador de potencia trifásico, inmerso en aceite, para elevar la tensión del sistema colector de 34.5 kV al nivel de transmisión de 400 kV. Provisto de regulación de tensión en carga (OLTC) en el lado de alto voltaje.
Transformador ZIG-ZAG 34.5 kV	Una pieza. Transformador ZIG-ZAG sumergido en aceite, trifásico, de 34.5 kV y 60 Hz. Incluye reactancia de secuencia cero al 100% con resistor de falla a tierra de 1 fase, 3 fases, 60 Hz, 34.5 kV, 500 A, 1 seg.
Apartarrayos 34.5 kV	Tres piezas. Apartarrayos de óxidos metálicos, clase II, para un sistema nominal de 34.5 kV.

Consulta Pública

Cuchillas Desconectadoras 34.5 kV	Un juego. Cuchilla desconectadora tripolar, vertical, tensión máxima de diseño 38 kV, corriente nominal 1,250 A, corriente de corto circuito 40 kA, 60 Hz, mecanismo de operación manual
Celdas de Media Tensión 34.5 kV	El sistema colector de 34.5 kV se integra a través de celdas metal-clad aisladas en SF6. Las celdas y sus componentes deben ser diseñados, fabricados, probados, transportados, montados y puestos en servicio de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables en su última edición vigente.
Transformador de Servicios Auxiliares	Una pieza. Transformador de potencia sumergido en aceite, de capacidad 250 kVA a intemperie, tensión primaria 34.5 kV y tensión secundaria 220/127 VCA, para suministro de los servicios propios de la subestación.

Sistema de almacenamiento de energía (SAE/BESS)

a. Descripción General del SAE/BESS

El Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE/BESS) integrado en la Subestación es un sistema de gran escala basado en baterías de ion-litio (tecnología LFP – Litio Hierro Fosfato), diseñado para proporcionar servicios de respaldo energético, flexibilidad operativa y soporte a la red eléctrica nacional.

El sistema adopta una arquitectura modular distribuida que permite alta confiabilidad, redundancia operativa y facilidad de mantenimiento. La integración al sistema eléctrico de la subestación se realiza a través del bus colector de 34.5 kV, mediante 10 circuitos de media tensión con celdas metal-clad dedicadas.

El área reservada para la implantación del SAE/BESS es de 260 m × 170 m (44,200 m²), con un buffer perimetral adicional de 6 metros.

b. Arquitectura del Sistema BESS

El sistema BESS se organiza jerárquicamente en los siguientes niveles:

Tabla 12. Niveles del sistema BESS

NIVEL	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Nivel 1 (Celda DC)	Módulos de batería LFP	Strings de baterías de ion-litio (LFP) en contenedores estandarizados. Cada MVS integra 9 contenedores de baterías.
Nivel 2 (Conversión CA/CD)	PCS (Power Conversion System)	Sistema de conversión bidireccional CA/CD. Modelo JUPITER-6000K-H1. 2 PCS por MVS (3.5 MW c/u = 7 MW por MVS).
Nivel 3 (Elevación MT)	Transformador elevador MVS	Transformador 6,600 kVA, 34.5±2×2.5%/0.8 kV, ONAN, Dy11y11. Un transformador por MVS.
Nivel 4 (Colector BESS)	Celda MT 34.5 kV	3 MVS se agrupan en un circuito de ~19.8 MVA, conectado a una celda de MT de 34.5 kV en la subestación. 10 circuitos totales.

Consulta Pública

Nivel 5 (Bus principal)	Bus 34.5 kV subestación	Los 10 circuitos BESS se integran al bus de 34.5 kV de la subestación, compartiendo la infraestructura con el sistema colector del parque eólico.

c. Estaciones de Media Tensión (MVS)

Cada Estación de Media Tensión (MVS – Medium Voltage Station) es la unidad funcional básica del sistema BESS y está compuesta por:

- 2 inversores PCS bidireccionales modelo JUPITER-6000K-H1 (3.5 MW cada uno)
- 9 contenedores de baterías LFP (racks 1 a 5/6 por contenedor)
- 1 transformador elevador de 6,600 kVA, 34.5±2×2.5%/0.8 kV, ONAN, Dy11y11
- Celda de media tensión para conexión al circuito colector BESS
- Protecciones integradas: 50/51, 50N/51N
- Sistemas de medición y control locales

d. Sistema de Conversión de Potencia (PCS)

El Sistema de Conversión de Potencia (PCS) es el equipo responsable de la conversión bidireccional entre la energía almacenada en las baterías (corriente continua) y la red eléctrica (corriente alterna), con las siguientes características principales:

- Operación bidireccional CA/CD (carga y descarga de baterías)
- Control independiente de potencia activa (P) y potencia reactiva (Q)
- Factor de potencia ajustable en el rango de -1 a +1
- Integración completa con el sistema EMS para gestión automatizada
- Protecciones internas integradas conforme a normas IEC
- Alta velocidad de respuesta para soporte de frecuencia y voltaje

e. Tecnología de Almacenamiento (Baterías LFP)

El sistema emplea baterías de ion-litio con química LFP (Litio Hierro Fosfato – $LiFePO_4$), reconocida por sus características de seguridad, larga vida útil y estabilidad térmica. Las ventajas principales de esta tecnología son:

- Alta densidad energética con arquitectura de tipo string distribuida
- Redundancia operativa por diseño modular
- Flexibilidad de operación y mantenimiento por bloques independientes
- Alta seguridad térmica – menor riesgo de fuga térmica comparado con otras químicas de litio
- Vida útil prolongada con alta cantidad de ciclos de carga/descarga

f. Transformadores de Elevación BESS

Cada MVS incorpora un transformador de elevación con las siguientes características:

Consulta Pública

Tabla 13. Características de MVS

PARÁMETRO	VALOR
Capacidad nominal	6,600 kVA
Relación de transformación	34.5 ± 2 × 2.5% / 0.8 kV
Sistema de enfriamiento	ONAN
Grupo de conexión	Dy11y11
Número de unidades	36 (uno por MVS)
Servicio	Intemperie
Regulación de tensión	±2 × 2.5% (fija en carga)

g. Sistema de Media Tensión del BESS

El sistema colector de media tensión del BESS opera a 34.5 kV y se conecta al bus principal de la subestación a través de 10 celdas de MT dedicadas. Las características del sistema de MT del BESS son:

- Nivel de tensión: 34.5 kV (Vd = 38 kV)
- Celdas tipo metal-clad con interruptores en vacío o SF6
- Capacidad de interrupción: 25 – 31.5 kA
- Protecciones: 50/51 y 50N/51N en cada circuito BESS
- Conductores subterráneos XLPE AL 35 kV para interconexión MVS-subestación
- Profundidad mínima de enterramiento: 90 cm conforme a NOM-001-SEDE-2012

h. Sistema de Gestión de Energía (EMS)

El Sistema de Gestión de Energía (EMS – Energy Management System) es el sistema de control de alto nivel que coordina la operación del SAE/BESS con el sistema eléctrico. Sus funciones principales incluyen:

- Control automatizado de carga y descarga de baterías según consignas del operador
- Regulación dinámica de frecuencia (FCR/FFR)
- Soporte de voltaje en el punto de interconexión
- Control de potencia activa y reactiva
- Seguimiento de rampas de generación del parque eólico
- Integración con el sistema SCADA de la subestación
- Gestión de alertas y alarmas del sistema BESS

i. Cumplimiento del Código de Red

El sistema SAEE ha sido conceptualmente diseñado para cumplir con los requerimientos del Código de Red de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) de México. Los requisitos principales son:

Tabla 14. Requisitos para el cumplimiento del Código de Red

REQUISITO	DESCRIPCIÓN
Control de potencia activa	Regulación dinámica y control de rampas de inyección/absorción

Consulta Pública

Control de potencia reactiva	Factor de potencia ajustable en rango -0.95 a +0.95, regulación de tensión en punto de interconexión
Soporte de frecuencia	Alta velocidad de respuesta, soporte ante disturbios del sistema
LVRT / HVRT	Permanencia conectada durante eventos transitorios de tensión baja y alta
Calidad de energía	Control de armónicos (THD), control de flicker, cumplimiento de límites de calidad
Estudios requeridos (detalle)	Flujo de carga, cortocircuito, coordinación de protecciones, estabilidad dinámica, estudios de armónicos

j. Protecciones del Sistema BESS

El sistema SAE/BESS contará con los siguientes esquemas de protección:

Protecciones de Media Tensión (34.5 kV):

- 50/51 – Sobrecorriente de fase (instantánea y temporizada)
- 50N/51N – Sobrecorriente de neutro (instantánea y temporizada)
- 27 / 59 – Mínima y máxima tensión
- 81 – Mínima y máxima frecuencia

Protecciones de Transformadores MVS:

- 87T – Protección diferencial
- Protección térmica integrada

Protecciones PCS/BESS:

- Protecciones internas integradas por el fabricante del PCS
- Protecciones de gestión de batería (BMS)

Accesos al Parque Eólico

El acceso al área del proyecto se realiza a través de:

- Kilómetro 34 de la carretera Federal 97 (Reynosa–San Fernando): Se accede a una serie de caminos existentes y otros de nueva creación por los que se circulará para llegar a la posición de los aerogeneradores.

Con objeto de asegurar la circulación de libre acceso sobre los terrenos de propiedad privada que conforman el área del proyecto, se respetarán y mantendrán los accesos y veredas existentes que los propietarios utilizan para sus actividades ordinarias, conforme a los acuerdos establecidos en los contratos de arrendamiento o servidumbre suscritos. Los accesos que resulten afectados temporalmente durante la fase de construcción del parque serán rehabilitados a su estado original o mejorado una vez concluidas las obras.

Los caminos interiores del parque serán diseñados y construidos para soportar el tránsito de vehículos de transporte especial requeridos para el montaje de los aerogeneradores N175, conforme

Consulta Pública

a las especificaciones del fabricante. Se prevé la rehabilitación y mejora de caminos existentes y la construcción de nuevos tramos donde sea necesario.

I.5.5. OBRA CIVIL Y VIAL

La obra civil del parque comprenderá las siguientes actividades principales:

- Delimitación y preparación de las áreas del proyecto.
- Desmonte y despalme en zonas de intervención directa.
- Excavación, compactación y nivelación del terreno.
- Ampliación, rehabilitación y construcción de caminos de acceso (longitud por definir en ingeniería básica).
- Construcción de plataformas de montaje para los 74 aerogeneradores.
- Construcción de cimentaciones de los aerogeneradores (tipo y dimensiones según estudio geotécnico de detalle).
- Construcción de la plataforma e infraestructura de la subestación elevadora.

El diseño de la infraestructura civil tomará en consideración la hidrología del sitio, incluyendo la modelación de avenidas máximas hasta períodos de retorno de 500 años. Se diseñarán cunetas, alcantarillas y obras de drenaje transversal para garantizar la evacuación de aguas pluviales sin afectar la infraestructura del parque ni los predios colindantes. El carácter semiárido de la región de Reynosa será considerado en el dimensionamiento de las obras de drenaje.

I.5.5.1. Subestación eléctrica

A continuación, se enlista la obra civil requerida para la subestación:

- Terracerías – Nivelación y compactación de plataforma (área SE + área BESS)
- Pisos terminados – Áreas eléctricas con grava triturada (zonas AT y MT); asfalto en caminos y estacionamientos
- Camino de acceso principal – Superficie de rodamiento resistente al tránsito de vehículos pesados
- Caminos interiores perimetrales (6 m de ancho, carpeta asfáltica) y de mantenimiento (3 m de ancho)
- Cimentaciones mayores – Para marcos 400 kV, estructura del transformador de potencia y torre de telecomunicaciones
- Cimentaciones menores – Para TC, TPI, apartarrayos, cuchillas, interruptores y equipos auxiliares
- Estructuras mayores – Marcos de acero galvanizado 400 kV y torre de telecomunicaciones
- Estructuras menores – Para equipos primarios de 400 kV (celosías galvanizadas)
- Drenaje pluvial – Sistema por gravedad con registros y tubo PEAD pared lisa
- Trincheras, ductos y registros para cableado de control, protección, fuerza y comunicaciones

Consulta Pública

- Caseta de Control – Tipo contenedor marítimo high cube 40 ft, con sistema HVAC, protección C5-H (ISO 12944)
- Caseta de Vigilancia – Prefabricada, adyacente al acceso principal
- Almacén – Prefabricado
- Fosa de captación de aceite del transformador de potencia y tanque colector
- Barreras y sellos cortafuego en trincheras y accesos de caseta
- Vallado perimetral – Malla ciclónica con alambre de espino, altura según planos de detalle
- Sistema de seguridad física – Topes vehiculares, letreros de prevención, sistema de detección de intrusos
- Iluminación de seguridad perimetral – Nivel mínimo 20 lux, factor uniformidad máx. 3:1
- Instalaciones hidrosanitarias – Cisterna, tinaco, fosa séptica, WC, lavabos
- Estacionamiento techado

a. Área del SAE/BESS:

La zona del SAE/BESS requiere una plataforma nivelada de 260 m × 170 m (44,200 m²) con buffer de 6 m perimetral. Los trabajos civiles adicionales específicos para el BESS incluyen:

- Plataforma nivelada y compactada al 95% Proctor SCT
- Caminos internos de acceso a cada MVS (mantenimiento y operación)
- Zanjas para cableado subterráneo de MT (profundidad mínima 90 cm, NOM-001-SEDE-2012)
- Cimentaciones para contenedores de baterías y MVS
- Sistema de drenaje propio del área BESS
- Sistema de detección y extinción de incendios específico para baterías LFP

<u>Características particulares de ingeniería y obra electromecánica</u>

A continuación, las particularidades de ingeniería y obra electromecánica de la subestación:

a. Ingeniería Electromecánica:

- Diagrama unifilar de protección, control y medición (PCyM)
- Arreglo general y disposición de equipos
- Flechas y tensiones; isométrico con cargas
- Trayectoria de trincheras y ductos (IEC 61936, IEC 62271)
- Red de tierras (método Wenner, CFE 01J00-01)
- Alumbrado exterior (LED 250 W, 20 lux mín., factor uniformidad máx. 3:1)
- Alumbrado interior de caseta (LED lineal, 300 lux mín.)
- Acometidas de línea de transmisión 400 kV
- Conductores, aisladores, herrajes y conectores (cable ACSR BLUEJAY 1113 kcmil, 2 cond/fase)

Consulta Pública

- Arreglo general de caseta de control (charolas, aire acondicionado tipo mini-split industrial SEER≥13)
- Servicios propios CA y CD (diagramas unifilares de servicios propios)
- Lista de cables de protección, control, medición y fuerza
- Proyecto de protección, control, medición y fuerza (IEC 61850)
- Lista y proyecto de cables de control supervisorio (SAS)
- Banco de baterías de servicios propios (plomo-ácido 8 h o Ni-Cd 5 h)
- Lista y proyecto de cables de comunicaciones (fibra óptica)
- Sistema contra incendio (detección y extinción, IEEE-80)
- Sistema de seguridad física (IEC 62676)
- Memorias de cálculo electromecánicas

b. Obra Electromecánica:

- Montaje de estructuras mayores y menores (400 kV y área BESS)
- Instalación de alumbrado exterior e interior
- Montaje, tendido y conectado de acometidas (LT 400 kV)
- Montaje de interruptores de potencia 400 kV
- Montaje de cuchillas desconectadoras (DAL CFaT y DAL SPT)
- Montaje de equipos menores (TC, TPI, apartarrayos 400 kV y 34.5 kV)
- Montaje de transformador de potencia 34.5/400 kV (330/440/550 MVA)
- Montaje de transformador ZIG-ZAG y transformador de SSAA
- Colocación de red de tierras
- Montaje de gabinetes MES (MCAD/UCB) en campo y caseta de control
- Montaje de charolas en caseta de control
- Montaje de equipo de servicios propios CA y CD
- Montaje de planta de emergencia diésel
- Montaje de tableros de protección, control y medición (PCyM)
- Montaje de banco de baterías de SSAA
- Montaje de equipo de control supervisorio (SCADA/SAS)
- Montaje de equipos de comunicaciones
- Montaje de equipos de aire acondicionado
- Tendido y conectado de cables de PCyM, fuerza, comunicaciones y control supervisorio
- Montaje de sistema contra incendio
- Montaje de sistema de seguridad física
- Letreros de identificación de equipos primarios

c. Obra Electromecánica – SAE/BESS:

- Montaje e instalación de 36 MVS (Estaciones de Media Tensión)
- Instalación de contenedores de baterías LFP (324 contenedores en total)
- Montaje de inversores PCS (75 unidades, JUPITER-6000K-H1)
- Montaje de transformadores elevadores BESS (36 unidades, 6,600 kVA)
- Tendido de cableado subterráneo MT BESS (cables XLPE AL 35 kV)
- Montaje de celdas MT dedicadas al BESS en subestación

Consulta Pública

- Integración del sistema EMS con el SCADA de la subestación
- Pruebas preoperativas de equipos primarios y del sistema BESS
- Pruebas de fábrica (FAT) de equipos primarios y BESS, atestiguadas por el cliente

I.5.5.2. Viales

Las especificaciones técnicas de los caminos son las siguientes:

- El nivel de compactación de la capa de base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado. La capacidad portante mínima del terreno será de 180 KN/m2.
- El nivel de compactación de la sub-base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

Caminos de acceso e internos:
Anchura vial: 8m
Ancho en recha: 6m mínimo
Ancho en curva: 6m mínimo
Radio de giro mínimo: 50m

Caminos de acceso a la Torre de Medición
Anchura vial:
Ancho: 8m
-Radio minimo: 50m
Acuerdo vertical mínimo:
-Kv: 550
Pendiente longitudinal:
-Pmaxima: 7% (>10% firme hormigonado).

Consulta Pública

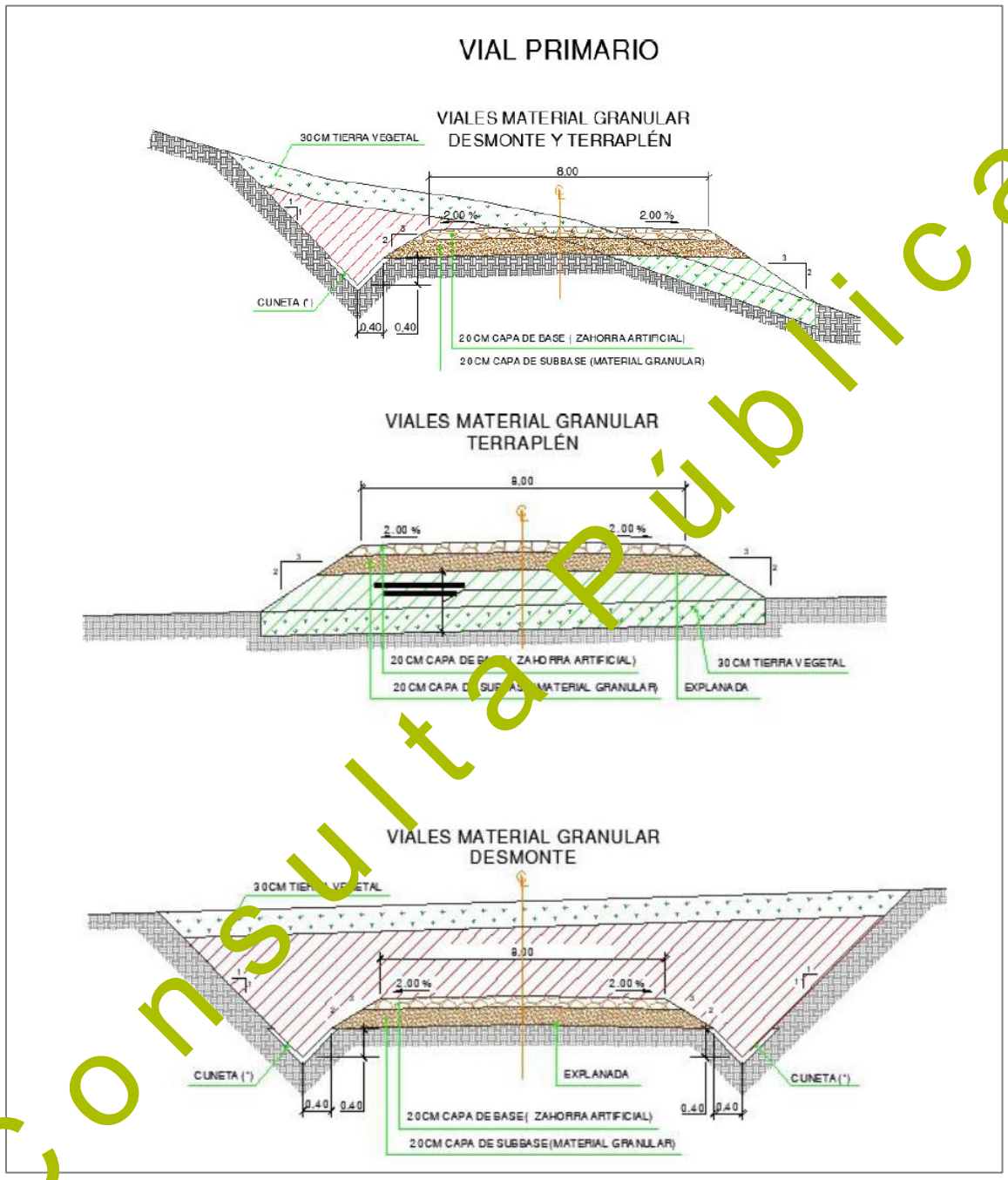


Figura 5. Ejemplo de vial primario

Viales tramos hormigonados

Son aquellos tramos de viales que por los criterios de diseño definidos en las Especificaciones Técnicas de los suministradores de WTG, se solicite una mejora de la capa de rodadura para aumentar la adherencia/rozamiento/fricción. Este criterio aplica para los viales:

Consulta Pública

- Vial primario.
- Vial secundario.
- Vial terciario.

En el diseño se tendrá en cuenta los requerimientos de la Especificación Técnica del fabricante. Si existiesen incongruencias entre Especificaciones y Especificaciones suministradores WTG, se considerará la información más restrictiva.

I.5.5.3. Plataformas

Se construirá una plataforma de montaje por cada aerogenerador, las cuales son necesarias para la ubicación de grúas y camiones empleados en el izado y montaje del aerogenerador.

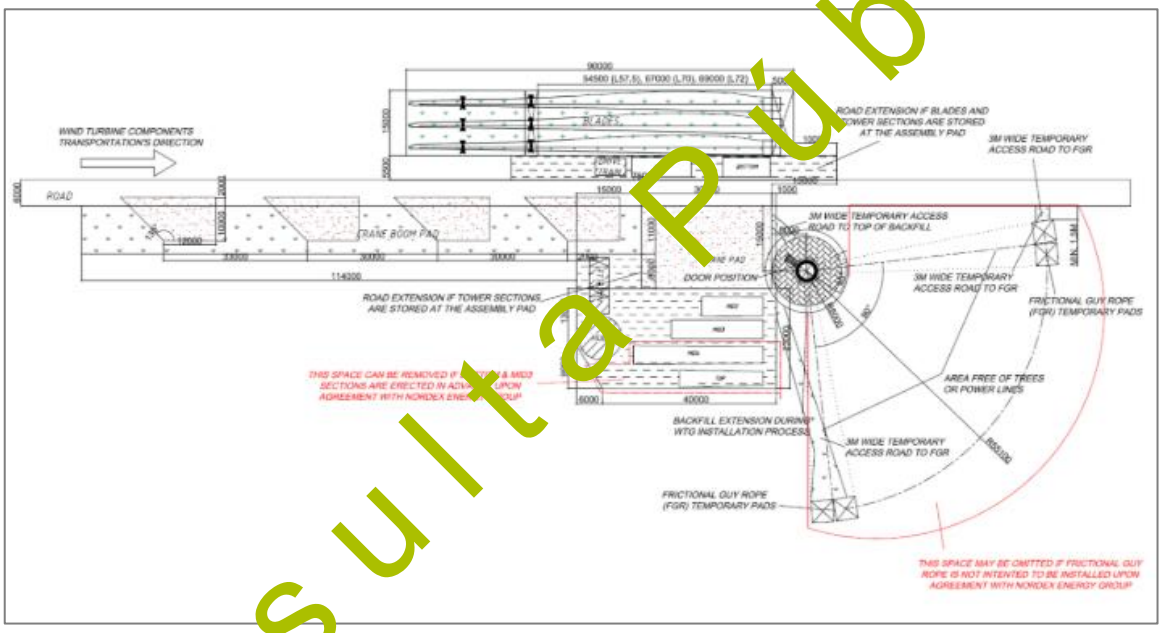


Figura 6. Esquema del área de plataforma para el N175-7.0MW

I.5.5.4. Cimentaciones

Las cimentaciones de los aerogeneradores serán de tipo superficial o profundo según las condiciones geotécnicas del subsuelo en cada posición de turbina. Consisten en bases de concreto armado circulares de hasta 26 m de diámetro, con pilotes estructurales.

I.5.5.5. Zanjas y canalizaciones

La distribución de los circuitos se ha desarrollado en base a la disposición de los aerogeneradores en la planta.

Consulta Pública

El circuito eléctrico de Media Tensión del Parque Eólico se dispone en 34.5 kV y se conecta en un extremo a las celdas de media tensión que a su vez están conectadas con los transformadores de cada turbina, y en su otro extremo con las celdas de media tensión ubicadas en la Subestación Eléctrica. De acuerdo al trazado del Parque Eólico y las potencias máximas por conductor admisibles recomendadas por el fabricante, se determinan los tramos de cada uno de los circuitos con el tipo de zanja, tipo de conductor y longitudes. Se tendrá en cuenta a la hora de diseñar los circuitos que las zanjas de los mismos deben discurrir junto a los caminos de acceso a los aerogeneradores.

Los cables que forman la red eléctrica subterránea de media tensión se instalarán en varios tipos de zanjas, cuyas características se detallan a continuación:

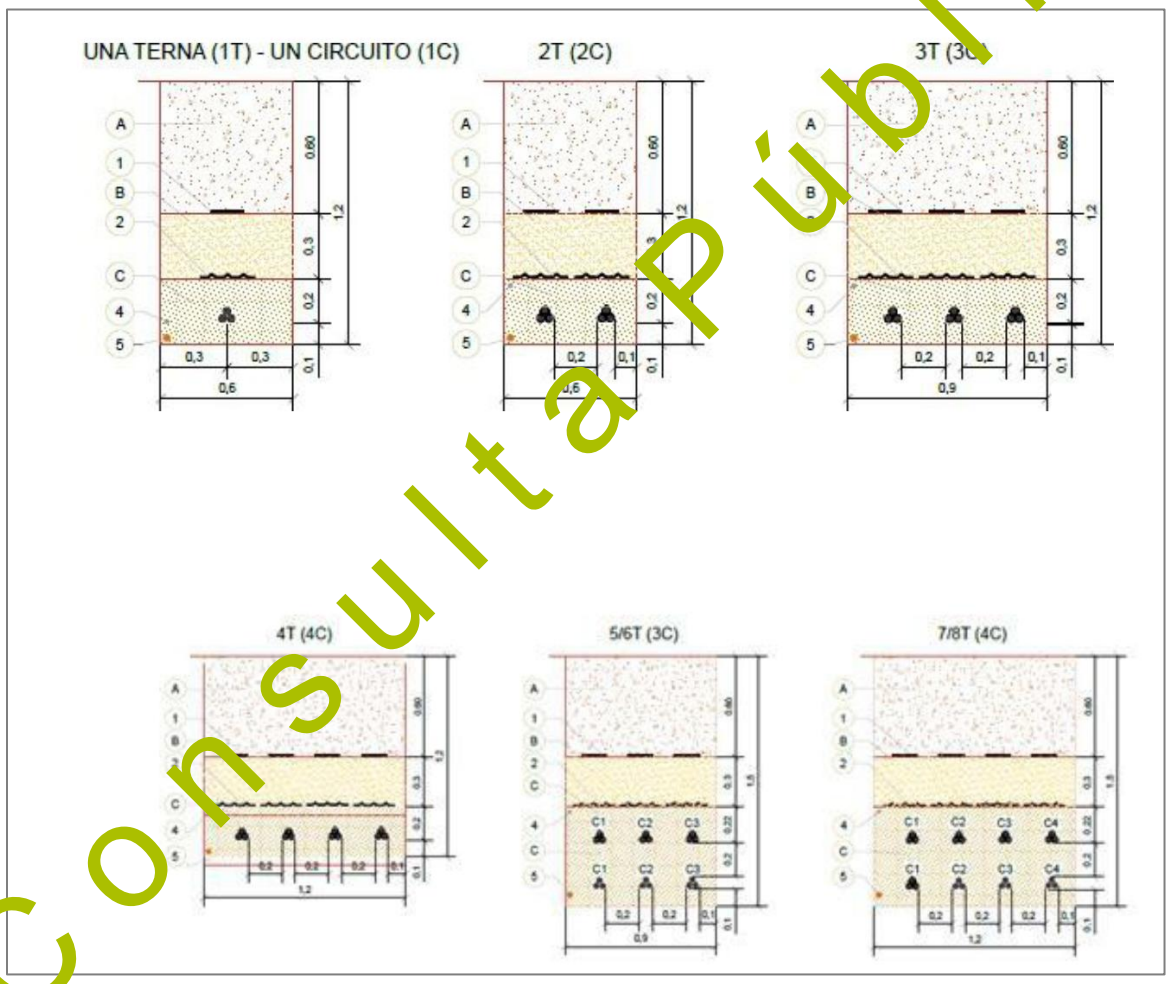


Figura 7. Zanjas conductor directamente enterrado

Consulta Pública

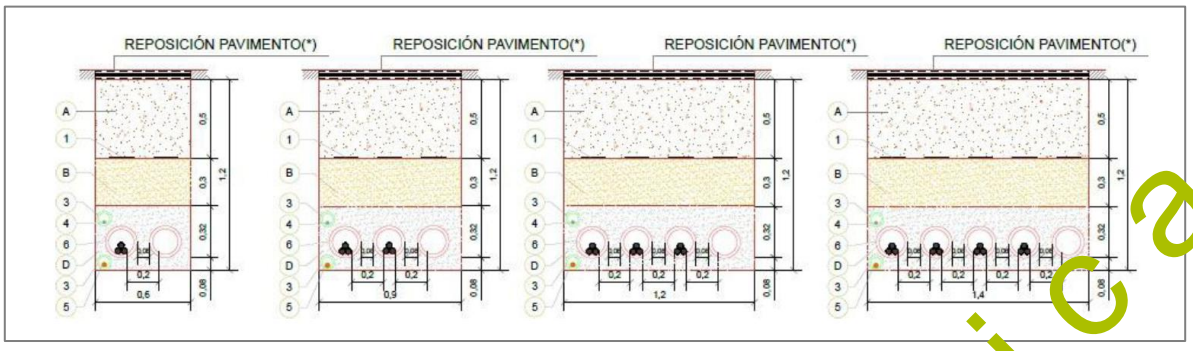


Figura 8. Zanjas conductor entubado: cruces vial/caminos o drenaje

Instalaciones eléctricas

El parque eólico MONTECRISTO tendrá una potencia total instalada de 51[illegible] MW, y estará compuesto por 75 aerogeneradores NORDEX N175-7.0. Los aerogeneradores producen energía a una tensión de 0.69 kV y es transformada a 34.5 kV mediante un transformador ubicado en el interior de cada aerogenerador.

Desde el punto de vista técnico el sistema de potencia implicado en el parque Eólico se podría estructurar en los siguientes subsistemas:

- Aerogeneradores.
- Celdas de Media Tensión en los aerogeneradores.
- Red de Media Tensión para la interconexión de los aerogeneradores.

La unidad de generación eólica evacuará la energía generada conectando el parque con la red eléctrica nacional. Con objeto de evacuar la energía eléctrica procedente del parque eólico MONTECRISTO, Se plantean las infraestructuras y obras necesarias para la construcción de la subestación elevadora internas de 34.5/115 kV y luego recolectadas en SET Colectora 115/400 V transportar la energía (51[illegible] MW) hasta la subestación de maniobras “REGIOMONTANO”.

Desde el punto de vista técnico, el sistema de potencia del parque eólico se estructura en los siguientes subsistemas:

- Aerogeneradores con transformador BT/MT integrado
- Celdas de media tensión en cada aerogenerador
- Red subterránea de media tensión para la interconexión de aerogeneradores
- Subestaciones elevadoras (34.5 kV / 115 kV)
- Líneas de transmisión de 115 kV(1 circuito, 1 conductor por fase BLUEJAY 1113 ACSR TA) desde el cada set segundario hacia la set colectora 115/400 V.
- Subestación colectora (115 / 400 kV) con dos transformadores de potencia (Tx1 115/400 kV YNd11 + Tx2 115/400 kV YNyn0) que confluyen en barra común 400 kV, integrando además un Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (SAE/BESS) de 180 MW / 1,086 MWh

Consulta Pública

- Línea de transmisión de 400 kV (doble circuito, 2 conductores por fase BLUEJAY 1113 ACSR TA,) desde la barra común 400 kV) hasta el nodo de interconexión Regiomontano de CFE. Que se tiene planificada la integración con líneas de transmisión de 400 kV provenientes de PE Santa Gertrudis y PE El Guajillo donde se estiman la instalación de reactores de compensación reactiva + reactor en neutro, equipos y refuerzos a determinar en ingeniería de detalle. *Esta línea de transmisión en la presente MIA es de carácter enunciativo, para la cual, posteriormente se realizarán los tramites y gestiones para obtener los permisos en materia de impacto ambiental.*

Con objeto de evacuar la energía eléctrica del Parque Eólico Montecristo, se plantean las infraestructuras y obras necesarias para la construcción de la subestación elevadora MT/AT, el sistema SAE/BESS y la línea de transmisión aérea hasta el nodo de interconexión que resulte de los estudios con CENACE.

I.5.5.6. Celda de MT

El circuito de media tensión estará protegido en su origen (subestación principal) mediante interruptor automático y relés que protejan la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos. Los conductores de la red MT estarán dispuestos en zanjas directamente enterradas, agrupados por ternas, con aislamiento tipo XLPE (RHZ1-2OL) de núcleo de aluminio.

Las secciones de conductor se adaptarán en cada tramo de circuito a las cargas máximas previsibles en condiciones normales de servicio, evitando temperaturas excesivas en el conductor, caídas de tensión superiores a las admisibles y minimizando las pérdidas de potencia en la red.

I.5.5.7. Protección contra descargas atmosféricas

Las palas del rotor del aerogenerador N175 están equipadas con receptores de rayos integrados en la estructura de la pala. La turbina está conectada a tierra y blindada para protegerla de las descargas eléctricas atmosféricas. El sistema de protección contra el rayo del parque cumplirá con los requerimientos de la norma IEC 61400-24, que establece los criterios de diseño para la protección de aerogeneradores frente a descargas atmosféricas directas e inducidas.

I.5.5.8. Red de media tensión

El circuito de media tensión estará protegido en su origen (subestación principal) mediante interruptor automático y relés que protejan la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos. Los conductores de la red MT estarán dispuestos en zanjas directamente enterradas, agrupados por ternas, con aislamiento tipo XLPE (RHZ1-2OL) de núcleo de aluminio.

Las secciones de conductor se adaptarán en cada tramo de circuito a las cargas máximas previsibles en condiciones normales de servicio, evitando temperaturas excesivas en el conductor, caídas de tensión superiores a las admisibles y minimizando las pérdidas de potencia en la red.

La conexión de los cables a las celdas de entrada y salida de los aerogeneradores se realizará mediante conectores enchufables, acodados y apantallados con envolvente semiconductora

Consulta Pública

conectada a tierra. Estos conectores dispondrán de contacto roscado de cobre para mantener una presión uniforme con el pasatapas de la celda y el manguito de empalme del conductor.

I.5.5.9. Zanjas para red de media tensión

Los cables aislados se instalarán directamente enterrados en zanjas, las cuales discurrirán adosadas a los caminos de acceso siempre que sea posible, facilitando las labores de tendido y minimizando la afección sobre el terreno.

Los conductores se alojarán en zanjas de dimensión variable en función del tipo de canalización que se defina, para permitir las operaciones de apertura y tendido.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 10 cm.

Por encima del cable irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 20 cm. Si se empleara tierra procedente de la misma zanja habría que cribarla. Sobre ésta se colocará una protección mecánica de placa cubre-cables, losetas de hormigón, rasillas o ladrillos colocados transversalmente sobre el trazado del cable. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja. A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación, de 50 cm de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra se tenderá un tubo de HDPE corrugado doble capa de diámetro 90 mm, que contendrá los cables de control, protegidos a su vez con placa cerámica a una distancia mínima del suelo de 50 cm y a 30 cm de la parte superior de los cables de control se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.

Por otro lado, en el caso de cruzamiento con otros servicios, como líneas eléctricas subterráneas o conducciones de combustibles se respetarán las directrices marcadas por la empresa propietaria del servicio afectado de cara a fijar las distancias mínimas de separación, establecer la necesidad de protecciones adicionales, elegir el punto óptimo para el cruzamiento o cualesquiera otras restricciones que se justifiquen. En caso necesario, se estudiará la utilización de alguno de los métodos existentes de canalización y tendido de cables sin zanja. Se realizarán sondeos previos del terreno en la zona afectada para conocer con exactitud la situación de la canalización existente y replantear el cruzamiento con precisión. En cualquier caso, el cruzamiento se producirá con un ángulo lo más próximo posible a la perpendicular y no coincidirá con puntos singulares de ninguna de las canalizaciones, es decir soldaduras o accesorios de tuberías o bien empalmes de cable.

Para cualquier cruzamiento, el número mínimo de tubos será de dos y en caso de varios cables o ternas de cables será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Para el acceso a los aerogeneradores se utilizarán tubos de plástico del mismo tipo a los usados en los cruzamientos. En el acceso a cada torre, los tubos discurrirán sobre la zapata de cimentación

Consulta Pública

recubiertos por una capa de hormigón y después de atravesar la virola de cimentación se situarán embebidos en el pedestal, subiendo por el interior de la virola hasta llegar a la base del aerogenerador. En el interior de cada tubo se situará una única terna de cables.

I.5.5.10. Sistema de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra del parque estará conformada por los sistemas de tierra de cada aerogenerador, interconectados mediante un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección que se instalará en canalización conjunta con los cables de potencia y comunicaciones. Este conductor conectará todos los aerogeneradores entre sí y con la red de tierras de la subestación elevadora.

El conductor de tierra, instalado en el fondo de la excavación en contacto directo con el terreno, actuará como electrodo horizontal, mejorando la resistencia de tierra global de la instalación y configurando una red equipotencial en todo el parque.

La puesta a tierra de cada aerogenerador consistirá en dos anillos de cable de cobre desnudo de 50 mm², dispuestos:

- Primer anillo: fuera de la cimentación, alrededor del pedestal, a una profundidad de 0.5 m.
- Segundo anillo: fuera de la cimentación, en contacto directo con el suelo, aproximadamente a 0.25 m del borde externo de la cimentación y a profundidad superior a 1 m.

La instalación se completará con cuatro picas de acero cobreado en los extremos opuestos del anillo inferior, unidas mediante cable de cobre de 50 mm² y soldadura aluminotérmica.

Una vez abierta la excavación de la zapata, se colocará el anillo inferior en contacto directo con el terreno, y se cubrirá posteriormente con una ligera capa de tierra vegetal. Para la colocación de las picas, se efectuarán los correspondientes barrenos exteriormente a la zapata, y se introducirán las picas, rellenando el hueco con bentonita mezclada con tierra vegetal.

El anillo inferior se unirán cuatro puntos a las armaduras de la cimentación mediante cable de cobre desnudo de 50 mm2 y soldadura aluminotérmica, y ambos anillos estarán unidos entre sí en dos puntos mediante cable de cobre desnudo de la misma sección; por su parte, el anillo superior estará unido en dos puntos a la jaula de pernos, mediante el mismo tipo de conductor.

En el interior del fuste se instalará una pletina de cobre para reparto de tierras, que estará conectada a los dos anillos mediante cables de cobre desnudo de 50 mm^2; a dicha pletina se conectarán los cuadros, celdas de media tensión, herrajes y restantes elementos de la instalación. La puesta a tierra en la torre meteorológica será mediante cable de cobre de 50 mm^2 de sección.

La instalación de puesta a tierra se complementa mediante un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección que se instalará en canalización conjunta con los cables de potencia y comunicaciones, interconectando todos los aerogeneradores entre sí y que se conectará con la puesta a tierra del edificio de la subestación. Este conductor, instalado en el fondo de la excavación,

Consulta Pública

en contacto directo con el terreno, actuará como electrodo horizontal, mejorando en gran medida la resistencia de tierra de la instalación.

I.5.5.11. Sistema de monitorización y control

a. SCADA

El Parque Eólico dispondrá de un sistema de control y gestión de datos operacionales que interferirá con los sistemas de control individuales de cada aerogenerador, con el fin de monitorizar y controlar el funcionamiento de la planta eólica en su conjunto. Todas las señales de control y monitorización de cada aerogenerador se integran en un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) que se instalará en el edificio de control de la subestación del Parque Eólico.

El SCADA es un sistema totalmente integrado que mejora la productividad y la rentabilidad del parque eólico, de alta confiabilidad, integridad y gestión avanzada de datos en una única plataforma. Este sistema permite un control total a los operadores de la planta y obtener informes a nivel de parque eólico y de aerogenerador individual para monitorizar y analizar el funcionamiento y el rendimiento históricos del parque eólico.

Entre las funciones estándar de estos sistemas SCADA se encuentran las siguientes:

- Visualización de parámetros de funcionamiento de todos los aerogeneradores
- Visualización de parámetros del sistema eléctrico (tensión, corriente, potencia activa y reactiva)
- Visualización de datos proporcionados por la torre meteorológica de parque
- Control y actuación sobre los aerogeneradores: arranque, parada y gestión de alarmas
- Control y gestión de la energía generada por cada aerogenerador y el parque en conjunto
- Generación de gráficos históricos, tendencias y predicción de energía producida

b. Wind Controller (PPC)

El controlador de la planta (Power Plant Controller, PPC) permite regular el voltaje y la potencia del parque eólico en tiempo real, haciendo que pueda funcionar como una planta de energía convencional. El sistema es capaz de controlar la potencia reactiva a la red cuando se necesita, regular el voltaje del sistema, estabilizar redes débiles y controlar o limitar la potencia generada del parque eólico.

El controlador de la planta puede incluir, entre otras, las siguientes funciones dependiendo de la necesidad en el punto de conexión del parque eólico:

- Limitar la potencia máxima generada
- Regulación de frecuencia
- Definición de rampas de potencia
- Regulación de voltaje
- Regulación de reactiva y factor de potencia

Consulta Pública

- Control integrado del banco de condensadores/reactores, si es necesario

El controlador de la planta se instalará en el mismo edificio que el sistema SCADA permitiendo controlar y visualizar las variables necesarias a través de dicho sistema SCADA.

El controlador y sistema SCADA se comunican con cada aerogenerador del parque eólico mediante un bucle de control cerrado que lee los parámetros eléctricos reales del parque eólico (voltaje, intensidad, y potencia activa y reactiva) en el punto de interconexión y ajusta los parámetros de funcionamiento de cada aerogenerador individual para que el parque eólico en su conjunto opere dentro de los parámetros previstos y requeridos.

c. Comunicaciones de fibra óptica

La red de comunicaciones del parque eólico estará constituida por un conductor de fibra óptica que interconectará los aerogeneradores con el sistema SCADA ubicado en el centro de control (edificio de la subestación del parque eólico).

El estándar utilizado en los parques eólicos para el cableado de la red de comunicaciones y transmisión de datos al sistema SCADA consiste en fibra óptica monomodo de 24 fibras por cable conectando los aerogeneradores entre ellos y con el centro de control. Se definirán diferentes bucles de control independientes de forma que se enlacen aerogeneradores pertenecientes a un mismo circuito eléctrico de media tensión con el fin de optimizar la operación y el mantenimiento del parque eólico. La fibra monomodo será del tipo 9/125 µm y se tenderá en la misma zanja que los cables de la red de media tensión del parque.

I.5.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Estas obras corresponden a las plataformas de oficinas y de almacenes, así como las plantas de concreto. De estas, algunas serán obras permanentes que permitirán almacenar materiales e insumos para la operación y mantenimiento del parque, así como áreas para el personal que labore dentro del parque eólico. En apartados anteriores se enlista la ubicación de cuales son temporales y cuales permanentes.

I.5.6. ETAPAS DEL PROYECTO

A continuación, se describen las etapas que conforman el proyecto.

Etapa de preparación del sitio

Duración	**24 meses.** Comprende la habilitación escalonada de predios, accesos y frentes, con traslape programado respecto del inicio de las obras civiles.

La etapa de preparación del sitio tendrá por objeto habilitar, ordenar y asegurar los frentes de trabajo requeridos para la construcción de las obras permanentes y provisionales. La intervención se limitará a las superficies necesarias, privilegiando la utilización y rehabilitación de caminos existentes,

Consulta Pública

brechas y áreas previamente alteradas cuando sus condiciones geométricas y estructurales sean compatibles con el transporte y montaje de los equipos.

a. Obras y actividades principales

- Delimitación física, señalización y replanteo topográfico de polígonos, caminos, plataformas, cimentaciones, zanjas, subestación, BESS, línea de transmisión y áreas auxiliares.
- Revisión de accesos existentes, cercos, portones, veredas, instalaciones rurales, cruces y escurrimientos, con objeto de programar las medidas de protección o restitución que correspondan.
- Liberación y habilitación progresiva de frentes de trabajo, incluyendo desmonte selectivo, limpieza y despalme en las superficies de intervención directa.
- Retiro, acopio y conservación temporal de la capa de suelo vegetal cuando sus características permitan su reutilización en actividades de restauración y revegetación.
- Ejecución inicial de cortes, rellenos, nivelación, conformación de terraplenes y compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales.
- Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso, incluyendo adecuaciones de radios de giro, pendientes, obras de cruce y áreas de espera para transporte especial.
- Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión para mantener la continuidad de los escurrimientos durante la obra.
- Preparación de las áreas destinadas a plataformas de aerogeneradores, cimentaciones, subestación, edificio de control, BESS y obras de interconexión.
- Implementación de señalización, controles de tránsito, vigilancia, restricciones de acceso y medidas de seguridad en los frentes activos.

b. Servicios requeridos

- Energía eléctrica provisional mediante conexión disponible, plantas generadoras móviles o sistemas temporales equivalentes.
- Agua potable para consumo humano y agua para compactación, control de polvo, limpieza y actividades constructivas iniciales.
- Combustibles y lubricantes para maquinaria, vehículos y equipos auxiliares.
- Telecomunicaciones, radiocomunicación, internet y sistemas de coordinación de emergencias.
- Transporte de personal, seguridad, vigilancia, servicios sanitarios, primeros auxilios y atención médica de emergencia.
- Recolección, separación, almacenamiento temporal, transporte y disposición de residuos mediante prestadores autorizados.
- Servicios de topografía, control de calidad, mecánica de suelos, supervisión, seguridad industrial y gestión ambiental.

Al concluir la preparación del sitio, los accesos principales, frentes y áreas de apoyo deberán encontrarse habilitados para el inicio sostenido de las obras civiles. Las instalaciones provisionales

Consulta Pública

permanecerán únicamente durante el periodo en que resulten necesarias y serán retiradas o reconvertidas al finalizar la construcción.

Etapa de construcción

Duración	**30 meses.** Comprende las obras civiles, eléctricas y electromecánicas, ejecutadas en paralelo y por bloques de aerogeneradores.

La etapa de construcción comprende la ejecución de las obras permanentes y asociadas necesarias para instalar, interconectar y dejar en condiciones de prueba los aerogeneradores, la red colectora, la subestación elevadora, el BESS y los sistemas de control. La secuencia definitiva será establecida por el contratista de ingeniería, procura y construcción, considerando la disponibilidad de equipos, el acceso a predios y la logística de transporte especial.

a. Caminos, plataformas y drenajes

Los caminos interiores se diseñarán para soportar el tránsito de equipos pesados y vehículos de transporte especial asociados al aerogenerador N175. Los trabajos comprenden la ampliación y mejora de caminos existentes, construcción de nuevos tramos, conformación de subrasante, colocación de subbase y base, compactación, adecuación de curvas y pendientes, así como la construcción de cunetas, alcantarillas y cruces de drenaje.

Se construirá una plataforma de montaje por cada aerogenerador. Estas superficies permitirán la descarga, preensamble e izaje de secciones de torre, góndola, buje y palas, además de la operación segura de grúas principales y auxiliares. Las dimensiones y capacidad portante se determinarán mediante la ingeniería de detalle y las especificaciones del fabricante.

VIALES TRAMOS HORMIGONADOS

Explanada:

- Los materiales para el terraplén serán los correspondientes a los de uso en cada una de sus zonas teniendo en cuenta el artículo 330 del PG-3.
- Capacidad portante explanada: Ensayo de Placa de carga estática Ev2≥ 50MN/m2. y Ev2/Ev1≤ 2.3, independientemente del contenido en sales y granulometría.
- El terraplén será ejecutado con material granular procedente de la excavación o de préstamo, en ningún caso se podrá utilizar zahorra reciclada, que contenga impurezas y/o elementos punzantes y/o metales que puedan dañar los vehículos, siendo los costes de los daños por cuenta del contratista.
- El material de relleno se extenderá en tongadas de 30cm.
- El nivel de compactación se corresponderá con una densidad superior al 95% PM en núcleo y 100% PM en coronación.

Firme:

Consulta Pública

- La capa de rodadura cumplirá con las especificaciones que figuran en el artículo 550 del PG-3. Corresponde con un firme de hormigón HF-3,5 con una resistencia de 3.5 MPa. El acabado superficial asegurará la adherencia de los vehículos.
- Las zahorras cumplirán las prescripciones que figuran en el artículo 510 del PG3.
    - Capacidad portante base y sub-base: Ensayo de Placa de carga estática para una Presión en superficie de por eje ≥12T. será Ev2≥ 100MN/m2. y Ev2/Ev1≤ 2.3.
    - Capacidad portante base y sub.base: Ensayo de Placa de carga estática para una Presión en superficie de por eje ≥20T. será Ev2≥ 120MN/m2. y Ev2/Ev1≤ 2.2.
- El nivel de compactación de la sub-base se corresponderá con una densidad seca no inferior al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo de Proctor Modificado.

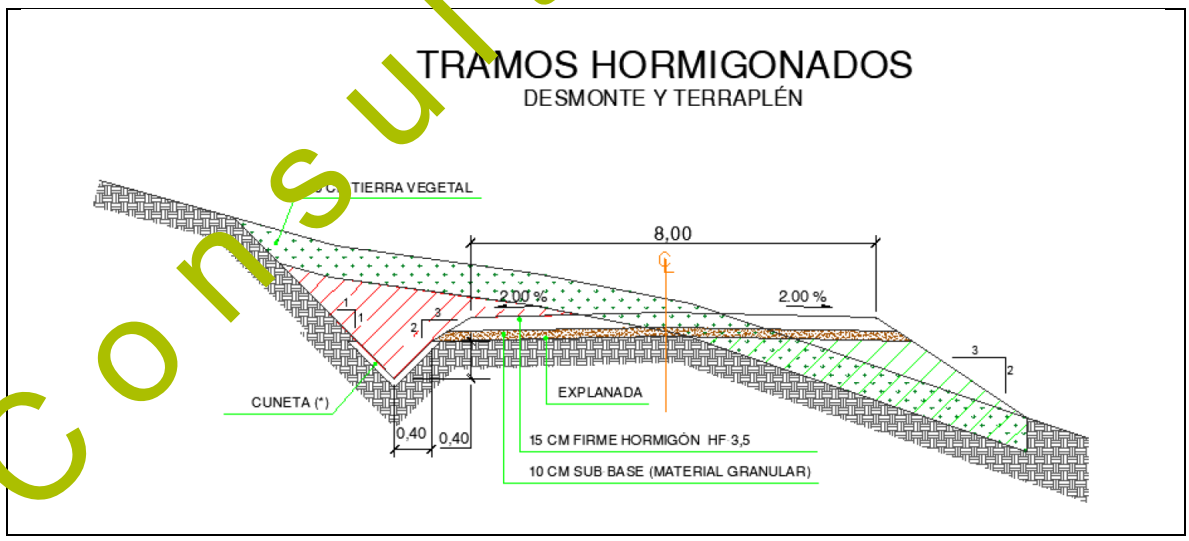
Ancho vial:

- En recta el ancho de los viales será de 6m mínimo.
- En curva el ancho de los viales será de 6m mínimo. Se dará un sobreancho que permita el paso de los transportes en todos los viales, según simulación de transportes realizada.
- Según simulación de transportes se diseñarán bermas y escalonamientos para el paso del vuelo de la viga del transporte y vuelo de la pala.

Tramos en terraplén con escalonamiento:

- Dependiendo de las características particulares de cada parque.

Con el trazado de los caminos diseñados, se ha tratado de crear una baja incidencia en el entorno, reduciéndose en lo posible tanto la longitud como el movimiento de tierras, tanto por razones económicas como de integración en el medio ambiente.



Consulta Pública

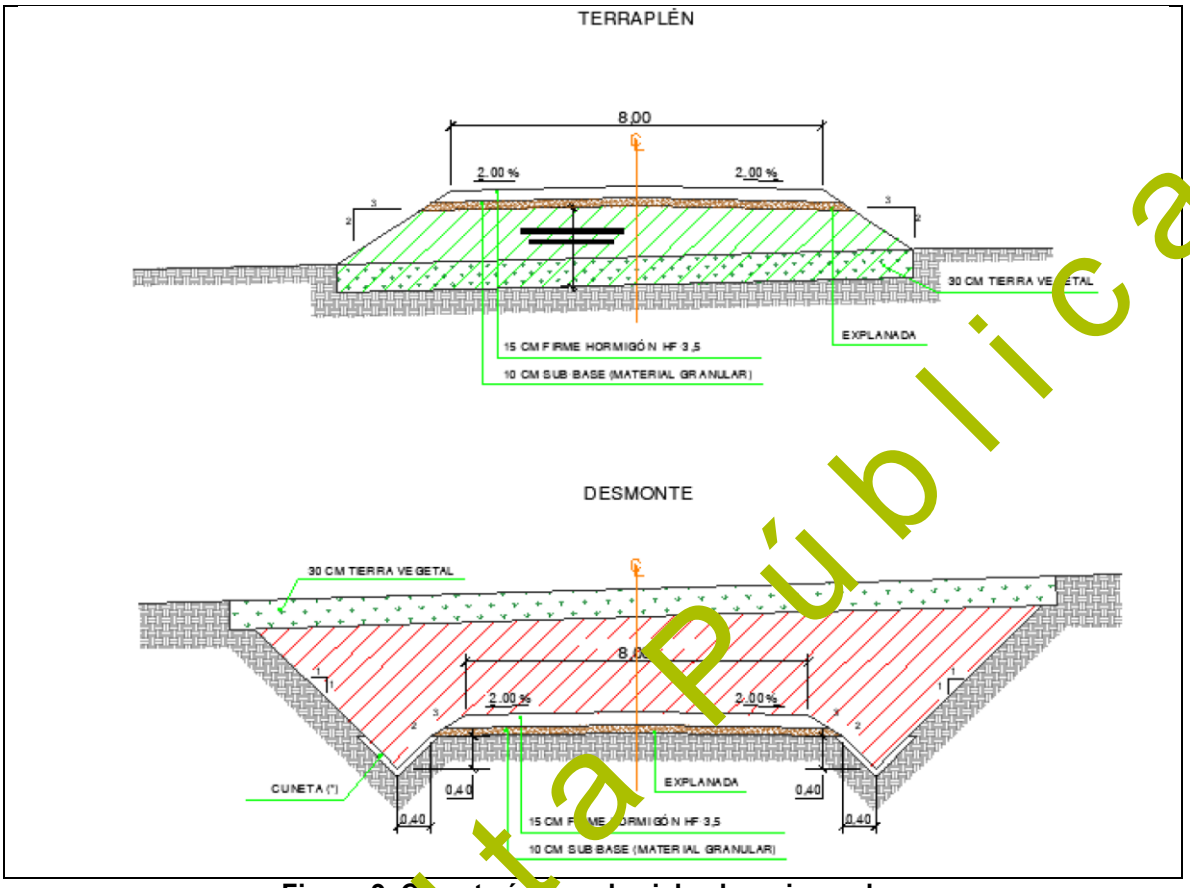


Figura 9. Características de viales hormigonados

Zonas de giro

Se coloca una zona de giro por cada plataforma a una distancia máxima de la misma de 150m, con el fin de permitir dar la vuelta a los vehículos descargados y regresar a las vías principales. Estas plataformas tienen las siguientes dimensiones:

Consulta Pública

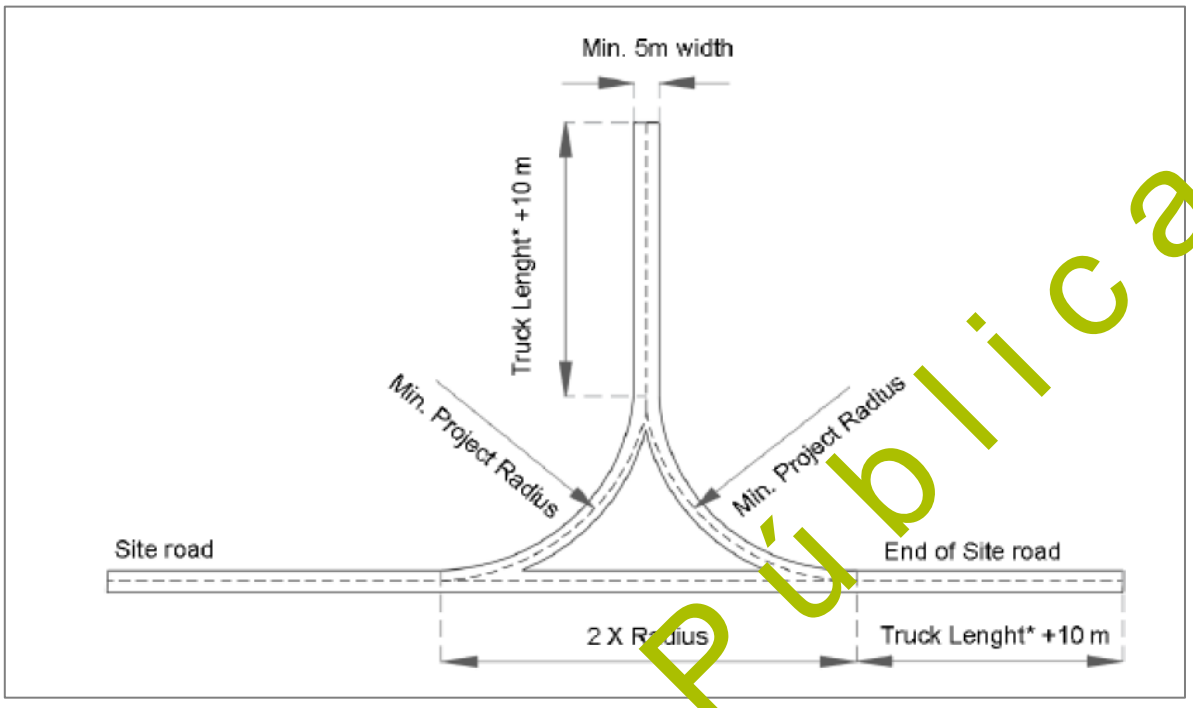
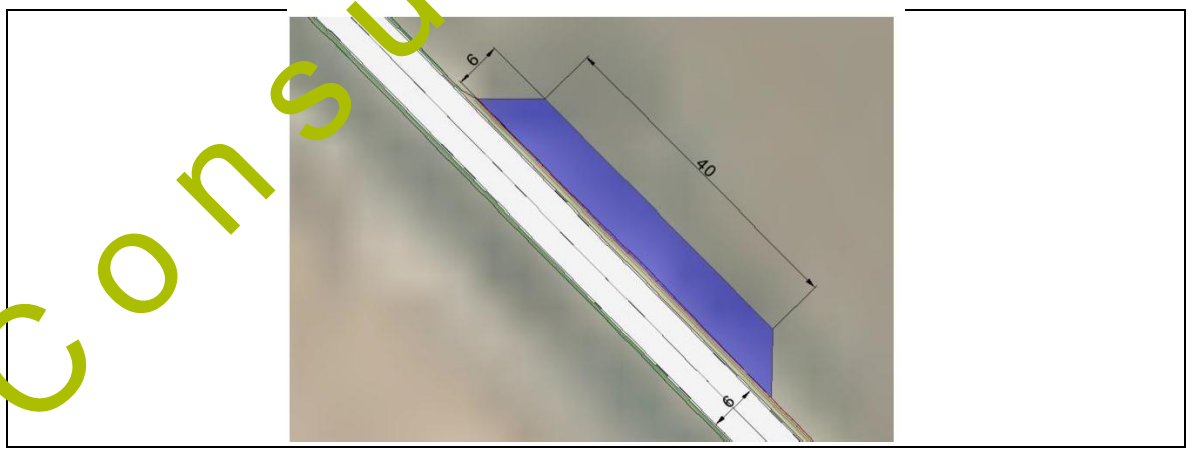


Figura 10. Características de zona de giro

Zonas de cruce y parking

Se colocan zonas de cruce para permitir el que un vehículo descargado pase a un vehículo cargado y así evitar la pérdida de horas de trabajo debidas al lento retroceso de los vehículos. Estas áreas de cruce se colocan aproximadamente cada 500 metros y tienen las siguientes dimensiones:



Consulta Pública

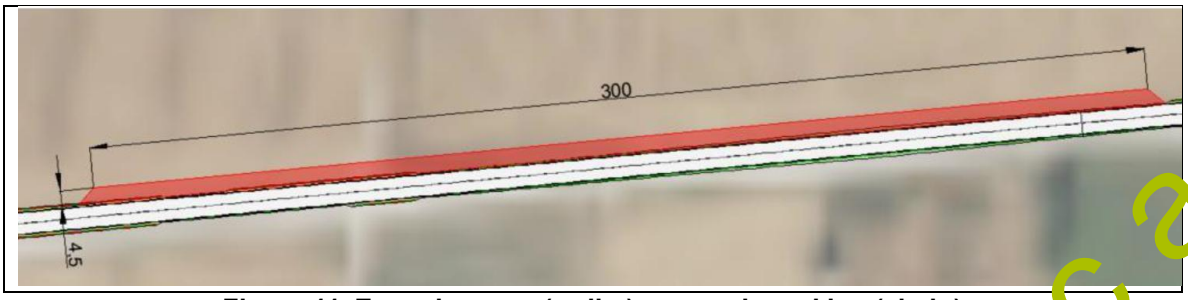


Figura 11. Zona de cruce (arriba) y zona de parking (abajo)

DRENAJES

Drenaje transversal

En secciones de terraplén se colocarán ODT tipo tubos de diámetro y longitudes variables en dependencia de la ubicación, mientras que en zonas de excavación o viales en terreno natural se colocarán badenes con ancho de 10m.

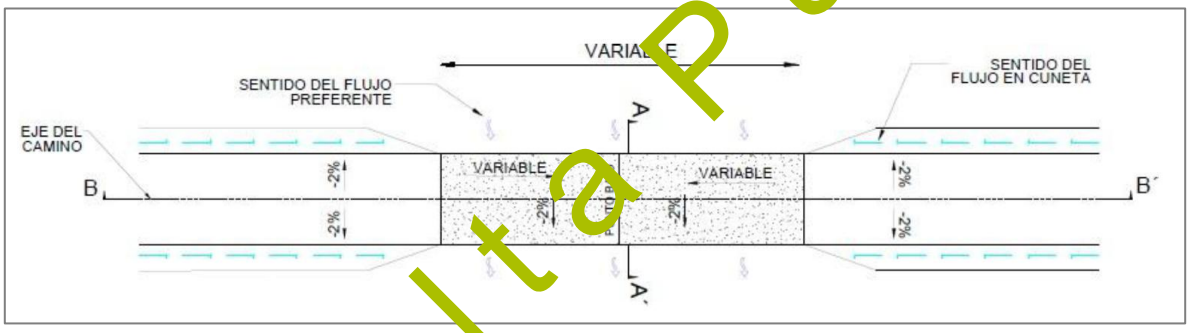


Figura 12. Detalle drenaje transversal

Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal, el cual recoge la escorrentía de los taludes, de los viales y el caudal caído sobre la propia cuneta, está constituido por cunetas de desmonte y en algunos casos, para dar continuidad al mismo, por cunetas adosadas al terraplén. En ambos casos, las cunetas se diseñan para un periodo de retorno de 25 años.

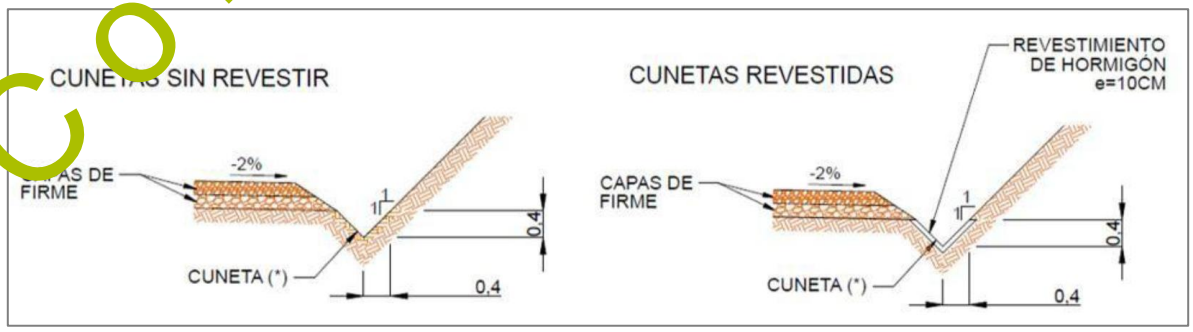


Figura 13. Detalle drenaje longitudinal

Consulta Pública

PLATAFORMAS

Junto a cada aerogenerador, se prevé construir un área de maniobra, a la que se denominará plataforma de montaje, necesaria para la ubicación de grúas y camiones empleados en el izado y montaje del aerogenerador. Las plataformas propuestas empleadas presentan las siguientes secciones tipo:

Secciones de firme

Para un paquete de firmes de plataforma de apoyo de grúa de 30 cm de base CBR 50 se cumplen las comprobaciones de capacidad portante y asiento bajo cargas. Para las plataformas de acopio de componentes se propone un desbroce, nivelado y una correcta compactación que proporcione un área libre de obstáculos apto para su función de acopio. Si se prevén condiciones ambientales adversas donde se puedan producir barro y suciedad durante la fase de montaje se extenderá una capa de regularización de material de base de 15cm que proporcione unas condiciones de trabajabilidad óptimas.

b. Cimentaciones de aerogeneradores

En cada posición se ejecutará la cimentación correspondiente, superficial o profunda de acuerdo con las condiciones geotécnicas. Los trabajos incluirán excavación, preparación del fondo, plantilla, habilitado y colocación de acero de refuerzo, instalación de virola o sistema de anclaje, ductos y elementos embebidos, colado, curado, relleno, compactación e integración de la puesta a tierra.

El diseño definitivo considerará las cargas del fabricante, las condiciones del terreno, los criterios de viento y sismo y los resultados del estudio geotécnico de detalle. El volumen de concreto, acero y excavación será determinado en la ingeniería estructural y el catálogo de conceptos.

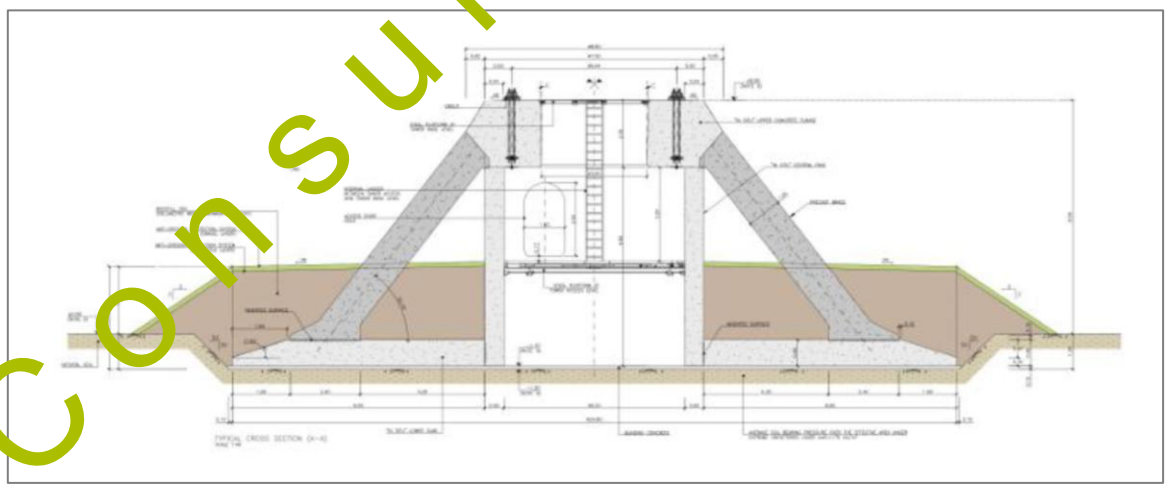


Figura 14. Detalle de cimentación

c. Montaje de aerogeneradores

Consulta Pública

El montaje se realizará mediante grúas de gran capacidad y equipos auxiliares. La secuencia general comprenderá recepción e inspección de componentes, preensamble, instalación de secciones de torre, izaje de góndola, montaje de buje y palas, instalación de equipos internos, conexionado eléctrico y verificación mecánica. Las maniobras estarán sujetas a límites de viento, planes de izaje y procedimientos de seguridad específicos.

d. Red colectora, comunicaciones y puesta a tierra

La red colectora subterránea de 34.5 kV interconectará los aerogeneradores con la subestación. Los cables se instalarán en zanjas paralelas a los caminos. En las mismas canalizaciones se dispondrán la fibra óptica y el conductor de puesta a tierra. Los cruces con caminos o infraestructura se resolverán mediante ductos de protección y obras especiales.

La construcción incluirá trazo, excavación, preparación del fondo, colocación de cama de material seleccionado, tendido de cables, empalmes, terminales, instalación de fibra óptica, conductor de tierra, señalización subterránea, relleno, compactación y restitución superficial. La configuración final de circuitos, secciones y longitudes se definirá en la ingeniería eléctrica de detalle.

e. Subestación elevadora y edificio de control

Recibirá la energía de los circuitos de media tensión y la elevará al nivel de alta tensión requerido para su evacuación. Las obras comprenderán plataforma, vialidad de acceso, drenaje, cimentaciones de equipos, edificio de control, canalizaciones, malla de tierras, cercado, iluminación y montaje electromecánico.

Los principales equipos incluyen transformadores de potencia, celdas de media tensión, interruptores, seccionadores, apartarrayos, transformadores de medición, barras, sistemas de protección, control, servicios auxiliares, comunicaciones, SCADA, controlador de planta y equipos de respaldo.

f. Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías

El BESS se instalará como parte de la infraestructura eléctrica del proyecto. Su construcción incluye preparación y nivelación del terreno, cimentaciones o losas, contenedores de baterías LFP, inversores, sistemas de conversión de potencia, transformadores, tableros, sistemas de gestión de baterías, climatización, detección y supresión de incendios, comunicaciones, vialidades internas y cercado.

La disposición física, número de bloques, potencia unitaria, sistema de refrigeración y estrategia de conexión serán definidos en la ingeniería básica del sistema, considerando seguridad, mantenimiento, distancias entre equipos y requerimientos de operación.

g. Línea de transmisión y obras de interconexión

Consulta Pública

Esta no se incluye en la presente manifestación, toda vez que esta queda fuera del polígono del proyecto. Sin embargo, en su momento se elaborarán los estudios ambientales pertinentes para dicha línea de transmisión.

Etapa de operación y mantenimiento

Esta etapa se divide en dos: las pruebas, puesta en servicio y entrada en operación y la propia operación y mantenimiento del proyecto. De tal manera que para esta etapa se contemplan 30 años y seis meses.

a. Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación

Duración	**06 meses.** Las pruebas se ejecutarán por sistemas y bloques terminados, en paralelo con las actividades finales de construcción.

Esta etapa tendrá por objeto verificar la integridad mecánica, eléctrica, funcional y de control de las instalaciones antes de su operación comercial. El proceso se desarrollará mediante protocolos aprobados, registros de calidad, pruebas por equipo, pruebas por subsistema y pruebas integradas de planta.

- Inspecciones de terminación mecánica, torque, alineación, lubricación, sellos, protecciones físicas y sistemas auxiliares de los aerogeneradores.
- Pruebas de aislamiento, continuidad, resistencia, faseado y comportamiento de cables y equipos de media tensión.
- Pruebas de transformadores, celdas, interruptores, seccionadores, apartarrayos, sistemas de medición y servicios auxiliares.
- Pruebas de protecciones eléctricas, enclavamientos, lógicas de disparo, comunicaciones y telecontrol.
- Pruebas de la subestación, malla de tierras y línea de transmisión, incluyendo verificación de sistemas de control y señalización.
- Integración del sistema SCADA, comunicaciones de fibra óptica, Controlador de Planta y señales del punto de interconexión.
- Pruebas funcionales del BESS, BMS, sistema de conversión de potencia, climatización, protecciones y sistemas contra incendios.
- Pruebas preoperativas de aerogeneradores, energización, sincronización, arranque, parada, respuesta a consignas y verificación de alarmas.
- Pruebas de desempeño, respuesta de potencia activa y reactiva, regulación de tensión, control de rampas y coordinación entre aerogeneradores y BESS.
- Cierre de observaciones, entrega de expedientes, manuales, planos conforme a obra, capacitación y transferencia a operación.

El resultado esperado será la aceptación técnica de los sistemas, la autorización para energización y sincronización, el cumplimiento de los protocolos de prueba y la entrada en operación del proyecto conforme al programa aplicable.

Consulta Pública

b. Operación y mantenimiento

Duración	**30 años.** Periodo de operación y mantenimiento de la infraestructura del proyecto.

Durante la operación, el parque generará y entregará energía mediante la coordinación de los aerogeneradores, la red colectora, la subestación, la línea de transmisión y el BESS. La supervisión se realizará desde el sistema SCADA y el edificio de control, con personal propio o contratado para operación, mantenimiento y atención de emergencias.

- Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS.
- Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control.
- Inspección y reparación de palas, torres, cimentaciones, pernos, góndolas, transformadores, celdas, cables, protecciones y comunicaciones.
- Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación.
- Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios.
- Gestión del BESS, incluyendo seguimiento del estado de carga, estado de salud, climatización, alarmas, módulos, inversores y sistemas de seguridad.
- Mantenimiento de vegetación en áreas operativas, preservando la visibilidad, accesibilidad y seguridad de las instalaciones.
- Manejo de aceites, lubricantes, filtros, piezas sustituidas, residuos eléctricos, electrónicos, baterías y demás residuos generados.
- Monitoreo ambiental y social, atención a propietarios y comunidades y cumplimiento de medidas que resulten aplicables.
- Actualización de planes de emergencia, capacitación, simulacros y coordinación con servicios externos de respuesta.

Los servicios e insumos recurrentes comprenderán energía para servicios propios, agua para consumo y limpieza, combustible para vehículos y equipos auxiliares, lubricantes, refacciones, herramientas, equipos de medición, sistemas de comunicación, vigilancia, transporte, servicios médicos y gestión de residuos. Las cantidades dependerán del programa anual de mantenimiento y de la estrategia del operador.

Etapa de abandono, desmantelamiento y restauración

Duración	**24 meses.** Comprende la desenergización, desmontaje, retiro, manejo de materiales y restauración del sitio.

Consulta Pública

Al término de la vida útil, y en caso de que no se autorice o resulte conveniente una extensión de operación o repotenciación, se desarrollará un plan específico de abandono y desmantelamiento. Dicho plan definirá la secuencia, los alcances de retiro, la gestión de residuos y las medidas de restauración conforme a las condiciones contractuales y autorizaciones vigentes en ese momento.

- Desenergización, aislamiento y desconexión segura de los sistemas eléctricos.
- Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos presentes en las instalaciones.
- Desmontaje de palas, bujes, góndolas, secciones de torre y equipos internos de los aerogeneradores.
- Retiro de transformadores, celdas, cableado, tableros, equipos de control y componentes de la red colectora, cuando corresponda.
- Desmantelamiento del BESS, incluyendo módulos, contenedores, sistemas de conversión, transformadores, BMS, HVAC y sistemas contra incendios.
- Desmontaje de equipos de la subestación, edificio, estructuras, barras, protecciones y servicios auxiliares, conforme al alcance aprobado.
- Retiro de estructuras, conductores y equipos de la línea de transmisión cuando resulte aplicable.
- Demolición total o parcial de cimentaciones y losas de acuerdo con el uso futuro del predio y los requisitos ambientales y contractuales.
- Clasificación, reutilización, reciclaje, valorización, transporte y disposición final de materiales y residuos.
- Retiro de caminos o plataformas que no se conserven, escarificación y descompactación de superficies.
- Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas.
- Inspección final y entrega de predios en las condiciones acordadas con los propietarios y autoridades.

El acero, cobre, aluminio y los equipos recuperables se destinarán a reutilización o reciclaje. Las baterías, aceites, componentes eléctricos y residuos de manejo especial se gestionarán mediante cadenas autorizadas, conforme al plan de desmantelamiento y a las disposiciones aplicables al momento del cierre.

I.5.7 MATERIALES E INSUMOS

La siguiente relación presenta los principales materiales e insumos previsiblemente requeridos.

Tabla 15. Materiales e insumos contemplados para el proyecto por etapa

Categoría	Materiales e insumos principales	Etapa de uso	Observaciones
Movimiento de tierras	Material de banco, suelo seleccionado, material para terraplén, grava, arena,	Preparación y construcción	Rango de ejecución: 600,000 a 1,200,000 m³ de

Consulta Pública

	geotextiles, geomallas y material para relleno.		excavaciones, cortes, rellenos y terraplenes.
Caminos y plataformas	Subbase, base hidráulica, grava triturada, agregados pétreos, geotextiles, geomallas, tubería y elementos para drenaje.	Preparación, construcción y operación	Caminos nuevos o rehabilitados; 75 plataformas de montaje; 500,000 a 900,000 m³ de materiales granulares.
Cimentaciones	Concreto, cemento, agregados, agua, aditivos, acero de refuerzo, pernos de anclaje, virolas, cimbra y materiales de curado.	Construcción	Cantidad de referencia para 75 posiciones: 55,000 a 80,000 m³ de concreto; 8,500 a 14,500 t de acero de refuerzo; y 75 conjuntos de anclaje o virola.
Aerogeneradores	Secciones de torre, góndola, generador, buje, palas, transformador BT/MT, celdas, tableros, sensores, cables y sistemas de control.	Construcción, pruebas y operación	Cantidad definida: 75 aerogeneradores Nordex-Acciona N175 de 7.0 MW, con sus torres, góndolas, bujes, 225 palas y equipos internos asociados.
Red de media tensión	Cable de 34.5 kV con aislamiento XLPE, terminales, empalmes, conectores, ductos, registros, material de relleno y cinta de advertencia.	Construcción, pruebas y mantenimiento	Rango de instalación: 120 a 180 km de cableado subterráneo de 34.5 kV, distribuido en los circuitos colectores del parque.
Subestación	Transformadores de potencia, celdas, interruptores, seccionadores, apartarrayos, transformadores de medición, barras, aisladores, estructuras y tableros.	Construcción, pruebas y operación	Cantidad: 1 subestación elevadora SET con edificio de control, patio de 400 kV y transformación para 504 MW.
Línea de transmisión	Acero estructural, concreto, acero de refuerzo, conductores, cable de guarda, OPGW, aisladores, herrajes y sistemas de puesta a tierra.	Construcción, pruebas y mantenimiento	línea de transmisión a 400 kV para el circuito del Parque eólico en estructura compartida.
BESS	Contenedores de baterías LFP, módulos, inversores, PCS, transformadores,	Construcción, pruebas y operación	Cantidad definida a nivel general: 200 MW / 1,200 MWh, autonomía de 6 horas. El número de

Consulta Pública

	BMS, HVAC, tableros y sistemas contra incendios.		contenedores, PCS, transformadores y bloques será definido por el proveedor y la ingeniería del sistema.
Comunicaciones	Fibra óptica monomodo, OPGW, ductos, cajas de empalme, gabinetes, switches, servidores, radios y equipos de telecomunicación.	Construcción, pruebas y operación	Rango de instalación: 120 a 180 km de fibra óptica en la red interna, más 18.43 km de OPGW en la línea de transmisión.
Puesta a tierra	Cable de cobre desnudo, electrodos, picas de acero cobreado, conectores y soldadura aluminotérmica.	Construcción, pruebas y mantenimiento	Rango de instalación: 120 a 180 km de conductor de cobre desnudo para interconexión general, dos anillos de puesta a tierra por cada uno de los 75 aerogeneradores y la malla de la subestación.
Drenaje	Tubería, alcantarillas, concreto, mampostería, geotextiles, material filtrante, rejillas y protección contra erosión.	Preparación, construcción y operación	De 100 a 250 obras de drenaje menores y cruces, además de cunetas en los tramos viales correspondientes.
Edificaciones	Concreto, acero, block o paneles, cubiertas, impermeabilizantes, puertas, ventanas, acabados e instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.	Construcción y operación	Cantidad: 1 edificio de control y operación, con superficie construida de 800 a 1,500 m², además de casetas y edificaciones auxiliares.
Combustibles y lubricantes	Diésel, gasolina, aceites, grasas, fluidos hidráulicos, anticongelantes, filtros y materiales absorbentes.	Todas las etapas	Consumo de referencia para la construcción: 4 a 8 millones de litros de diésel y gasolina en conjunto.
Agua	Agua potable, agua para concreto, compactación, control de polvo, limpieza y servicios sanitarios.	Preparación, construcción y operación	Consumo de referencia para preparación y construcción: 80,000 a 200,000 m³ de agua para concreto, compactación, control de polvo y servicios.
Seguridad y emergencia	Equipo de protección personal, señalización, barreras, extintores, botiquines, kits	Todas las etapas	Equipo de protección y emergencia para una fuerza laboral máxima de 600 a 1,200 personas.

Consulta Pública

	antiderrames, detectores y equipos de rescate.		
Mantenimiento	Refacciones, rodamientos, filtros, sellos, tornillería, pinturas, solventes, limpiadores, herramientas y equipos de medición.	Operación y mantenimiento	Inventario de refacciones críticas para 75 aerogeneradores, subestación, BESS y línea de transmisión durante 25 a 30 años de operación.
Restauración ambiental	Tierra vegetal, semillas, especies nativas, acolchados, materiales de control de erosión y protectores.	Construcción y abandono	Rango de restauración progresiva: 100 a 250 ha de superficies temporales, sin incluir las áreas permanentes.

Uso de Agua

Etapa	Descripción
Preparación del sitio	El agua potable para consumo del personal se suministrará mediante garrafones adquiridos en establecimientos autorizados (aproximadamente 39,600 a 57,600 L). El agua para riego y control de polvo se suministrará mediante pipas; se considera una demanda inicial de referencia de 100 m³ y su almacenamiento temporal en contenedores.
Construcción	Se utilizará agua potable para el personal y agua para la elaboración y curado de concreto, compactación, control de polvo, limpieza y servicios. El suministro será mediante pipas de proveedores autorizados, sin extracción de fuentes superficiales o subterráneas del predio. Para la preparación del sitio y la construcción se estima un consumo total de referencia de 82,000 a 206,000 m³; durante la etapa de mayor actividad, la demanda será de 154 a 257 m³/día.
Operación y mantenimiento	El agua se utilizará para consumo humano, limpieza y servicios del personal de operación y mantenimiento. Se suministrará mediante pipas y garrafones, con un consumo estimado de referencia de 1 a 2 m³/día, sin extracción de fuentes superficiales o subterráneas del predio.
Abandono	El agua requerida para consumo del personal, limpieza, control de polvo y restauración de las áreas intervenidas se suministrará mediante pipas y garrafones de proveedores autorizados. La cantidad se definirá en el programa de abandono conforme a los frentes y al personal en sitio.

Combustible

Etapa	Descripción
Preparación del sitio	El consumo de combustible para maquinaria se estima en 1,300 L/mes de diésel y 50 L/mes de gasolina. No se almacenarán combustibles en el sitio; el suministro para vehículos y maquinaria se realizará en estaciones de servicio.

Consulta Pública

Construcción	Se utilizarán diésel y gasolina para maquinaria pesada, vehículos, equipos de montaje y plantas generadoras móviles. Para el periodo de construcción se estima un consumo conjunto de referencia de 4 a 8 millones de litros. El abastecimiento se realizará mediante estaciones de servicio o proveedores autorizados, de acuerdo con la logística y los controles ambientales de la obra.
Operación y mantenimiento	El consumo se limitará principalmente a vehículos de inspección y mantenimiento y, de manera eventual, a equipos o plantas de emergencia. La cantidad dependerá del programa de mantenimiento y de las horas efectivas de operación; el suministro se realizará mediante estaciones de servicio o proveedores autorizados.
Abandono	Se utilizarán diésel y gasolina en maquinaria de desmontaje, grúas, vehículos de transporte y equipos auxiliares. La cantidad se definirá en el programa de abandono conforme a los frentes de trabajo; el suministro se realizará mediante estaciones de servicio o proveedores autorizados.

Energía eléctrica

Etapa	Descripción
Preparación del sitio	La energía eléctrica será suministrada mediante plantas generadoras móviles a gasolina, con capacidad de referencia de 220 kW, que podrán trasladarse a los frentes donde sean requeridas.
Construcción	El suministro será provisional mediante una conexión disponible o plantas generadoras móviles. Para las obras civiles, la subestación, el BESS y los frentes simultáneos de un parque de 74 aerogeneradores, se estima un consumo de referencia de 41,000 a 62,000 kWh/mes, sujeto a la memoria de cálculo del contratista de obra.
Operación y mantenimiento	La energía para los servicios propios se tomará de la red mediante el transformador de servicios de la SET. Alimentará el SCADA, el controlador de planta, las protecciones, el edificio de control y los sistemas de climatización y seguridad del BESS. Se estima un consumo de referencia de 46,000 a 67,000 kWh/mes.
Abandono	Durante el desmantelamiento se utilizará, mientras esté disponible, el suministro de servicios propios de la subestación y, posteriormente, plantas generadoras móviles. La demanda se definirá en el programa de abandono conforme a los equipos y frentes de trabajo.

Sanitarios portátiles

Etapa	Descripción
Preparación del sitio	Se rentarán sanitarios portátiles para el personal, considerando uno por cada 10 trabajadores. El servicio incluirá limpieza, recolección, manejo y disposición de las aguas residuales por una empresa autorizada, sin descarga en el sitio.

Consulta Pública

Construcción	Se instalarán sanitarios portátiles en los distintos frentes, considerando uno por cada 10 trabajadores. La empresa prestadora autorizada será responsable de su limpieza, recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales, sin vertido a cuerpos receptores.
Operación y mantenimiento	El edificio de control contará con instalaciones sanitarias conectadas a una fosa séptica o a un sistema de tratamiento tipo paquete. La limpieza, mantenimiento y disposición de lodos se realizarán mediante un prestador autorizado, sin vertido a cuerpos receptores.
Abandono	Se rentarán sanitarios portátiles para el personal de desmantelamiento, considerando uno por cada 10 trabajadores. El servicio incluirá limpieza, recolección, manejo y disposición de las aguas residuales por una empresa autorizada, sin descarga en el sitio.

I.5.8 OBRAS TEMPORALES PREVISTAS

Etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa se instalará gradualmente la infraestructura temporal destinada a la movilización, supervisión y control de las obras. Su ubicación se establecerá en áreas técnicamente adecuadas, en donde no se requiera de desmonte y acceso directo desde la red vial existente. Las coordenadas de estos almacenes y plantas de concreto se pueden consultar en los anexos digitales.

- Campamento temporal de obra integrado por oficinas administrativas, salas de coordinación, sanitarios, comedor, área de descanso, primeros auxilios y control de acceso. El alojamiento del personal se atenderá mediante la logística establecida para la obra.
- Oficinas de supervisión, contratistas, control documental, seguridad, calidad y gestión ambiental.
- Almacenes cubiertos y áreas delimitadas para herramientas, materiales, equipos eléctricos, consumibles y equipo de protección personal.
- Patios de acopio y maniobra para agregados, acero, ductos, cable, componentes electromecánicos y equipos de gran dimensión.
- Patio temporal para recepción, inspección y resguardo de componentes de aerogeneradores.
- Taller de mantenimiento menor para maquinaria y vehículos, con superficie controlada, recipientes para residuos y materiales de respuesta a derrames.
- Laboratorio temporal o área de control de calidad para ensayos de compactación, agregados, concreto y materiales de construcción.
- Planta temporal de concreto, en caso de que el volumen, distancia de suministro y programa de colados justifiquen su instalación. Su necesidad se definirá en la planeación constructiva.
- Áreas de almacenamiento temporal de combustibles, lubricantes, residuos y sustancias de uso controlado, con contención, señalización y equipos de emergencia.

Consulta Pública

- Estacionamientos, casetas de vigilancia, accesos temporales, áreas de lavado controlado y sanitarios portátiles.

Etapa de construcción

Durante la construcción se mantendrán las oficinas, almacenes, patios, campamentos, talleres, áreas de residuos, sanitarios y sistemas provisionales que resulten necesarios. El suministro de agua, energía, combustibles, telecomunicaciones, seguridad, transporte, servicios médicos y manejo de residuos continuará durante toda la etapa.

A medida que concluyan los frentes, se retirarán materiales sobrantes, instalaciones temporales y residuos; se descompactarán o perfilarán superficies no requeridas durante la operación; se restituirán accesos y cercos; y se ejecutará la restauración progresiva de áreas temporales. Permanecerán únicamente los caminos, plataformas, edificios, cercos y servicios necesarios para la operación y mantenimiento.

Etapa de operación y mantenimiento

No se contemplan obras temporales para esta etapa.

En la siguiente tabla se incluyen las superficies de obras temporales:

Tabla 16. Superficies de obras temporales (Etapa de preparación del sitio y construcción)

Componente	Tipo de afectación	Superficie m2	Superficie ha
Plataforma	Temporal	15,000.00	1.50
Plataforma de almacene C	Temporal	15,000.00	1.50
Plataforma de concreto C	Temporal	15,000.00	1.50
Planta de concreto B	Temporal	15,000.00	1.50
Plataforma de almacén B	Temporal	15,000.00	1.50
Planta de concreto A	Temporal	15,000.00	1.50
DDV	Temporal	3,063,102.09	306.31
		3,153,102.09	**315.31**

I.5.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

En todas las etapas del Proyecto se generarán residuos de todo tipo, por lo que se colocarán contenedores debidamente rotulados y ubicados estratégicamente con el fin de lograr su correcto almacenamiento. Tanto los contenedores como los sitios de almacenamiento temporal contarán con las características establecidas en la normatividad ambiental vigente en la materia.

Consulta Pública

En la siguiente tabla se enlistan los tipos de residuos por etapa que se prevé que generará el proyecto, así como el manejo y disposición final de estos.

Tabla 17. Manejo de residuos del proyecto

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/disposición
Residuos sólidos	Residuos Vegetales	Generados por el desmonte y despalme del sitio durante su preparación inicial.	El material del desmonte será almacenado a granel en cantidades que permitan su buen manejo para ser reutilizado en actividades de restauración o acondicionamiento de áreas de recuperación o áreas de reubicación de los ejemplares rescatados. Este tipo de material será almacenado temporalmente en áreas abiertas dentro del predio del Proyecto.
	Residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos)	Resultado de la basura generada por las actividades humanas.	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un lugar designado para tal fin dentro del campamento de obra y en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas.
			Se trasladará al sitio autorizado por el municipio para su disposición final.
Residuos de manejo especial	Concreto y escombros	Resultado de la cimentación y tuberías	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un lugar designado para tal fin dentro del campamento de obra y en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas.
			La disposición final de los residuos se hará fuera de los predios del Proyecto y a través de empresas especializadas subcontratadas por el

Consulta Pública

			Promovente, y autorizadas para dicha actividad por las autoridades ambientales.
Residuos peligrosos	Aceites y lubricantes gastados, grasas, filtros de aceite y gasolina gastados, así como estopas impregnadas y escorias de soldadura	Resultado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en operación.	Estos residuos se almacenarán temporalmente en un lugar designado para tal fin dentro del campamento de obra y en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas (de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento). El manejo de ellos (recolección, registro en bitácora, almacenamiento y etiquetado) también se realizará en cumplimientos con los requisitos establecidos en la regulación ambiental.
			La recolección, transporte y disposición final de los residuos se hará fuera del sitio del Proyecto y a través de empresas especializadas subcontratadas por el Promovente y autorizadas para dicha actividad por las autoridades ambientales.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se delimitará un área para el resguardo temporal de los residuos que se generen, para su disposición final. Respecto a los RP, los contenedores serán colocados en un sitio designado debidamente indicado y delimitado para su disposición final.

Etapa	Tipo de residuo	Almacenamiento en el área del proyecto	Disposición final
Preparación del sitio y construcción	Sólidos urbanos	Si, contenedores rotulados	Relleno sanitario municipal
	Manejo especial	Si, área designada temporalmente	Relleno sanitario municipal
	Aguas residuales sanitarios portátiles	No	Empresa recolectora autorizada

Consulta Pública

	Residuos peligrosos	Si, en contenedores en área designada temporalmente	Empresa recolectora autorizada
Operación y mantenimiento	Sólidos urbanos	Sí, contenedores rotulados	Relleno sanitario municipal
	Manejo especial (chatarra, componentes sustituidos no peligrosos)	Sí, área de acopio designada	Centro de reciclaje / relleno sanitario municipal
	Aguas residuales sanitarias	No	Empresa recolectora autorizada
	Residuos peligrosos (aceites, lubricantes, filtros, baterías, residuos eléctricos y electrónicos)	Sí, almacén temporal de residuos peligrosos	Empresa recolectora autorizada (gestor registrado ante SEMARNAT)
Abandono	Sólidos urbanos	Sí, contenedores rotulados	Relleno sanitario municipal
	Manejo especial (escombros, chatarra, componentes desmantelados)	Sí, área designada temporalmente	Centro de reciclaje / relleno sanitario municipal
	Aguas residuales sanitarios portátiles	No	Empresa recolectora autorizada
	Residuos peligrosos (fluidos residuales, materiales impregnados, suelos contaminados en su caso)	Sí, en contenedores en área designada temporalmente	Empresa recolectora autorizada

I.5.10 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Durante el desarrollo del proyecto, se prevé la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como resultado de las actividades asociadas al uso de maquinaria, transporte de materiales, consumo de combustibles fósiles y operación. Estas emisiones se generan principalmente por procesos de combustión interna, así como por el consumo indirecto de energía.

Los GEI son componentes gaseosos de la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero al absorber y emitir radiación infrarroja, siendo los principales el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Su incremento en la atmósfera está directamente relacionado con actividades antropogénicas, particularmente aquellas vinculadas al sector transporte, construcción e industria.

Consulta Pública

Las principales fuentes de emisión a la atmósfera serán de la maquinaria que laborará en las etapas de preparación del sitio y construcción, como producto de la combustión propia de los vehículos automotores tipo diésel y gasolina. Su afectación se considera puntual y poco significativa por el movimiento de vehículos, sin afectar poblaciones humanas y mitigadas por el riego de caminos, así como a través de la afinación y mantenimiento de las unidades que se utilicen. Estas emisiones serán partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Por la distancia a los asentamientos humanos, con respecto de los sitios de emisión de ruido por el Proyecto, se estima que no existirá afectación a los ciudadanos y habitantes de las poblaciones cercanas. Con respecto de los puntos de mayor concentración de personal, dentro de las instalaciones del Proyecto y por estudios de ruido realizados con anterioridad, se confirma que los niveles de ruido que podrían generar serán menores a los límites permisibles de la norma. Los operadores de la maquinaria y supervisores usarán equipo de control de emisiones de ruido (auditivo personal), con el objeto de evitar posibles daños.

Emisión de gases de efecto invernadero por etapa

Con base en la descripción de las actividades previstas para el desarrollo del proyecto, se realizó la identificación de las principales fuentes generadoras de Gases de Efecto Invernadero (GEI), diferenciándolas por etapa, con la finalidad de establecer su origen, tipo de emisión y su relevancia dentro del balance general de emisiones.

Las emisiones de GEI en el proyecto se originan principalmente por la combustión de combustibles fósiles en maquinaria, equipos y vehículos, así como por el consumo indirecto de energía eléctrica. Estas emisiones corresponden principalmente a dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

Estimación general de emisiones

La estimación de emisiones de GEI se basa en factores de emisión reconocidos internacionalmente, como los establecidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). De manera general:

Diésel: ~2.68 kg CO_2 por litro
Gasolina: ~2.31 kg CO_2 por litro

Estas emisiones pueden ser estimadas en función del consumo de combustible proyectado durante las distintas etapas del proyecto. No obstante, debido a la escala y temporalidad de las actividades constructivas, las emisiones se consideran moderadas y de carácter temporal.

Con base en las actividades previstas para el desarrollo del proyecto, así como en los insumos, combustibles y equipos que serán utilizados durante sus distintas etapas, se determinó que la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) estará asociada principalmente a procesos de

Consulta Pública

combustión de combustibles fósiles en maquinaria, vehículos y equipos auxiliares, así como al consumo indirecto de energía eléctrica.

A continuación, se presentan las fuentes generadoras de GEI por etapa del proyecto:

Tabla 18. Fuentes de emisión de GEI por etapa del proyecto

Etapa	Actividad	Fuente generadora	Tipo de emisión	Combustible/Energía	GEI generados
Preparación del sitio	Desmonte, despalme y limpieza	Maquinaria pesada (bulldozer, retroexcavadora)	Directa	Diésel	CO_2, CH_4, N_2O
	Trazo y nivelación	Equipos de nivelación y compactación	Directa	Diésel	CO_2, CH_4, N_2O
	Transporte de materiales iniciales	Camiones de carga	Directa	Diésel/Gasolina	CO_2, CH_4, N_2O
Construcción	Excavaciones y movimientos de tierra	Maquinaria pesada	Directa	Diésel	CO_2, CH_4, N_2O
	Obra civil y montaje	Equipos de construcción	Directa	Diésel	CO_2, CH_4, N_2O
	Transporte de materiales e insumos	Camiones y vehículos de carga	Directa	Diésel/Gasolina	CO_2, CH_4, N_2O
	Generación de energía auxiliar	Generadores eléctricos (en su caso)	Directa	Diésel	CO_2, CH_4, N_2O
	Actividades del personal	Vehículos ligeros	Directa	Gasolina	CO_2, CH_4, N_2O

Del análisis de las fuentes identificadas, se determina que la mayor generación de GEI se concentra en las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al uso intensivo de maquinaria pesada y transporte de materiales, lo cual implica un consumo significativo de combustibles fósiles.

En contraste, durante la etapa de operación y mantenimiento, las emisiones tienden a disminuir, limitándose principalmente al uso de vehículos operativos y al consumo de energía eléctrica, por lo que su contribución al total de emisiones es menor y de carácter continuo pero controlado.

Asimismo, las emisiones identificadas corresponden principalmente a fuentes móviles y difusas, por lo que no se considera la existencia de una fuente fija de gran magnitud que represente un impacto significativo a nivel regional.

Los GEI que potencialmente se generarán durante el desarrollo del proyecto corresponden principalmente a dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y óxido nitroso (N2O), los cuales son productos típicos de la combustión interna de diésel y gasolina. Asimismo, en menor proporción, podrán presentarse emisiones indirectas de vapor de agua (H2O) como subproducto normal de la combustión y de procesos de evaporación asociados al funcionamiento de motores y condiciones climáticas del sitio.

Consulta Pública

En términos generales, no se prevé que el proyecto genere emisiones significativas de clorofluorocarbonos (CFC) ni de otros compuestos halogenados, salvo en caso de que durante la etapa de operación se llegaran a emplear equipos de refrigeración o aire acondicionado que utilicen gases refrigerantes; en tal caso, dichos compuestos podrían representar una fuente indirecta y puntual de emisión, particularmente por fugas o mantenimiento de equipos. De igual forma, no se considera al ozono (O3) como un gas emitido directamente por las actividades del proyecto, ya que éste es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera a partir de reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles bajo la acción de la radiación solar.

Por lo anterior, la determinación de GEI aplicables al proyecto se presenta por etapa de la siguiente manera:

Etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa, la generación de GEI estará asociada principalmente al uso de maquinaria pesada y vehículos para actividades de desmonte, despalme, limpieza, nivelación y trazo. En estas condiciones, los gases que se prevé se generen son:

- Dióxido de carbono (CO2): gas predominante derivado de la combustión de diésel y gasolina en maquinaria y vehículos.
- Metano (CH4): generado en pequeñas cantidades por combustión incompleta de combustibles fósiles.
- Óxido nitroso (N2O): generado en menores proporciones como resultado de procesos de combustión a alta temperatura.
- Vapor de agua (H2O): subproducto normal de la combustión y de la evaporación de agua en el ambiente.

Etapa de construcción

En esta etapa, debido a la intensificación de actividades de movimiento de tierras, obra civil, transporte de materiales, operación de equipos y, en su caso, uso de generadores eléctricos, los GEI que se generarán serán fundamentalmente los mismos, aunque en mayor magnitud relativa debido al incremento en consumo de combustibles:

- CO2
- CH4
- N2O
- H2O

En caso de que se utilicen pinturas, solventes o recubrimientos especiales, podrían emitirse compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales no son en sí mismos GEI predominantes, pero pueden participar en reacciones atmosféricas secundarias.

Consulta Pública

Tabla 19. Determinación de GEI por etapa del proyecto

Etapa	Fuente principal	GEI determinados
Preparación del sitio	Maquinaria pesada, vehículos y transporte inicial	CO_2, CH_4, N_2O, H_2O
Construcción	Maquinaria, transporte de materiales, generadores y equipos de obra	CO_2, CH_4, N_2O, H_2O

De los gases identificados, el CO_2 constituye el principal GEI asociado al proyecto, debido a que representa el producto dominante de la combustión de combustibles fósiles. El CH_4 y el N_2O se generan en cantidades menores, pero se consideran relevantes en la estimación total de emisiones debido a su mayor potencial de calentamiento global relativo. El vapor de agua, aunque forma parte natural del ciclo atmosférico y también se genera como subproducto de combustión, no suele considerarse un gas de control prioritario en este tipo de proyectos, pero sí puede ser mencionado como parte de las emisiones asociadas.

Por otra parte, no se prevé que el proyecto sea una fuente significativa de CFC, HCFC, HFC u otros gases fluorados, salvo que se incorporen equipos específicos que los empleen. De igual manera, el ozono no se emite de forma directa por las actividades del proyecto, por lo que no se considera un GEI generado de manera primaria por éste.

En conclusión, los gases de efecto invernadero que se generarán durante las distintas etapas del proyecto serán principalmente CO_2, CH_4 y N_2O, acompañados de vapor de agua como subproducto de la combustión, siendo estas emisiones resultado del uso de combustibles fósiles y del consumo indirecto de energía.

Etapa de operación y mantenimiento

Para esta etapa, las cantidades de emisiones se reducen debido al bajo uso de vehículos que forman parte del mantenimiento de los aerogeneradores e instalaciones, por lo que los GEI son los mismos que en las etapas anteriores pero en bajas cantidades (CO_2, CH_4, N_2O, H_2O)

Consulta Pública

I.6 TIPOS DE OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO CONFORME AL ARTÍCULO 5 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Que, el art. 5 del RLGEEPAMEIA establece quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

INCISO RLGEEPAMEIA	Vinculación
K) INDUSTRIA ELÉCTRICA: **I.** Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; **II.** Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución	El proyecto contempla la construcción de una subestación eléctrica y un parque eólico
O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: **I.** Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; **II.** Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no	El proyecto pretende realizar actividades de cambio de uso de suelo en vegetación correspondiente a zonas áridas: Matorral espinoso tamaulipeco (2,169,870.66 m^2), mezquital xerófilo (278,811.43 m^2) y matorral submontano (49,464.47 m^2).

Consulta Pública

rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y **III.** Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.	
R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASI COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	Se pretende que componentes de la obra se ubiquen en **cauces Federales y su Zona Federal.**

I.7 INVERSIÓN DEL PROYECTO

Etapa	Costo de inversión del Proyecto ($)	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración ($)*	Total por etapa ($)
Preparación del sitio			
Construcción			
Operación y mantenimiento			
Abandono			
Total			

I.8 DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO (CONFORME AL CRONOGRAMA DE TRABAJO)

El siguiente programa presenta la secuencia de 24 meses para la preparación, 30 meses para la construcción, 06 meses para pruebas, 30 años para la operación y mantenimiento y 02 años para el abandono del sitio. Las barras muestran los periodos de ejecución y la simultaneidad de los distintos frentes. La operación inicia después de la puesta en servicio y continúa durante la vida útil del proyecto. El abandono se ejecutará al término de dicha vida útil.

Etapa	Duración en años, meses o semanas	Comentarios
Preparación del sitio	24 meses	No aplica

Consulta Pública

Construcción	30 meses	Algunos meses se traslaparán con la etapa de preparación del sitio, conforme se vayan liberando frentes, de tal forma que se ejecutarán de manera simultánea
Operación y/o mantenimiento	30 años y 6 meses	Los primeros nueve meses se traslapará con la etapa de construcción, conforme se vaya avanzando para iniciar las pruebas preliminares a la propia operación del parque eólico
Cierre y abandono de sitio[3]	24 meses	No aplica

Consulta Pública

Tabla 20. Programa de trabajo

Actividad / etapa	Previo a inicio	Año 1												Año 2												Año 3												Año 4	Año 5	Año 6 -33	Año 34	Año 35
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
Ingeniería de detalle, permisos y contratación																																										
Estudios complementarios																																										
Preparación del sitio																																										
Delimitación física, señalización y replanteo topográfico de polígonos, caminos, plataformas, cimentaciones, zanjas, subestación, BESS y áreas auxiliares																																										
Revisión de accesos existentes, veredas, cruces y escurrimientos																																										
Liberación y habilitación progresiva de frentes de trabajo, incluyendo desmonte selectivo, limpieza y despalme en las superficies de intervención directa																																										
Retiro, acopio y conservación temporal de la capa de suelo vegetal																																										
Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes																																										
Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales																																										
Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso																																										
Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión																																										
Implementación de señalización, controles de tránsito, vigilancia, restricciones de acceso y medidas de seguridad en los frentes activos																																										
Rescate y reubicación de flora																																										
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna																																										
Transporte de aerogeneradores																																										
Entrega de equipo SET y SAEE																																										
Construcción																																										
Ampliación y mejora de ca construcción de nuevos tramos de accesos (subrasante, subbase y base, compactación, adecuación de curvas y pendientes, cunetas, alcantarillas y cruces de drenaje)																																										
Construcción de calzada (subrasante, subbase y base, compactación, adecuación de curvas y pendientes, cunetas, alcantarillas y cruces de drenaje)																																										
Plataforma de montaje por aerogenerador																																										
Cimentaciones de aerogeneradores																																										
Infraestructura eléctrica																																										
Montaje de aerogeneradores																																										
Red colectora, comunicaciones y puesta a tierra																																										
Subestación elevadora y edificio de control																																										

Consulta Pública

Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías																																										
Obra civil de SET (Subestación)																																										
Obra civil BESS (Sistema de almacenamiento de energía																																									
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna																																									
Montaje electromecánico, Control supervisorio y comunicaciones (SET)																																									
Montaje electromecánico, Control supervisorio y comunicaciones (BESS)																																									
Reforestación *seis años a partir del año 02 del proyecto																																									
Operación y mantenimiento																																									
Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación																																									
Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora y BESS																																									
Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control																																									
Inspección y reparación de aerogeneradores																																									
Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación																																									
Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios																																									
Gestión del BESS																																									
Mantenimiento de vegetación en áreas operativas																																									
Manejo de residuos generados																																									
Monitoreo ambiental y social, atención a propietarios y comunidades y cumplimiento de medidas que resulten aplicables																																									
Actualización de planes de emergencia, capacitación, simulacros y coordinación con servicios externos de respuesta																																									
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna																																									
Reforestación *seis años a partir del año 02 del proyecto																																								*		
Abandono, desmantelamiento y restauración																																									
Desenergización, aislamiento y desconexión segura de los sistemas eléctricos																																									
Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos																																									
Desmontaje de aerogeneradores																																									
Retiro de componentes eléctricos																																									
Desmantelamiento del BESS																																									
Desmontaje de infraestructura y estructuras																																									
Demolición de cimentaciones y losas																																									

Consulta Pública

| | | |

I.9 TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)4	Operación (cantidad y unidades)[4]
Consumo de energía eléctrica	Suministro provisional mediante conexión disponible o plantas generadoras móviles. Estimado de referencia para un parque de 75 aerogeneradores con obras civiles, subestación, BESS y frentes simultáneos: 40,000–60,000 kWh/mes (ajustar con memoria de cálculo del contratista de obra)	Tomado de la red vía transformador de servicios propios de la SET Montecristo, para SCADA, controlador de planta, sistemas de protección, edificio de control y gestión del BESS (climatización, sistemas de seguridad). Estimado de referencia para 75 aerogeneradores N175-7.0MW + BESS 200 MW/1,200 MWh: 45,000–65,000 kWh/mes
Consumo de agua	Agua potable para consumo humano y agua para compactación, control de polvo y actividades constructivas, sin extracción de fuentes superficiales o subterráneas del predio; suministrada por pipas de proveedor autorizado. Estimado de referencia para 75 posiciones de aerogenerador con frentes simultáneos: 150–250 m³/día en la etapa de mayor actividad	Agua para consumo y limpieza del personal de operación y mantenimiento, suministrada por pipas/garrafones. Estimado de referencia: 1–2 m³/día
Emisiones de gases de efecto invernadero	Emisiones por combustión de diésel/gasolina en maquinaria pesada, vehículos de transporte especial y plantas de emergencia, durante 24 a 36 meses de obras civiles, montaje de 75 aerogeneradores, subestación, BESS y línea de transmisión. Estimado de referencia: 1,200–1,400 ton CO2eq durante todo el periodo de construcción	Emisiones marginales por vehículos de mantenimiento, planta de emergencia de respaldo y transporte de personal. Estimado de referencia: 60–90 ton CO_2eq/año
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)	Agregados pétreos (grava, arena) para concreto de las 75 cimentaciones de aerogenerador y de la subestación, provenientes de bancos de material autorizados; volumen sujeto al diseño definitivo de cimentaciones en ingeniería de detalle. Estimado de referencia: 25,000–35,000 m³	No aplica de manera relevante
Generación de residuos	Aceites y lubricantes de maquinaria, envases contaminados, trapos impregnados, generados en el taller de mantenimiento menor y frentes de obra. Estimado de referencia: 1,000–1,600 kg/mes	Aceites y lubricantes de las cajas multiplicadoras, filtros, piezas sustituidas, residuos eléctricos, electrónicos y baterías de los 74 aerogeneradores y del BESS. Estimado de referencia: 260–465 kg/mes, más el volumen de aceite de multiplicadora concentrado en

Consulta Pública

		los meses de cambio programado según el fabricante.
	Sobrantes de materiales de construcción, embalajes de componentes de aerogenerador, madera de formaletas, chatarra metálica. Estimado de referencia: 2,500–4,000 kg/mes	Piezas y componentes sustituidos, chatarra metálica de mantenimiento de los 75 aerogeneradores, subestación y BESS. Estimado de referencia: 600–1,000 kg/mes
	Residuos del personal de obra (comedor, oficinas, campamento temporal). Estimado de referencia: 1.0–1.5 kg/persona/día, según personal en sitio durante los frentes simultáneos de obra	Residuos del personal de operación y mantenimiento (edificio de control). Estimado de referencia: 10–20 kg/día
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84	No se generan descargas de agua residual; manejo mediante sanitarios portátiles a cargo de empresa autorizada, sin vertido a cuerpo receptor.	No se generan descargas de agua residual; sanitarios con fosa séptica o sistema de tratamiento tipo paquete en el edificio de control, sin vertido a cuerpo receptor.
Otros en su caso (especificar)	N/A	N/A

I.10 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se presentan las superficies del proyecto:

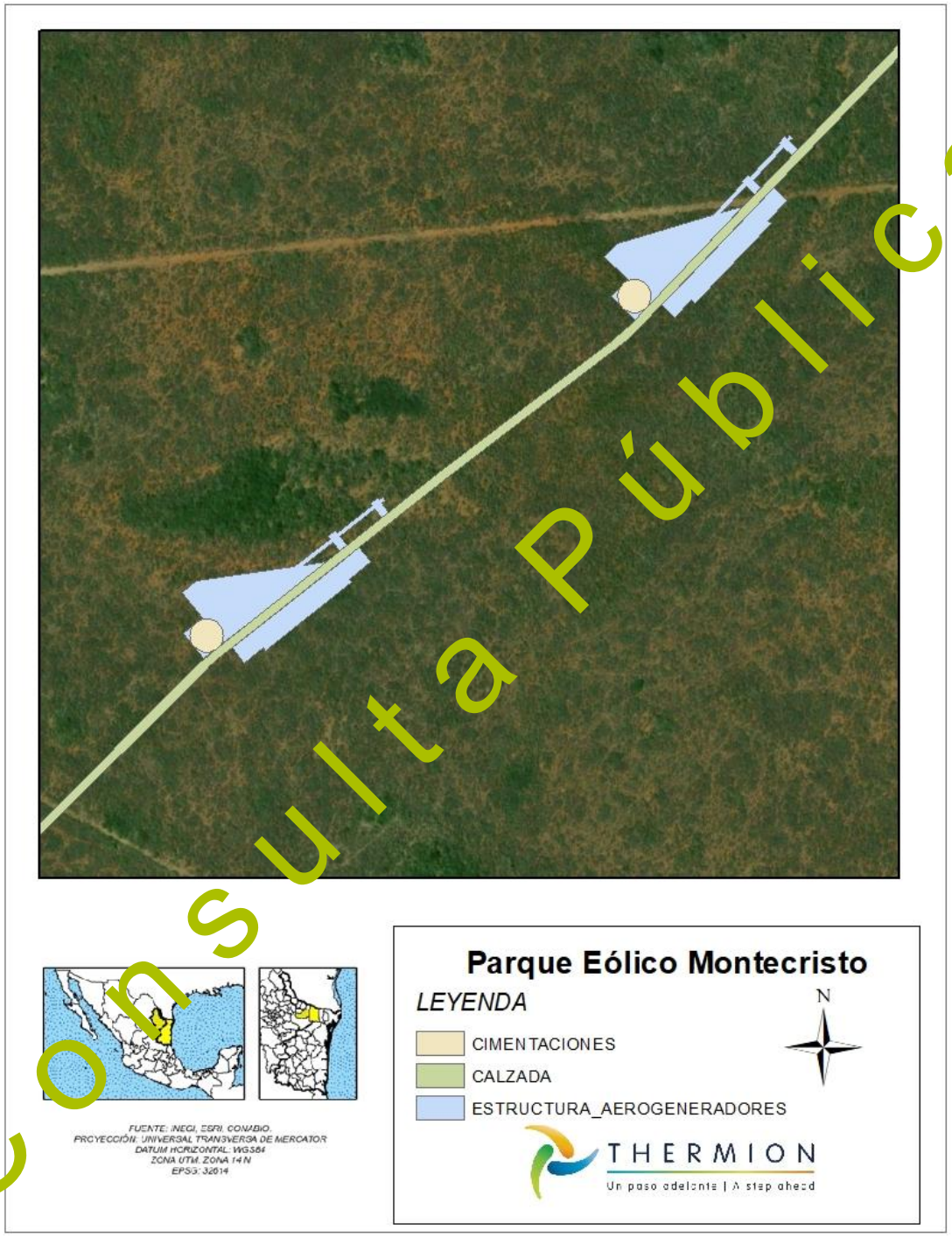
Concepto	Superficie (m^2)
Superficie del predio / Superficie total para el desarrollo del Proyecto	**87,382,505.67**
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones (Permanentes)	**1,033,312.43**
Torres meteorológicas	56,947.56
BESS	44,044.85
SET	22,500.00
Calzada	514,320.29
Estructura de aerogenerador (Plataforma de montaje)	322,025.96
Plataforma de oficinas B	15,000.00
Plataforma de oficinas A	15,000.00
Plataforma de Almacen A	15,000.00
Cimentaciones aerogeneradores*	28,473.78
Superficie de afectación de construcciones, obras y/o instalaciones (Permanentes)	**1,004,838.65**

Consulta Pública

Torres meteorológicas	56,947.56	
BESS (Sistema de almacenamiento de energía)	44,044.85	
SET (subestación electrica)	22,500.00	
Calzada	514,320.29	
Estructura de aerogenerador (Plataforma de montaje)	322,025.96	
Plataforma de oficinas B	15,000.00	
Plataforma de oficinas A	15,000.00	
Plataforma de Almacen A	15,000.00	
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas (temporales)**	**3,153,103.09**	
Plataforma	15,000.00	
Plataforma de almacen C	15,000.00	
Plataforma de concreto C	15,000.00	
Planta de concreto B	15,000.00	
Plataforma de almacen B	15,000.00	
Planta de concreto A	15,000.00	
DDV	3,063,102.09	
Concepto	**Existente (m^2)**	**Por afectar ($m^{2)}$**
Superficie total de vegetación	**87,219,833.24**	**4,135,446.30**
Matorral espinoso tamaulipeco	55,550,308.45	2,169,870.66
Mezquital xerófilo	6,634,469.28	278,811.43
Matorral submontano	1,354,622.19	49,464.47
Pastizal cultivado	23,680,433.32	1,637,299.76
Superficie de vegetación forestal total	**63,539,399.92**	**2,498,146.55**
Matorral espinoso tamaulipeco	55,550,308.45	2,169,870.66
Mezquital xerófilo	6,634,469.28	278,811.43
Matorral submontano	1,354,622.19	49,464.47
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	**427,084.03**	**0.00**
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	**330,071.21**	**8,085.53**
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	**0.00**	**0.00**

*las cimentaciones de los aerogeneradores se traslapan con las plataformas de montaje, por tal motivo la superficie de afectación es menor respecto a la superficie de construcción.
** proyectadas únicamente durante la preparación y construcción del proyecto

Consulta Pública



Consulta Pública

Figura 15. Traslape de cimentaciones de aerogeneradores y plataformas de montaje

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
SECTOR ENERGÍA - EÓLICA

PARQUE EÓLICO MONTECRISTO

Capítulo II

Consulta Pública

THERMION

Un paso adelante | A step ahead

CONTENIDO

II.1 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL 3
II.1.1 LEYES Y REGLAMENTOS 3
II.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 20
II.1.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. 22
II.1.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN DE LA CUENCA DE BURGOS 29
II.1.3 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO 44
II.1.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 47
II.2 LOCALIDAD(ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LAS QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O SU ZONA DE INFLUENCIA 50
II.3 EVALUAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO ANTE RIESGOS GEOLÓGICOS Y METEOROLÓGICOS EXTREMOS, QUE PUDIERAN REPRESENTAR UNA AMENAZA PARA LA INTEGRIDAD FÍSICA DE LAS INSTALACIONES QUE RESULTEN EN IMPACTOS AMBIENTALES NO PREVISTOS... 53
II.4 INDICAR NÚMERO Y DESCRIBIR DETALLADAMENTE CORRIENTES INTERMITENTES, PERENNES Y CUERPOS DE AGUA, PRESENTES DENTRO DE LA SUPERFICIE SOBRE LOS CUALES PUDIERA DERIVAR UN IMPACTO AMBIENTAL... 64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Unidad Ambiental Biofísica del Programa De Ordenamiento Ecológico General del Territorio donde se ubica el proyecto 23
Figura 2. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Cuenca de Burgos 29
Figura 3. Localidades indígenas (2020) en el Área de Influencia. 51
Figura 4. Consulta Catalogo Nacional de Pueblos y comunidades indígenas y Afromexicanas 52
Figura 5. Atlas de los pueblos indígenas de México 52
Figura 6. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020) 54
Figura 7. Regionalización sísmica (CFE,2015) 55
Figura 8. Puntos críticos de inundación (CONAGUA-CENAPRED, 2024) 56

Consulta Pública

Figura 9. Índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED, 2017) 56
Figura 10. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales (CENAPRED,2022) 58
Figura 11. Trayectoria histórica de ciclones tropicales registrados en el AP. 59
Figura 12. Riesgo por frentes fríos 60
Figura 13. Riesgo por tormentas eléctricas 61
Figura 14. Riesgo por ondas de calor 62
Figura 15. Grado de vulnerabilidad por sequía (CONAGUA, 2020). 62
Figura 16. Riesgo por tormenta de granizo 63
Figura 17. Riesgo por nevadas 63
Figura 18. Corrientes de agua en el AP. 65
Figura 19. Cuerpos de agua en el AP. 66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 109 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio donde se ubica el proyecto 24
Tabla 2. Vinculación de las estrategias establecidas en la UAB 109 con el proyecto. 25
Tabla 3. UGAs del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Cuenca de Burgos presentes en el proyecto 30
Tabla 4. Criterios aplicables de la Región de la Cuenca de Burgos. 35
Tabla 5. Tipos de fallas 53
Tabla 6. Indicadores de susceptibilidad de laderas 54
Tabla 7. Zonas sísmicas de la República Mexicana 54
Tabla 8. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson. 58
Tabla 9. Historial de ciclones tropicales registrados dentro de un radio de 50 km del AP. 59

Consulta Pública

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

II.1 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL

II.1.1 LEYES Y REGLAMENTOS

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: **II.-** Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y **eléctrica**. **VII.- Cambios de uso del suelo** de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas. **X.- Obras y actividades** en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, **ríos**, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o **zonas federales**. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o	La presente Manifestación de Impacto Ambiental se elabora para dar cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 28 de la LGEEPA. Por sus características, el proyecto es catalogado dentro del **Sector Energía – Energía limpia – Eólica,** debido a la instalación de aerogeneradores que transforman energía cinética del viento en electricidad con propósito de autoconsumo, haciendo obligatorio presentar una evaluación del impacto ambiental. Aunado a esto, se pretende la remoción de vegetación forestal en una superficie de **249.814655 hectáreas** de **Matorral espinoso tamaulipeco, Matorral xerófilo y Matorral submontano,** lo que se vincula a la necesidad de evaluar el impacto que se derive del **cambio de uso de suelo.** Finalmente, se pretende que componentes de la obra se ubiquen

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;	en **cauces Federales y su Zona Federal**. Derivado de lo anterior, se presenta el trámite SEMARNAT-04-002 Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, sin actividad altamente riesgosa y con actividad altamente riesgosa.
	ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental constituye el instrumento técnico mediante el cual se integrará la información ambiental requerida por el artículo 30 de la LGEEPA. Conforme se definan las características del proyecto, se incorporará la descripción detallada de las obras, el diagnóstico ambiental, la identificación y evaluación de impactos ambientales, así como las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación que resulten procedentes.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico e Impacto Ambiental	Artículo 1º.- El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.	Por sus características, el proyecto es catalogado dentro del **Sector Energía – Energía limpia – Eólica,** debido a la instalación de aerogeneradores que transforman energía cinética del viento en electricidad con propósito de autoconsumo, haciendo obligatorio presentar una evaluación del impacto ambiental.
	Artículo 5º.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: **K) INDUSTRIA ELÉCTRICA** I. Construcción de plantas …… eoloelectricas…, convencionales de ciclo combinado o de unidad turbogás……] II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución. **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS** I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal ……] **R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASI COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES** I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	Aunado a esto, se pretende la remoción de vegetación forestal en una superficie de **249.814655 hectáreas** de **Matorral espinoso tamaulipeco, Matorral xerófilo y Matorral submontano,** lo que se vincula a la necesidad de evaluar el impacto que se derive del **cambio de uso de suelo.** Finalmente, se pretende que componentes de la obra se ubiquen en **cauces Federales y su Zona Federal**. Derivado de lo anterior, se presenta el trámite SEMARNAT-04-002 Recepción, evaluación y resolución de la manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, sin actividad altamente riesgosa y con actividad altamente riesgosa.
	Artículo 9º.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	Artículo 10°. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular	La evaluación se realiza mediante una **Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad regional (MIA-r).**
	Artículo 11°. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas …] II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Artículo 14°. La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones: XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de selo en terrenos forestales	El promovente obtendrá todas las autorizaciones correspondientes necesarias para la implementación del proyecto “Parque Eólico Montecristo”, incluyendo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales a partir de la

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
		presentación del Estudio Técnico Justificativo, bajo lo establecido en las disposiciones de esta ley, su reglamento a través del trámite SEMARNAT-02-001 Solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
	Artículo 32°. Son criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola, los siguientes: III. El uso sustentable de los ecosistemas forestales VI. La utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación;	Las afectaciones derivadas de los trabajos de preparación del sitio y construcción del proyecto ocurrirán solo en superficie autorizada y estrictamente necesaria. En atención a este impacto, se establecerán medidas de compensación que se incluyen en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
	Artículo 54°. Las autorizaciones, avisos, informes y otros actos previstos en esta Ley, sólo se otorgarán a los propietarios y poseedores de los terrenos que legalmente tengan derecho a ello. Cuando la solicitud de una autorización o aviso en materia forestal sobre terrenos propiedad de un ejido o comunidad agraria, comunidad indígena o afromexicana sea presentada por un tercero, éste deberá acreditar el consentimiento del núcleo agrario o de la comunidad indígena o afromexicana mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria y la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que corresponde a comunidades indígenas y afromexicanas.	Se acreditará legalmente la propiedad de los terrenos mediante el trámite SEMARNAT-02-001 Solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, apegado a lo dispuesto por la presente ley y su reglamento.
	Artículo 93°. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa	El proyecto se someterá a evaluación ante la Dirección General de Gestión Forestal,

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	Suelos y Ordenamiento Ecológico mediante el trámite SEMARNAT-02-001 Solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el cual se presentará el Estudio Técnico Justificativo, además de que se establecerán las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para garantizar la compensación y conservación de la biodiversidad, suelos, carbono y la calidad e infiltración de agua.
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante II. Lugar y fecha III. Datos de ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de Suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	
	Artículo 141°. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales,	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento	
	Artículo 18°. Los propietarios y legítimos propietarios poseedores de predios en	El proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
Ley General de Vida Silvestre	donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que se pudiera generar a la flora y fauna presente en el área del proyecto, a través de la instrumentación de medidas de mitigación y programas de manejo.
	Artículo 106°. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El proyecto, obedece de igual manera, al hecho de que existen especies y poblaciones comprendidas dentro de la superficie de desarrollo del proyecto, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la mitigación de los impactos que fuesen a ocasionar las actividades comprendidas durante la ejecución de todas las etapas del proyecto, las cuales se especifican en el capítulo correspondiente.
Reglamento de la LGVS	Artículo 12°. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de fauna o flora silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de Proyecto, a

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […].	través de la instrumentación de los respectivos Programas Manejo
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)	Artículo 16°. La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	El proyecto cumple cada vez que se realice el manejo y disposición final de los residuos peligrosos conforme a lo indicado a esta disposición y a las normas oficiales mexicanas. De igual forma, al contar con un Programa para el Manejo Integral de Residuos.
	Artículo 19°. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: … VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;	Como se mencionó anteriormente, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que también se considerará aquellos residuos de manejo especial, a fin de dar cumplimiento a las disposiciones legales aplicables.
	Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo: I. La forma de manejo; II. La cantidad; III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren	Con la intención de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, que pudieran generarse por la producción de residuos durante el desarrollo del proyecto, se implementará un programa de manejo integral de residuos, en el que se considerarán los factores de riesgo citados con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad, ya sea de carácter ambiental o salud humana, tales acciones serán difundidas entre todos y cada uno de los actores participantes en el proyecto.

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento; V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación; VI. La duración e intensidad de la exposición, y VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.	
	Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las	En cumplimiento de dicho artículo, para la ejecución del programa de manejo de integral de residuos, el proyecto contempla la contratación de empresas prestadoras de servicio para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos, para lo cual, se corroborará que dichas empresas cuenten con las autorizaciones respectivas por las autoridades competentes.

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Artículo 16°. Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: **I.** Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: **a)** Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos **II.** Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser: **a)** Individuales, aquellos en los cuales solo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere	Para la gestión integral de los RP, RME y RSU, el promovente elaborará los planes de Manejo correspondiente.
	Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones de esta disposición, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular […]	El Promovente cumplirá con las condiciones establecidas en este artículo y por las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos.
	Articulo 91.- La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en: I. Confinamiento controlado, y II. Confinamiento en formaciones geológicamente estables.	Se cumple cada vez que, las empresas que presten sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto deberán darle una disposición final adecuada a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas, señalando que el

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
		almacenamiento de residuos peligrosos será temporal.
Ley de Aguas Nacionales	Artículo 20°. [….] La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.	El proyecto se apegará a los requisitos establecidos por CONAGUA para la presentación de la solicitud Trámite CONAGUA-01-006 Concesión para la ocupación de terrenos federales cuya administración competa a la Comisión Nacional del Agua
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	Artículo 29°. Las solicitudes de concesiones o asignaciones podrán ser presentadas tanto por personas físicas como por personas morales, debiendo acreditar estas últimas su existencia legal, así como la personalidad jurídica del promovente	
	Artículo 30°. Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión" …]	
Ley General de Cambio Climático	Artículo 33°. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: **III.** Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;	Las características del proyecto y la tecnología empleada permiten la generación de energía eléctrica a partir de un recurso renovable, sin producir emisiones atmosféricas durante la etapa de operación.

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;	Las emisiones se restringirán a las asociadas por la presencia de vehículos y maquinaria durante todas las etapas del proyecto.
	Artículo 34°. Para reducir las emisiones, , las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes: **I.** Reducción de emisiones en la generación y uso de energía: **a)** Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética. **b)** Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.	
Ley de Transición Energética (LTE)	Artículo 6°. Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.	El proyecto es congruente toda vez que la energía eléctrica generada mediante el aprovechamiento del recurso eólico contribuye al cumplimiento de las metas de energías limpias.
Ley de Industria Eléctrica (LIE)	Artículo 117°. Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar Artículo 118°. La Secretaría deberá informar a los interesados en la ejecución de proyectos de infraestructura en la industria eléctrica sobre la presencia de grupos sociales en situación de vulnerabilidad en las áreas en que se llevarán a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos. Artículo 119°. Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria eléctrica, la Secretaría deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan. En	Se cuenta con el proceso de elaboración la Manifestación de Impacto Social en el Sector Energético (MISSE) conforme a la regulación mexicana aplicable. Se espera encontrar, socialmente aceptable dada las condiciones económicas castigadas en el sector agrícola/ganadero. En general se espera que la población desea participar en sinergia con este tipo de proyectos renovables. una vez recibida la respuesta oficial de la dependencia, se acatarán las recomendaciones indicadas por la autoridad.

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	dichos procedimientos de consulta podrán participar la CRE, las empresas productivas del Estado y sus empresas subsidiarias y filiales, así como los particulares.	
	Artículo 120°. Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutivo y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos	Articulo 27.- Son propiedad de la nación, inalienables e imprescriptibles, los monumentos arqueológicos muebles e inmuebles.	El Proyecto previo al inicio de su construcción solicitará los permisos correspondientes ante el INAH para las excavaciones de obra civil. Durante las obras de construcción se mantendrá acompañamiento del instituto para salvaguardar cualquier vestigio que pudiera encontrarse.
	Articulo 28.- Son monumentos arqueológicos los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de flora y de la fauna, relacionados con estas culturas.	
	Artículo 28 Bis. Para los efectos de esta Ley y su reglamento, las disposiciones sobre monumentos y zonas arqueológicas serán aplicables a los vestigios o restos fósiles de seres orgánicos que habitaron el territorio …]	
	Articulo 29.- (…) El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o entrega en su caso, y	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia dentro de las 24 horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda.	
	Articulo 30.- Toda clase de trabajos materiales para descubrir o explorar monumentos arqueológicos, únicamente será realizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (…)	

II.1.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se publicó el viernes 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación; éste se emite con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), cuyo ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización Ecológica. La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal

Consulta Pública

manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 24 del ROE, las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF. Así, tal como se aprecia en las Fichas Técnicas del Anexo 2 del presente documento, en cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT.

Lineamientos y estrategias ecológicas. Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial. Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema

Consulta Pública

social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Los lineamientos ecológicos que cumplir son los siguientes:

- Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
- Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
- Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
- Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
- Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
- Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
- Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
- Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
- Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
- Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Para la presente MIA, se describe la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del POEGT en la que se asentará el proyecto, asimismo se relacionan las políticas ecológicas aplicables para la Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) involucradas; así como los criterios ecológicos de cada una de ellas, con las características del proyecto, determinando su correspondencia a través de la descripción de la forma en que el proyecto dará cumplimiento a cada una de dichas políticas y criterios ecológicos; asimismo, en suma lo consultado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se tiene que el proyecto se localiza en la siguiente Unidad Ambiental Biofísica (UAB):

II.1.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se publicó el viernes 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación; éste se emite con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), cuyo

Consulta Pública

ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Para el presente proyecto, se describe la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del POEGT en la que se asentará el proyecto; asimismo se relacionan las políticas ecológicas aplicables para la Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) involucradas; así como los criterios ecológicos de cada una de ellas, con las características del proyecto, determinando su correspondencia a través de la descripción de la forma en que el proyecto dará cumplimiento a cada una de dichas políticas y criterios ecológicos; asimismo, en suma lo consultado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se tiene que el proyecto se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 109 Llanuras de Coahuila y Nuevo León Sur (y Tamaulipas).

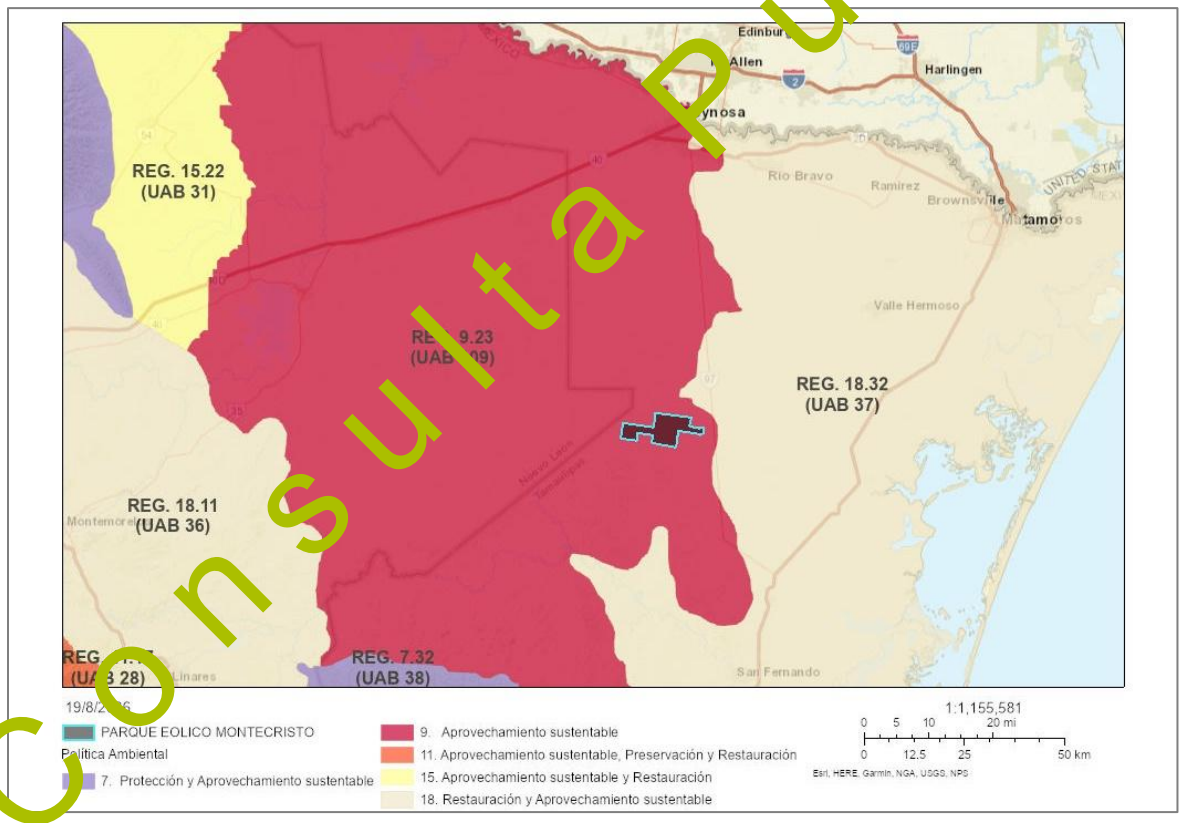
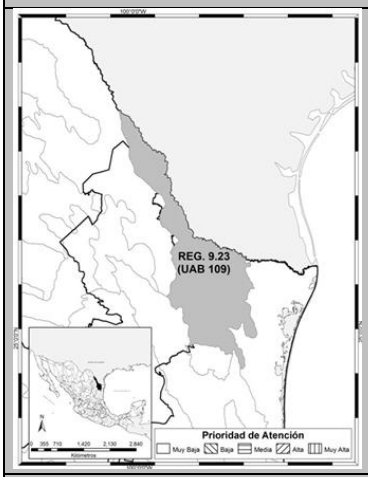


Figura 1. Unidad Ambiental Biofísica del Programa De Ordenamiento Ecológico General del Territorio donde se ubica el proyecto

Fuente: SIORE *Subsistema de información sobre el Ordenamiento Ecológico*

Consulta Pública

Tabla 1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 109 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio donde se ubica el proyecto

CLAVE REGIÓN	9.23
UAB	109
NOMBRE DE LA UAB	Llanuras de Coahuila y Nuevo León Sur (y Tamaulipas).
	Localización: Este de Nuevo León y noroeste de Tamaulipas Superficie en km2: 24,630.17 Población por UAB: 1,086,454 hab. Población indígena: Sin presencia
Rectores del desarrollo	Ganadería-industria
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social - Preservación de Flora y Fauna
Asociados del desarrollo	Minería
Otros sectores de interés	Desarrollo Social - PEMEX - SCT
Política ambiental	Aprovechamiento Sustentable
Nivel De Atención Prioritaria	Muy baja
Estrategias	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44
Estado actual de medio ambiente 2008	Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Pecuario, Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 3.7. Baja marginación social. Alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy alto indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores

Consulta Pública

	por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Tabla 2. Vinculación de las estrategias establecidas en la UAB 109 con el proyecto.

Grupo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad	El proyecto incorporará medidas de prevención y mitigación para minimizar las afectaciones en el área del proyecto. En caso de registrarse especies incluidas en algún estatus de protección dentro del área del proyecto se implementará el Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
	2. Recuperación de especies en riesgo	
	3. Conocimiento y análisis de monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento Sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	No es vinculable, cada vez que la ejecución del proyecto no pretende realizar el aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	No es aplicable, debido a que la naturaleza del proyecto corresponde a la construcción Parque Eólico
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Es aplicable cada vez que el proyecto considera la remoción de vegetación forestal durante las etapas de preparación y construcción, implementando medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación ambiental, con el fin de favorecer el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales	Aplica cada vez que se reconoce los servicios ambientales del área de influencia y se incorporan medidas de prevención, mitigación y monitoreo para minimizar el impacto ambiental generado.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas	El proyecto contempla medidas de prevención y mitigación para minimizar las afectaciones al área del proyecto y contribuir a su protección durante todas las etapas del proyecto

Consulta Pública

Grupo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No es aplicable, debido a que la naturaleza del proyecto corresponde a la construcción Parque Eólico
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	El proyecto contempla la restauración de áreas mediante actividades de reforestación con especies nativas, con el propósito de favorecer la recuperación de las condiciones ambientales de sitios que así lo requieran derivado del cambio de uso de suelo en terreno forestal ocasionado por el proyecto.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Esta estrategia no tiene relación directa con las actividades del proyecto, debido a que este contempla la construcción de un Parque Eólico.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Estas estrategias no tienen relación directa con las actividades del proyecto, debido a que este contempla la construcción de un Parque Eólico.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El proyecto no tiene como objetivo la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado o saneamiento.

Consulta Pública

Grupo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
infraestructura urbana C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Esta estrategia no tiene relación directa con las actividades del proyecto
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región	No es aplicable, debido a la naturaleza del proyecto
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	Esta estrategia no tiene relación directa con las actividades del proyecto
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No es aplicable, debido a que se trata de la construcción de un Parque Eólico.
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No es aplicable, debido a que se trata de la construcción de un Parque Eólico.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	El proyecto generará empleos durante su desarrollo, el cual no será discriminativo con grupos vulnerables de las poblaciones cercanas
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	

Consulta Pública

Grupo	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Las actividades del proyecto no tienen relación con la estrategia debido a que se trata de la construcción de un Parque Eólico.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	La contratación de personal se llevará a cabo durante las etapas del proyecto y la edad no será un criterio que pueda ser perjudicial para las personas de la tercera edad.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Las actividades del proyecto no tienen relación con la estrategia debido a que se trata de la construcción de un Parque Eólico.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Se respetarán los derechos de propiedad rural, dado que solo se llevará a cabo el proyecto en zona autorizada.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos	No es atribución del promovente integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Es aplicable con el proyecto, toda vez que se cumplen las disposiciones y/o criterios señalados en los ordenamientos territoriales de los tres órdenes de gobierno, de conformidad con lo establecido en la presente.

Consulta Pública

II.1.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN DE LA CUENCA DE BURGOS

El ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos promueve el desarrollo de las actividades productivas en aquellas áreas donde se presenten las condiciones ambientales, sociales y económicas más aptas para ello. Para inducir las actividades, este ordenamiento ecológico define estrategias, lineamientos, objetivos específicos y criterios de regulación ecológica encaminados a hacer que el desarrollo de la Cuenca de Burgos sea consistente con los principios y líneas de la política ambiental federal y de los estados participantes, particularmente en lo relativo a la explotación, uso y aprovechamiento del suelo a partir de su vocación y aptitud, en el ámbito de sus facultades.

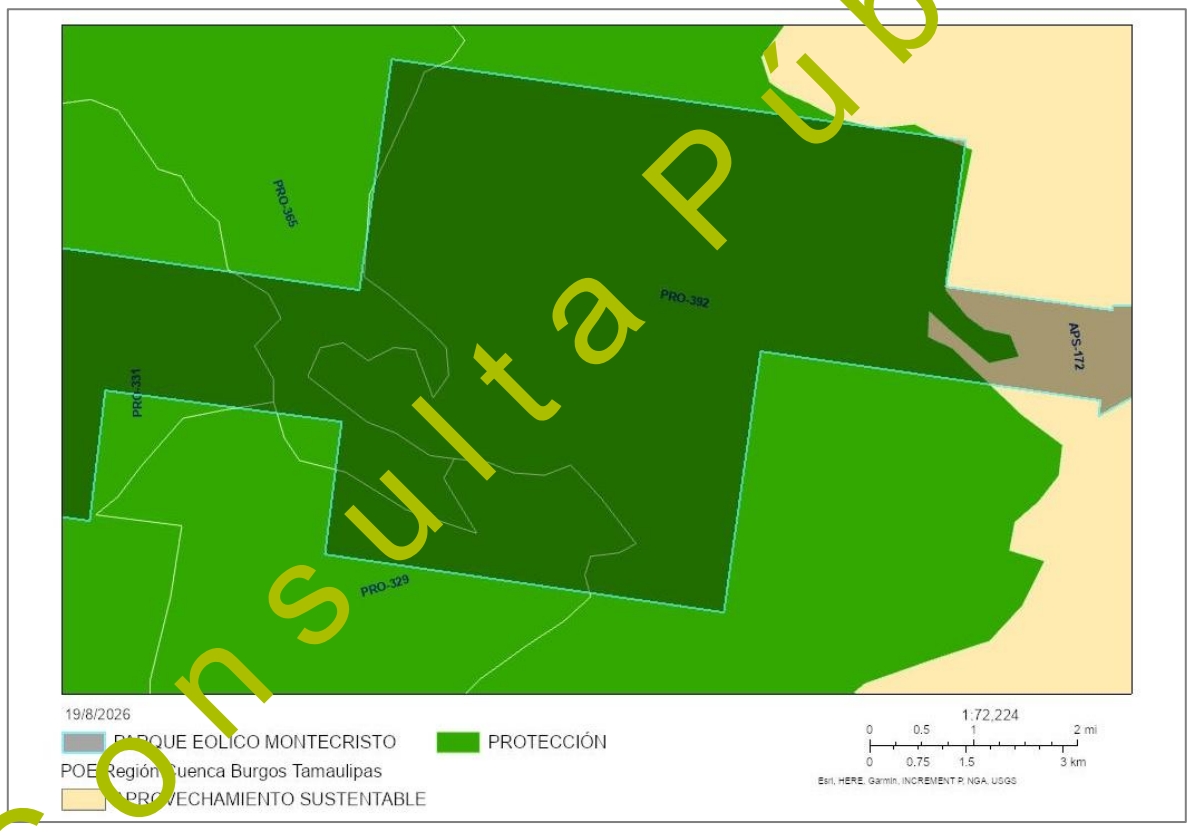


Figura 2. Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Cuenca de Burgos

Fuente: SIORE *Subsistema de información sobre el Ordenamiento Ecológico*

Se presenta el resultado del análisis del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Cuenca de Burgos.

El sitio del proyecto se localiza dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Cuenca de Burgos, de tipo regional, el cual contempla diversas Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con políticas orientadas al Aprovechamiento Sustentable y a

Consulta Pública

la Protección. Las UGA identificadas dentro del área del proyecto son: APS-172, PRO-329, PRO-331, PRO-365 y PRO-392.

Cada una de estas UGA se clasifica bajo una política específica conforme al mapa del ordenamiento destacando las siguientes categorías: APS/PE: Aprovechamiento sustentable / Pecuario, PRO/AG: Protección / Agricultura, PRO/CI: Protección / Cinegético y PRO/FO: Protección / Forestal.

A continuación, se describen los lineamientos de cada una de las UGAs presentes en el área del proyecto

Tabla 3. UGAs del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Cuenca de Burgos presentes en el proyecto

UGA	Política Ambiental	Lineamiento	Objetivo	Criterios de regulación
APS-172	Aprovechamiento sustentable	L7. Fomentar el uso sustentable del agua	01. Implementar tecnología e infraestructura eficiente para cosecha, almacenamiento y manejo del agua en uso agrícola, pecuario, cinegético, urbano e industrial.	2, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 75, 89
			02. Promover el tratamiento de aguas residuales.	1, 12, 15, 47, 51, 75, 87, 89
		L8. Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01. Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
			02. Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo	61, 62, 75, 89
			03. Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas	43, 72, 74, 75, 81, 88
		L13. Aprovechar en forma sustentable el suelo de uso pecuario	01. Actualizar el coeficiente de agostadero como información base para los programas de fomento ganadero.	22, 28, 31, 51, 70, 73, 82, 88, 91
			02. Impulsar el uso de prácticas de conservación de suelo.	17, 19, 20, 31, 50, 51, 54, 72, 75, 89
			03. Promover la diversificación productiva.	18, 32, 43, 53, 54, 59, 61, 63, 69, 72, 73, 77, 89, 95, 97
PRO-329	Protección	L3. Rehabilitar los ecosistemas degradados	01. Conservar las características físico-químicas y biológicas de suelos.	3, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 37, 50, 69, 71, 75, 77, 79, 81, 82, 84, 85, 86, 88, 91, 93, 96, 97

Consulta Pública

UGA	Política Ambiental	Lineamiento	Objetivo	Criterios de regulación
		L5. Conservar los ecosistemas de la región	01. Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91, 92, 94
			02. Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
			03. Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera.	16, 20, 24, 27, 29, 30, 48, 51, 67, 89
		L6. Conservar las zona de recarga hidrológica.	01. Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
		L8. Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01 Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
			02. Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo	61, 62, 75, 89
			03. Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas	43, 72, 74, 75, 81, 88
		L12. Aprovechar en forma sustentable el suelo de uso agrícola	01. Promover la reconversión productiva, la diversificación de cultivos y el uso de tecnologías de producción sustentable.	5, 7, 8, 10, 12, 40, 53, 54, 55, 60, 62, 72, 78, 89, 96, 97
			02. Promover que el uso de agroquímicos se haga conforme a la legislación aplicable, y promover el manejo integral de plagas y enfermedades	19, 47, 51, 63, 68, 72, 75, 89
			03. Impulsar el uso de prácticas de conservación de suelo	8, 17, 18, 19, 43, 50, 51, 54, 62, 72, 75,89
PRO-331	Protección	L3. Rehabilitar los ecosistemas degradados	01. Conservar las características físico-químicas y biológicas de suelos.	3, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 37, 50, 69, 71, 75, 77, 79, 81, 82, 84, 85,

Consulta Pública

UGA	Política Ambiental	Lineamiento	Objetivo	Criterios de regulación
				86, 88, 91, 93, 96, 97
		L5. Conservar los ecosistemas de la región	01. Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91,92, 94
			02. Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	6, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
			03. Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera.	16, 20, 24, 27, 29, 30, 48, 51, 67, 89
		L6. Conservar las zona de recarga hidrológica	01. Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
		L8. Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01. Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
			02. Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo	61, 62, 75, 89
			03. Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas	43, 72, 74, 75, 81, 88
		L12. Aprovechar en forma sustentable el suelo de uso agrícola	01. Promover la reconversión productiva, la diversificación de cultivos y el uso de tecnologías de producción sustentable.	5, 7, 8, 10, 12, 40, 53, 54, 55, 60, 62, 72, 78, 89, 96, 97
			02. Promover que el uso de agroquímicos se haga conforme a la legislación aplicable, y promover el manejo integral de plagas y enfermedades	19, 47, 51, 63, 68, 72, 75, 89
			03. Impulsar el uso de prácticas de conservación de suelo	8, 17, 18, 19, 43, 50, 51, 54, 62, 72, 75,89
PRO-365	Protección	L5. Conservar los ecosistemas de la región	01. Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41,

Consulta Pública

UGA	Política Ambiental	Lineamiento	Objetivo	Criterios de regulación
			los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91,92, 94
			02. Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
		L6. Conservar las zona de recarga hidrológica	01. Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
			02. Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal	3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 43, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 68, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 95
			03. Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies, así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94
		L8. Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01. Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
			02. Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo	61, 62, 75, 89
			03. Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas	43, 72, 74, 75, 81, 88
		L16. Desarrollar en forma sustentable las actividades cinegéticas	01. Impulsar las zonas con potencial cinegético al establecimiento de Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAs)	51, 58, 61, 64, 69, 73, 82, 88, 90, 91, 95
			02. Promover el manejo de hábitat para el uso de especies cinegéticas.	16, 32, 43, 64, 70, 73, 88, 90, 95, 97

Consulta Pública

UGA	Política Ambiental	Lineamiento	Objetivo	Criterios de regulación
PRO-392	Protección	L5. Conservar los ecosistemas de la región	01. Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91, 92, 94
			02. Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
		L6. Conservar las zona de recarga hidrológica	01. Evitar la deforestación	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56, 64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
			02. Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal	3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 43, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 68, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 95
			03. Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies, así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94
		L8. Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	01. Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
			02. Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo	61, 62, 75, 89
			03. Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas	43, 72, 74, 75, 81, 88
		L15. Aprovechar en forma sustentable los	01. Promover que los aprovechamientos forestales no maderables se realicen conforme a la normatividad aplicable.	2, 17, 19, 24, 25, 26, 36, 40, 51, 53, 54, 62, 64, 69, 74, 75, 88, 91

Consulta Pública

UGA	Política Ambiental	Lineamiento	Objetivo	Criterios de regulación
		recursos forestales maderables y no maderables de la región	02. Promover la creación de microindustrias locales para darle valor agregado a la materia prima que se genera en la región	17, 36, 52, 54, 72, 97
			03. Fomentar el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (maderables y no maderables).	2, 13, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 28, 29, 34, 35, 37, 38, 39, 43, 50, 51, 53, 54, 56, 60, 62, 64, 69, 71, 74, 75, 81, 88, 91, 94

A continuación, se describen los criterios de regulación ecológica aplicables a cada Unidad de Gestión Ambiental (UGA), así como su vinculación con el proyecto.

Tabla 4. Criterios aplicables de la Región de la Cuenca de Burgos.

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
Agua		
1	Promover la captación, tratamiento y monitoreo de aguas residuales (urbanas e industriales)	No se vincula directamente a las actividades principales del proyecto. Cabe mencionar que, durante las diferentes etapas del proyecto, se generarán aguas residuales, por lo cual se instalarán sanitarios portátiles y se contratarán empresas acreditadas para su manejo, traslado y disposición final, contribuyendo al cumplimiento de la normatividad ambiental.
2	Promover la construcción de sistemas de captación de agua	No aplica debido a la naturaleza del proyecto.
3	Promover la conservación de la vegetación natural y acciones de conservación de suelos en zonas de recarga, barrancas y cañadas.	El proyecto implementará medidas preventivas para conservar la vegetación natural y minimizar la alteración del suelo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Las obras se desarrollarán dentro de las áreas autorizadas, limitando el desmonte a la superficie estrictamente necesaria e incorporando medidas de control de erosión y restauración de las áreas intervenidas.
5	Promover el cambio de sistemas de riego tradicionales a riego presurizado.	No aplica debido a la naturaleza del proyecto, que es la construcción de un Parque Eólico.

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
6	Promover el mantenimiento del caudal ambiental en los principales ríos de la región.	El proyecto implementará medidas de prevención para evitar el arrastre de sedimentos, residuos o sustancias contaminantes hacia los cuerpos de agua. Con ello se contribuye a mantener las condiciones hidrológicas y la calidad del agua.
7	Promover la modernización y tecnificación de los Distritos de Riego regionales y los sistemas de distribución del agua.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
8	Promover la utilización de técnicas para el drenaje parcelario (surcos en contorno, represas filtrantes, diques u ollas parcelarias).	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
9	Promover acciones para el mejoramiento de la cobertura vegetal y para la conservación de los suelos, con el objeto de evitar la sedimentación en los principales cuerpos de agua (laguna madre y grandes presas).	El proyecto implementará las medidas necesarias para minimizar la perdida de suelo y prevenir el arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua cercanos.
10	Controlar el crecimiento urbano, pecuario e industrial en función de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, manteniendo los caudales ambientales	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
11	Impulsar el mantenimiento de las redes de distribución de agua.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
12	Promover la reutilización de las aguas tratadas	No es aplicable a las actividades del proyecto. Sin embargo, es importante mencionar que las aguas residuales generadas durante las etapas del proyecto tendrán un manejo adecuado mediante empresas acreditadas.
13	Evitar los procesos de contaminación del agua superficial y subterránea, producto de las actividades productivas	
14	Promover que en el otorgamiento de las concesiones de agua se consideren los escenarios de cambio climático	
15	Promover el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización.	
Suelos		
16	Promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación.	El proyecto implementará medidas orientadas a prevenir y mitigar las afectaciones al suelo, favoreciendo su conservación.

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
17	Mitigar los procesos de contaminación de los suelos, producto de las actividades productivas.	
18	Promover el manejo sustentable del suelo agrícola con prácticas de conservación agronómicas, tales como la labranza mínima o de conservación, incorporación de abonos verdes y rastrojos, rotación de cultivos, entre otros.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
19	Promover el uso de abonos orgánicos en áreas agrícolas.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
20	Prevenir la erosión eólica a través de la estabilización de los suelos con cobertura vegetal y el establecimiento de cortinas rompe vientos.	El proyecto se vincula con este criterio cada vez que implementa medidas para el control de la erosión eólica, incluyendo la conservación y restauración de la cobertura vegetal en las áreas intervenidas durante las etapas del proyecto, con el fin de favorecer la estabilidad del suelo y reducir su perdida.
22	Impulsar el manejo sustentable del suelo pecuario mediante el cumplimiento de los coeficientes de agostadero.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
23	Promover que las áreas verdes urbanas se establezcan sobre suelos con una calidad adecuada.	
24	En la realización de actividades de aprovechamientos forestales, se deberá evitar la erosión o degradación del suelo, para lo cual dichas actividades se realizaran de manera tal que mantenga su integridad, su capacidad productiva forestal, y que no se comprometa su biodiversidad y los servicios ambientales que presta, para hacerlo consistente con los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola a que se refiere el Artículo 33, fracciones V y VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	El proyecto es congruente cada vez que, se limitará el cambio de uso de suelo a la superficie autorizada para el desarrollo de las obras. Asimismo, se implementarán medidas de prevención, mitigación para minimizar la erosión y la degradación del suelo.

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
25	El aprovechamiento de tierra de monte debe hacerse de manera que se mantenga la integridad física y la capacidad productiva del suelo, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.	Durante la fase de preparación del sitio se realizará el resguardo de la capa fértil con la finalidad de que sea utilizada en las actividades de restauración y compensación propuestas.
26	Crear y/o fortalecer los centros de compostaje municipal.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
27	Promover el establecimiento y mantenimiento de áreas verdes en zonas urbanas (entre 9 y 16 m2/habitante).	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
Cobertura Vegetal		
28	Promover la conservación de espacios con vegetación forestal en las zonas de aprovechamiento productivo.	El proyecto es congruente cada vez que se limitará el cambio de uso se suelo en superficie autorizada.
29	Fortalecer y extender los programas que inciden sobre el control de incendios, plagas y enfermedades	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
30	Impulsar la restauración de las áreas afectadas por las explotaciones industriales, mineras, y otras que provoquen la degradación de los suelos y de la cobertura vegetal	
31	Mantener y extender las áreas de pastizales nativos o endémicos.	
32	Privilegiar la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos.	
33	En aquellas zonas colindantes a las áreas naturales protegidas de competencia federal, o que se determinen como zonas de influencia de las mismas en los programas de manejo respectivos, privilegiar actividades compatibles con la zonificación y subzonificación de dichas Areas Naturales Protegidas.	El área del proyecto no se encuentra dentro ni colinda con ningún Área Natural Protegida.
34	Fomentar la conservación del matorral espinoso tamaulipeco, de los mezquitales y el matorral submontano	El proyecto es congruente cada vez que se limitará el cambio de uso se suelo en superficie autorizada. Además, dentro de sus medidas de compensación se propone el Programa de Reforestación.

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
35	Promover la conectividad entre parches de vegetación para establecer corredores biológicos que faciliten la movilización y dispersión de la vida silvestre.	Dentro de las medidas de prevención y mitigación se presentan programas correspondientes para el manejo de flora silvestre y reforestación, mismos que favorecerán los corredores biológicos en áreas degradadas.
36	Promover que la producción de carbón vegetal utilice madera proveniente de plantaciones forestales.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico
37	Promover la reforestación con especies nativas y con obras de conservación de suelos.	El proyecto como parte de sus medidas de compensación, implementará un Programa de Reforestación.
38	Promover la reforestación con especies adecuadas para la recuperación de las zonas riparías.	El área del proyecto no se encuentra en zonas riparia
39	Promover que la reforestación considere los escenarios de cambio climático.	El criterio será considerado en la planeación del Programa de Reforestación.
40	Considerar métodos de cosecha de especies no maderables, que garanticen la permanencia de sus poblaciones.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico
41	Fortalecer los esquemas de seguimiento y vigilancia a las medidas de mitigación marcadas en los estudios de impacto ambiental (medidas de manejo, de prevención, minimización, de compensación y de rehabilitación).	El proyecto cumple cada vez que implementará un Programa de Vigilancia Ambiental durante la ejecución de las actividades.
Fauna		
43	Recuperar las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos.	No es aplicable a las actividades del proyecto toda vez que el proyecto corresponde a la construcción de un Parque Eólico.
Monitoreo, inspección y vigilancia		
45	Generar sistemas de información que permitan la prevención de riesgos meteorológicos, geológicos y antropogénicos.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
46	Fortalecer y contribuir al Sistema Nacional de información sobre Cantidad, Calidad, Usos y Conservación del Agua (SINA).	

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
47	Fortalecer el Sistema Nacional de información de la Calidad del Aire (SINAICA).	
48	Promover la creación de un sistema que permita monitorear los impactos de las actividades turísticas y recreativas en Areas Naturales Protegidas.	
Alternativas económicas y productivas		
50	Fomentar la integración de las actividades productivas en cadenas sistema-producto a nivel municipal y regional. Las actividades que pretendan realizarse dentro de las áreas naturales protegidas de competencia federal se regirán por lo dispuesto en la declaratoria respectiva y en el Programa de Manejo de cada área.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
51	Impulsar la creación de sistemas silvo-pastoriles con el uso de leguminosas forrajeras, de preferencia nativas de la región.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
52	Promover la reconversión de áreas con baja aptitud hacia el uso de suelo dominante determinado en la UGA.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
53	Incentivar la agricultura orgánica	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
54	Promover el establecimiento de bancos de germoplasma forestal.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
55	Mejorar el manejo piscícola apoyando la realización de estudios biológico-pesqueros y económicos	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
56	Promover la creación de Unidades para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la vida silvestre (UMA)	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
58	Fomentar el establecimiento de viveros de especies nativas en las áreas agrícolas de aptitud baja como complemento a la economía local y regional.	No es aplicable a las actividades del proyecto el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
59	Diversificar la producción ganadera incluyendo el ecoturismo y la actividad cinegética, mediante el establecimiento de UMA's.	No es aplicable a las actividades del proyecto el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
60	Fomentar la identificación, evaluación y promoción de tecnologías tradicionales adecuadas a las condiciones socio-ambientales actuales	No es aplicable a las actividades del proyecto el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
61	Emplear únicamente agroquímicos permitidos por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Toxicas (CICOPLAFEST).	No es aplicable a las actividades del proyecto el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
62	Minimizar el impacto de las actividades productivas sobre los ecosistemas frágiles de la región (MET, etc.).	No es aplicable a las actividades del proyecto el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
63	Promover la utilización de especies nativas en la restauración de caminos y áreas perimetrales a las instalaciones de las actividades extractivas.	Se consideran las especies nativas de la región en el Programa de Reforestación.
64	Promover el manejo adecuado de residuos sólidos mediante la construcción de rellenos sanitarios y otras tecnologías idóneas	El proyecto contempla un Programa de manejo integral de residuos a través de empresas acreditadas encargadas de llevar a cabo la recolección, traslado y disposición final de los residuos generados en sus diferentes etapas.
65	Impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías para evitar la dispersión de polvos provenientes de las actividades de extracción.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
67	Promover la participación de las comunidades y de los pueblos indígenas en el uso, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en los territorios que les pertenezcan, considerando su conocimiento tradicional en dichas actividades.	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
Capacitación y educación ambiental		
68	Capacitar a los productores en producción acuícola integral.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
69	Promover la capacitación de los productores locales para el establecimiento de plantaciones forestales.	No es vinculante. Sin embargo, se impartirán capacitaciones en materia ambiental al personal involucrado en las distintas etapas del proyecto.
70	Implementar programas de capacitación y comercialización de los productos del sector.	
71	Capacitar sobre el uso y manejo del hábitat y agostaderos para actividades cinegéticas.	
72	Promover la difusión de información sobre el impacto de la introducción de especies exóticas en los ecosistemas de la región.	El proyecto implementará un Programa de Educación Ambiental dirigido a las comunidades locales y al sector educativo.
73	Capacitar en materia ambiental a los municipios.	
74	Realizar programas de educación ambiental para uso adecuado de sitios ecoturísticos.	No es aplicable, debido a que el proyecto no está considerado un sitio ecoturístico.
Desarrollo técnico e investigación		
75	Identificar los cultivos básicos genéticamente modificados y realizar control y monitoreo de su siembra y producción.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
76	Identificación y difusión de las prácticas adecuadas para la restauración de los sitios degradados.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
77	Elaboración de estudios que fundamenten la incorporación de sitios prioritarios para la conservación/protección como ANP.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
78	Identificación de los servicios ambientales que ofrecen los distintos ecosistemas y su valoración económica para impulsar programas de pago locales y regionales.	El proyecto es compatible, ya que incorpora estudios de caracterización ambiental que permiten identificar las condiciones del área de estudio y evalúa los posibles impactos sobre los factores bióticos y abióticos. Contempla las medidas de prevención, mitigación y compensación de las áreas intervenidas.
79	Elaboración de estudios que actualicen y afinen los coeficientes de agostadero, considerando alternativas de diversificación.	
81	Elaboración de proyectos específicos de recuperación de suelos de acuerdo al nivel y tipo de afectación.	

Consulta Pública

Número	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
82	Promover la elaboración de estudios técnicos que determinen las causas ambientales y sociales de la degradación de los suelos en la región.	
83	Elaborar escenarios y sus impactos de cambio climático en la región.	
Financiamiento		
84	Fomentar esquemas o mecanismos de pago local o regional por servicios ambientales de los ecosistemas.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
85	Impulsar la realización de estudios sobre la ecología de las poblaciones y de diversidad de especies de fauna silvestre.	El proyecto presenta estudios y programas de monitoreo de fauna durante sus distintas etapas, con el fin de evaluar las poblaciones de fauna silvestre presentes y verificar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación implementadas
86	Elaboración de un inventario sobre la generación y descargas de residuos.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
87	Determinar la capacidad de carga de los ecosistemas para las actividades productivas que se realicen en la región.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
88	Impulsar programas de apoyo a proyectos de restauración de ecosistemas.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
89	Promover el pago de servicios ambientales a los propietarios de terrenos con ecosistemas forestales.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
90	Crear programas de apoyo para incentivar la actividad cinegética y de conservación de la biodiversidad.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.
91	Apoyar económica y técnicamente la reconversión agrícola.	No es aplicable a las actividades del proyecto, el cual consiste en la construcción de un Parque Eólico.

Consulta Pública

II.1.3 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos y/o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030	Eje general 4. Desarrollo Sustentable Objetivo 4.1: Fortalecer la seguridad y la soberanía energética, promoviendo la autosuficiencia con un enfoque sustentable que garantice el acceso equitativo a la energía y reduzca la dependencia del exterior. Estrategia 4.1.1 Impulsar la innovación y la formación de talento especializado para fortalecer el sector energético con tecnología de vanguardia.	El proyecto es congruente con este objetivo y estrategia al promover la generación de energía eólica, contribuyendo al desarrollo sustentable del sector energético.
Plan Estatal de Desarrollo de Tamaulipas 2023 – 2028	Eje Transversal: Desarrollo Sostenible Objetivo DS3. Prosperidad Objetivo: Contribuir a una vida próspera en plena armonía con la naturaleza Indicadores: • **Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía** • Proporción de empleo informal en el sector no agrícola • ……	El proyecto se vincula con el objetivo de contribuir a una vida próspera en armonía con la naturaleza, al fomentar la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable y limpia
	Eje General 3. Progreso Económico Inclusivo y Sostenible Marco Estratégico: Generación de Energía Estrategia **E3.1.1.5** Promover el uso y la **generación de energías renovables** en el estado, impulsando la participación de las zonas rurales y alineando estos esfuerzos con los compromisos internacionales de México para	Es congruente con la naturaleza del proyecto, al ser un Parque Eólico, contribuye a la generación de energías renovables

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	mitigar el cambio climático, en beneficio de la población tamaulipeca.	
Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Méndez	Principales Acciones que promueve el plan: • Promueve el aprovechamiento racional, la conservación y restauración de los recursos naturales, así como el equilibrio ecológico del Municipio. • Propiciar la Modernización y conservación de los servicios e infraestructura para fortalecer la operación del Programa Cuenca de Burgos • Facilita la aplicación de instrumentos que ayuden a lograr el **Desarrollo Sustentable** • Impulso a las actividades económicas que tienen mayor influencia en la modificación del papel regional y la conformación de la estructura urbana y los usos del suelo.	El proyecto es congruente con las principales acciones del Plan de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, al aprovechar una fuente de energía renovable para la generación de electricidad, contribuyendo al desarrollo sustentable y al fortalecimiento de la infraestructura energética regional, mediante un uso adecuado del territorio y bajo criterios de protección y conservación ambiental.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 (Méndez)	**Estrategia social** **Objetivo:** […] Lograr un desarrollo sustentable, basado en el potencial de las comunidades y los recursos humanos y naturales, para que nuestro municipio avance y se desarrolle, sin poner en peligro el equilibrio de nuestra ecología. **Estrategias específicas y Líneas de acción.** **Recursos Naturales y Medio Ambiente.** Cuidar nuestro entorno ecológico, es un objetivo primordial para la presente Administración Pública Municipal, para ello cuidaremos que cada proyecto u obra que se realice en el municipio no afecte ni en el corto, ni en el largo plazo, nuestro medio ambiente.	El proyecto es congruente con el Plan de Desarrollo, al promover el desarrollo sustentable mediante el aprovechamiento de una fuente de energía renovable, procurando minimizar los impactos ambientales asociados a su ejecución y operación. Se contemplan medidas de prevención y mitigación orientadas a proteger los recursos naturales y mantener el equilibrio ecológico del municipio.

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
Programa Sectorial de Energía 2025-2030	**Objetivo 2:** Impulsar proyectos estratégicos de energías renovables, el fomento a la eficiencia energética, y la innovación tecnológica para mitigar el impacto ambiental y reducir la dependencia de combustibles fósiles, priorizando regiones y sectores históricamente marginados ***Estrategia prioritaria 2.1.*** Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental. ***Línea de acción 2.1.3:*** Realizar proyectos de generación con energías renovables intermitentes, incorporando criterios de confiabilidad.	El proyecto es congruente al contemplar la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, considerado una fuente renovable de generación intermitente. Asimismo, contribuye al impulso y aprovechamiento de fuentes de energía renovable.
Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico 2025-2039	**Alcances**: Impulso a energías renovables. **Participación de energías limpias** Con el objetivo de cumplir la Contribución Determinada a Nivel Nacional a la que México se comprometió en el marco del Acuerdo de París, el país cuenta con medidas en tres grandes líneas de acción: **a) la integración de energía limpia en la generación eléctrica,** b) la sustitución de combustibles de alto contenido de carbono por gas natural en centrales de alta eficiencia, y c) la reducción de las pérdidas técnicas de la red eléctrica; para reducir la emisión de GEI 35% en 2030, con respecto a su línea base.	El proyecto presenta una vinculación directa con el Plan de Desarrollo del Sector Eléctrico, al contemplar la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico. Contribuye al fortalecimiento de la participación de fuentes limpias en la generación eléctrica, siendo congruente con las acciones nacionales orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de la generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables.
	Evaluación de los impactos sociales de los proyectos del sector eléctrico La Manifestación de Impacto Social en el Sector Energético y sus planes de gestión social buscan garantizar que cada nuevo proyecto de electricidad que se desarrolle en	Se cuenta con el proceso de elaboración la Manifestación de Impacto Social en el Sector Energético (MISSE) conforme a la regulación mexicana aplicable, como parte del procedimiento para

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	el país se traduzca en bienestar tangible para las comunidades. La MISSE, bajo el nuevo marco legal, tiene el carácter de **autorización**, establece obligaciones claras de reporte y seguimiento, habilita la verificación y consolida la participación efectiva de las comunidades. Con ello, se brinda certeza a todas las partes y se asegura que los beneficios lleguen a quienes más lo necesitan.	obtener la **autorización correspondiente**. En general se espera que la población desea participar en sinergia con este tipo de proyectos renovables. Una vez recibida la respuesta oficial de la dependencia, se acatarán las recomendaciones indicadas por la autoridad.

II.1.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
NOM-001 SEMARNAT-2021	La norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, con el fin de proteger, conservar y mejorar la calidad de las aguas y bienes nacionales. Es de observancia obligatoria para los responsables de las descargas de aguas residuales en cualquier tipo de cuerpo receptor propiedad de la nación.	No se tiene previsto la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua propiedades de la nación. Las aguas sanitarias serán manejadas por medios de letrinas portátiles y su recolección, traslado y disposición final se llevará a cabo por medio de empresas acreditadas.
NOM-041 SEMARNAT-2006.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, Oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono; y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos. Esta es de observancia obligatoria para el	Se cumplirá con lo establecido en la NOM cada vez que se realice el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y vehículos que se utilicen durante el proyecto.

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	propietario o legal poseedor, de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.	
NOM-045-SEMARNAT-2017.	La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones de escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.	Las emisiones contaminantes que puedan ser generadas por el manejo de vehículos que operen con diésel, serán controladas al darles mantenimiento preventivo y continuo a todos los vehículos utilizados.
NOM-080-SEMARNAT 1994.	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	El proyecto se vincula con esta Norma mediante el control y monitoreo de las emisiones de ruido generadas durante sus distintas etapas, verificando que no se excedan los límites máximos permisibles establecidos para fuentes fijas.
NOM-081-SEMARNAT 1994.	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente	
NOM-052-SEMARNAT 2005.	Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	Los residuos peligrosos que se generen durante la implementación del proyecto serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de la normatividad correspondiente y del Reglamento de la LGPGIR en materia de Residuos Peligrosos.
NOM-054 SEMARNAT-1993.	Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
	residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Se gestionará la disposición final de los RP, que serán tratados por empresas autorizadas oficialmente con quienes se establecerá contacto.
NOM-059-SEMARNAT 2010 y Modificación del Anexo Normativo III.	Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.	Es vinculante cada vez que se realicen recorridos en las áreas de afectación del proyecto para localizar especies de flora y fauna que se encuentren bajo algún régimen de protección con el fin de ejecutar su rescate y reubicación en sitios libres de afectación
NOM-002-STPS-2010	Establece los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	En la etapa constructiva, se considerará cumplir con las normas cada vez que, se tiene previsto el reducir riesgos durante las diferentes etapas del proyecto, con la implementación de medidas de seguridad y salud en el trabajo. Para ello, se dispondrá de equipo para la prevención y atención de incendios, equipo de protección personal, dispositivos de seguridad y procedimientos de trabajo seguro, además de proporcionar capacitación continua al personal sobre los riesgos laborales. Las actividades se llevarán a cabo por personal competente y conforme a las especificaciones
NOM-009-STPS-2011.	Establecer los requerimientos mínimos de seguridad para la prevención de riesgos laborales por la realización de trabajos en altura.	
NOM-011-STPS-2001.	Establecer las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición	

Consulta Pública

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de cómo el Proyecto se ajustará al instrumento)
NOM-017-STPS-2024.	Establecer los requisitos mínimos para la selección, uso y manejo del equipo de protección personal que se proporcione a las personas trabajadoras para protegerlas de los factores de riesgo, agentes o contaminantes del ambiente laboral, a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.	técnicas y a la normatividad aplicable, garantizando la ejecución segura de los trabajos y la protección tanto de los trabajadores como de la infraestructura del proyecto.
NOM-029-STPS-2011.	Establecer las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.	
NOM-031-STPS-2011	Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, a efecto de prevenir los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en ellas	

II.2 LOCALIDAD(ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LAS QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O SU ZONA DE INFLUENCIA

De acuerdo con la revisión de la información publicada por el **Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI)**, se identificaron diferencias derivadas de la temporalidad, objeto y metodología de los instrumentos disponibles. El **Catálogo de Localidades Indígenas 2020**, elaborado con información del Censo de Población y Vivienda 2020, identifica dentro del Área de Influencia considerada para el presente estudio tres localidades clasificadas conforme a los criterios demográficos utilizados para la identificación y cuantificación de población indígena correspondiente a María Carolina, Las Palmas y La Loma bajo la Categoría A (Proporción ≥ 40%: 34,263 localidades donde el 40% o más de los habitantes son indígenas).

No obstante, dicha clasificación corresponde a la presencia y concentración de población indígena registrada en las localidades conforme a la metodología utilizada en 2020, por lo que su inclusión en dicha base de datos no implica, por sí misma, su reconocimiento como una comunidad indígena dentro del actual **Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas**.

Consulta Pública

Cabe señalar que, las localidades mencionadas se localizan fuera del área destinada a las obras y actividades del proyecto, por lo que no se prevé la generación de impactos directos sobre la población indígena.

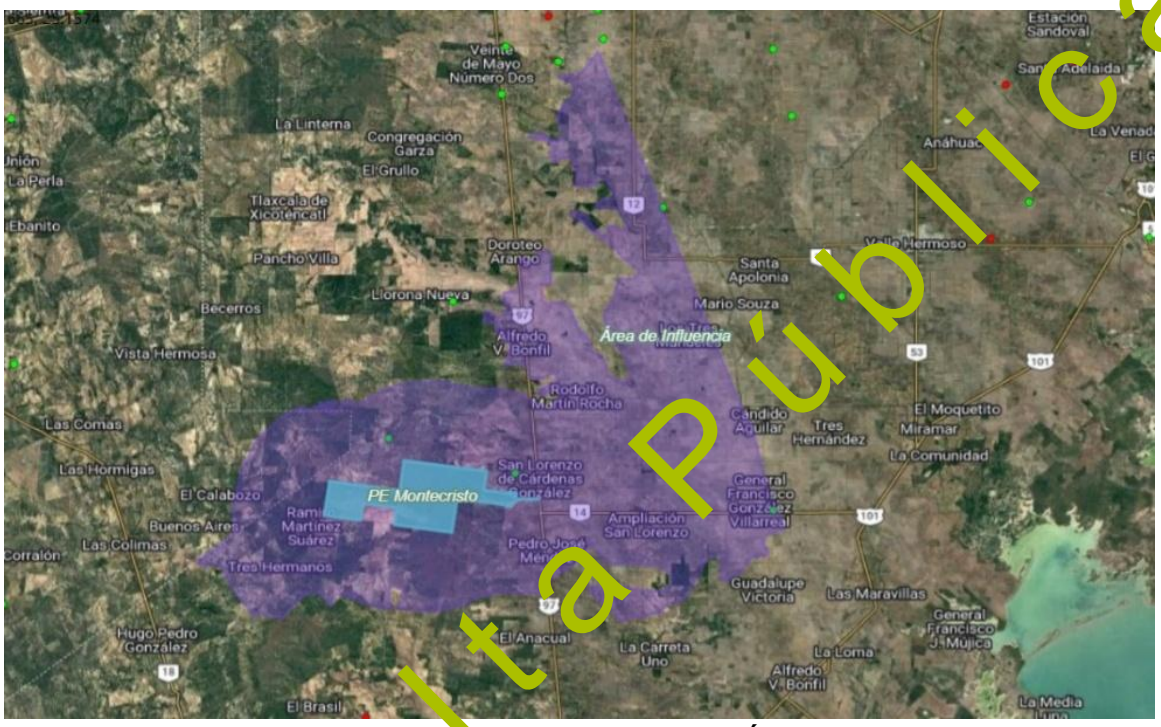


Figura 3. Localidades indígenas (2020) en el Área de Influencia.

Con la finalidad de complementar y actualizar el análisis, se realizó la consulta del **Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del INPI**, con actualización al 29 de junio de 2026, sin identificarse registros de comunidades indígenas para el área analizada. Asimismo, se consultó el **Atlas de los Pueblos Indígenas de México**, considerando que este instrumento presenta información sobre población indígena residente y la distribución de los pueblos indígenas.

En consecuencia, el único registro identificado mediante la cartografía de 2020 se mantiene como **antecedente demográfico y territorial** dentro del análisis del presente estudio; sin embargo, con base en la consulta del Catálogo Nacional vigente, no se identificaron comunidades indígenas actualmente registradas dentro del área analizada. Esta diferenciación permite mantener la trazabilidad de la información histórica sin equiparar la presencia de población indígena registrada en 2020 con el reconocimiento actual de una comunidad indígena.

Consulta Pública



Figura 4. Consulta Catalogo Nacional de Pueblos y comunidades indígenas y Afromexicanas

Fuente: https://catalogo.inpi.gob.mx/cedulas/

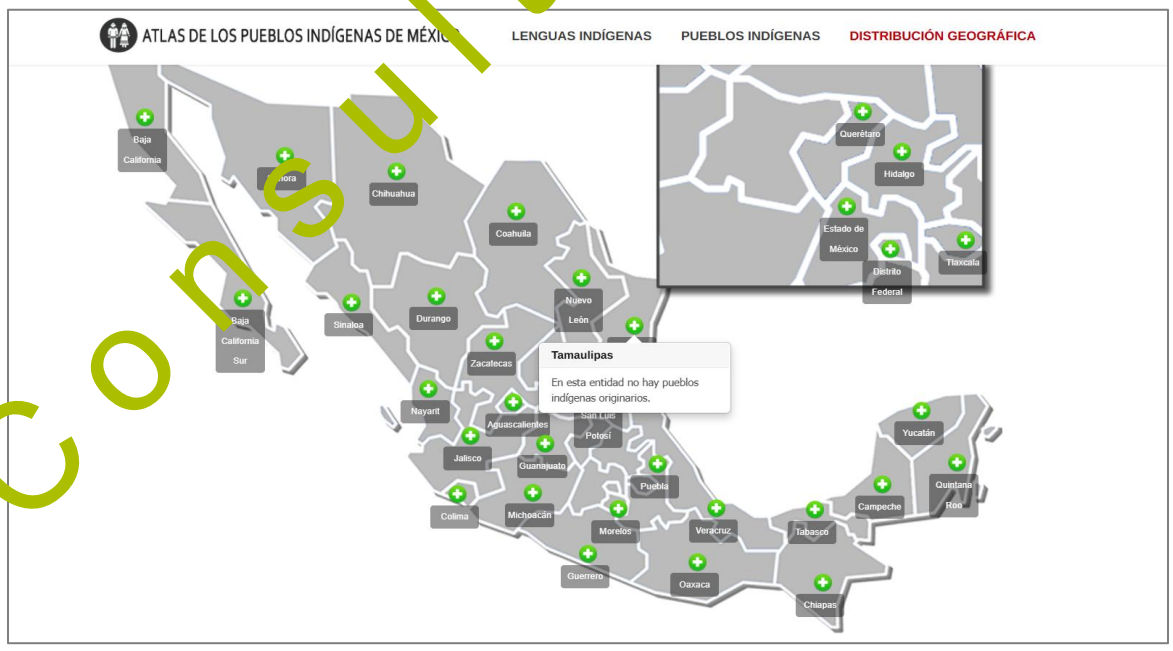


Figura 5. Atlas de los pueblos indígenas de México

Fuente: Atlas INPI https://atlas.inpi.gob.mx/distribucion-por-entidad-federativa/2026

Consulta Pública

II.3 EVALUAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO ANTE RIESGOS GEOLÓGICOS Y METEOROLÓGICOS EXTREMOS, QUE PUDIERAN REPRESENTAR UNA AMENAZA PARA LA INTEGRIDAD FÍSICA DE LAS INSTALACIONES QUE RESULTEN EN IMPACTOS AMBIENTALES NO PREVISTOS.

RIESGOS GEOLÓGICOS

Presencia de fallas y fracturamientos

Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre donde ha ocurrido un desplazamiento relativo entre los bloques que la conforman. Estas estructuras se originan debido a esfuerzos tectónicos que generan tensiones en la litosfera, provocando el movimiento de las rocas a lo largo de un plano de falla, que es la superficie sobre la cual ocurre el desplazamiento.

Existen varios tipos de fallas según la dirección del movimiento de los bloques:

Tabla 5. Tipos de fallas

Tipos de fallas según la dirección del movimiento de los bloques	
Tipo	**Descripción**
Falla normal (directa o de gravedad)	Se produce cuando el bloque superior se desplaza hacia abajo en relación con el bloque inferior. Esto ocurre debido a esfuerzos de tensión que estiran la corteza terrestre, generando un buzamiento del plano de falla hacia el lado hundido. Es común en regiones donde la litosfera se está extendiendo, como en los límites divergentes de placas tectónicas.
Falla inversa	En este caso, el bloque superior se desplaza hacia arriba con respecto al bloque inferior. Se forma como resultado de esfuerzos compresivos, que generan el acortamiento y engrosamiento de la corteza terrestre. Estas fallas son frecuentes en zonas de colisión de placas tectónicas, como en los sistemas montañosos.
Falla lateral o de rumbo	Se caracteriza por un desplazamiento horizontal de los bloques en direcciones opuestas, sin un cambio significativo en la altitud. Este tipo de falla ocurre debido a esfuerzos de cizalla y es común en límites de placas transformantes, como la Falla de San Andrés en California.
Falla rotacional	Se presenta cuando los bloques experimentan un movimiento de rotación en torno a un eje, lo que puede generar estructuras geológicas complejas.

Es importante diferenciar una falla de una fractura, ya que, en esta última, aunque existe una ruptura en la corteza terrestre, no ocurre un desplazamiento entre los bloques. El estudio de fallas geológicas es fundamental en geología estructural, ya que su actividad puede influir en la formación del relieve, la sismicidad y la estabilidad del terreno, aspectos clave para la evaluación de riesgos y la planificación de proyectos de infraestructura.
No se han registrado fallas o fracturas en el RE, AI y AP.

Laderas

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el mapa de susceptibilidad de laderas basado en la inestabilidad del terreno muestra que la región presenta una ligera variabilidad en su estabilidad. Predominan zonas de muy bajo riesgo, más existen áreas puntuales con alta susceptibilidad que requieren una evaluación detallada antes de realizar cualquier obra.

Consulta Pública

Tabla 6. Indicadores de susceptibilidad de laderas

	Verde (Bajo y Muy bajo): Áreas estables con baja probabilidad de deslizamientos.
	Amarillo (Medio): Regiones con ligera susceptibilidad a deslizamientos, usualmente con pendientes suaves y rocas compactas.
	Naranja (Alto): Zonas con riesgo moderado de deslizamiento, generalmente con suelos menos consolidados y mayor pendiente.
	Rojo (Muy alto): Áreas con alta inestabilidad y alto riesgo de deslizamientos, generalmente asociadas a pendientes pronunciadas, suelos sueltos o alteraciones naturales y humanas.

Para la Región ecológica, el mapa es predominante en áreas de muy baja susceptibilidad a laderas, indicando áreas estables en la mayoría de su extensión, no obstante, se identifican zonas en naranja hacia el sur y oeste del mapa, que son áreas montañosas o de cambios bruscos topográficos, haciendo que su susceptibilidad sea de índice alto. Dentro de estas zonas se encuentran puntos rojos, indicando un índice muy alto. En el Área de influencia y Área de proyecto, el área es predominantemente de índice muy bajo, con áreas puntuales aisladas de índice alto



Figura 6. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020)

Sismos

Según la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en su Regionalización sísmica para la República Mexicana (2015), la región se divide en cuatro zonas sísmicas:

Tabla 7. Zonas sísmicas de la República Mexicana

Zonas sísmicas de la República Mexicana (Fuente: CFE,2015)	
Zona	**Descripción**
A	(Bajo) Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores
B	(Medio) Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo

Consulta Pública

C	(Alto) Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
D	(Muy alto) Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad

En la RE, AI y AP, todas las áreas se encuentran dentro de la zona A, donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.

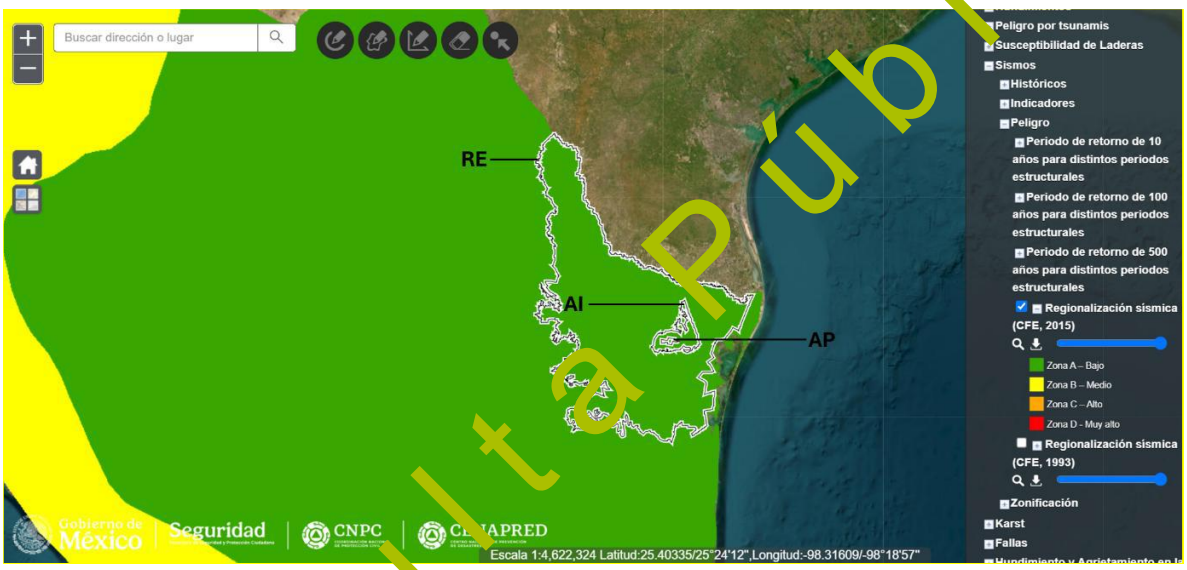


Figura 7. Regionalización sísmica (CFE,2015)

<u>Inundación</u>

Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en el Mapa de Puntos Críticos de Inundación (2024), en la Región Ecológica (RE) se encuentran siete puntos críticos de inundación distribuidos en el área, uno en el norte, uno en el este, tres puntos de lado sureste, y dos del lado suroeste. Del lado oeste del RE, justo por fuera de la delimitación se encuentran 14 puntos aglomerados, que bien no se encuentran dentro del RE, puede llegar a afectarlo indirectamente.

Consulta Pública



Figura 8. Puntos críticos de inundación (CONAGUA-CENAPRED, 2024)

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en su Índice de Vulnerabilidad de Inundación (2017), la RE se encuentra predominantemente en amarillo, donde indica un índice medio de vulnerabilidad, con áreas de índice alto hacia el noreste y sureste. En la AI, se encuentran zonas con índice alto hacia el noreste, el resto del área permanece en índice medio. Finalmente, para el AP, toda el área se encuentra en rojo, indicando un índice alto de vulnerabilidad de inundación.

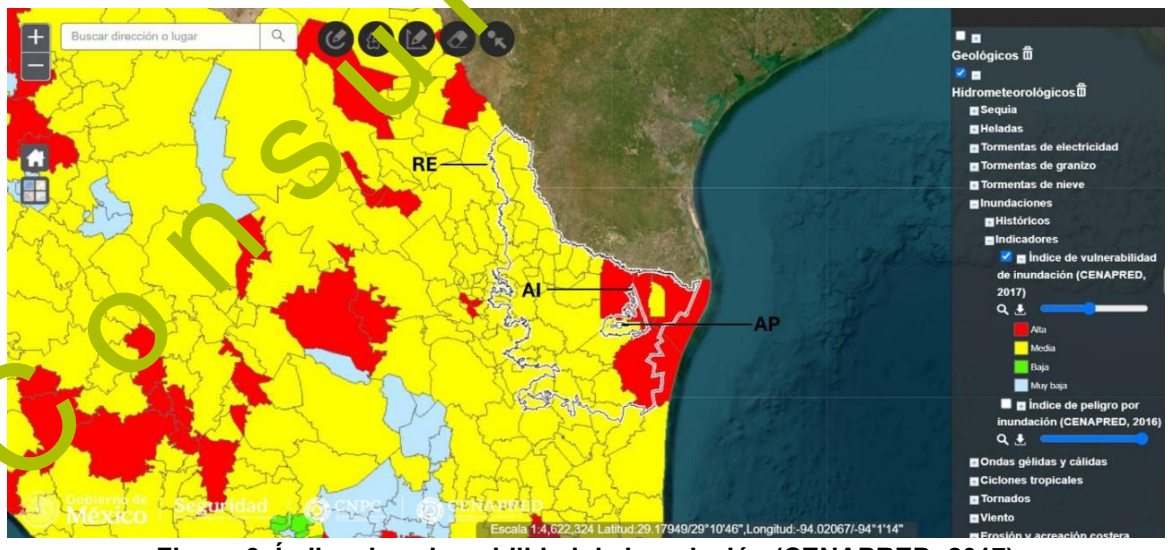


Figura 9. Índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED, 2017)

Consulta Pública

RIESGOS METEOROLÓGICOS

El **Parque Eólico Montecristo** se localiza en el norte del estado de Tamaulipas, región que se encuentra influenciada por diversos fenómenos meteorológicos característicos del Golfo de México y del noreste del país. Entre los principales eventos climatológicos que pueden presentarse destacan los ciclones tropicales, los frentes fríos o eventos de "Norte", las tormentas eléctricas, los periodos prolongados de sequía y, de manera ocasional, la ocurrencia de granizadas y ondas de calor.

Estos fenómenos forman parte de la dinámica atmosférica natural de la región y representan factores que deben considerarse durante la planeación, construcción y operación del proyecto, debido a que pueden modificar temporalmente las condiciones de trabajo, incrementar la erosión superficial o afectar la estabilidad temporal de algunas obras durante eventos extremos.

En general, la trayectoria y el comportamiento de los ciclones tropicales varían a lo largo de la temporada debido a factores atmosféricos y oceánicos. Sin embargo, el análisis de sus patrones históricos permite identificar las regiones con mayor vulnerabilidad en cada fase, lo que es clave para la planificación de medidas de prevención y mitigación de desastres.

Con base en las capas de información del Centro Nacional de Prevención de Desastres y Atlas de Riegos de la República Mexicana (CENAPRED) se obtuvo información para el RE, Ai y Ap, sobre el riesgo por ciclones tropicales, caída de granizo, nevadas y tormentas eléctricas

Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales que afectan al estado de Tamaulipas se desarrollan en la cuenca del océano Atlántico, el mar Caribe y el Golfo de México. La temporada oficial de ciclones comprende del 1 de junio al 30 de noviembre, concentrándose la mayor actividad entre los meses de agosto y octubre, cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas favorecen la formación e intensificación de estos sistemas.

Aunque el proyecto no se localiza sobre la zona costera, los ciclones tropicales que ingresan al Golfo de México pueden ocasionar efectos indirectos en el área de estudio, tales como precipitaciones extraordinarias, incremento temporal en la velocidad del viento, saturación de los suelos y escurrimientos superficiales de mayor intensidad. Dependiendo de la trayectoria y magnitud del sistema, estas condiciones pueden ocasionar interrupciones temporales en las actividades de construcción o mantenimiento y aumentar el potencial de erosión en áreas con suelo expuesto.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos sostenidos y la presión atmosférica registrada en su centro. De manera general, estos sistemas evolucionan desde una perturbación tropical hasta una depresión tropical, posteriormente una tormenta tropical y, cuando la velocidad de sus vientos supera los 119 km/h, son clasificados como huracanes de acuerdo con la escala Saffir-Simpson.

Consulta Pública

Tabla 8. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central	Vientos km/h
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	—
Depresión tropical	1004. a 1008	<62
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250
Huracán categoría 5	<920	>250

Fuente: CENAPRED e IMTA. 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en su capa de Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales a nivel municipal (1949-2020), el RE cuenta con un índice muy alto en los estados costeros, pasando a alto y medio en los estados adyacentes, y en el resto de las áreas es predominantemente bajo con un área de muy bajo. En el AI, es predominantemente de índice medio con un área de índice alto al sureste, mientras que el AP es de índice medio.

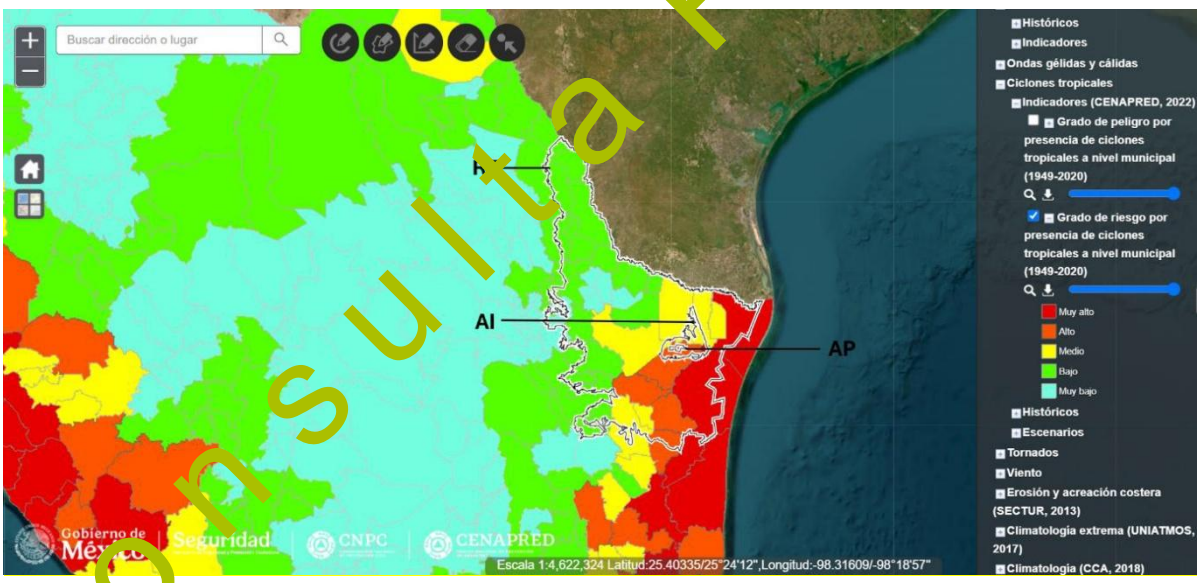


Figura 10. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales (CENAPRED,2022)

Con la finalidad de conocer la incidencia histórica de ciclones tropicales sobre el área del proyecto, se consultó la base de datos Historical Hurricane Tracks, desarrollada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Para ello se utilizó como punto de referencia el centro aproximado del Área del Proyecto (25.399347° N, -98.340585° O) y se estableció un radio de búsqueda de 50 km, considerando todos los registros históricos disponibles y todas las categorías de ciclones tropicales.

Como resultado se identificaron 17 eventos que han transitado dentro del área de análisis.

Consulta Pública

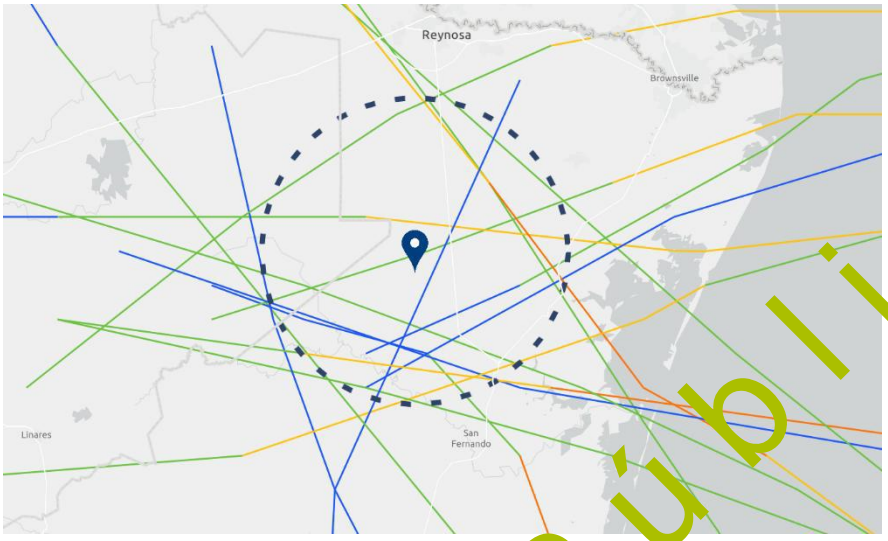


Figura 11. Trayectoria histórica de ciclones tropicales registrados en el AP.

Categorías: H5, H4, H3, H2, H1, TS, TD, ET.
Meses: Todos
Años: Todos
El Niño Oscilación sureste
Presión mínima: 1030
Distancia (Buffer): 50
Unidad: Kilómetros

Tabla 9. Historial de ciclones tropicales registrados dentro de un radio de 50 km del AP.

Nombre del ciclón	Periodo	Velocidad máxima (kt)	Presión mínima (mb)	Categoría máxima
ERIKA	14-17 agosto 2003	65	986	Huracán categoría 1 (H1)
COSME	18–20 junio 1989	75	979	Huracán categoría 1 (H1)
BARRY	23–29 agosto 1983	70	986	Huracán categoría 1 (H1)
UNNAMED	26–29 agosto 1981	30	N/D	Depresión Tropical (TD)
UNNAMED	25–26 julio 1981	30	N/D	Depresión Tropical (TD)
CAROLINE	24 agosto–01 septiembre 1975	100	963	Huracán categoría 3 (H3)
ALMA	14–16 junio 1958	55	N/D	Tormenta Tropical (TS)
ALICE	24–27 junio 1954	95	N/D	Huracán categoría 2 (H2)
UNNAMED	18–23 agosto 1944	50	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	24 julio–05 agosto 1933	80	975	Huracán categoría 1 (H1)
UNNAMED	06–07 septiembre 1925	45	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	12–16 junio 1922	45	1006	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	04-06 agosto 1916	50	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	26–31 agosto 1910	40	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	22-25 agosto 1909	45	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	22-30 agosto 1895	95	N/D	Huracán categoría 2 (H2)
UNNAMED	11–22 septiembre 1887	85	973	Huracán categoría 2 (H2)

Fuente: Elaboración propia con información de NOAA Historical Hurricane Tracks 2026.

Consulta Pública

Del total de eventos identificados, tres corresponden a depresiones tropicales, cinco a tormentas tropicales y ocho a huracanes, predominando los huracanes de categorías H1 y H2. Asimismo, se identificó un huracán de categoría H3 (Caroline, 1975) y un evento histórico que alcanzó la categoría H5 en 1933, el cual representa el ciclón de mayor intensidad registrado dentro del radio de análisis.

Los registros históricos evidencian que el Área del Proyecto ha estado expuesta de manera recurrente a la influencia de ciclones tropicales provenientes del Golfo de México. No obstante, la mayor parte de los eventos registrados corresponde a sistemas de intensidad baja a moderada, mientras que los huracanes de categorías mayores han sido menos frecuentes. En este sentido, durante las diferentes etapas del proyecto deberán considerarse medidas preventivas enfocadas a la suspensión temporal de actividades durante condiciones meteorológicas adversas, el aseguramiento de equipos y materiales, la estabilización de áreas con suelo expuesto y la implementación de protocolos de seguridad para el personal, con el propósito de reducir la vulnerabilidad de la infraestructura frente a este tipo de fenómenos hidrometeorológicos.

<u>Frentes frios o eventos de "Norte"</u>

Uno de los fenómenos meteorológicos más característicos del noreste de México corresponde al paso de frentes fríos asociados con masas de aire polar provenientes de Norteamérica. Durante la temporada comprendida generalmente entre los meses de septiembre y marzo, estos sistemas ocasionan descensos importantes de temperatura, incremento en la velocidad del viento y cambios bruscos en las condiciones atmosféricas.

En Tamaulipas, estos sistemas suelen intensificarse al interactuar con el Golfo de México, dando origen a los denominados eventos de "Norte", caracterizados por la presencia de vientos fuertes y persistentes que pueden mantenerse durante varias horas o incluso días. Debido a que el Parque Eólico "Montecristo" se desarrolla en una zona abierta con escasos obstáculos topográficos, este fenómeno representa uno de los eventos meteorológicos de mayor relevancia durante la operación del proyecto, por lo que deberá considerarse en la planeación de las actividades de mantenimiento y en los protocolos de seguridad para el personal.

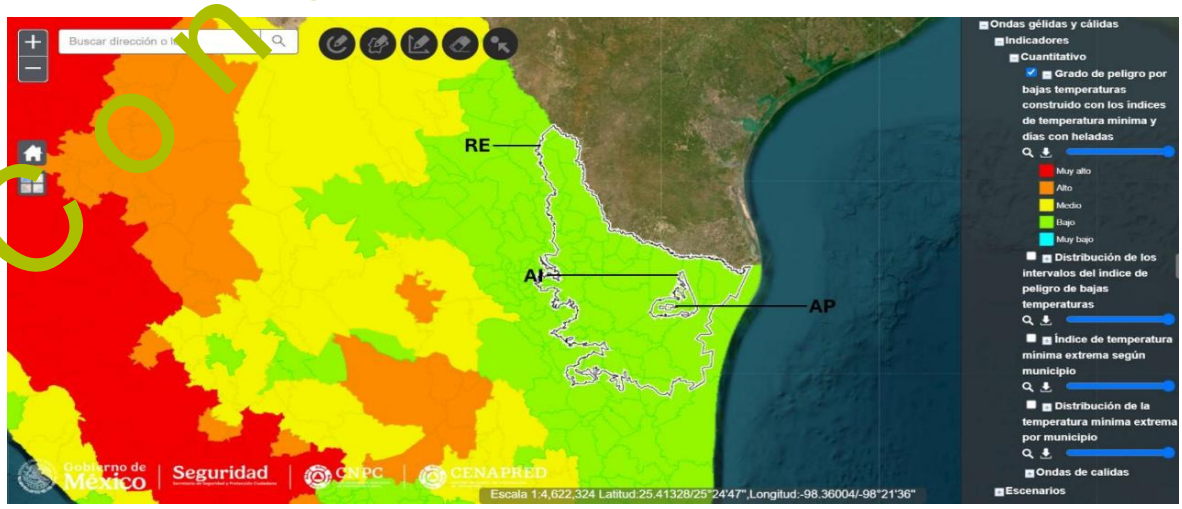


Figura 12. Riesgo por frentes fríos

Consulta Pública

Tormentas eléctricas

Durante la temporada de lluvias es común la formación de tormentas convectivas asociadas al calentamiento superficial y al ingreso de humedad proveniente del Golfo de México. Estos eventos pueden generar precipitaciones intensas de corta duración, actividad eléctrica atmosférica y rachas de viento, condiciones que representan un riesgo para las actividades que se desarrollan a cielo abierto y para la operación de equipos de gran altura.

En el RE el riesgo por tormentas eléctricas es predominantemente bajo, con regiones de índice bajo al noreste y noroeste, en el AI igualmente varía entre muy bajo y bajo, y en el AP es de índice bajo.

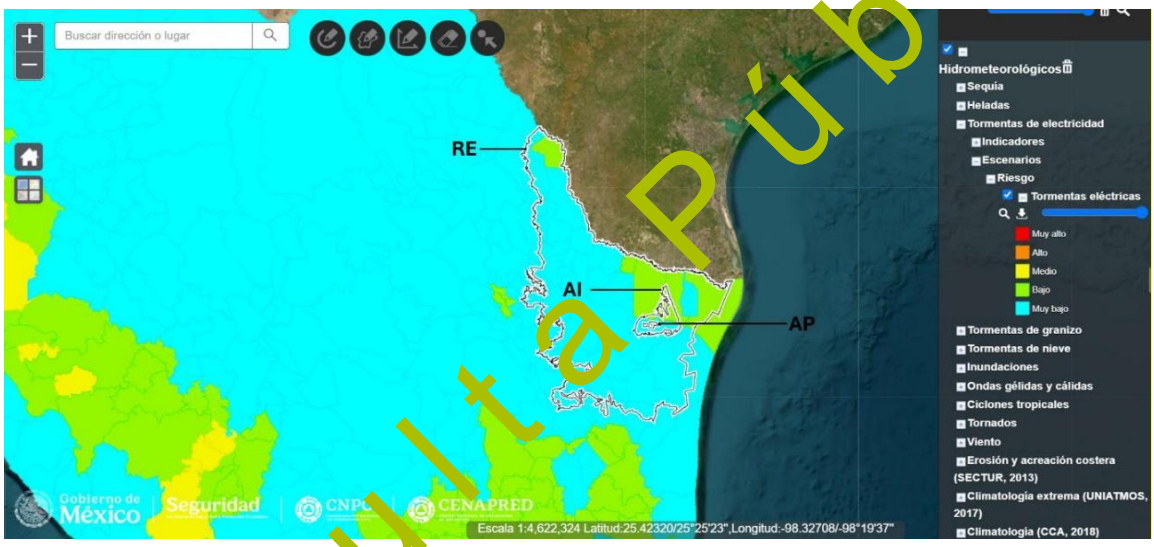


Figura 23. Riesgo por tormentas eléctricas

Ondas de calor

Durante los meses de primavera y verano pueden presentarse ondas de calor asociadas a sistemas de alta presión que favorecen la permanencia de temperaturas elevadas durante varios días consecutivos. Estas condiciones incrementan la evapotranspiración, reducen la humedad del suelo y pueden generar estrés térmico en el personal que realiza actividades al aire libre, por lo que resulta necesario implementar medidas de prevención y protección durante los periodos de mayor temperatura.

La RE es predominantemente de nivel muy bajo, con zonas al este de medio a alto, suceso que ocurre igualmente en el AI, mientras que la **Ap es completamente de nivel muy bajo.**

Consulta Pública

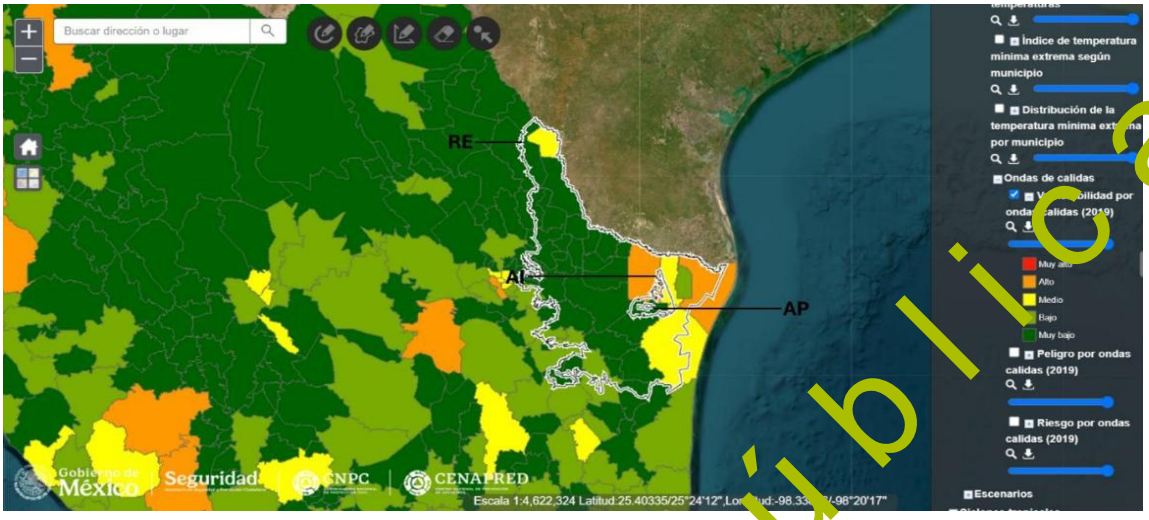


Figura 14. Riesgo por ondas de calor

Sequias

Considerando el predominio de climas secos y semiáridos en el área del proyecto, los periodos de sequía constituyen un fenómeno recurrente dentro de la región. La disminución prolongada de las precipitaciones reduce la disponibilidad de humedad en el suelo, limita el desarrollo de la vegetación e incrementa la susceptibilidad a procesos erosivos y a la generación de partículas de polvo durante las actividades constructivas. Asimismo, las condiciones de sequía pueden favorecer el incremento del riesgo de incendios en la vegetación natural durante la temporada de estiaje.

En la RE se encuentran zonas que van desde muy baja a muy alta, en la Ai es predominante de índice muy bajo, con zonas al norte de índice medio y alto, mientras que el **Ap es de índice muy bajo.**

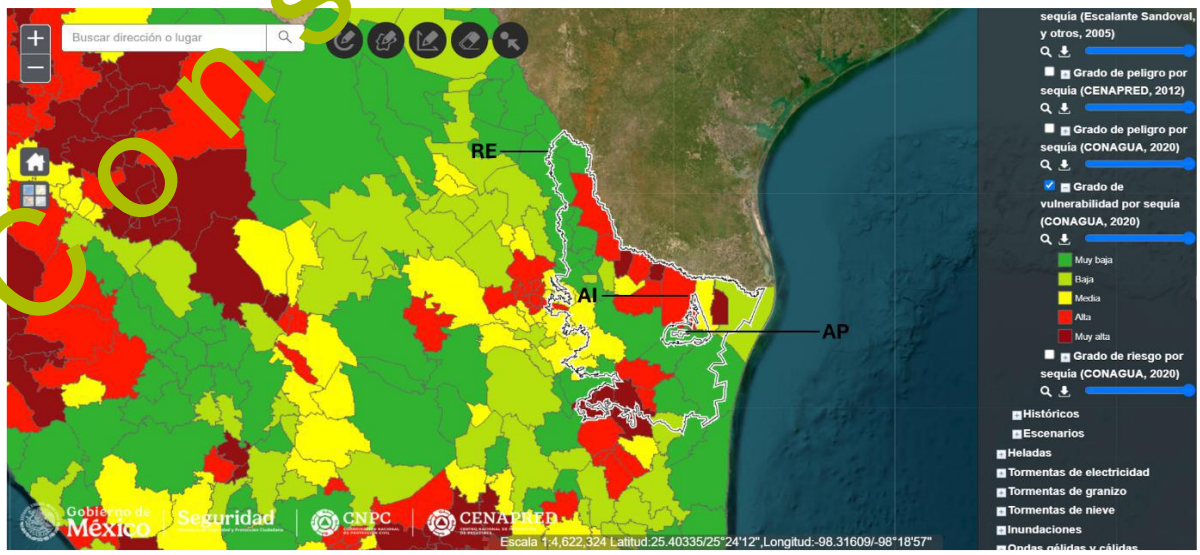


Figura 15. Grado de vulnerabilidad por sequía (CONAGUA, 2020)

Consulta Pública

Tormenta de granizo

El riesgo por caída de granizo tanto en RE, AI y AP, es de muy bajo, patrón característico para el norte del país.

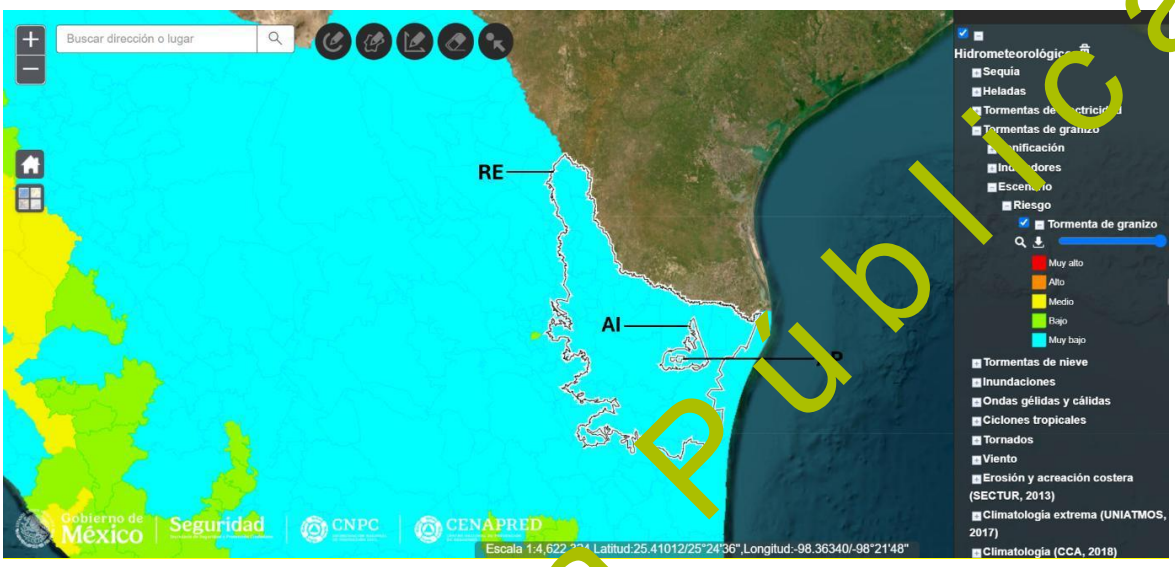


Figura 16. Riesgo por tormenta de granizo

Nevadas

En el RE, el riesgo por caída de tormentas de nieve (Nevadas) es de predominantemente bajo a muy bajo, con áreas medias, en el AI es de bajo a muy bajo y en el AP es bajo.

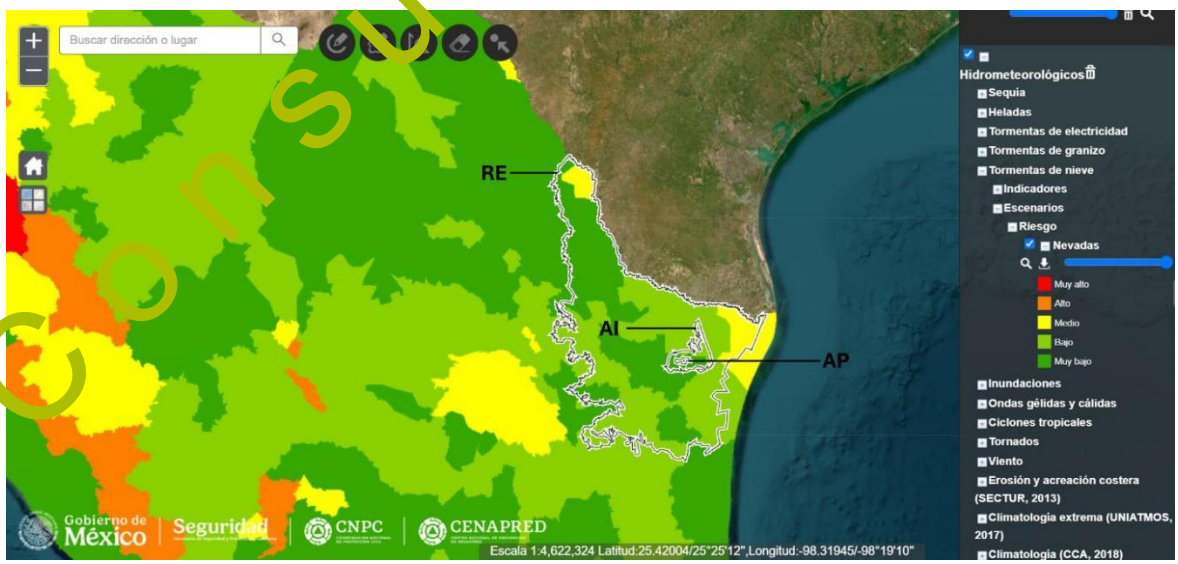


Figura 17. Riesgo por nevadas

Conclusión

Consulta Pública

De acuerdo con el análisis de los riesgos geológicos y climatológicos presentes en el Área del Proyecto (AP), se concluye que el **Parque Eólico Montecristo** presenta condiciones geológicas favorables para su desarrollo, ya que se encuentra en una zona con baja actividad sísmica, sin fallas o fracturamientos identificados y con susceptibilidad predominantemente muy baja a la inestabilidad de laderas, aunque existen áreas puntuales de mayor susceptibilidad. Los principales riesgos corresponden a inundaciones, ciclones tropicales y frentes fríos o eventos de "Norte".

Los riesgos identificados ya han sido considerados en el proyecto ejecutivo, para lo cual se contemplan los estudios de **Mecánica de Suelos**, **Geofísico**, **Erosión Eólica** y **Geotecnia**, de manera que las características de la obra se ajustan a las condiciones y susceptibilidades presentes en el área. En este sentido, se considera que los riesgos identificados **no representan una limitante para la ejecución del Proyecto**, además, se implementarán las medidas correspondientes durante las diferentes etapas del proyecto, con el fin de reducir su vulnerabilidad.

Los estudios se presentan en el **Anexo digital** para su consulta.

II.4 INDICAR NÚMERO Y DESCRIBIR DETALLADAMENTE CORRIENTES INTERMITENTES, PERENES Y, CUERPOS DE AGUA, PRESENTES DENTRO DE LA SUPERFICIE SOBRE LOS CUALES PUDIERA DERIVAR UN IMPACTO AMBIENTAL.

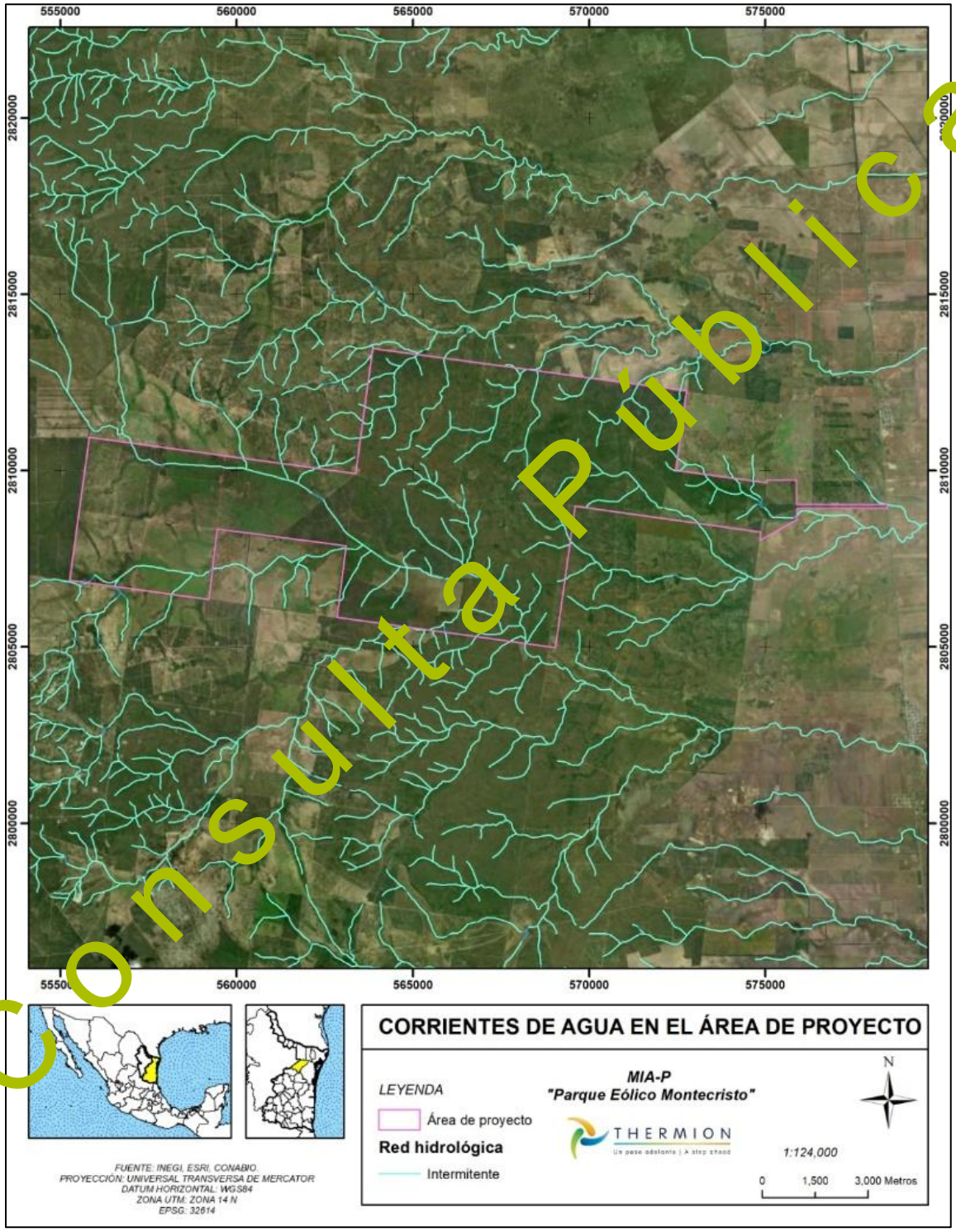
Corrientes intermitentes y perennes en el Área de Proyecto

De acuerdo con la consulta realizada en el SIGEIA, se presentan 9 corrientes de agua de carácter intermitente, 4 bordos y 1 límite de cuerpo de agua intermitente en el área del proyecto. Sin embargo, de acuerdo con la capa de la red hidrológica de la Subcuenca **RH25Ca L. Madre**, obtenida a través del portal Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) se presenta una mayor cantidad de corrientes de carácter intermitente como se puede observar en la Figura 18.

Cuerpos de agua del Área del Proyecto

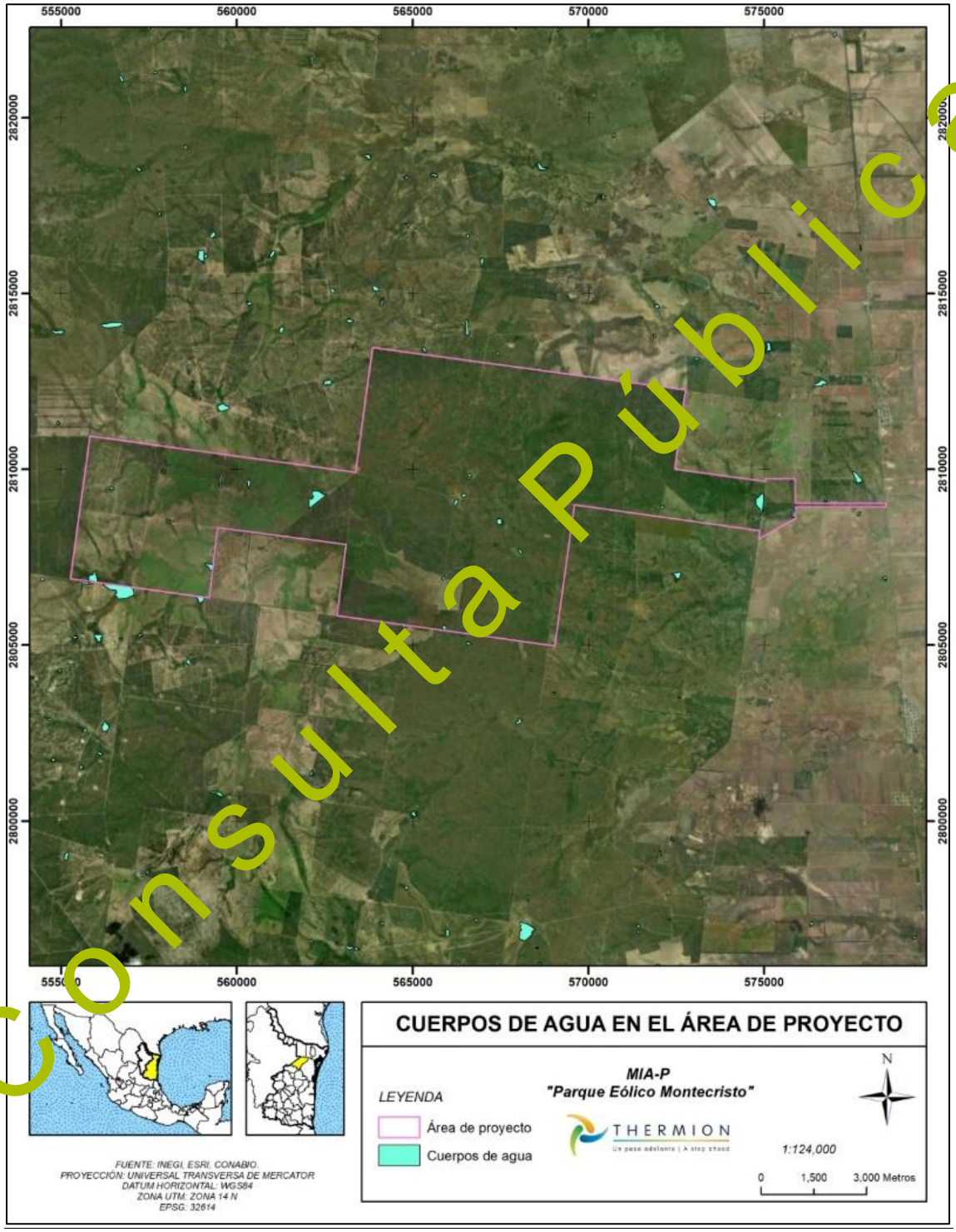
De acuerdo con la consulta realizada en el SIGEIA, se presenta 1 cuerpo de agua de carácter intermitente en el área de proyecto. Sin embargo, de acuerdo a la capa de cuerpos de agua de la Subcuenca **RH25Ca L. Madre**, obtenida a través del portal Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) se presentan 13 cuerpos de agua de carácter intermitente como se puede observar en la Figura 19. Estos cuerpos de agua corresponden a sitios inundables derivado de las escorrentías en épocas de lluvia.

Consulta Pública



Consulta Pública

Figura 18. Corrientes de agua en el AP



Consulta Pública

Figura 19. Cuerpos de agua en el AP

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
SECTOR ENERGÍA - EÓLICA

PARQUE EÓLICO MONTECRISTO

Capítulo III

Consulta Pública

THERMION

Un paso adelante | A step ahead

CONTENIDO

III.1 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DEL PROYECTO. 10

III.1.1. Criterios para delimitación 10

III.1. 2. Justificación de los criterios y métodos utilizados 15

III.1.3. Superficie de la Región Ecológica 16

III.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS 18

III.2.1 ÁREAS FORESTALES IDENTIFICADAS 35

III.2.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS POLÍGONOS FORESTALES 36

III.2.3 SUPERFICIE DE LAS ÁREAS POR POLÍGONOS FORESTALES 36

III.3 ESPECIES POTENCIALES 37

III.3.1. Flora 37

III.3.1. Fauna 0

Resultados de distribución potencial de fauna 2

Especies faunísticas potenciales bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES 20

III.4 RESUMEN Y METODOLOGÍA DE MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP), ÁREA DE INFLUENCIA (AI) Y REGIÓN ECOLÓGICA (RE) 24

III.4.1. Flora 24

III.4.1.1. Localización geográfica de los sitios de muestreo 27

III.4.1.2. Listado de especies vegetales presentes por área (RE, AI y AP), por tipo de uso de suelo y vegetación y por estrato (herbáceo, arbustivo, arbóreo cactáceas) 32

III.4.1. Fauna 54

III.4.1.1. Puntos de conteo con radio fijo 58

III.4.1.2. Transectos de franja o banda 63

Aves 69

Anfibios y reptiles 69

Mamíferos 69

III.5 ESPECIES IDENTIFICADAS EN CAMPO ENDÉMICAS O QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010 74

III.5.1. Flora 74

III.5.2. Fauna 75

Endemismo 75

Especies protegidas 76

Estacionalidad o Permanencia Estacional (PE) 77

III.5.2.1. Resultados de las especies identificadas en campo 77

Endemismo 79

Especies protegidas 80

Consulta Pública

Permanencia estacional 82
III.5.2.2. Análisis estadístico de la representatividad de los muestreos 84
III.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA 100
III.6.1. Flora 100
III.6.2. Fauna 100
Abundancia Relativa 106
Dominancia: Índice de Simpson 107
Diversidad específica: Índice de Shannon-Wiener (H') 107
Diversidad máxima: (H´max) 108
Equitatividad: Índice de Pielou (J') 108
Riqueza específica: Índice de Margalef 108
III.6.2.1. Resultados de índices de diversidad biológica 109
Métodos de monitoreo 109
III.6.2.2. Tipos de vegetación 124
III.7 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 138
Clima 138
Estaciones meteorológicas 140
Región Ecológica 143
Área de Influencia 146
Área del Proyecto 148
Análisis integral climatológico 150
Fenómenos climatológicos 155
Geología y geomorfología 159
Geología 159
Edafología 171
Fisiografía 197
Presencia de fallas y fracturamientos 213
Susceptibilidad de la zona 214
Hidrología 221
Hidrología superficial 221
Hidrología subterránea 246
Geohidrología 255
Análisis integral hidrológico 255
Aire 256
Calidad del aire 257
Régimen de vientos 260
III.8. DIAGNOSTICO AMBIENTAL 261

Consulta Pública

III.8.1 Condición ambiental actual de la Región Ecológica delimitada e indicar el grado de conservación o deterioro de esta 261
III.8.2 Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas 274
Ecosistemas ambientalmente sensibles 291
III.9 REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI 293

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios utilizados para la delimitación de la Región Ecológica 12
Tabla 2. Uso de suelo y vegetación en la RE, AI y AP 18
Tabla 3. Áreas forestales identificas en el área del proyecto 35
Tabla 4. Superficie de las áreas por polígonos forestales 36
Tabla 5. Especies potenciales del Matorral espinoso tamaulipeco 39
Tabla 6. Especies potenciales del Matorral submontano 43
Tabla 7. Especies potenciales del Mezquital xerófilo 46
Tabla 8. Especies potenciales del Pastizal cultivado 49
Tabla 9. Fuentes de información bibliográfica consultada 0
Tabla 10. Clasificación de las especies protegidas en la NOM-059, Lista Roja de la IUCN y la CITES 1
Tabla 11. Fauna potencial de la Región Ecológica, Área de Influencia y Área del Proyecto 2
Tabla 12. Listado de fauna potencial en la Región Ecológica, Área de Influencia y Área del Proyecto 3
Tabla 13. Especies protegidas de fauna potencial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES 20
Tabla 14. Especies protegidas de avifauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN 20
Tabla 15. Especies protegidas de reptiles en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN 22
Tabla 16. Especies protegidas de mamíferos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN 23
Tabla 17. Especies protegidas de anfibios en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN 23
Tabla 18. Ejemplo de cómo se estimó la intensidad y número de sitios de muestreo 25
Tabla 19. Ejemplo de la estimación del número total de muestras de la población (N) 25
Tabla 20. Estimación del número de muestras, intensidad de muestreo y superficie muestreada por tipo de vegetación 25
Tabla 21. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de la región ecológica por tipo de USyV 27
Tabla 22. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del área de influencia por tipo de USyV 29
Tabla 23. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del AP por tipo de USyV 31
Tabla 24. Especies del estrato herbáceo presentes en el MET en la RE 33
Tabla 25. Especies del estrato arbustivo presentes en el MET en la región ecológica 33
Tabla 26. Especies del estrato arbóreo presentes en el MET en la región ecológica 34
Tabla 27. Especies cactáceas presentes en el MET en la región ecológica 34
Tabla 28. Especies del estrato herbáceo presentes en el matorral submontano en la RE 35
Tabla 29. Especies del estrato arbustivo presentes en el matorral submontano en la región ecológica 35
Tabla 30. Especies del estrato arbóreo presentes en el matorral submontano en la RE 35
Tabla 31. Especies cactáceas presentes en el matorral submontano en la RE 36
Tabla 32. Especies del estrato herbáceo presentes en el mezquital xerófilo en la RE 36
Tabla 33. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en la RE 37
Tabla 34. Especies del estrato arbóreo presentes en el mezquital xerófilo en la RE 37
Tabla 35. Especies cactáceas presentes en el mezquital xerófilo en la región ecológica 38
Tabla 36. Especies del estrato herbáceo presentes en el pastizal cultivado en la RE 38
Tabla 37. Especies del estrato arbustivo presentes en el pastizal cultivado en la RE 39
Tabla 38. Especies del estrato arbóreo presentes en el pastizal cultivado en la región ecológica 39

Consulta Pública

Tabla 39. Especies cactáceas presentes en el pastizal cultivado en la región ecológica 40
Tabla 40. Especies del estrato herbáceo presentes en el MET en el AI 40
Tabla 41. Especies del estrato arbustivo presentes en el MET en el área de influencia 40
Tabla 42. Especies del estrato arbóreo presentes en el MET en el área de influencia 41
Tabla 43. Especies cactáceas presentes en el MET en el área de influencia 42
Tabla 44. Especies del estrato herbáceo presentes en el matorral submontano en el AI 42
Tabla 45. Especies del estrato arbustivo presentes en el matorral submontano en el AI 42
Tabla 46. Especies del estrato arbóreo presentes en el matorral submontano en el área de influencia 43
Tabla 47. Especies cactáceas presentes en el matorral submontano en el área de influencia 43
Tabla 48. Especies del estrato herbáceo presentes en el mezquital xerófilo en el AI 43
Tabla 49. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en el AI 44
Tabla 50. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en el AI 44
Tabla 51. Especies cactáceas presentes en el mezquital xerófilo en el área de influencia 44
Tabla 52. Especies del estrato herbáceo presentes en el pastizal cultivado en el AI 45
Tabla 53. Especies del estrato arbustivo presentes en el pastizal cultivado en el AI 45
Tabla 54. Especies del estrato arbóreo presentes en el pastizal cultivado en el AI 46
Tabla 55. Especies cactáceas presentes en el pastizal cultivado en el área de influencia 46
Tabla 56. Especies del estrato herbáceo presentes en el MET en el AP 46
Tabla 57. Especies del estrato arbustivo presentes en el MET en el área del proyecto 47
Tabla 58. Especies del estrato arbóreo presentes en el MET en el área del proyecto 47
Tabla 59. Especies cactáceas presentes en el MET en el área del proyecto 47
Tabla 60. Especies del estrato herbáceo presentes en el matorral submontano en el AP 48
Tabla 61. Especies del estrato arbustivo presentes en el matorral submontano en el AP 48
Tabla 62. Especies del estrato arbóreo presentes en el matorral submontano en el AP 48
Tabla 63. Especies cactáceas presentes en el matorral submontano en el área del proyecto 49
Tabla 64. Especies del estrato herbáceo presentes en el mezquital xerófilo en el AP 49
Tabla 65. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en el AP 50
Tabla 66. Especies del estrato arbóreo presentes en el mezquital xerófilo en el AP 50
Tabla 67. Especies cactáceas presentes en el mezquital xerófilo en el área del proyecto 50
Tabla 68. Especies del estrato herbáceo presentes en el pastizal cultivado en el AP 51
Tabla 69. Especies del estrato arbustivo presentes en el pastizal cultivado en el AP 51
Tabla 70. Especies del estrato arbóreo presentes en el pastizal cultivado en el AP 51
Tabla 71. Especies cactáceas presentes en el pastizal cultivado en el área del proyecto 52
Tabla 72. Coordenadas UTM de los puntos de conteo en la Región Ecológica 59
Tabla 73. Coordenadas UTM de los puntos de conteo en el Área de Influencia 60
Tabla 74. Coordenadas UTM de los puntos de conteo en el Área del Proyecto 62
Tabla 75. Coordenadas UTM de los transectos de franja en la Región Ecológica 64
Tabla 76. Coordenadas UTM de los transectos de franja en el Área de Influencia 65
Tabla 77. Coordenadas UTM de los transectos de franja en el Área del Proyecto 67
Tabla 78. Coordenadas de sitios para el monitoreo de quirópteros en la Región Ecológica 71
Tabla 79. Coordenadas de sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área de Influencia 72
Tabla 80. Coordenadas de sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área del Proyecto 73
Tabla 81.Especies identificadas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 75
Tabla 82. Claves de endemismo de especies 75
Tabla 83. Clasificación de las especies protegidas en la NOM-059, Lista Roja de la IUCN y el CITES 76
Tabla 84. Estatus de permanencia o estacionalidad 77
Tabla 85. Fauna registrada durante los monitoreos en el RE 78
Tabla 86. Fauna registrada durante los monitoreos en el AI 78
Tabla 87. Fauna registrada durante los monitoreos en el AP 78
Tabla 88. Especies exóticas-invasoras registradas en la RE, AI y AP 79

Consulta Pública

Tabla 89. Especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de la fauna registrada durante los monitoreos 81
Tabla 90. Quirópteros registrados (pases) que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo 81
Tabla 91. Especies de avifauna observadas en la RE, el AI y AP, bajo algún estatus de protección, registradas como Visitante de Invierno (VI) y Transitorias (T) 83
Tabla 92. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para anfibios 85
Tabla 93. Eficiencia de muestreo (a través de puntos) para aves 89
Tabla 94. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para mamíferos 92
Tabla 95. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para reptiles 96
Tabla 96. Índices de diversidad para el matorral espinoso tamaulipeco 102
Tabla 97. Índices de diversidad para el matorral submontano 103
Tabla 98. Índices de diversidad para el mezquital xerófilo 104
Tabla 99. Índices de diversidad para pastizal el cultivado 105
Tabla 100. Índices de diversidad de anfibios en la RE, AI y AP 111
Tabla 101. Índices de diversidad de aves en RE, AI y AP 114
Tabla 102. Índices de diversidad de mamíferos en RE, AI y AP 117
Tabla 103. Abundancia relativa de quirópteros en RE, AI y AP 120
Tabla 104. Índices de diversidad de reptiles en RE, AI, y AP 123
Tabla 105. Índices de diversidad de anfibios, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP 126
Tabla 106. Parámetros de los índices de diversidad 126
Tabla 107. Parámetros de los índices de diversidad 130
Tabla 108. Índices de diversidad de mamíferos, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP 133
Tabla 109. Parámetros de los índices de diversidad 133
Tabla 110. Índices de diversidad de reptiles, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP 136
Tabla 111. Parámetros de los índices de diversidad 136
Tabla 112. Registros climáticos anuales de estación meteorológica “El Cuchillo (19016)” 140
Tabla 113. Registros climáticos anuales de estación meteorológica “Villagrán (28118)” 142
Tabla 114. Temperatura media anual en Región Ecológica 145
Tabla 115. Precipitación media anual en Región Ecológica 145
Tabla 116. Evaporación anual en Región Ecológica 146
Tabla 117. Temperatura media anual en Área de Influencia 147
Tabla 118. Precipitación media anual en Área de Influencia 148
Tabla 119. Temperatura media anual en Área del proyecto 149
Tabla 120. Precipitación media anual en Área de Proyecto 150
Tabla 121. Unidades climáticas en RE, Ai y Ap 151
Tabla 122. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo con la clasificación de Saffir-Simpson 156
Tabla 123. Historial de ciclones tropicales registrados dentro del Ap. 158
Tabla 124. Información geológica en RE, Ai y Ap 164
Tabla 125. Información edafológica de RE, Ai y Ap 176
Tabla 126. Provincias fisiográficas de la RE, Ai y Ap 211
Tabla 127. Subprovincias fisiográficas de la RE, Ai y Ap 212
Tabla 128. Sistema de topoformas de la RE, Ai y Ap 213
Tabla 129. Tipos de fallas 214
Tabla 130. Indicadores de susceptibilidad de laderas 214
Tabla 131. Zonas sísmicas de la República Mexicana 215
Tabla 132. Cuerpos de agua presentes en la Región Ecológica 235
Tabla 133. Cuerpos de agua presentes en el Área de Influencia 245
Tabla 134. Cuerpos de agua presentes en el Área de Proyecto 246
Tabla 135. Fuentes contaminantes atmosféricas principales 258
Tabla 136. Fuentes contaminantes principales 259
Tabla 137. Componentes considerados para el diagnóstico ambiental 262
Tabla 138. Matriz de identificación de factores ambientales que podrían ser modificados por el cambio climático y el proyecto 267

Consulta Pública

Tabla 139. Servicios ambientales identificados en el AP, Ai y RE, demanda y categoría, que podrían ser afectados por el proyecto debido al retiro de vegetación 275
Tabla 140. Tendencias o riesgos en el área del proyecto relacionado con desastres naturales ante el cambio climático 288

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secuencia de delimitación de la Región Ecológica 14
Figura 2. Región Ecológica 17
Figura 3. Uso de suelo y vegetación en la RE 20
Figura 4. Uso de suelo y vegetación en la AI 21
Figura 5. Uso de suelo y vegetación en el AP 22
Figura 6. Áreas forestales identificadas en el AP 36
Figura 7. Diseño de muestreo utilizado para levantar información en campo 26
Figura 8. Ubicación de los sitios de muestreo en la RE 28
Figura 9. Ubicación de los sitios de muestreo en la AI 30
Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo en la AP 32
Figura 11. Vegetación observada durante los muestreos 53
Figura 12. Medición y levantamiento de datos en los muestreos de campo 54
Figura 13. Monitoreos realizados para la observación de fauna silvestre 58
Figura 14. Observación de los puntos de conteo en la Región Ecológica 60
Figura 15. Observación de los puntos de conteo en el Área de Influencia 61
Figura 16. Observación de los puntos de conteo en el Área del Proyecto 63
Figura 17. Observación de los transectos de franja en la Región Ecológica 65
Figura 18. Observación de los transectos de franja en el Área de Influencia 67
Figura 19. Observación de los transectos de franja en el Área del Proyecto 68
Figura 20. Instalación del detector acústico para la obtención de registros (pases) 71
Figura 21. Observación de los sitios para el monitoreo de quirópteros en la Región Ecológica 72
Figura 22. Observación de los sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área de Influencia 73
Figura 23. Observación de los sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área del Proyecto 74
Figura 24. Estacionalidad de especies de aves registradas en la RE 82
Figura 25. Estacionalidad de especies de aves registradas en el AI 83
Figura 26. Estacionalidad de especies de aves registradas en el AP 83
Figura 27. Curvas de acumulación de especies de anfibios en la RE 87
Figura 28. Curvas de acumulación de especies de anfibios en el AI 87
Figura 29. Curvas de acumulación de especies de anfibios en el AP 88
Figura 30. Individuos de *Incilius nebulifer* registrados durante los monitoreos 88
Figura 31. Curvas de acumulación de especies de aves en la RE 90
Figura 32. Curvas de acumulación de especies de aves en el AI 90
Figura 33. Curvas de acumulación de especies de aves en el AP 91
Figura 34. Cuicacoche pico largo (*Toxostoma longirostre*) y cuicacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*), tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), zacatonero gargante negra (*Amphispiza bilineata*) 91
Figura 35. Curvas de acumulación de especies de mamíferos en la RE 93
Figura 36. Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AI 93
Figura 37. Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AP 94
Figura 38. Observación de individuo y huellas de pecarí de collar (*Pecari tajacu*) durante los monitoreos 94
Figura 39. Liebre cola negra (*Lepus californicus*), conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) observados durante los monitoreos 95
Figura 40. Curvas de acumulación de especies de reptiles en la RE 97
Figura 41. Curvas de acumulación de especies de reptiles en el AI 97

Consulta Pública

Figura 42. Curvas de acumulación de especies de reptiles en el AP 98
Figura 43. Lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*) y lagartija cornuda texana (*Phrynosoma cornutum*) observados durante los monitoreos 98
Figura 44. Observación de huico pinto del noreste *Aspidoscelis gularis* 98
Figura 45. Lagartija espinosa del noreste (*Sceloporus olivaceus;* izq.) y lagartija espinosa vientre rosado (*Sceloporus variabilis*; der.) 99
Figura 46. Abundancia de anfibios en RE, AI y AP 110
Figura 47. Riqueza de anfibios en RE, AI y AP 110
Figura 48. Abundancia de aves en RE, AI y AP 113
Figura 49. Riqueza de aves en RE, AI y AP 114
Figura 50. Abundancia de mamíferos en RE, AI y AP 117
Figura 51. Riqueza de mamíferos en RE, AI y AP 117
Figura 52. Abundancia de quirópteros en RE, AI, y AP 120
Figura 53. Riqueza de quirópteros en RE, AI, y AP 120
Figura 54. Abundancia de reptiles en RE, AI, y AP 122
Figura 55. Riqueza de reptiles en RE, AI, y AP 122
Figura 56. Abundancia (N) y Riqueza (S) de anfibios registrados en la RE, AI y AP 125
Figura 57. Riqueza (S) y abundancia (N) de aves registradas en la RE, AI y AP 129
Figura 58. Riqueza (S) y abundancia (N) de mamíferos registrados en la RE, AI y AP 132
Figura 59. Riqueza (S) y abundancia (N) de reptiles registrados en la RE, AI y AP 135
Figura 60. Tipos de clima y estaciones meteorológicas presentes en RE, Ai y Ap. 139
Figura 61. Temperatura media anual en estación meteorológica El Cuchillo (19016) 141
Figura 62. Precipitación media anual en estación meteorológica El Cuchillo (19016) 141
Figura 63. Temperatura media anual en estación meteorológica Villagrán (28118) 142
Figura 64. Precipitación media anual en estación meteorológica Villagrán (28118) 143
Figura 65. Evaporación en estación meteorológica Villagrán (28118) 143
Figura 66. Unidades climáticas en Región Ecológica 144
Figura 67. Unidades climáticas en Área de Influencia 147
Figura 68. Unidades climáticas en Área de Proyecto 149
Figura 69. Tipos de unidades climáticas en RE, Ai y Ap 153
Figura 70. Temperatura media anual entre estaciones meteorológicas 154
Figura 71. Precipitación media anual entre estaciones meteorológicas 155
Figura 72. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales (CENAPRED, 2020) 157
Figura 73. Trayectoria histórica de ciclones tropicales registrados en el Ap 157
Figura 74. Periodos geológicos presentes en la RE, Ai y Ap. 160
Figura 75. Unidades geológicas en Región Ecológica 162
Figura 76. Unidades geológicas en Área de Influencia 163
Figura 77. Unidades geológicas en el Área del Proyecto 164
Figura 78. Tipos de suelo presentes en la RE, Ai y Ap. 172
Figura 79. Tipos de suelo presentes en Región Ecológica 173
Figura 80. Tipos de suelo presentes en Área de Influencia 174
Figura 81. Tipos de suelo presentes en Área de Proyecto 175
Figura 82. Provincias fisiográficas presentes en la RE, Ai y Ap 198
Figura 83. Subprovincias fisiográficas presentes en la RE, Ai y Ap 199
Figura 84. Sistema de topoformas presentes en la RE, Ai y Ap 200
Figura 85. Provincias fisiográficas presentes en Región Ecológica 202
Figura 86. Subprovincias fisiográficas presentes en Región Ecológica 203
Figura 87. Sistema de topoformas en Región Ecológica 204
Figura 88. Provincias fisiográficas presentes en Área de Influencia 205
Figura 89. Subprovincias fisiográficas presentes en Área de Influencia 206
Figura 90. Sistema de topoformas en Área de Influencia 207
Figura 91. Provincias fisiográficas presentes en Área de Proyecto 208
Figura 92. Subprovincias fisiográficas presentes en Área de proyecto 209
Figura 93. Sistema de topoformas en Área de Proyecto 209

Consulta Pública

Figura 94. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020) 215
Figura 95. Regionalización sísmica (CFE,2015) 216
Figura 96. Puntos críticos de inundación (CONAGUA-CENAPRED, 2024) 216
Figura 97. Índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED, 2017) 217
Figura 98. Riesgo por frentes fríos 218
Figura 99. Riesgo por tormentas eléctricas 218
Figura 100. Vulnerabilidad por ondas cálidas (2019) 219
Figura 101. Grado de vulnerabilidad por sequía (CONAGUA, 2020) 220
Figura 102. Riesgo por tormenta de granizo 220
Figura 103. Riesgo por nevadas 221
Figura 104. Regiones hidrológico-administrativas. México. 2002 222
Figura 105. Regiones Hidrológico Administrativas presentes en la RE, Ai y Ap 223
Figura 106. Regiones Hidrológicas presentes en la RE, Ai y Ap. 225
Figura 107. Cuencas Hidrológicas presentes en la RE, Ai y Ap 227
Figura 108. Cuencas presentes en la Región Ecológica 228
Figura 109. Cuencas presentes en el Área de Influencia 229
Figura 110. Cuencas presentes en el Área del Proyecto 229
Figura 111. Subcuencas Hidrológicas presentes en la RE, Ai y Ap 230
Figura 112. Subcuencas presentes en la Región Ecológica 232
Figura 113. Subcuencas presentes en el Área de Influencia 233
Figura 114. Subcuencas presentes en el Área de Proyecto 233
Figura 115. Hidrología superficial presente en la RE, Ai y Ap 234
Figura 116. Acuíferos presentes en la RE, Ai y Ap. 247
Figura 117. Acuíferos presentes en la Región Ecológica 249
Figura 118. Acuíferos presentes en el Área de Influencia 249
Figura 119. Acuíferos presentes en el Área del Proyecto 250
Figura 120. Acuífero Bajo Río Bravo 251
Figura 121. Acuífero Méndez–San Fernando 253

Consulta Pública

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DEL PROYECTO

La delimitación de la **Región Ecológica (RE)** se realizó mediante un análisis espacial multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando información cartográfica oficial de carácter hidrológico, fisiográfico, ecosistémico, biogeográfico y de ordenamiento ecológico. La selección se desarrolló de manera progresiva, iniciando con las unidades ambientales relacionadas con el Proyecto que presentaron menor extensión territorial y continuando hacia unidades de carácter regional, con el propósito de conservar la continuidad y funcionalidad ambiental del territorio sin generar una delimitación desproporcionada respecto de la naturaleza y alcance del Proyecto.

III.1.1. Criterios para delimitación

Posteriormente se incorporó el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, escala 1:250,000 del INEGI, considerando la continuidad de las coberturas presentes: Matorral Espinoso Tamaulipeco, Mezquital Xerófilo, Matorral Submontano, Pastizal Cultivado, Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal Anual y Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Espinoso Tamaulipeco.

Para incorporar la funcionalidad hidrológica se utilizó la Red hidrográfica, Edición 2.0, escala 1:50,000 del INEGI. El territorio analizado se encuentra dentro de la Región Hidrológica 25 denominada San Fernando – Soto La Marina, que incide en la cuenca RH25C Laguna Madre en específico en la subcuenca RH25Ca L. Madre.

El componente fisiográfico se integró mediante el Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, Continuo Nacional Serie I, Subprovincias fisiográficas, escala 1:1,000,000 del INEGI, identificándose las subprovincias Llanura Costera Tamaulipeca y Llanuras de Coahuila y Nuevo León.

A una escala ambiental regional se consideraron las Unidades Ambientales Biofísicas del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, escala 1:2,000,000, identificándose la UAB 109 Llanuras de Coahuila y Nuevo León Sur. Asimismo, se utilizaron las Ecorregiones terrestres de México, escala 1:1,000,000, correspondiendo al Nivel II Planicie semiárida de Tamaulipas y Texas y Planicie costera de Texas-Louisiana, y las Provincias biogeográficas mexicanas, escala 1:4,000,000, dentro de las cuales se identificó Tamaulipas province.

Finalmente, debido a que las unidades ecológicas y biogeográficas de carácter regional presentan extensiones territoriales considerablemente amplias, se utilizaron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos como

Consulta Pública

criterio de ajuste y corte de la delimitación. Para ello se consideró la continuidad espacial de las UGA con políticas de Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración, estableciendo a partir de sus límites el cierre de la RE. Las UGA consideradas y su relación con el límite resultante se presentan en la cartografía correspondiente.

Este procedimiento permitió obtener una RE que integra unidades con continuidad hidrológica, fisiográfica, ecosistémica, biogeográfica y de gestión ambiental, manteniendo una escala regional suficiente para analizar las interacciones ambientales del Proyecto y evitando extender la delimitación hacia unidades territoriales cuya amplitud excediera su ámbito funcional de influencia.

Con base en el procedimiento descrito, la siguiente tabla presenta de manera sintetizada los criterios ambientales y territoriales empleados para la delimitación de la RE, indicando para cada uno la fuente de información cartográfica, escala de representación, unidades identificadas y función dentro del análisis.

Asimismo, se señala el orden de selección aplicado durante el análisis espacial, el cual respondió a la incorporación progresiva de los criterios de delimitación, partiendo de las unidades de menor extensión territorial y avanzando hacia aquellas de carácter regional. Este procedimiento permitió conservar la continuidad ambiental y funcional del territorio y, finalmente, utilizar las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) como criterio de ajuste y corte para la conformación definitiva de la RE.

La aplicación inicial de los criterios ambientales dio como resultado una delimitación preliminar de aproximadamente 11,270,000 ha. Considerando que el Proyecto comprende una superficie de 8,738.250567 ha, ésta representaba únicamente alrededor del 0.08% de dicha delimitación, evidenciando una extensión regional considerablemente amplia en relación con las dimensiones y alcances territoriales del Proyecto.

En virtud de lo anterior, se efectuó un ajuste espacial utilizando como referencia los límites de las UGA del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, manteniendo la continuidad de las unidades ambientales previamente identificadas y evitando establecer límites arbitrarios. Como resultado, se obtuvo una RE definitiva de 4,896,053.89 ha, dentro de la cual la superficie del Proyecto representa aproximadamente el 0.18%.

Este ajuste significó una reducción aproximada del 56.56 % respecto de la delimitación preliminar, permitiendo establecer una RE de menor extensión, pero que conserva la representatividad de los componentes hidrológicos, fisiográficos, ecosistémicos, biogeográficos y de gestión ambiental considerados. De esta manera, la delimitación final presenta una mayor correspondencia con la escala territorial del Proyecto, sin perder la perspectiva regional necesaria para la caracterización, diagnóstico y posterior evaluación de sus impactos ambientales.

La representación espacial de cada uno de estos criterios y su relación con el límite resultante se presenta en la cartografía correspondiente.

Consulta Pública

Tabla 1. Criterios utilizados para la delimitación de la Región Ecológica

Orden	Criterio	Capa oficial	Fuente	Escala	Unidades utilizadas
1	Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales	*Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad de México*	CONABIO–CONANP	1:1,000,000	Prioridad media: 34551 y 34494
2	Uso del suelo y vegetación	*Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII*	INEGI	1:250,000	Matorral Espinoso Tamaulipeco; Mezquital Xerófilo; Matorral Submontano; Pastizal Cultivado; Pastizal Inducido; Agricultura de Temporal Anual; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Espinoso Tamaulipeco
3	Hidrología superficial	*Red hidrográfica, Edición 2.0*	INEGI	1:50,000	RH25C Laguna Madre → RH25Ca L. Madre
4	Fisiografía	*Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional Serie I. Subprovincias fisiográficas*	INEGI	1:1,000,000	Llanura Costera Tamaulipeca y Llanuras de Coahuila y Nuevo León
5	Unidades Ambientales Biofísicas	*Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) del POEGT*	SEMARNAT	1:2,000,000	UAB 109 – Llanuras de Coahuila y Nuevo León Sur
6	Ecorregiones	*Ecorregiones terrestres de México*	INEGI–CONABIO–INE	1:1,000,000	Nivel IV
7	Provincias biogeográficas	*Provincias biogeográficas mexicanas*	UNAM	1:4,000,000	Tamaulipas province
8	Ordenamiento ecológico regional	*Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos*	Gobiernos correspondientes	1:1,000,000	UGA con políticas de Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración, utilizadas como criterio final de corte

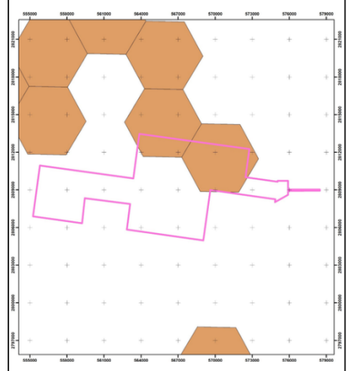
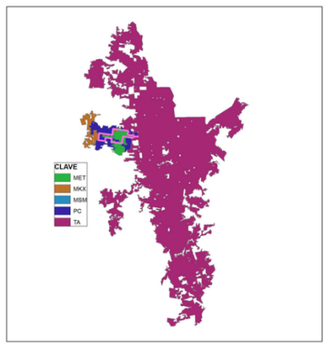
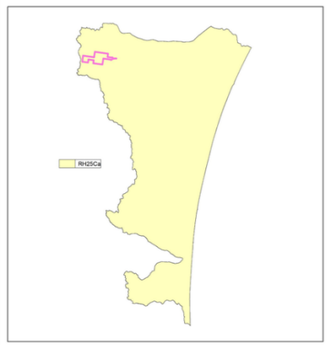
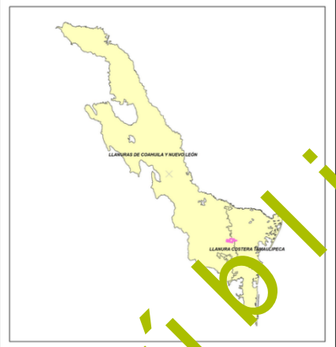
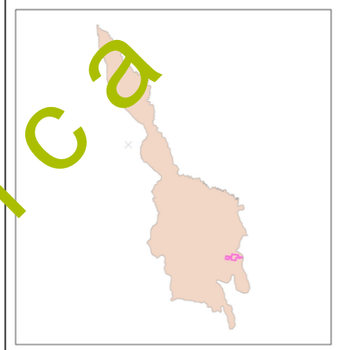
Consulta Pública

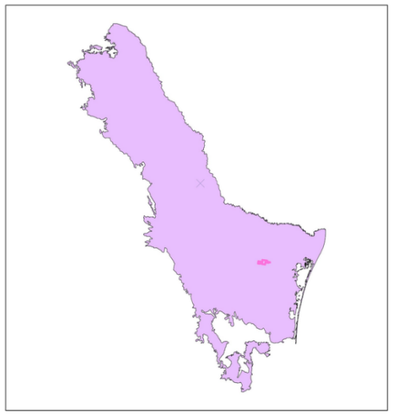
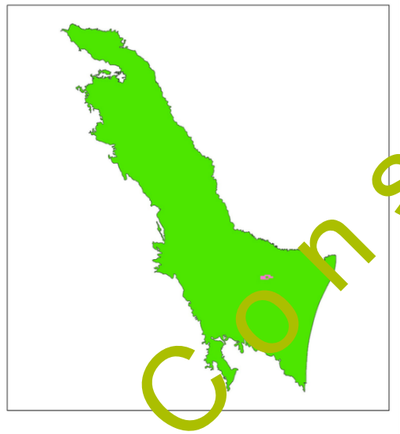
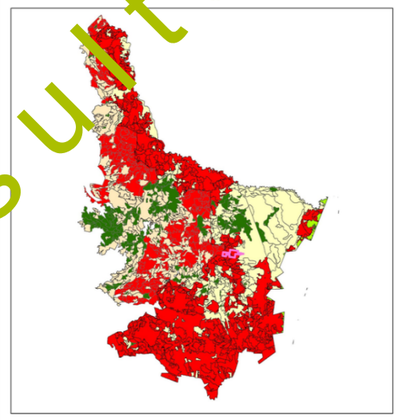
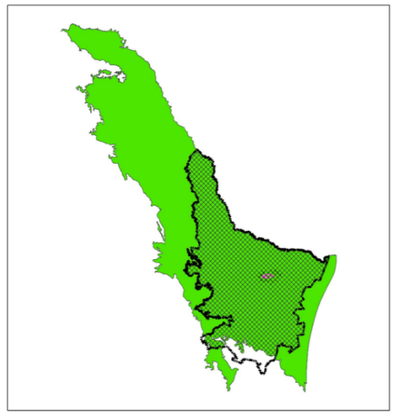
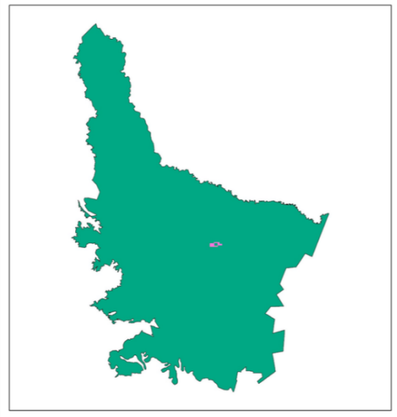
Para la unión de las capas y su manejo se utilizó el Software ArcMap 10.8.2 con el cual, posterior al resultado de unión de los criterios, se realizó un proceso de depuración y corrección geométrica de la capa resultante. Inicialmente se aplicó el algoritmo Disolver (Dissolve), con la finalidad de integrar los polígonos seleccionados y eliminar límites internos innecesarios. Sobre la geometría resultante se efectuó la eliminación de espacios vacíos o huecos interiores, así como la corrección de sobreposiciones de vértices y geometrías, y la eliminación de polígonos independientes o fragmentos aislados que no mantenían continuidad espacial con la unidad principal. Este procedimiento permitió obtener una poligonal continua y topológicamente consistente, conservando los límites externos derivados de los criterios ambientales previamente seleccionados y evitando que errores geométricos propios de la integración de capas influyeran en la delimitación de la RE.

Finalmente, se realizó un ajuste espacial con la frontera a Estados Unidos de América de tal manera que permitiera su análisis en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

A continuación, se presenta la secuencia del uso de las capas anteriormente señaladas:

Consulta Pública

1. Sitios prioritarios epicontinentales	2. USYV	3. Subcuenca hidrológica	4. Subprovincias fisiográficas	5. UAB	6. Ecorregiones
					

7. Biorregiones	8. Región ecológica preliminar	9. UGAS POE Cuenca de Burgos	10. Sobreposición para corte	11. Región Ecológica
				

Consulta Pública

Figura 1. Secuencia de delimitación de la Región Ecológica

III.1. 2. Justificación de los criterios y métodos utilizados

Los criterios empleados para la delimitación de la **RE** fueron seleccionados considerando la naturaleza, dimensiones y distribución territorial del Proyecto. Al tratarse de un parque eólico, sus componentes se distribuyen espacialmente sobre una superficie amplia e incluyen aerogeneradores, caminos, plataformas, infraestructura eléctrica y obras auxiliares, por lo que su análisis ambiental requiere considerar unidades territoriales que trasciendan el área estrictamente ocupada por la infraestructura.

En este sentido, la delimitación no se estableció mediante una distancia fija o *buffer*, debido a que este procedimiento generaría un límite geométrico que no necesariamente representaría la estructura y funcionalidad ambiental del territorio. En su lugar, se adoptó un método multicriterio y progresivo, sustentado en unidades ambientales reconocibles cartográficamente y en información oficial, permitiendo que los límites de la RE respondieran a características físicas, hidrológicas, ecológicas, biogeográficas y de gestión ambiental.

La incorporación del Uso del Suelo y Vegetación permite reconocer la distribución y continuidad de las coberturas y áreas de relevancia ambiental existentes en el entorno regional. Este elemento resulta pertinente para un proyecto eólico debido a la interacción potencial de su infraestructura con la vegetación, los hábitats y la fauna asociada.

Las unidades hidrológicas y fisiográficas permiten incorporar procesos físicos que operan independientemente de los límites administrativos, particularmente la continuidad del drenaje superficial, el relieve y la configuración del territorio. Su consideración permite que la RE mantenga coherencia con unidades naturales funcionales y no únicamente con límites convencionales.

Por su parte, las Unidades Ambientales Biofísicas, ecorregiones y provincias biogeográficas permiten contextualizar el Proyecto dentro de unidades de escala regional que presentan afinidades ambientales y biológicas. Su incorporación resulta particularmente relevante para analizar procesos que pueden manifestarse a escalas superiores al sitio de emplazamiento, incluyendo la distribución y conectividad de hábitats, desplazamiento de fauna y la posible concurrencia de impactos acumulativos y sinérgicos con otras modificaciones existentes o previstas en el territorio.

La selección progresiva de las unidades, comenzando por aquellas de menor extensión y avanzando hacia unidades de carácter regional, permitió ampliar el ámbito de análisis conforme se incorporaron procesos ambientales de mayor escala. No obstante, debido a que algunas unidades biogeográficas y ecológicas presentan extensiones considerablemente superiores al ámbito funcional del Proyecto, su utilización íntegra habría generado una RE desproporcionada y poco representativa para la evaluación de sus impactos.

Por esta razón, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos se utilizaron como criterio final de ajuste y corte. Estas unidades permitieron establecer un límite territorial sustentado en un instrumento de planeación ambiental aplicable a la región, conservando la continuidad entre unidades con políticas de Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración y evitando extender la RE hacia superficies cuya amplitud excediera el contexto ambiental necesario para la evaluación del Proyecto.

Consulta Pública

En conjunto, el método empleado permite establecer una RE ambientalmente representativa y proporcional a las características del parque eólico, dentro de la cual es posible caracterizar el estado actual de los componentes ambientales, reconocer los principales procesos ecológicos y territoriales, identificar la problemática ambiental regional y disponer de una escala adecuada para posteriormente evaluar los impactos ambientales del Proyecto, incluidos aquellos de carácter acumulativo y sinérgico.

III.1.3. Superficie de la Región Ecológica

La **RE** delimitada para el Proyecto comprende una superficie total de **4,896,053.89 ha**, dentro de la cual se encuentra inmersa la superficie del Parque Eólico, correspondiente a **8,738.250567 ha**.

En términos proporcionales, la superficie del Proyecto representa aproximadamente el **0.18 % de la RE**, por lo que la **RE** mantiene una extensión territorial suficientemente amplia para analizar el contexto ambiental regional y los procesos ecológicos relacionados con el Proyecto, sin limitar el análisis exclusivamente al área donde se pretende desarrollar la infraestructura.

La superficie resultante integra las unidades ambientales consideradas durante el proceso de delimitación y constituye el ámbito espacial de referencia para la **caracterización y diagnóstico ambiental**, la identificación de la problemática existente y la posterior evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, incluidos aquellos que por su naturaleza puedan presentar efectos acumulativos o sinérgicos a escala regional.

Consulta Pública

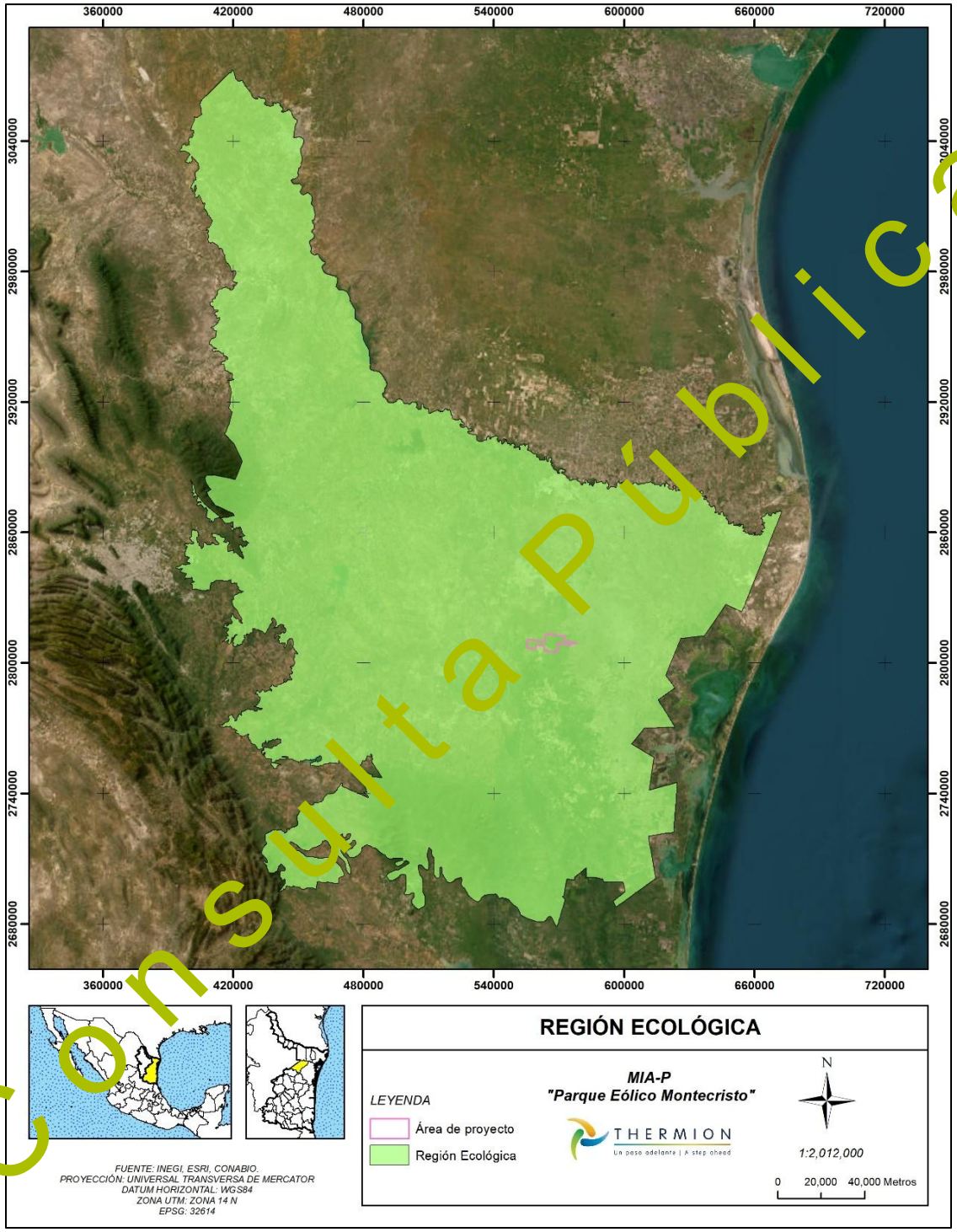


Figura 2. Región Ecológica

Se anexa plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84, de la **RE**, en formato PDF y archivos en formato shapefile, KML, KMZ y las coordenadas de en formato CSV.

Consulta Pública

III.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS

Con base en la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000, Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con cobertura temporal 2021, en la Región Ecológica delimitada para el proyecto se identificaron 43 unidades cartográficas de uso del suelo y vegetación. Estas comprenden superficies agrícolas, asentamientos humanos, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, comunidades de bosque, matorrales, pastizales, selva baja, vegetación halófila y unidades de vegetación secundaria. La clasificación corresponde al sistema empleado por INEGI para la Serie VII.

La superficie de uso de suelo y vegetación se presenta de la siguiente manera en la RE, AI y AP.

Tabla 2. Uso de suelo y vegetación en la RE, AI y AP

Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI	Descripción		
	RE (ha)	AI (ha)	AP (ha)
Agricultura de riego anual	428,740.905121	10,141.774912	
Agricultura de riego anual y permanente	6,789.101038		
Agricultura de riego anual y semipermanente	223.836384		
Agricultura de riego permanente	248.553907		
Agricultura de riego semipermanente	171.439481		
Agricultura de temporal anual	349,958.045900	95,254.373277	
Agricultura de temporal anual y permanente	23.368962		
Agricultura de temporal permanente	322.575565		
Agricultura de temporal semipermanente	88.317725		
Asentamientos humanos	66,157.512964	731.774150	
Bosque de encino	13,085.365793		
Bosque de encino-pino	5,007.027397		
Bosque de galería	54.137789		
Bosque de mezquite	633.644679	431.332859	
Bosque de pino	2,148.491166		
Bosque de pino-encino	5,122.760245		
Cuerpo de agua	60,231.094600	82.309785	16.267242
Desprovisto de vegetación	815.651478		
Matorral crasicaule	742.894247		
Matorral desértico micrófilo	132.087459		
Matorral desértico rosetófilo	150.362457		
Matorral espinoso tamaulipeco	718,175.087260	16,072.923018	5,555.030845
Matorral submontano	339,874.824083	2,145.428312	135.462219
Mezquital xerófilo	261,185.634533	10,449.483765	663.446928
Pastizal cultivado	1,387,627.098790	33,688.795508	2,368.043332
Pastizal halófilo	11,129.311397		
Pastizal inducido	42,159.464068	339.672584	
Selva baja espinosa caducifolia	29,067.727417		
Sin vegetación aparente	760.687936		
Vegetación halófila hidrófila	35,489.657412		

Consulta Pública

Uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI	Descripción		
	RE (ha)	AI (ha)	AP (ha)
Vegetación halófila xerófila	44,180.372157	322.256980	
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	529.287580		
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	864.386471		
Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa caducifolia	25,218.231253		
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	12,999.547553		
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	6,554.175850		
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	848.560944		
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	192.271296		
Vegetación secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco	380,315.184053	1,683.[illegible]56026	
Vegetación secundaria arbustiva de matorral submontano	132,704.903491		
Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	22,[illegible].571408	353.751033	
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila hidrófila	160.12[illegible]275		
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	2,562.451177		
Total general	**4,[illegible]3,043.784161**	**171,697.732210**	**8,738.250567**

El uso de suelo y vegetación con mayor superficie en la **región ecológica (RE)** corresponde al **Pastizal cultivado**, con **1,387,627.[illegible]8790 ha**, seguido de la **Agricultura de temporal anual**, con **849,958.045900 ha**, y el **Matorral espinoso tamaulipeco**, con **718,175.087260 ha**. En el **área de influencia (AI)**, el uso de suelo y vegetación con mayor superficie corresponde a la **Agricultura de temporal anual**, con **95,254.3[illegible]7 ha**, seguida del **Pastizal cultivado**, con **33,688.795508 ha**, y el **Matorral espinoso tamaulipeco**, con **16,072.923018 ha**. Por su parte, en el **área de proyecto (AP)**, el **Matorral espinoso tamaulipeco** presenta la mayor superficie, con **5,555.030845 ha**, seguido del **Pastizal cultivado**, con **2,368.043332 ha**, y el **Mezquital xerófilo**, con **663.446928 ha**.

Consulta Pública

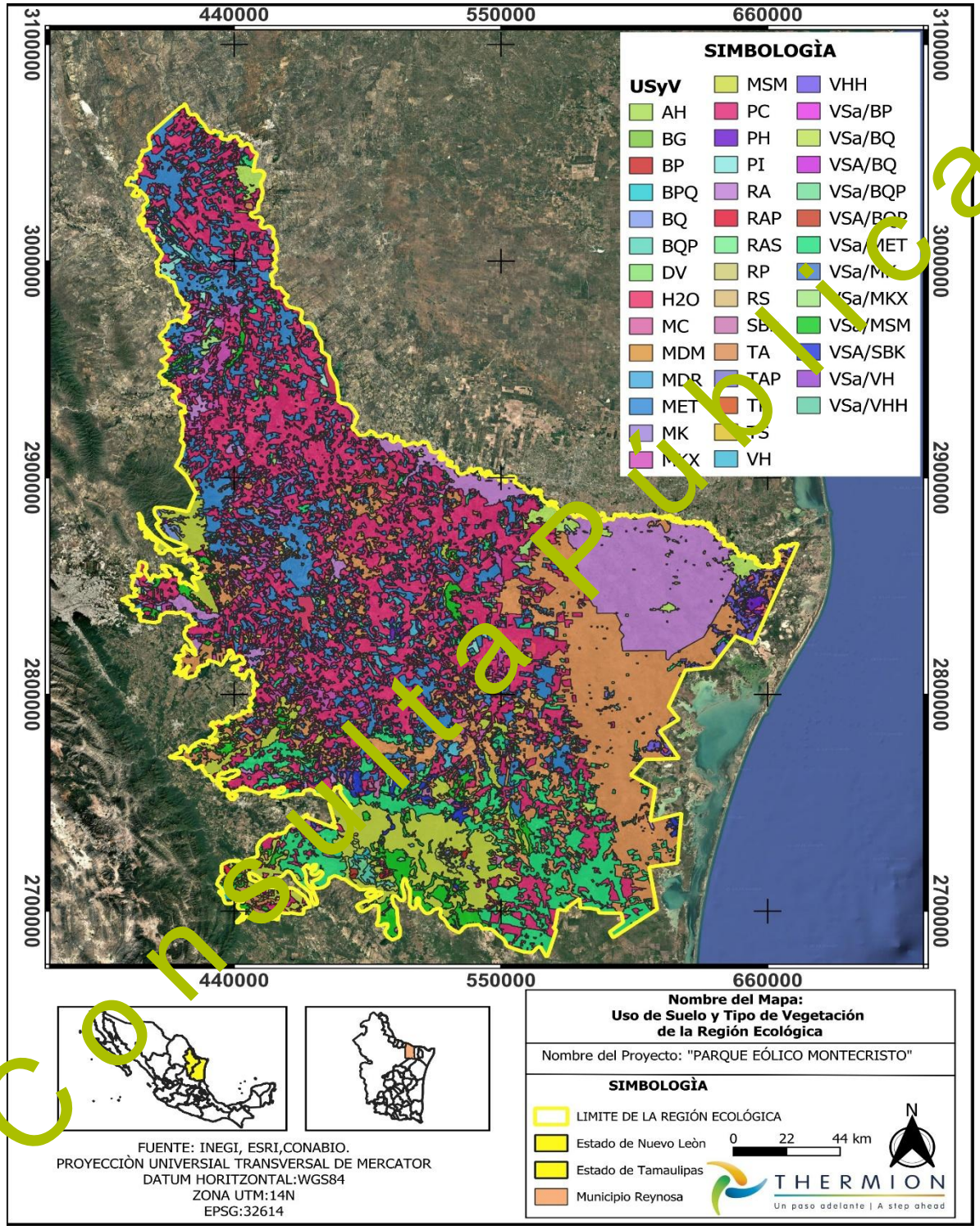
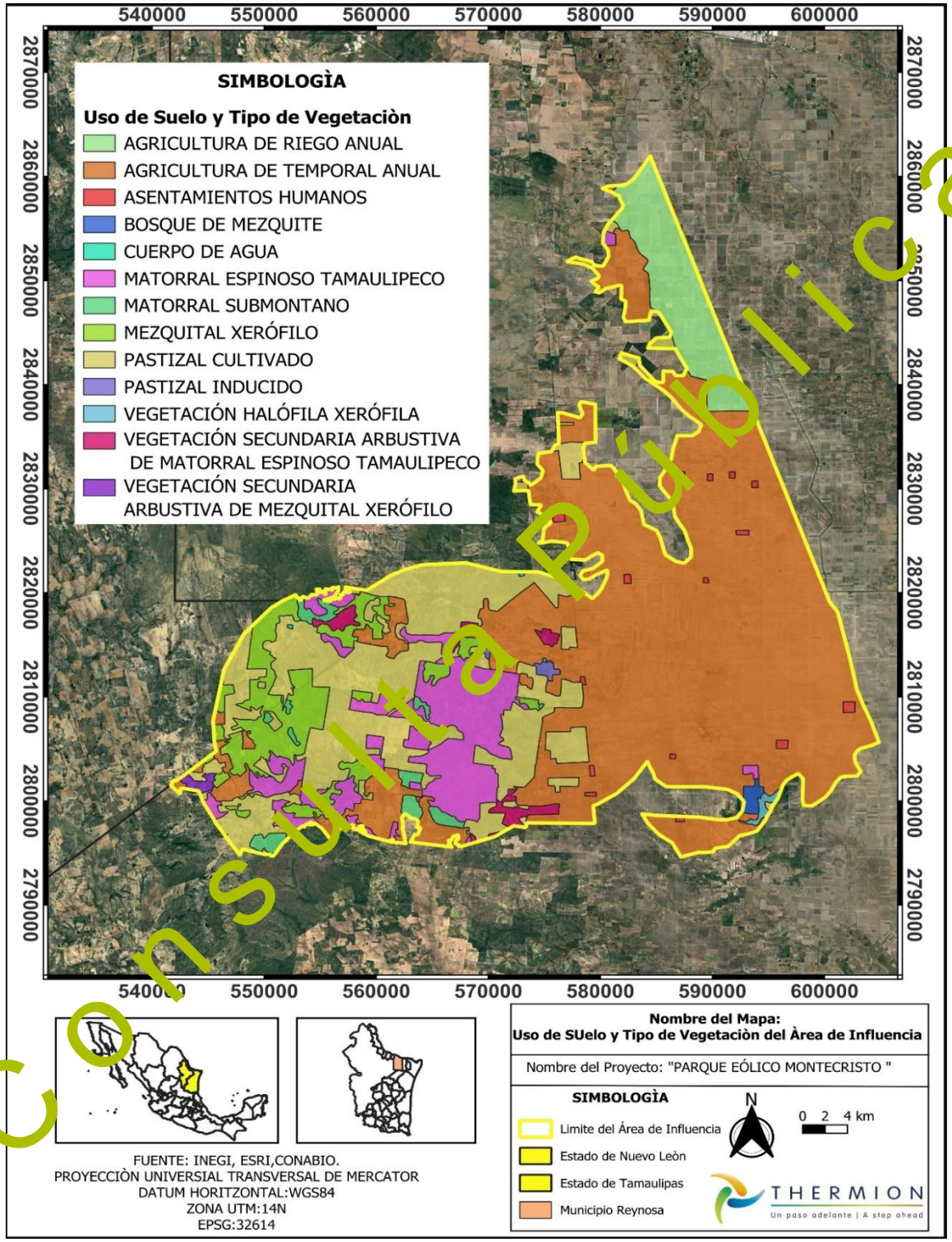


Figura 3. Uso de suelo y vegetación en la RE

Consulta Pública



Consulta Pública

Figura 4. Uso de suelo y vegetación en la AI

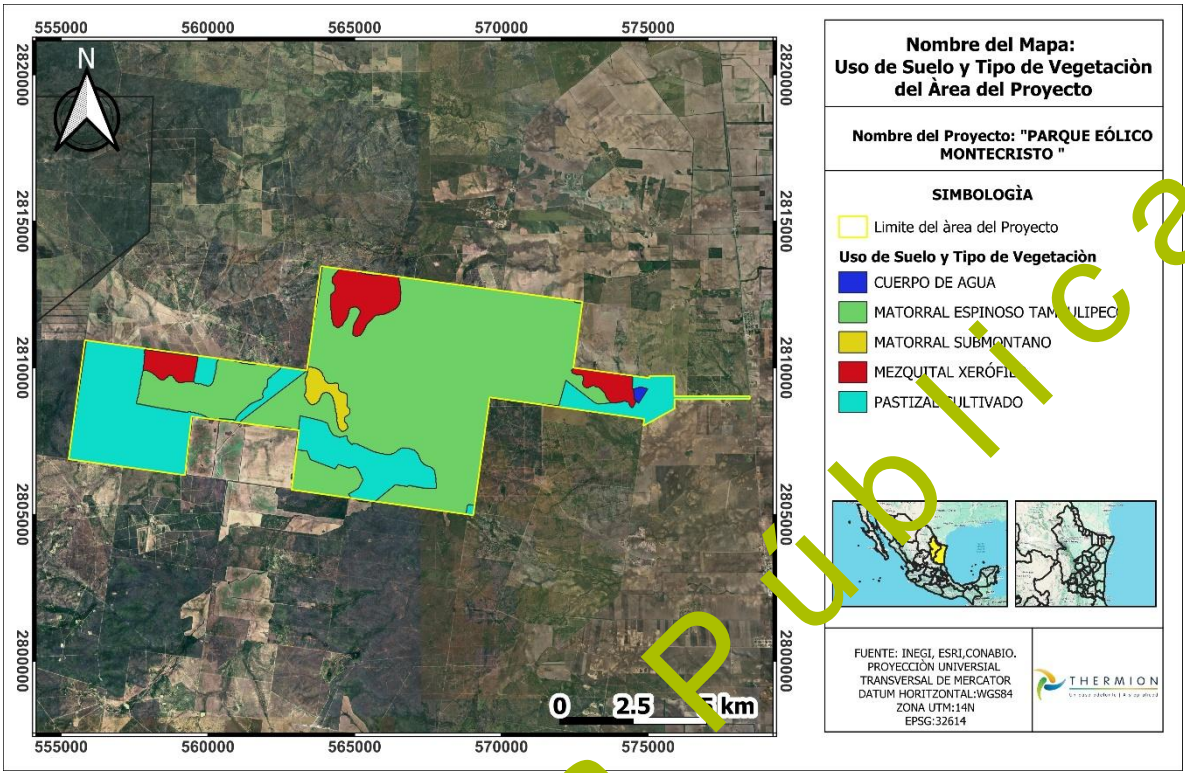


Figura 5. Uso de suelo y vegetación en el AP

Con base en la distribución y representatividad de los usos de suelo y vegetación identificados en la región ecológica, el área de influencia y el área de proyecto, a continuación, se presenta la descripción de cada uno de los USyV registrados, considerando sus principales características, composición y estructura de la vegetación, con el propósito de proporcionar el contexto necesario para la caracterización de las comunidades vegetales presentes en el área de estudio.

Agricultura de riego anual (RA)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa. Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Agricultura de riego anual y permanente (RAP)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua

Consulta Pública

rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa.

Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. Permanentes: la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

Agricultura de riego anual y semipermanente (RAS)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa.

Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. Semipermanentes: su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.

Agricultura de riego permanente (RP)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa.

Permanentes: la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

Agricultura de riego semipermanente (RS)

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo, la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo)

Consulta Pública

o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Ejemplos de estos tipos de agrosistemas se presentan en buena parte del territorio nacional, principalmente en algunas áreas de la planicie costera del estado de Sinaloa.

Semipermanentes: su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.

Agricultura de temporal anual (TA)

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80 % del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Agricultura de temporal anual y permanente (TA/P)

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80 % del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Permanentes: la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

Agricultura de temporal permanente (TP)

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien

Consulta Pública

por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80 % del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.
Permanentes: la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

Agricultura de temporal semipermanente (TS)

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80 % del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Semipermanentes: su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.

Bosque de encino (BQ)

Comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26 °C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3 000 m de altitud.
Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. Este bosque se ha observado en diferentes clases de roca ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus* (*más de 200 especies en México*). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), el charrasquillo (*Q. microphylla*), el encino colorado (*Q. castanea*), el encino prieto (*Q. laeta*), el laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son árboles perennifolios o

Consulta Pública

caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

Bosque de Encino-Pino (BQP)

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California.

Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28 °C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m.

La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste.

El sustrato donde se desarrolla esta comunidad es de origen ígneo como tobas y riolitas y sedimentarias como las calizas principalmente, se establecen en suelos como leptosoles, luvisoles, regosoles, phaeozem y en menor proporción los durisoles y umbrisoles.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp*.), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp*.).

Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino - encino.

Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.
Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla*, pino chino (*Pinus leiophylla*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. rudis*), pino escobetón (*P. devoniana* (*P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmanni*, P. lawsonii, y P. oaxacana.

Bosque de Galería (BG)

Comunidad arbórea que forma franjas angostas de vegetación en los márgenes de los ríos o arroyos de gran parte del país, generalmente en sitios con climas templados a secos, por lo que los valores de altitud, temperatura y precipitación en dichos sitios son muy variables. Se desarrolla en zonas con condiciones favorables de humedad edáfica y sus especies pueden soportar inundaciones temporales e incluso invadir rápidamente áreas expuestas ribereñas.

Consulta Pública

El estrato arbóreo dominante de estos bosques presenta alturas variables, desde los 4 hasta más de 30 metros, con especies perennifolias, subcaducifolias o hasta caducifolias. Son frecuentes los bosques de galería formados por sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) en el norte del país, así como de otras especies como sauces (*Salix spp.*), fresnos (*Fraxinus spp.*), álamos (*Populus spp.*), sicómoro aliso o álamo (*Platanus spp.*) y *Astianthus viminalis*.

Bosque de Mezquite (MK)

Comunidad arbórea con especies de *Prosopis* que se desarrolla en suelos aluviales de fondo de valle y depresiones en las planicies, donde el manto freático se mantiene a poca profundidad, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas, como en la Llanura de Río Verde, S.L.P., en el Valle de Aguascalientes, Ags., o partes del Bajío en Guanajuato.

En Baja California estos bosques de mezquite se presentan a lo largo de arroyos intermitentes, destacando sobre la vegetación circundante.

Frecuentemente forman comunidades arbóreas de entre 5 y 20 m de altura. La distribución de este tipo de comunidad es muy amplia en el país, pero muy fragmentada por sus requerimientos ecológicos.

Bosque de Pino (BP)

Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico.

Los climas en donde se desarrollan son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de 6 a 28 °C y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1 200 mm. Se encuentra de los 150 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en pendientes que van de 10 a 75 %, en diferentes exposiciones, aunque prefieren las que están orientadas hacia el norte.

Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada.

Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta.

Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*.

Consulta Pública

Bosque de Pino-Encino (BPQ)

Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28 °C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales.

Se concentran entre los 1 200 y los 3 200 m, y se presentan en todas las exposiciones.

Se establecen en sustrato ígneo y en menor proporción, sedimentario y metamórfico, sobre suelos tanto someros como profundos y rocosos principalmente cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.

Alcanzan alturas de 8 a 35 m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*), pero con dominancia de las primeras.

Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año.

Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, y *Q. scytophylla*, entre otras muchas especies de encinos.

Matorral Crasicaule (MC)

Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su distribución marcaría los límites tropical y templado al interior del desierto Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22 °C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12 °C.

En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus spp*. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como, por ejemplo, especies de *Mimosa spp.*, *Acacia spp.*, *Dalea spp.*, *Prosopis spp.*, *Rhus spp.*, *Larrea sp.*, *Brickellia sp.*, *Eupatorium sp.*, *Buddleja sp.*, *Celtis sp.*, etcétera.

Consulta Pública

El Matorral Crasicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas zonas adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presenta como cubierta vegetal de plantas del género Opuntia, siendo las principales especies dominantes de estas "nopaleras" *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*.

Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100 % de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.

Matorral Desértico Micrófilo (MDM)

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3 % de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20 %; la altura varía de 0.5 a 1.5 m.

Larrea y *Ambrosia* constituyen del 90 a 100 % de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, etcétera.

En el desierto sonorense, Larrea se extiende hasta la localidad de Guaymas, donde llega a formar manchones de matorral puro o casi puro. La comunidad que podría merecer el calificativo de vicariante con respecto a la anterior es la que ocupa la mayor parte de la superficie de la zona árida chihuahuense, ubicada sobre la Altiplanicie y que se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Hidalgo en altitudes que comúnmente no son inferiores a 1 000 m, se trata del matorral de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*, que también se desarrolla preferentemente sobre llanuras y partes bajas de abanicos aluviales aunque en condiciones de aridez más acentuada prospera así mismo sobre laderas de cerros.

En ningún sitio de su área de distribución parece llover menos de 150 mm en promedio anual y en algunas zonas más calurosas el límite superior de la precipitación se aproxima a los 500 mm.

Larrea a menudo es la única dominante, otras veces, junto con *Flourensia*, forma 80 a 100% de la vegetación; los matorrales de *Flourensia* son menos frecuentes y el observado cerca de Actopan, Hidalgo, marca aparentemente el extremo meridional de la distribución de la comunidad.

Matorral Desértico Rosetófilo (MDR)

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado.

Consulta Pública

Se le encuentra generalmente sobre suelos tipo xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país.

Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Agave spp*., *Hechtia spp*. (guapilla), *Dasylirion spp*. (sotol), *Euphorbia antisyphilitica* (candelilla), *Parthenium argentatum* (guayule), *Yucca carnerosana* (palma samandoca), es notable la presencia de cactáceas acompañantes.

Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)

Comunidad arbustiva o subarbórea formada por la dominancia de especies espinosas, caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas). Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200 m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600 m.

Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (h') hx y BS0 (h') hx' que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la temperatura máxima es de 40 °C y la mínima de -2 °C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros.

En su gran mayoría este tipo de vegetación se desarrolla en suelos del tipo aluvial, una pequeña porción en el estado de Coahuila en roca sedimentaria de tipo caliza y en algunas asociaciones de caliza–lutita, en algunas porciones al noreste de los estados de Tamaulipas y Nuevo León se presenta en roca sedimentaria del tipo lutita–arenisca.

Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son: *Acacia spp*. (Gavia, Huizache), *Cercidium spp*. (Palo verde), *Leucophyllum spp* (Cenizo), *Prosopis spp*. (Mezquite), *Castela tortuosa* (Amargoso), *Condalia spp*. (Abrojos), etcétera.

En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o foliolos pequeños y con la presencia de espinas laterales.

Matorral Submontano (MSM)

Se presenta a altitudes de 1 500 a 1 700 m, desarrollándose principalmente en las laderas bajas de ambas vertientes de la Sierra Madre Oriental, es una comunidad arbustiva a veces muy densa, formada por especies inermes o a veces espinosas, caducifolias por un breve periodo del año, se desarrolla principalmente en climas seco estepario, desértico y templado. Su temperatura media anual varía de 12 a 26 °C alcanzando hasta 40 °C en verano, la precipitación media anual oscila entre los 300 a 900 mm anuales de precipitación. Su área de distribución se extiende en los estados de Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo.

Consulta Pública

Este tipo de vegetación se encuentra en laderas, cañadas y partes altas, sean planas o con pendiente, de las mesetas y lomeríos, el terreno es de superficie pedregoso y textura fina y es común encontrar plantas creciendo sobre rocas. Son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, y en Suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca.

Crece sobre suelos someros que a veces presentan una capa superficial de hojarasca y comúnmente presentan afloramientos de roca madre. Siendo así en tipo de suelos Leptosoles y Regosoles.

Sus principales componentes pueden ser los siguientes: *Helieta parvifolia* (barreta), *Neopringlea integrifolia* (corva de gallina), *Cordia boissieri* (anacahuita), *Havardia pallens* (tenaza), *Acacia rigidula* (gavia), *Gochnatia hypoleuca* (ocotillo, olivo) *Karwinskia spp*. (limoncillo), *Capparis incana* (vara blanca), *Rhus virens* (lantrisco), *Flourensia laurifolia*, *Mimosa leucaenoides*, *Mortonia greggi* (afinador), *Zanthoxylum fagara*, etcétera.

La fisonomía de esta comunidad la proporciona el estrato arbustivo superior, cuya altura varía entre 2.5 a 5.0 m y alcanza una cobertura hasta del 70 %. Lo caracteriza *Helietta parvifolia* (Barreta), rutácea inerme que le da a la vegetación una estructura relativamente uniforme, pues normalmente es la única dominante, aunque en ocasiones *Acacia berlanderi* (Huajillo) es igual de importante.

Las plantas prevalecientes del estrato arbustivo medio (0.5 a 2 m de alto) son *Leucophyllum frutescens* y *Acacia amentacea*. Su cobertura varía de 50 a 80 %. El estrato inferior, menor a 0.5 m de altura, es diverso tanto en especies como en cobertura; es notable en los claros de la vegetación, donde *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisyphilitica* (Candelilla) y las gramíneas amacolladas de los géneros *Bouteloua*, *Tridens* y *Aristida* son los elementos más importantes.

Mezquital Xerófilo (MKX)

Se presenta en el norte del país, en forma discontinua en los estados de Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí y otros de la región, los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8 °C y la temperatura mínima de -3 °C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2 300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis juliflora*, *Acacia spp*, *Opuntia sp*, *Jatropha sp*. *Bouteloua spp*.

Pastizal Halófilo (PH)

Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.

Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte

Consulta Pública

norte del país. Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Por lo general la precipitación media anual oscila de los 200 mm a los 600 mm en promedio. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas. La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro.

Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80 cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente. En Chihuahua y Coahuila, principalmente, ocupa grandes extensiones el pastizal de *Pleuraphis mutica* (Tobosa), de 40 a 70 cm de altura. De los pastizales halófilos costeros más sobresalientes cabe mencionar los de *Distichlis spicata*, de *Sporobolus virginicus* y de *Monanthochloë littoralis*, que forman una carpeta baja, y los de *Spartina* y de *Uniola*, que miden cerca de 1 m de alto.

En general, las gramíneas dominantes son más bien rígidas y solo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.

Pastizal Inducido (PI)

Esta comunidad dominada por gramíneas y graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*.

Consulta Pública

Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima.

Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Trachypogon* y *Trisetum*. Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aun de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë*, *Erioneuron*, *Aristida*, *Lycurus* y *Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes.

Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbáceo no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia.

El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Otra comunidad de origen análogo es la que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax, corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, este permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus*, *Digitaria* y *Paspalum*.

Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Selva Baja Espinosa Caducifolia (SBK)

Se distribuye en las partes bajas de la Llanura Costera del Pacífico (Sonora y Sinaloa), en algunas porciones costeras de Jalisco y Colima, en el norte de Yucatán y en la Llanura Costera del Golfo Norte (Tamaulipas), en el estado de Puebla y Oaxaca, las partes bajas de la cuenca del río Balsas y del Istmo de Tehuantepec.

Se desarrolla en climas similares a los de la Selva Baja Caducifolia o ligeramente más secos, pero en climas más húmedos que los matorrales xerófilos, con marcadas características de aridez, con precipitaciones comunes del orden de 900 mm o ligeramente menores, aunque el rango va de 350

Consulta Pública

a 1 200 mm y temperaturas medias anuales entre 20 y 27 °C. Los climas en los que se presenta son Cálidos subhúmedos muy secos y Secos semicálidos. Se puede desarrollar sobre terrenos planos o muy ligeramente ondulados desde cerca del nivel del mar hasta los 1 000 msnm. El material geológico que da soporte a esta selva puede estar constituido por calizas, margas o lutitas y material metamórfico. Los suelos en donde por lo regular crece, son más o menos arcillosos, con abundante materia orgánica y drenaje deficiente. Es una comunidad de porte bajo, dominada por árboles espinosos. La mayoría de las especies de esta selva están desnudas durante periodos prolongados en la temporada seca; solo *Ebenopsis ebano*, una de las especies dominantes, queda sin hojas durante un lapso muy corto. Los componentes de estas selvas miden de 8 a 10 m de alto y solo eventualmente llegan a alcanzar 12 m. Muchas de las especies más abundantes son leguminosas con ramas espinosas. Aparte del estrato arbóreo, se encuentra un estrato arbustivo de 2 a 4 m de alto, bien desarrollado, pero falta casi completamente el estrato herbáceo.

Entre los elementos más importante están: *Acacia cornigera*, *Opuntia sp.*, *Stenocereus sp.*, *Crescentia cujete* (jícara), *Randia aculeata* (cruceto), *Phyllostylon brasiliense* (cerón), *Cercidium sp.* (palo verde), *Ebanopsis ebano* (ébano), *Haematoxylon brasiletto* (Brasil, palo de Brasil), *Caesalpinia sp.* (cascalote, iguanero), *Pithecellobium dulce* (chukum, guamúchil), Ziziphus (amole, limoncillo), *Prosopis sp.* (mezquite), *Prosopis juliflora*, *Crescentia alata* (cuautecomate), *Acacia pringlei*, *Sideroxylo palmeri*, *Bursera simaruba*, *Esenbeckia berlandieri*, *Ficus sp.*, *Achatocarpus nigricans*, *Sideroxylon verruculosum*, *Cephalocereus palmeri*, *Columbrina elliptica*, *Croton glabellus*, *Karwinskia humboldtiana*, *Morisonia americana*, *Mosiera ehrenbergii*, *Trichilia havanensis*, *Yucca treculeana*, *Zanthoxylum fagara*, *Bromelia pinguin*, *Parkinsonia praecox* (palo mantecoso), *Bursera odorata*, B. *submoniliformis*, *B. morelensis*, *B. linaoe*, *Cyrtocarpa procera* (chupandía) *Amphipterygium adstringens*, *Ceiba parvifolia*, *Senna bicapsularis*, *Pseudosmodingium andrieuxii*, *Gyrocarpus jatrophifolius* y *Parkinsonia florida*.

Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)

La constituyen comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes en litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas) que reciben aportación de agua salina en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad.

Generalmente la vegetación halófila-hidrófila está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas, pero puede estar constituida por elementos arbustivos como los del género *Atriplex*. Especies comunes de este tipo de vegetación son: *Batis maritima* (vidrillo), *Frankenia spp.* (Hierba reuma), *Atriplex spp.* (chamizo), y diversos pastos marinos como *Zostera marina* y *Spartina folios*.

Vegetación Halófila (VH)

La constituyen comunidades vegetales herbáceas o arbustivas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales en cualquier parte del país, es común en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas.

Consulta Pública

Esta comunidad se caracteriza por especies de baja altura, por la dominancia de pastos rizomatosos y tallos rígidos, además de una escasa cobertura de especies arbustivas.

Esta vegetación se desarrolla en zonas donde los factores climáticos y geológicos dieron origen a áreas salinas.

Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp.*), romerito (*Suaeda spp.*), hierba reuma (*Frankenia spp.*) y lavanda (*Limonium spp.*). Otras especies capaces de soportar estas condiciones son verdolaga (*Sesuvium spp.*), zacate toboso (*Hilaria spp.*), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más. Son comunes las asociaciones de *Atriplex spp.*, *Suaeda spp*. *Frankenia spp.*, entre otras.

Este tipo de vegetación, característico de suelos con alto contenido de sales solubles, puede asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente diferentes, pues pueden dominar en ellas formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas. Tal hecho se debe, al menos en parte, a que en los suelos salinos se presentan en condiciones climáticas variadas y, además, a que también las características edáficas varían tanto en lo que concierne a la cantidad y tipos de sales, como a la reacción pH, textura, permeabilidad, cantidad de agua disponible, etcétera.

Los suelos con exceso de sales son comunes en las partes bajas de las cuencas endorreicas. Salvo muy raras excepciones, se trata de suelos profundos, de origen aluvial, que varían desde muy arcillosos, como es el caso de la mayor parte de los fondos de antiguos lagos.

Con respecto a la composición florística de las comunidades halófilas, es interesante señalar que al mismo tiempo que incluyen géneros y especies de distribución muy vasta, algunos casi cosmopolitas, tampoco son raros en ellas los endemismos. Las familias mejor representadas son Gramineae y Chenopodiaceae, mereciendo mención especial las Frankeniaceae, cuyos miembros llegan a ser muy importantes en el noroeste de México. La suculencia es una característica frecuente en las halófitas de familias diferentes, así como la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica.

III.2.1 ÁREAS FORESTALES IDENTIFICADAS

Con base en la caracterización de los usos de suelo y vegetación realizada para el **Área del Proyecto (AP)**, se identificaron posteriormente las superficies correspondientes a **vegetación forestal**. En la siguiente tabla se presenta la superficie de las áreas forestales identificadas dentro del Área del Proyecto.

Tabla 3. Áreas forestales identificas en el área del proyecto

Áreas forestales		
USyV	**Superficie (m^2)**	**Superficie (ha)**
Matorral espinoso tamaulipeco	2,169,870.66	216.987066
Mezquital xerófilo	278,811.43	27.881143
Matorral submontano	49,464.47	4.946447
Total general	**2,498,146.55**	**249.814655**

Consulta Pública

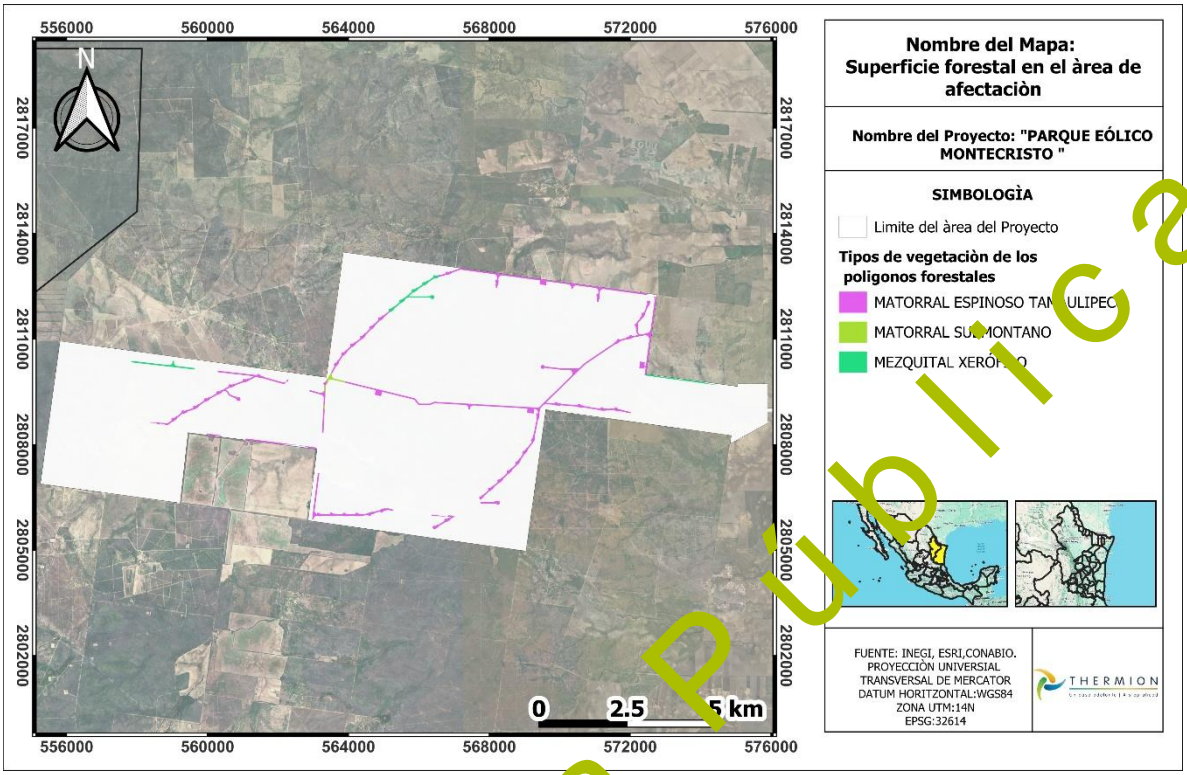


Figura 6. Áreas forestales identificadas en el AP

III.2.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS POLÍGONOS FORESTALES

Para poder consultar las coordenadas geográficas en UTM de los polígonos forestales identificados en el área de proyecto, véase el Anexo digital > capítulo III> Anexos flora

III.2.3 SUPERFICIE DE LAS ÁREAS POR POLÍGONOS FORESTALES

En la siguiente tabla se presenta la superficie correspondiente a cada uno de los polígonos forestales identificados dentro del Área del Proyecto.

Tabla 4. Superficie de las áreas por polígonos forestales

Superficie de las áreas por polígonos forestales			
USyV	**Polígono**	**Superficie (m^2)**	**Superficie (ha)**
Matorral espinoso tamaulipeco	1	288,764.25	28.876425
Matorral espinoso tamaulipeco	2	12,939.74	1.293974
Matorral espinoso tamaulipeco	3	48,745.52	4.874552
Matorral espinoso tamaulipeco	4	12,989.55	1.298955
Matorral espinoso tamaulipeco	5	27,367.35	2.736735
Matorral espinoso tamaulipeco	6	186,088.36	18.608836
Matorral espinoso tamaulipeco	7	35,704.22	3.570422
Matorral espinoso tamaulipeco	8	8,827.01	0.882701

Consulta Pública

Superficie de las áreas por polígonos forestales			
USyV	**Polígono**	**Superficie (m^2)**	**Superficie (ha)**
Matorral espinoso tamaulipeco	9	133,047.64	13.304764
Matorral espinoso tamaulipeco	10	1,108.19	0.110819
Matorral espinoso tamaulipeco	11	328,003.34	32.800334
Matorral espinoso tamaulipeco	12	1,004,937.45	100.493745
Matorral espinoso tamaulipeco	13	27,764.18	2.776418
Matorral espinoso tamaulipeco	14	44,656.70	4.465670
Matorral espinoso tamaulipeco	15	8,927.15	0.892715
Mezquital xerófilo	1	82,183.58	8.218358
Mezquital xerófilo	2	137,274.34	13.727434
Mezquital xerófilo	3	59,353.50	5.935350
Matorral submontano	1	45,422.97	4.542297
Matorral submontano	2	4,[illegible]1.50	0.404150
Total general		**2,498,[illegible]55**	**249.814655**

III.3 ESPECIES POTENCIALES

III.3.1. Flora

Con el propósito de establecer una referencia de la composición florística potencial de la región ecológica en la que se inserta el área del proyecto, se generaron listados de especies potenciales asociados a los diferentes Usos de Suelo y Vegetación (USyV) presentes en el área del proyecto. La región ecológica comprende un total de 43 unidades de USyV, sin embargo, para la integración de los listados potenciales se consideraron exclusivamente las cuatro unidades que presentan representación dentro del área del proyecto: Matorral espinoso tamaulipeco (MET), Matorral submontano (MSB), Mezquital xerófilo (MKX) y Pastizal cultivado (PC).

A partir de estas cuatro unidades de USyV se conformaron los listados de especies potenciales correspondientes a la región ecológica, considerando la asociación de las especies con los tipos de vegetación y usos del suelo seleccionados. De esta manera, los listados constituyen una referencia de la riqueza florística que potencialmente puede estar asociada con las condiciones ambientales y comunidades vegetales representadas en el área del proyecto dentro del contexto regional.

Es importante señalar que la inclusión de una especie en estos listados no implica que ésta haya sido registrada durante los trabajos de campo ni que se encuentre necesariamente presente en todos los sitios correspondientes a un determinado USyV. Los listados representan una referencia de las especies potencialmente asociadas a las unidades de vegetación consideradas y permiten contextualizar los resultados obtenidos mediante los muestreos de campo respecto a la composición florística regional.

Para complementar la información de las especies potenciales, se incorporó su estatus de conservación de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Convención sobre el

Consulta Pública

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Para la NOM-059-SEMARNAT-2010, las categorías de riesgo corresponden a Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazada (A) y Sujeta a protección especial (Pr). Por su parte, la UICN clasifica a las especies mediante diferentes categorías de riesgo de extinción, entre las que se encuentran Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU), En peligro (EN) y En peligro crítico (CR), entre otras. En el caso de CITES, la inclusión de las especies se indica mediante los Apéndices I, II y III, de acuerdo con el nivel de regulación aplicable al comercio internacional.

Para las especies que fueron revisadas y que no presentan una categoría o inclusión aplicable en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN o CITES, respectivamente, se utilizó un guion (-) en la tabla para indicar dicha condición.

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan los listados de especies potenciales para la región ecológica, de acuerdo con las cuatro unidades de Uso de Suelo y Vegetación que tienen representación dentro del área del proyecto.

Consulta Pública

Tabla 5. Especies potenciales del Matorral espinoso tamaulipeco

Matorral espinoso tamaulipeco									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Malvaceae	Abutilon	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Literatura florística; CONABIO
Verbenaceae	Aloysia	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Arbusto	Nativa	-	-	-	Enciclovida
Verbenaceae	Aloysia	*Aloysia wrightii*	Oreganillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Cactaceae	Ariocarpus	*Ariocarpus trigonus*	Chautle	Cactácea	Endémica	A	LC	I	NOM-059, CITES, Kew
Poaceae	Aristida	*Aristida purpurea*	Tres barbas	Herbácea	Nativa	-	LC	-	CONABIO
Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Batamote	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Berberidaceae	Berberis	*Berberis trifoliolata*	Agrito	Arbusto	Nativa	-	-	-	Velázquez-Rincón et al., 2025; CONABIO
Euphorbiaceae	Bernardia	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, estudios florísticos
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Herbácea	Nativa	-	-	-	CONABIO
Asteraceae	Brickellia	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	Arbusto	Nativa	-	-	-	Marroquín-Castillo et al., 2016; CONABIO
Fabaceae	Calliandra	*Calliandra eriophylla*	Chamizo	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Rutaceae	Casimiroa	*Casimiroa pringlei*	Zapotillo	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Simaroubaceae	Castela	*Castela texana*	Chaparro amargoso	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI
Cannabaceae	Celtis	*Celtis laevigata*	Palo blanco	Árbol	Nativa	-	LC	-	González et al., 2018; CONABIO
Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Acebuche	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI
Fabaceae	Chamaecrista	*Chamaecrista greggii*	Retama	Arbusto	Nativa	-	-	-	Literatura de restauración; CONABIO
Verbenaceae	Citharexylum	*Citharexylum brachyanthum*	Agrito	Arbusto/árbol	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Rhamnaceae	Colubrina	*Colubrina greggii*	Manzanita	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Rhamnaceae	Colubrina	*Colubrina texensis*	Madera de serpiente	Arbusto	Nativa	-	-	-	Velázquez-Rincón et al., 2025; CONABIO
Rhamnaceae	Condalia	*Condalia hookeri*	Capulín	Arbusto	Nativa	-	LC	-	eFloraMex, CONABIO
Rhamnaceae	Condalia	*Condalia spathulata*	Abrojo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	González-Rodríguez et al., 2010; CONABIO
Rhamnaceae	Condalia	*Condaliopsis obtusifolia*	Garrapatilla	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO

Consulta Pública

Matorral espinoso tamaulipeco									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Boraginaceae	Cordia	*Cordia boissieri*	Anacahuita	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	INEGI
Euphorbiaceae	Croton	*Croton ciliatoglandulifer*	Canelilla	Arbusto	Nativa	-	-	-	González et al., 2013; CONABIO
Euphorbiaceae	Croton	*Croton incanus*	Salvia	Arbusto	Nativa	-	-	-	Alanís et al., 2025; CONABIO
Euphorbiaceae	Croton	*Croton suaveolens*	Encinillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	CONABIO
Euphorbiaceae	Croton	*Croton torreyanus*	Croton de Torrey	Arbusto	Nativa	-	-	-	González-Rodríguez et al., 2010; CONABIO
Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	Arbusto	Nativa	-	LC	II	INEGI, CITES
Fabaceae	Dalea	*Dalea formosa*	Dalea de plumas	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Fabaceae	Dalea	*Dalea greggii*	Orégano cimarrón	Arbusto	Nativa	-	-	-	Literatura florística, CONABIO
Ebenaceae	Diospyros	*Diospyros palmeri*	Chapote manzano	Árbol	Nativa	-	NT	-	Alanís et al., 2025; CONABIO
Ebenaceae	Diospyros	*Diospyros texana*	Chapote negro	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	CONABIO, estudios florísticos
Fabaceae	Ebenopsis	*Ebenopsis ebano*	Ébano	Árbol	Nativa	-	LC	-	CONABIO
Cactaceae	Echinocereus	*Echinocereus enneacanthus*	Alicoche real	Cactácea	Nativa	-	LC	II	INEGI, CITES
Cactaceae	Echinocereus	*Echinocereus pectinatus*	Alicoche peine	Cactácea	Nativa	-	LC	II	INEGI, CITES
Cactaceae	Echinocereus	*Echinocereus poselgeri*	Sacasil	Cactácea	Nativa	-	LC	II	González et al., 2013; CITES
Cactaceae	Echinocereus	*Echinocereus stramineus*	Alicoche sanjuanero	Cactácea	Nativa	-	LC	II	González et al., 2013; CITES
Boraginaceae	Ehretia	*Ehretia anacua*	Anacua	Árbol	Nativa	-	LC	-	Velázquez-Rincón et al., 2025; CONABIO
Fabaceae	Erythrostemon	*Erythrostemon mexicanus*	Comalillo	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estudios florísticos, CONABIO
Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Mora Donjuán et al., 2013; CONABIO
Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia texana*	Palo dulce	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Velázquez-Rincón et al., 2025; CONABIO
Asteraceae	Flourensia	*Flourensia cernua*	Hojasén	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI
Asteraceae	Flourensia	*Flourensia laurifolia*	Hojancha	Arbusto	Nativa	-	-	-	Molina Guerra et al., 2020; INEGI

Consulta Pública

Matorral espinoso tamaulipeco									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Asteraceae	Flourensia	*Flourensia microphylla*	Hojasén	Arbusto	Nativa	-	-	-	Literatura florística; CONABIO
Oleaceae	Forestiera	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estudios florísticos, CONABIO
Oleaceae	Fraxinus	*Fraxinus greggii*	Barreta china	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Fabaceae	Havardia	*Havardia pallens*	Tenaza	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Lythraceae	Heimia	*Heimia salicifolia*	Escoba de arroyo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Literatura florística; CONABIO
Rutaceae	Helietta	*Helietta parvifolia*	Barreta	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Euphorbiaceae	Jatropha	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Asteraceae	Jefea	*Jefea brevifolia*	Jefea de hoja corta	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI
Rhamnaceae	Karwinskia	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Enciclovida
Koeberliniaceae	Koeberlinia	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Verbenaceae	Lantana	*Lantana macropoda*	Lantana blanca	Arbusto	Nativa	-	-	-	González et al., 2013; CONABIO
Scrophulariaceae	Leucophyllum	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, Enciclovida
Solanaceae	Lycium	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Malvaceae	Malvella	*Malvella leprosa*	Malva rastrera	Herbácea	Nativa	-	-	-	POWO
Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china	Cactácea	Nativa	-	LC	II	INEGI, CITES
Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria sphaerica*	Biznaga esférica	Cactácea	Nativa	-	LC	II	INEGI, CITES
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa biuncifera*	Garabatillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa malacophylla*	Charrasquillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Alanís et al., 2025; CONABIO
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa monancistra*	Charrasquillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	González et al., 2013; CONABIO
Fabaceae	Neltuma	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Fabaceae	Neltuma	*Neltuma laevigata*	Huizache	Árbol	Nativa	-	LC	-	Alanís et al., 2018; CONABIO
Salicaceae	Neopringlea	*Neopringlea integrifolia*	Palo estaca	Arbusto	Nativa	-	LC	-	González et al., 2013; CONABIO
Cactaceae	Opuntia	*Opuntia engelmannii*	Nopal cuijo	Arbusto	Nativa	-	LC	II	CITES
Cactaceae	Opuntia	*Opuntia macrorhiza*	Nopal raizudo	Cactácea	Nativa	-	LC	II	INEGI, CITES

Consulta Pública

Matorral espinoso tamaulipeco									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia aculeata*	Retama	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia texana*	Palo verde	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	Estudios florísticos, INEGI
Asteraceae	Parthenium	*Parthenium confertum*	Matricaria de Gray	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI
Fabaceae	Pithecellobium	*Pithecellobium pallens*	Tenaza	Árbol	Nativa	-	-	-	INEGI, literatura científica
Zygophyllaceae	Porlieria	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	Arbusto	Nativa	-	LC	II	Enciclovida
Rubiaceae	Randia	*Randia aculeata*	Crucecita	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Rubiaceae	Randia	*Randia laetevirens*	Capulín de corona	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Rubiaceae	Randia	*Randia obcordata*	Crucero	Arbusto	Nativa	-	LC	-	González et al., 2013; eFloraMex
Celastraceae	Schaefferia	*Schaefferia cuneifolia*	Yaupon del desierto	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Cactaceae	Selenicereus	*Selenicereus spinulosus*	Pitayita nocturna espinosa	Cactácea	Nativa	-	LC	II	González et al., 2013; CITES
Fabaceae	Acacia	*Senegalia berlandieri*	Espino	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Fabaceae	Senegalia	*Senegalia greggii*	Vesota	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Senna	*Senna bauhinioides*	Retama pata de vaca	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI; literatura florística
Fabaceae	Senna	*Senna lindheimeriana*	Retama	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI, CONABIO
Sapotaceae	Sideroxylon	*Sideroxylon celastrinum*	Coma	Árbol	Nativa	-	LC	-	González et al., 2013; eFloraMex
Sapotaceae	Sideroxylon	*Sideroxylon lanuginosum*	Coma blanca	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Asteraceae	Sidneya	*Sidneya tenuifolia*	Ojo Dorado Hoja Esqueleto	Arbusto	Nativa	-	-	-	González-Rodríguez et al., 2010; CONABIO
Passifloraceae	Turnera	*Turnera diffusa*	Damiana	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia farnesiana*	Huizache	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia rigidula*	Chaparro prieto	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI
Fabaceae	Acacia	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbusto/árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI, literatura florística
Asteraceae	Wedelia	*Wedelia acapulcensis*	Wedelia peluda	Arbusto	Nativa	-	-	-	González-Rodríguez et al., 2010; CONABIO
Asparagaceae	Yucca	*Yucca filifera*	Palma pita	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI, CONABIO
Asparagaceae	Yucca	*Yucca treculeana*	Chocha	Árbol	Nativa	-	VU	-	INEGI, IUCN

Consulta Pública

Matorral espinoso tamaulipeco									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Rutaceae	Zanthoxylum	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Enciclovida

Tabla 6. Especies potenciales del Matorral submontano

Matorral submontano									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Fabaceae	Acacia	*Acacia roemeriana*	Palo prieto	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Agavaceae	Agave	*Agave victoriae-reginae*	Maguey noa	Roseta suculenta	Endémica	P	LC	II	Estrada et al.; CONANP
Verbenaceae	Aloysia	*Aloysia wrightii*	Oreganillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Rutaceae	Amyris	*Amyris madrensis*	Barreta china	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Rutaceae	Amyris	*Amyris texana*	Barretilla	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Ericaceae	Arbutus	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Árbol	Nativa	-	LC	-	Canizales-Velázquez et al.; POWO
Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Batamote	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; POWO
Fabaceae	Bauhinia	*Bauhinia macranthera*	Pata de cabra	Arbusto/árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Euphorbiaceae	Bernardia	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Arecaceae	Brahea	*Brahea dulcis*	Bamel	Palma	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Solanaceae	Capsicum	*Capsicum annuum*	Chile	Hierba/arbusto	Nativa	-	LC	-	Mora-Olivo et al.; POWO
Simaroubaceae	Castela	*Castela texana*	Chaparro amargoso	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Cannabaceae	Celtis	*Celtis laevigata*	Palo blanco	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Acebuche	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Rhamnaceae	Colubrina	*Colubrina greggii*	Manzanita	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Rhamnaceae	Condalia	*Condalia hookeri*	Capulín	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Rhamnaceae	Condaliopsis	*Condaliopsis obtusifolia*	Garrapatilla	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Boraginaceae	Cordia	*Cordia boissieri*	Anacahuita	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO

Consulta Pública

Matorral submontano									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Euphorbiaceae	Croton	*Croton torreyanus*	Croton de Torrey	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Asparagaceae	Dasylirion	*Dasylirion berlandieri*	Sotol	Roseta suculenta	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Asparagaceae	Dasylirion	*Dasylirion texanum*	Sotol texano	Roseta suculenta	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Dermatophyllum	*Dermatophyllum secundiflorum*	Burrita roja	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Alanís-Rodríguez et al.; POWO
Ebenaceae	Diospyros	*Diospyros texana*	Chapote negro	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Ebenopsis	*Ebenopsis ebano*	Ébano	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Cactaceae	Echinocereus	*Echinocereus enneacanthus*	Alicoche real	Cactácea	Nativa	-	LC	II	Estrada et al.; CITES
Cactaceae	Echinocereus	*Echinocereus pectinatus*	Alicoche peine	Cactácea	Nativa	-	LC	II	Estrada et al.; CITES
Boraginaceae	Ehretia	*Ehretia anacua*	Anacua	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Erythrostemon	*Erythrostemon mexicanus*	Comalillo	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia texana*	Palo dulce	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Oleaceae	Forestiera	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Oleaceae	Fraxinus	*Fraxinus greggii*	Barreta china	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Fabaceae	Havardia	*Havardia pallens*	Tenaza	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Rutaceae	Helietta	*Helietta parvifolia*	Barreta	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Asparagaceae	Hesperaloe	*Hesperaloe funifera*	Samandoque	Roseta suculenta	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Asparagaceae	Hesperaloe	*Hesperaloe parviflora*	Samandoque flor roja	Roseta suculenta	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Euphorbiaceae	Jatropha	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Rhamnaceae	Karwinskia	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Verbenaceae	Lantana	*Lantana macropoda*	Lantana blanca	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Scrophulariaceae	Leucophyllum	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Verbenaceae	Lippia	*Lippia graveolens*	Orégano mexicano	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Solanaceae	Lycium	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Malpighiaceae	Malpighia	*Malpighia glabra*	Capulín	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Cactaceae	Mammillaria	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china	Cactácea	Nativa	-	LC	II	Estrada et al.; CITES

Consulta Pública

Matorral submontano									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; POWO
Fabaceae	Myrospermum	*Myrospermum sousanum*	Bálsamo de Sousa	Árbol	Nativa	-	EN	-	Estrada et al.; POWO
Asteraceae	Nahuatlea	*Nahuatlea hypoleuca*	Chomonque	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Salicaceae	Neopringlea	*Neopringlea integrifolia*	Palo estaca	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Cactaceae	Opuntia	*Opuntia engelmannii*	Nopal cuijo	Cactácea	Nativa	-	LC	II	Estrada et al.; CITES
Cactaceae	Opuntia	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Cactácea	Nativa	-	LC	II	UANL; CITES
Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia aculeata*	Retama	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI; POWO
Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia texana*	Palo verde	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Asteraceae	Parthenium	*Parthenium incanum*	Mariola	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Zygophyllaceae	Porlieria	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	II	Estrada et al.; CITES
Fagaceae	Quercus	*Quercus canbyi*	Encino blanco	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fagaceae	Quercus	*Quercus laeta*	Roble blanco	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fagaceae	Quercus	*Quercus polymorpha*	Encino roble	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fagaceae	Quercus	*Quercus rysophylla*	Encino colorado	Árbol	Nativa	-	NT	-	Estrada et al.; POWO
Rubiaceae	Randia	*Randia rhagocarpa*	Crucillo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Anacardiaceae	Rhus	*Rhus pachyrrhachis*	Lentrisco	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Anacardiaceae	Rhus	*Rhus virens*	Capulín	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Lamiaceae	Salvia	*Salvia chia*	Chía de monte	Hierba/arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Sapindaceae	Sapindus	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Celastraceae	Schaefferia	*Schaefferia cuneifolia*	Yaupon del desierto	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Senegalia	*Senegalia berlandieri*	Espino	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; INEGI
Fabaceae	Senegalia	*Senegalia greggii*	Tesota	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Senna	*Senna wislizeni*	Carrozo	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI; POWO
Sapotaceae	Sideroxylon	*Sideroxylon celastrinum*	Coma	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO
Sapotaceae	Sideroxylon	*Sideroxylon lanuginosum*	Coma blanca	Árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; POWO

Consulta Pública

Matorral submontano									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Asteraceae	Sidneya	*Sidneya tenuifolia*	Ojo Dorado Hoja Esqueleto	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; CONABIO
Sapindaceae	Ungnadia	*Ungnadia speciosa*	Monilla	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia roemeriana*	Uña de gato	Arbusto	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia wrightii*	Uña de gato	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	-	-	Estrada et al.; POWO
Asparagaceae	Yucca	*Yucca filifera*	Palma pita	Árbol/roseta	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO
Rutaceae	Zanthoxylum	*Zanthoxylum fagara*	Limoncillo	Arbusto/árbol	Nativa	-	LC	-	Estrada et al.; CONABIO

Tabla 7. Especies potenciales del Mezquital xerófilo

Mezquital xerófilo									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Malvaceae	Abutilon	*Abutilon abutiloides*	Cotastahue	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Malvaceae	Abutilon	*Abutilon incanum*	Tronadora	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Malvaceae	Abutilon	*Abutilon palmeri*	Malva de India	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT
Asparagaceae	Agave	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Roseta suculenta	Nativa	-	LC	-	Monroy-Ata et al.; CONABIO
Asteraceae	Ambrosia	*Ambrosia ambrosioides*	Chicura	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Asteraceae	Ambrosia	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Asteraceae	Ambrosia	*Ambrosia dumosa*	Hierba del burro	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Amaranthaceae	Atriplex	*Atriplex canescens*	Cenizo	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Asteraceae	Baccharis	*Baccharis salicifolia*	Batamote	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua dactyloides*	Zacate búfalo	Herbácea	Nativa	-	-	-	Monroy-Ata et al.; CONABIO
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua gracilis*	Navajita	Herbácea	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Burseraceae	Bursera	*Bursera fagaroides*	Torote	Árbol	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO

Consulta Pública

Mezquital xerófilo									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Burseraceae	Bursera	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Árbol	Nativa	-	LC	-	CONABIO
Cannabaceae	Celtis	*Celtis pallida*	Acebuche	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Cactaceae	Cochemiea	*Cochemiea grahamii*	Biznaga chollo chico	Cactácea	Nativa	-	-	II	SEMARNAT; POWO; CITES
Rhamnaceae	Condalia	*Condalia globosa*	Sarampión	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Rhamnaceae	Condalia	*Condalia mexicana*	Espino de capulín	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Monroy-Ata et al.
Rhamnaceae	Condalia	*Condalia spathulata*	Abrojo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Rhamnaceae	Condaliopsis	*Condaliopsis obtusifolia*	Garrapatilla	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Coursetia	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactácea	Nativa	-	LC	II	Monroy-Ata et al.; CITES
Cactaceae	Cylindropuntia	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	Cactácea	Nativa	-	LC	II	INEGI; CONABIO; CITES
Asteraceae	Encelia	*Encelia farinosa*	Flor de rocío	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Equisetaceae	Equisetum	*Equisetum robustum*	Cola de caballo	Herbácea	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Fabaceae	Erythrostemon	*Erythrostemon palmeri*	Palo piojo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; POWO
Fabaceae	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Vara dulce	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Asteraceae	Flourensia	*Flourensia cernua*	Hojasén	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Asteraceae	Flourensia	*Flourensia resinosa*	Flourensia resinosa	Arbusto	Nativa	-	-	-	Monroy-Ata et al.
Fouquieriaceae	Fouquieria	*Fouquieria macdougalii*	Jaboncillo	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Cactaceae	Grusonia	Grusonia schott	Choya abrojo de Texas	Cactácea	Nativa	-	LC	II	CONABIO
Zygophyllaceae	Guaiacum	*Guaiacum coulteri*	Árbol santo	Árbol pequeño/arbusto	Nativa	A	VU	II	SEMARNAT; CONABIO
Fabaceae	Havardia	*Havardia mexicana*	Palo chino	Árbol	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Euphorbiaceae	Jatropha	*Jatropha cardiophylla*	Sangre de drago	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Euphorbiaceae	Jatropha	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	Arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Rhamnaceae	Karwinskia	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	Arbusto	Nativa	-	LC	-	Monroy-Ata et al.
Capparaceae	Koeberlinia	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	Arbusto/árbol pequeño	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Krameriaceae	Krameria	*Krameria erecta*	Mezquitillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO

Consulta Pública

Mezquital xerófilo									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Zygophyllaceae	Larrea	*Larrea tridentata*	Gobernadora	Arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Solanaceae	Lycium	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Fabaceae	Lysiloma	*Lysiloma divaricatum*	Mauto	Árbol	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; POWO
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa biuncifera*	Garabatillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	García-Sánchez et al.; CONABIO
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa depauperata*	Gatillo	Arbusto	Nativa	-	-	-	Monroy-Ata et al.
Fabaceae	Mimosa	*Mimosa dysocarpa*	Garároa	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia macroura*	Zacatón	Herbácea	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; CONABIO
Poaceae	Muhlenbergia	*Muhlenbergia porteri*	Liendrilla amacollada	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Cactaceae	Myrtillocactus	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	Cactácea arborescente	Nativa	-	LC	II	CONANP; CONABIO
Fabaceae	Neltuma	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Neltuma	*Neltuma laevigata*	Huizache	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Neltuma	*Neltuma odorata*	Mezquite dulce	Árbol/arbusto	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Neltuma	*Neltuma velutina*	Mezquite	Árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Cactaceae	Opuntia	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Cactácea	Nativa	-	LC	II	Monroy-Ata et al.; CONABIO
Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia aculeata*	Retama	Árbol	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; CONABIO
Fabaceae	Parkinsonia	*Parkinsonia florida*	Palo Verde Azul	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Senegalia	*Senegalia greggii*	Tesota	Arbusto	Nativa	-	LC	-	SEMARNAT; POWO
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia farnesiana*	Huizache	Árbol/arbusto	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Fabaceae	Vachellia	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbusto/árbol	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Asparagaceae	Yucca	*Yucca elata*	Cortadillo	Roseta arborescente	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Asparagaceae	Yucca	*Yucca filifera*	Palma pita	Árbol/roseta	Nativa	-	LC	-	CONANP; CONABIO

Consulta Pública

Tabla 8. Especies potenciales del Pastizal cultivado

Pastizal cultivado									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-05**	**U.N**	**CITES**	**Referencia principal**
Poaceae	Andropogon	*Andropogon gerardi*	Popotillo grande	Herbácea	Nativa	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Aristida	*Aristida purpurea*	Tres aritas curvado	Herbácea	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Avena	*Avena sativa*	Avena	Herbácea	Cultivada	-	LC	-	CONABIO
Poaceae	Axonopus	*Axonopus compressus*	Pasto alfombra	Herbácea	Introducida	-	LC	-	CONABIO
Poaceae	Bothriochloa	*Bothriochloa ischaemum*	Tallo azul de Kingranch	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Bothriochloa	*Bothriochloa pertusa*	Acaba finca	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Bouteloua	*Bouteloua trifida*	Navajita roja	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Bromus	*Bromus inermis*	Bromo suave	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Cenchrus	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Cenchrus	*Cenchrus purpureus*	Pasto Taiwan	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Cenchrus	*Cenchrus spinifex*	Zacate abrojo de la costa	Herbácea	Nativa	-	LC	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Chloris	*Chloris ciliata*	Verdillo cacahuatoide	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Chloris	*Chloris gayana*	Zacate de Rodas	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Cynodon	*Cynodon dactylon*	Gallitos	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Cynodon	*Cynodon plectostachyus*	Estrella africana	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; literatura técnica
Poaceae	Dactylis	*Dactylis glomerata*	Gallo	Herbácea	Introducida	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Dactyloctenium	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de gallo	Herbácea	Introducida	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Dichanthium	*Dichanthium annulatum*	Zacate angleton	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Digitaria	*Digitaria insularis*	Plumerillo café	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Eragrostis	*Eragrostis curvula*	Amorseco curvado	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Eragrostis	*Eragrostis secundiflora*	Zacate	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Heteropogon	*Heteropogon contortus*	Barba negra	Herbácea	Nativa	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Leptochloa	*Leptochloa pluriflora*	Triverdin de cuatro	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Leucaena	*Leucaena leucocephala*	Barba de chivo	Árbol/arbusto	Nativa	-	-	-	CONABIO; INEGI

Consulta Pública

Pastizal cultivado									
Familia	**Género**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Forma de vida**	**Origen**	**NOM-059**	**UICN**	**CITES**	**Referencia principal**
Poaceae	Lolium	*Lolium arundinaceum*	Cañuela alta	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Lolium	*Lolium perenne*	Ballico perenne	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Megathyrsus	*Megathyrsus maximus*	Camalote	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Melinis	*Melinis minutiflora*	Candiguero	Herbácea	Introducida	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Melinis	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Panicum	*Panicum coloratum*	Zacate Klein	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Panicum	*Panicum hallii*	Panizo aserrín	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Paspalum	*Paspalum conjugatum*	Grama	Herbácea	Nativa	-	-	-	SEMARNAT; INEGI
Poaceae	Paspalum	*Paspalum dilatatum*	Pasto Bahía	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Paspalum	*Paspalum notatum*	Pasto estrella	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Phalaris	*Phalaris canariensis*	Alpiste verde del Mediterráneo	Herbácea	Introducida/cultivada	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Setaria	*Setaria geniculata*	Zacate sedoso	Herbácea	Nativa	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Setaria	*Setaria macrostachya*	Pajita tempranera	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Sorghum	*Sorghum bicolor*	Sorgo africano	Herbácea	Introducida/cultivada	-	LC	-	INEGI
Poaceae	Sorghum	*Sorghum halepense*	Alpiste africano	Herbácea	Introducida	-	-	-	CONABIO
Poaceae	Thinopyrum	*Thinopyrum elongatum*	Agropiro alargado	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Tridens	*Tridens albescens*	Tridente agrio	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Tridens	*Tridens muticus*	Tridente esbelto	Herbácea	Nativa	-	-	-	INEGI; CONABIO
Poaceae	Urochloa	*Urochloa mutica*	Camalote	Herbácea	Introducida	-	-	-	INEGI; CONABIO

Consulta Pública

En el apartado de anexos del Capítulo III se encuentran los listados que incluyen las referencias bibliográficas correspondientes a cada uno de los usos de suelo y vegetación y a cada especie considerada.

III.3.1. Fauna

Para la descripción del Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE) también se consideró a la fauna silvestre, para lo cual se analizaron como grupos indicadores de la calidad del hábitat a los vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Para ello, fue necesario conocer las especies faunísticas que se distribuyen potencialmente en estos sitios, por lo que se consultaron distintas fuentes de información para obtener un listado de cada uno de los distintos grupos faunísticos.

Conocer la distribución potencial de las especies en un sitio es de suma importancia para ubicarlas espacialmente en un área, ya que permite asociarlas a las condiciones actuales y las características ambientales que requieren para su sobrevivencia. Si bien, las especies tienen la capacidad de adaptación, la presencia de ciertas poblaciones en un sitio determinado funciona como un indicador del ambiente, ya que la tolerancia entre las especies son distintas y hace que muchas de ellas sean más vulnerables a los cambios y a las actividades antropogénicas. Las especies con superficies reducidas de distribución potencial y con intervalos de condiciones ambientales restringidos, son más sensibles, ya que se localizan en sitios con condiciones sumamente específicas (Thuiller et al., 2011; Gutiérrez y Trejo, 2014).

El listado de la distribución potencial complementa una base de datos con información sólida, que sirve de parteaguas para la toma de decisiones y contribuye al mejoramiento de la calidad ambiental (Villareal, et al., 2004; Cabrera-Cruz, 2015).

Para realizar la base de datos y posterior listado, se consultaron diversas fuentes de información con el fin de conocer las especies que se distribuyen potencialmente en el área, así como sus características taxonómicas, distribución, estacionalidad, endemismo y estatus de protección. Para ello se realizó una revisión exhaustiva de listados taxonómicos previos en diversas plataformas web, que fueron verificadas, corroboradas y ampliadas a través de guías de identificación, artículos científicos, capítulos de libros y herramientas de divulgación.

Tabla 9. Fuentes de información bibliográfica consultada

Guías de identificación	Fuentes bibliográficas	Fuentes de plataformas web
• Howell y Webb, 1995. • Kauffman, 2005. • Van, 2006. • Peterson y Chalif, 2008. • Sibley 2013, 2014. • Powell et al., 2016. • Aranda, 2012.	Artículos científicos, capítulos de libros, herramientas de divulgación: • Martín, 1958. • Lavín-Murcio y Dixon, 2004. • Farr et al., 2009. • Farr et al., 2013. • Flores-Villela y García-Vázquez, 2014. • Terán-Juárez et al., 2016. • Terán-Juárez et al., 2018. • Arriaga-Flores et al., 2024.	• CONABIO • GBIF • Naturalista • IUCN • Amphibiaweb • Audubon • Berkeley mapper • Nature Serve • Animal Diversity • Mesoamerican Herpetology • Reptile Database • The Cornell Lab Merlín • Enciclovida

Consulta Pública

Como parte de la revisión bibliográfica para generar el listado de especies potenciales de fauna silvestre, también se identificaron algunas especies que se encuentran bajo protección especial. Una gran cantidad de especies sobreviven a cambios debido a que son capaces de evolucionar con rapidez y adaptarse a las nuevas condiciones que se presentan en su hábitat. Sin embargo, existen especies que no se adaptan con facilidad y las perturbaciones humanas son en gran medida las responsables de la desaparición de las especies.

Existen diferentes herramientas de protección nacionales e internacionales para garantizar la permanencia de algunas especies que, por sus características biológicas y ecológicas como una tasa de reproducción, especificidad de uso de hábitat, ámbito hogareño reducido, nicho trófico especialista-son más susceptibles a los impactos que ponen en riesgo la permanencia de sus poblaciones. Los tres instrumentos de protección que se consideraron fueron:

- La lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como la modificación del Anexo Normativo III de la norma en comento (publicada el 14 de noviembre de 2019).

- La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

- Los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Tabla 10. Clasificación de las especies protegidas en la NOM-059, Lista Roja de la IUCN y la CITES

NOM-059-SEMARNAT-2010		UICN		CITES	
Clave	**Denotación**	**Clave**	**Denotación**	**Clave**	**Denotación**
E	Probablemente extinta en el medio silvestre	**EX**	Extinta	**I**	En el Apéndice I se incluyen las especies las que encuentran en un mayor grado de peligro. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.
P	En peligro de extinción	**EW**	Extinta en estado silvestre		
A	Amenazadas	**CR**	En peligro crítico		
PR	Sujetas a protección especial	**EN**	En peligro	**II**	En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.
		VU	Vulnerable		
		NT	Casi amenazada		
		LC	Preocupación menor	**III**	En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.
		DD	Datos insuficientes		
		NE	No evaluado		

Consulta Pública

Resultados de distribución potencial de fauna

Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica facilitaron la elaboración de una base de datos para cada grupo faunístico, permitiendo un listado de 429 especies, distribuidas en 317 especies de aves, 47 de reptiles, 51 de mamíferos y 14 de anfibios con registros potenciales en la Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP).

Tabla 11. Fauna potencial de la Región Ecológica, Área de Influencia y Área del Proyecto

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	N° DE ESPECIES	% DE ESPECIES
Aves	22	60	317	73.89
Reptiles	2	17	47	10.96
Mamíferos	8	22	51	11.89
Anfibios	1	8	14	3.26
TOTAL	**33**	**107**	**429**	**100**

La mayor riqueza fue registrada para el grupo de aves con el 73.89% del total de especies, seguido de mamíferos con 11.89%, reptiles con 10.96% y anfibios con 3.26%, siendo el grupo con menor riqueza. Cabe mencionar que el grupo de aves es el más abundante comparado con otros grupos faunísticos, ya que se incluyen especies migratorias, y presentan una facilidad de observación en comparación con los demás grupos.

Consulta Pública

Tabla 12. Listado de fauna potencial en la Región Ecológica, Área de Influencia y Área del Proyecto

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
ANFIBIOS								
Anura	Bufonidae	*Anaxyrus punctatus*	Sapo de puntos rojos	-		LC	R	-
Anura	Bufonidae	*Anaxyrus speciosus*	Sapo texano	-	-	LC	R	-
Anura	Bufonidae	*Incilius nebulifer*	Sapo nebuloso	-	-	LC	R	-
Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	-	-	LC	R	-
Anura	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus campi*	Rana Chirriadora Mexicana	-	-	LC	R	-
Anura	Hylidae	*Pseudacris clarkii*	Rana de coro manchada	-	-	LC	R	-
Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	-	LC	R	-
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes	-	-	LC	R	-
Anura	Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Ranita olivo	Pr	-	LC	R	-
Anura	Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera	-	-	LC	R	-
Anura	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	-	LC	R	-
Anura	Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	Rana toro	-	-	LC	R	-
Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	-	LC	R	-
Anura	Scaphiopodidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador	-	-	LC	R	-
AVES								
Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	II	LC	VI	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC	VI	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila Real	A	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr	II	LC	VI	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla Cola Corta	-	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	-	II	LC	VI	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo lineatus*	Aguililla Pecho Rojo	Pr	II	LC	VI	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	-	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC	T	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo regalis*	Aguililla Real	Pr	II	LC	VI	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	II	LC	T	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC	VI	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	Pr	II	LC	T	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	-	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	II	LC	T	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla Rojinegra	Pr	II	LC	R	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	-	II	LC	R	-
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	II	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Aix sponsa*	Pato Arcoíris	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas acuta*	Pato Golondrino	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas diazi*	Pato Mexicano	A	-	-	R	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas fulvigula*	Pato Tejano	A	-	LC	R	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos*	Pato de Collar	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Anser albifrons*	Ganso Careto Mayor	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Anser caerulescens*	Ganso Blanco	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Anser rossii*	Ganso de Ross	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Aythya americana*	Pato Cabeza Roja	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Aythya collaris*	Pato Pico Anillado	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Aythya marila*	Pato Boludo Mayor	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Aythya valisineria*	Pato Coacoxtle	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Branta canadensis*	Ganso Canadiense Mayor	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Bucephala albeola*	Pato Monja	-	-	LC	VI	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Anseriformes	Anatidae	*Cairina moschata*	Pato Real	P	-	LC	R	-
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	-	LC	R	-
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Pijije Canelo	-	-	LC	R	-
Anseriformes	Anatidae	*Lophodytes cucullatus*	Mergo Cresta Blanca	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Mareca americana*	Pato Chalcuán	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Mareca strepera*	Pato Friso	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Mergus serrator*	Mergo Copetón	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	Pato Tepalcate	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato Cucharón Norteño	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta Canela	-	-	LC	VI	-
Anseriformes	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	-	-	LC	VI	-
Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo Pecho Blanco	-	-	LC	R	-
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	-	-	VU	T	-
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	-	II	LC	VI	-
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí Barba Negra	-	II	LC	T	-
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-	II	LC	T	-
Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador Canelo	-	II	NT	T	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	-	-	LC	RV	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras Zumbón	-	-	LC	T	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	-	-	LC	R	-
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Phalaenoptilus nuttallii*	Tapacaminos Pandeagua	-	-	LC	R	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	-	LC	R	-
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	-	LC	R	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo Nevado	A	-	NT	R	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo Semipalmeado	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo Dorado Americano	-	-	LC	T	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Charadriiformes	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero Americano	-	-	LC	R	-
Charadriiformes	Laridae	*Chroicocephalus philadelphia*	Gaviota de Bonaparte	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Charrán Pico Grueso	-	-	LC	R	-
Charadriiformes	Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota Pico Anillado	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Laridae	*Larus smithsonianus*	Gaviota Plateada Americana	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	-	-	LC	T	-
Charadriiformes	Laridae	*Rynchops niger*	Rayador Americano	-	-	LC	R	-
Charadriiformes	Laridae	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Mínimo	Pr	-	LC	RV	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta Americana	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Bartramia longicauda*	Zarapito Ganga	-	-	LC	T	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris alpina*	Playero Dorso Rojo	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-	-	LC	T	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Playero Rabadilla Blanca	-	-	LC	T	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris himantopus*	Playero Zancón	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero Pectoral	-	-	LC	T	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero Semipalmeado	-	-	NT	T	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero Pico Corto	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero Pico Largo	-	-	LC	VI	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito Pico Largo	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo Pico Largo	-	-	LC	T	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla Menor	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla Mayor	-	-	LC	VI	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuiuí	-	-	LC	R	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	-	-	LC	VI	-
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	-	LC	VI	-
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	-	-	LC	R	EXO
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	-	LC	R	-
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	-	-	LC	R	-
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	-	-	LC	R	-
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	-	-	LC	R	-
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	-	-	LC	R	EXO
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	-	LC	R	-
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	-	-	LC	VI	-
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín Pescador Verde	-	-	LC	R	-
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín Pescador Norteño	-	-	LC	VI	-
Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín Pescador de Collar	-	-	LC	R	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo Pico Amarillo	-	-	LC	RV	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	-	-	LC	RV	-
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos Norteño	-	-	LC	R	-
Falconiformes	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos	-	-	LC	R	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón Esmerejón	-	II	LC	VI	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón Fajado	A	II	LC	R	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón Mexicano	A	II	LC	VI	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC	VI	-
Falconiformes	Falconidae	*Falco rufigularis*	Halcón Murcielaguero	-	II	LC	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC	VI	-
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	-	-	LC	R	-
Galliformes	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz Escamosa	-	-	LC	R	-
Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	-	-	NT	R	-
Galliformes	Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Guajolote Norteño	-	-	LC	R	-
Gaviiformes	Gaviidae	*Gavia immer*	Colimbo Común	-	-	LC	VI	-
Gruiformes	Gruidae	*Antigone canadensis*	Grulla Gris	Pr	II	LC	VI	-
Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta Americana	-	-	LC	R	-
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	-	-	LC	R	-
Gruiformes	Rallidae	*Porphyrio martinica*	Gallineta Morada	-	-	LC	R	-
Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela Sora	-	-	LC	VI	-
Gruiformes	Rallidae	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	A	-	LC	VI	-
Passeriformes	Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra Cornuda	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal Desértico	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	-	LC	T	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín Azul	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín Morado	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo Tigrillo	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga Capucha Roja	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga olivacea*	Piranga Escarlata	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Cardinalidae	*Spiza americana*	Arrocero Americano	-	-	LC	T	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Passeriformes	Certhiidae	*Certhia americana*	Trepadorcito Americano	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Corvidae	*Corvus cryptoleucus*	Cuervo Llanero	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Corvidae	*Corvus imparatus*	Cuervo Tamaulipeco	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax morio*	Chara Pea	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara Verde	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón Mexicano	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus tristis*	Jilguerito Canario	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina Risquera	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina Ribereña	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina Bicolor	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Icteridae	*Euphagus cyanocephalus*	Tordo Ojos Amarillos	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus graduacauda*	Calandria Capucha Negra	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus pustularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo Cabeza Café	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	-	-	NT	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella neglecta*	Pradero del Oeste	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Icteridae	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo Cabeza Amarilla	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT	VI	-
Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador Gris	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle Norteño	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Mimidae	*Oreoscoptes montanus*	Cuicacoche Chato	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma longirostre*	Cuicacoche Pico Largo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus spragueii*	Bisbita Llanera	P	-	VU	VI	-
Passeriformes	Paridae	*Baeolophus atricristatus*	Carbonero Cresta Negra	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Parulidae	*Cardellina canadensis*	Chipe de Collar	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis philadelphia*	Chipe de Pechera	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe Peregrino	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe Trepador	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe Arroyero	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe Charquero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe Suelero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga cerulea*	Chipe Celeste	-	-	NT	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	-	-	LC	T	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe Garganta Amarilla	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe Garganta Naranja	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogris	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe Playero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe Flancos Castaños	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pinus*	Chipe Pinero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	Chipe Tropical	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe Dorso Verde	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión Chapulín	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero Garganta Negra	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Passerellidae	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión Alas Blancas	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión Arlequín	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza georgiana*	Gorrión Pantanero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión Sabanero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Peucaea botteri*	Zacatonero de Botteri	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Passerellidae	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión Cola Blanca	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión Pálido	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión Corona Blanca	-	-	LC	VI	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	-	-	LC	R	EXO
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila melanura*	Perlita del Desierto	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino Pinto	-	-	LC	R	EXO
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del Desierto	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Cistothorus palustris*	Saltapared Pantanero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared Cola Larga	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Turdidae	*Sialia currucoides*	Azulejo Pálido	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo Garganta Canela	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo Primavera	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	-	-	NT	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax hammondii*	Papamoscas de Hammond	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	-	-	LC	VI	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax traillii*	Papamoscas Saucero	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Cenizo	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas Viajero	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	-	-	LC	RV	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas Negro	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas Fibí	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas Llanero	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tirano Cuír	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano Tijereta Rosado	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano Dorso Negro	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano Pálido	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo cassinii*	Vireo de Cassin	-	-	LC	VI	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo Gorjeador	-	-	LC	T	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	-	-	LC	R	-
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo solitarius*	Vireo Anteojillo	-	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza Morena	-	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	-	-	LC	R	EXO
Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus exilis*	Avetoro Menor	Pr	-	LC	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	A	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza Azul	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	Pr	-	NT	R	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	-	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	-	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	-	-	LC	R	-
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula Rosada	-	-	LC	VI	-
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	-	-	LC	VI	-
Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	-	-	LC	VI	-
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	-	-	LC	R	-
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	-	-	LC	R	-
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	-	-	LC	R	-
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero Bellotero	-	-	LC	R	-
Piciformes	Picidae	*Sphyrapicus varius*	Carpintero Moteado	-	-	LC	VI	-
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	-	-	LC	VI	-
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor Pico Grueso	-	-	LC	R	-
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	-	LC	R	-
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	A	II	LC	R	-
Psittaciformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	-	-	LC	R	EXO
Psittaciformes	Psittacidae	*Psittacara holochlorus*	Perico Mexicano	A	II	LC	R	-
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	Pr	II	LC	VI	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	II	LC	VI	-
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	-	II	LC	R	-
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	-	II	LC	R	-
Strigiformes	Strigidae	*Megascops asio*	Tecolote del Este	Pr	II	LC	R	-
Strigiformes	Strigidae	*Micrathene whitneyi*	Tecolote Enano	-	II	LC	T	-
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza Común Americana	-	II	LC	R	-
Suliformes	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga Americana	-	-	LC	R	-
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán Orejón	-	-	LC	VI	-
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	-	-	LC	R	-
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú Canelo	Pr	-	LC	R	-
MAMÍFEROS								
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	-	LC	R	-
Artiodactyla	Suidae	*Sus scrofa*	Jabalí europeo	-	-	-	R	EXO
Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	-	-	LC	R	-
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	LC	R	-
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	-	LC	R	-
Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	A	I	LC	R	-
Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	I	LC	R	-
Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	-	II	LC	R	-
Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	P	I	NT	R	-
Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma	-	II	LC	R	-
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	-	-	LC	R	-
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado norteño	-	-	LC	R	-
Carnivora	Mustelidae	*Neogale frenata*	Comadreja cola larga	-	-	LC	R	-
Carnivora	Mustelidae	*Taxidea taxus*	Tlalcoyote	A	-	LC	R	-
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	-	-	LC	R	-
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	-	LC	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-	LC	R	-
Carnivora	Ursidae	*Ursus americanus*	Oso negro americano	P	II	LC	R	-
Chiroptera	Molossidae	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo mexicano	A	-	NT	R	-
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno [illegible] americano	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasionycteris noctivagans*	Murciélago pelo p[illegible]teado	Pr	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus blossevillii*	Murcielago Escarchado Chico	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	Murciélago Canoso de Cola Peluda	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	Murciélago cola peluda amarillo	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*	Murciélago cola peluda norteño	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Perimyotis subflavus*	Murciélago del este americano	-	-	VU	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	-	-	LC	R	-
Chiroptera	Vespertilionidae	*Nycticeius humeralis*	Murciélago-crepuscular americano	-	-	LC	R	-
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo de nueve bandas	-	-	LC	R	-
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	-	LC	R	-
Eulipotyphla	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A	-	LC	R	-
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	-	-	LC	R	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	-	-	LC	R	-
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	-	LC	R	-
Rodentia	Castoridae	*Castor canadensis*	Castor americano	P	-	LC	R	-
Rodentia	Cricetidae	*Neotoma micropus*	Rata-cambalachera de pradera	-	-	LC	R	-
Rodentia	Cricetidae	*Onychomys leucogaster*	Ratón chapulinero norteño	-	-	LC	R	-
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	-	-	LC	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera crespa	-	-	LC	R	-
Rodentia	Echimyidae	*Myocastor coypus*	Coipú	-	-	-	R	EXO
Rodentia	Heteromyidae	*Chaetodipus hispidus*	Ratón-de abazones crespo	-	-	LC	R	-
Rodentia	Heteromyidae	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	-	-	LC	R	-
Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys irroratus*	Ratón espinoso mexicano	-	-	LC	R	-
Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus merriami*	Ratón de abazones de Merriam	-	-	LC	R	-
Rodentia	Sciuridae	*Ictidomys parvidens*	Ardilla de tierra del río Bravo	-	-	LC	R	-
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus niger*	Ardilla zorra	-	-	LC	R	-
REPTILES								
Squamata	Anolidae	*Anolis carolinensis*	Abaniquillo verde del noreste	-	-	LC	R	EXO
Squamata	Colubridae	*Coluber constrictor*	Culebra corredora constrictor	A	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Ficimia streckeri*	Culebra nocturna Mexicana	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Hypsiglena jani*	Culebra nocturna del Noreste	Pr	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Lampropeltis splendida*	Falsa coralillo real del desierto	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Leptodeira septentrionalis*	Escombrera manchada	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Masticophis schotti*	Culebra látigo	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Nerodia rhombifer*	Culebra de agua de espalda de diamantes	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Opheodrys aestivus*	Culebra verde rugosa	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Pantherophis emoryi*	Culebra ratonera de las planicies	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Pituophis catenifer*	Topera	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra de nariz larga	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Salvadora lineata*	Culebra parchada de montaña	-	-	-	R	-
Squamata	Colubridae	*Sonora semiannulata*	Culebra suelera semianillada	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Storeria dekayi*	Culebra parda	-	-	LC	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Squamata	Colubridae	*Tantilla nigriceps*	Culebra encapuchada de pradera	-	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A	-	LC	R	-
Squamata	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A		LC	R	-
Squamata	Crotaphytidae	*Crotaphytus reticulatus*	Lagartija de collar reticulada del noreste	A	-	VU	R	-
Squamata	Elapidae	*Micrurus tener*	Serpiente coralillo arlequín	-	-	LC	R	-
Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx brevis*	Gecko de bandas del desierto	Pr	-	LC	R	-
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus parvimaculatus*	Geco Afroasiático Manchado	-	-	LC	R	EXO
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus turcicus*	Geco casero del Mediterráneo	-	-	LC	R	EXO
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	LC	R	-
Squamata	Leptotyphlopidae	*Rena dulcis*	Culebrilla ciega texana	-	-	LC	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	A	-	LC	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	-	II	LC	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus consobrinus*	Lagartija espinosa de las praderas	-	-	LC	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus cyanogenys*	Lagartija espinosa azul	-	-	-	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	-	LC	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus olivaceus*	Lagartija espinosa del noreste	-	-	LC	R	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	-	-	LC	R	-
Squamata	Scincidae	*Plestiodon obsoletus*	Eslizón de la Gran Planicie	-	-	LC	R	-
Squamata	Scincidae	*Plestiodon tetragrammus*	Eslizón cuatro líneas del noreste	-	-	LC	R	-
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	-	-	LC	R	-
Squamata	Typhlopidae	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática	-	-	LC	R	EXO
Squamata	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	-	LC	R	-
Testudines	Emydidae	*Pseudemys gorzugi*	Jicotea del Río Bravo	A	-	NT	R	-
Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga gravada	-	-	LC	R	-
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Pecho de carey	-	-	-	R	-
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon cruentatum*	Tortuga Candado	Pr	II	-	R	-
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon flavescens*	Tortuga pecho quebrado amarilla	-	II	LC	R	-

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	IUCN	Residencia	Endemismo
Testudines	Testudinidae	*Gopherus berlandieri*	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	II	LC	R	-
Testudines	Trionychidae	*Apalone spinifera*	Tortuga de concha blanda	Pr	II	LC	R	-

Consulta Pública

Especies faunísticas potenciales bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

Respecto a las especies protegidas se obtuvo el registro de aquellas que se encuentran bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES.

Las aves obtuvieron el mayor número de registros potenciales de especies protegidas, con 39 en NOM-059-SEMARNAT, 11 en IUCN y 41 en la CITES, seguido del grupo de reptiles con 15 especies en NOM-059, dos en IUCN y seis en la CITES. Los mamíferos registraron nueve especies en NOM-059, tres en la IUCN y seis en IUCN. Finalmente, del grupo de anfibios se registraron solo tres especies en NOM-059, en IUCN y CITES no se registraron especies de anfibios.

Tabla 13. Especies protegidas de fauna potencial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

GRUPO FAUNÍSTICO	NOM-059-SEMARNAT-2010			IUCN			CITES		
	P	A	Pr	EN	NT	VU	I	II	III
Aves	3	12	24	0	9	2	1	40	0
Mamíferos	4	4	1	0	2	1	3	3	0
Reptiles	0	8	7	0	1	1	0	6	0
Anfibios	0	0	3	0	0	0	0	0	0
TOTAL	**7**	**24**	**35**	**0**	**12**	**4**	**4**	**49**	**0**

Las especies del grupo de avifauna que se distribuyen potencialmente y están bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponden a 39 especies, las cuales se distribuyen en 24 bajo Protección especial (Pr), 12 en Amenazada (A) y 3 en Peligro de Extinción (P); en la IUCN se registraron 11 especies: 9 bajo Casi Amenazada (NT) y 2 como Vulnerable (VU); mientras que en CITES se identificaron 41 especies: 40 bajo el apéndice II y una bajo el apéndice I.

Del total de especies de aves, las registradas en NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron el 12.30%, en IUCN el 3.47% y en CITES 12.93%.

Tabla 14. Especies protegidas de avifauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila Real	A	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo lineatus*	Aguililla Pecho Rojo	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo regalis*	Aguililla Real	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr	II	LC

Consulta Pública

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla Rojinegra	Pr	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla Cola Corta	-	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	-	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	-	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	-	II	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	-	II	LC
Aves	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	II	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas diazi*	Pato Mexicano	A	-	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas fulvigula*	Pato Tejano	A	-	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Cairina moschata*	Pato Real	P	-	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	-	II	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí Barba Negra	-	II	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-	II	LC
Aves	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	-	-	VU
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador Canelo	-	II	NT
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo Nevado	A	-	NT
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Mínimo	Pr	-	LC
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	-	LC
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero Semipalmeado	-	-	NT
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	-	LC
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón Fajado	A	II	LC
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón Mexicano	A	II	LC
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón Esmerejón	-	II	LC
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco rufigularis*	Halcón Murcielaguero	-	II	LC
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC
Aves	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	-	-	NT
Aves	Gruiformes	Gruidae	*Antigone canadensis*	Grulla Gris	Pr	II	LC
Aves	Gruiformes	Rallidae	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	A	-	LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	-	LC
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	-	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	-	-	NT
Aves	Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT
Aves	Passeriformes	Motacillidae	*Anthus spragueii*	Bisbita Llanera	P	-	VU
Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga cerulea*	Chipe Celeste	-	-	NT
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	-	-	NT
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus exilis*	Avetoro Menor	Pr	-	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	A	-	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr	-	LC

Consulta Pública

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P	-	NT
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	-	LC
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	A	II	LC
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Psittacara holochlorus*	Perico Mexicano	A	II	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	Pr	II	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Megascops asio*	Tecolote del Este	Pr	II	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	II	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	-	II	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	-	II	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Micrathene whitneyi*	Tecolote Enano	-	II	LC
Aves	Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza Común Americana	-	II	LC
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú Canelo	Pr	-	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Las especies del grupo de reptiles que se distribuyen potencialmente y están bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponden a 15 especies: ocho bajo Amenazada (A) y siete bajo Protección especial (Pr); en la IUCN se registraron dos especies: una especie bajo Casi Amenazada (NT) y una especie bajo Vulnerable (VU); mientras que en CITES se identificaron 6 especies, las cuales están bajo el apéndice II.

Del total de especies de reptiles, las registradas en NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron el 31.91%, en IUCN el 4.26% y en CITES 12.77%.

Tabla 15. Especies protegidas de reptiles en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Coluber constrictor*	Culebra corredora constrictor	A	-	LC
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Hypsiglena jani*	Culebra nocturna del Noreste	Pr	-	LC
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	-	LC
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A	-	LC
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A	-	LC
Reptilia	Squamata	Crotaphytidae	*Crotaphytus reticulatus*	Lagartija de collar reticulada del noreste	A	-	VU
Reptilia	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx brevis*	Gecko de bandas del desierto	Pr	-	LC
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	LC
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	A	-	LC
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	-	II	LC
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	-	LC
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	-	LC
Reptilia	Testudines	Emydidae	*Pseudemys gorzugi*	Jicotea del Río Bravo	A	-	NT
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon cruentatum*	Tortuga Candado	Pr	II	-
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon flavescens*	Tortuga pecho quebrado amarilla	-	II	LC

Consulta Pública

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Reptilia	Testudines	Testudinidae	*Gopherus berlandieri*	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	II	LC
Reptilia	Testudines	Trionychidae	*Apalone spinifera*	Tortuga de concha blanda	Pr	II	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Las especies del grupo de mamíferos que se distribuyen potencialmente y están bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponden a nueve especies: cuatro bajo Amenazada (A) y cuatro bajo Peligro de extinción (P) y una en Protección especial (Pr); en la IUCN se registraron dos especies bajo la categoría de Casi Amenazada (NT) y una como Vulnerable (VU); mientras que en CITES se identificaron 6 especies: tres bajo el apéndice II y tres bajo el apéndice I. Del total de especies de mamíferos, las registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron el 17.65%, en la Lista Roja de la IUCN el 5.88% y en el CITES 11.76%.

Tabla 16. Especies protegidas de mamíferos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundí	A	I	LC
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	I	LC
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	-	II	LC
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Panthera onca*	Jaguar	P	I	NT
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma	-	II	LC
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	*Taxidea taxus*	Tlalcoyote	A	-	LC
Mammalia	Carnivora	Ursidae	*Ursus americanus*	Oso negro americano	P	II	LC
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo mexicano	A	-	NT
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasionycteris noctivagans*	Murciélago pelo plateado	Pr	-	LC
Mammalia	Eulipotyphla	Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A	-	LC
Mammalia	Rodentia	Castoridae	*Castor canadensis*	Castor americano	P	-	LC

Finalmente, del grupo de anfibios solo se registraron tres especies bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de Protección especial (Pr). En la IUCN y la CITES no se registraron especies protegidas. Del total de especies de anfibios, estas tres especies protegidas en la NOM-059 corresponden a un 21.43% del total.

Tabla 17. Especies protegidas de anfibios en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre español	NOM-059	CITES	UICN
Amphibia	Anura	Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Ranita olivo	Pr	-	LC
Amphibia	Anura	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	-	LC
Amphibia	Anura	Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo excavador mexicano	Pr	-	LC

Consulta Pública

III.4 RESUMEN Y METODOLOGÍA DE MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP), ÁREA DE INFLUENCIA (AI) Y REGIÓN ECOLÓGICA (RE)

III.4.1. Flora

Con base en la revisión de cartografía oficial y los recorridos de campo realizados en el área de estudio, se identificaron los usos de suelo y vegetación (USyV) presentes y se definieron los sitios necesarios para el muestreo y caracterización de la vegetación. El muestreo fue de tipo aleatorio y se realizó mediante el establecimiento de puntos de muestreo, considerando un error de muestreo del 10% y un nivel de confiabilidad del 95%. Estos criterios se aplicaron de manera independiente para cada uno de los usos de suelo y vegetación identificados dentro de cada área de evaluación, con la finalidad de asegurar una representación estadísticamente confiable de las comunidades vegetales asociadas a cada USyV. El diseño de muestreo se aplicó de manera homogénea en las tres áreas de evaluación: área de proyecto (AP), área de influencia (AI) y región ecológica (RE). En cada área se establecieron 38 sitios de muestreo, para un total de 114 sitios. Los 38 sitios correspondientes a cada área se distribuyeron entre los diferentes usos de suelo y vegetación identificados en ella, de acuerdo con su representatividad y superficie, verificando que la distribución del esfuerzo de muestreo permitiera cumplir con un nivel de confiabilidad del 95% y un error de muestreo del 10% para cada USyV. En el área de proyecto se identificaron cuatro usos de suelo y vegetación, por lo que los 38 sitios establecidos fueron distribuidos entre estos siete tipos, manteniendo el mismo criterio estadístico para su evaluación.

Por lo anterior, a manera de ejemplo, para determinar si el muestreo realizado en las tres áreas (RE, AI y AP) fue suficiente y estadísticamente representativo, se empleó el siguiente modelo matemático, mismo que fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:
n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.
E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20% [Mostacedo y Fredericksen. 2000]).
t = Valor que se obtiene de las tablas "t de Student". generalmente se usa t = 0.05
N = Total de unidades muéstrales en toda la población.
CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:
s = Desviación estándar
$\bar{x}$ = Promedio

A continuación, se muestra la estimación del número de muestras y la intensidad de muestreo para matorral espinoso tamaulipeco en la región ecológica, método que fue aplicado para cada uno de los USyV en las tres áreas de estudio.

Consulta Pública

Tabla 18. Ejemplo de cómo se estimó la intensidad y número de sitios de muestreo

Matorral espinoso tamaulipeco			
Época	**Tipo de vegetación**	**PM**	**Número de especies registradas**
Estiaje	MET	1	14
Estiaje	MET	2	18
Estiaje	MET	3	15
Estiaje	MET	4	13
Estiaje	MET	5	15
Lluvia	MET	6	20
Lluvia	MET	7	19
Lluvia	MET	8	21
Lluvia	MET	9	18
Lluvia	MET	10	21
Lluvia	MET	11	15
	Promedio (x̄)		17.1818
	VARIANZA		8.3636
	Muestras (n)		11
	Desviación estándar (S)		2.8920
	Coeficiente de variación (CV)		16.8317
	95% de probabilidad z=		1.96
	E=		10
	N=		7,181,750.87
	Total de sitios requeridos para 95% (n=)		**11**

De acuerdo con la superficie total del USyV que se analizó (718,175.09 hectáreas), el número total de unidades muéstrales en toda la población es de 7,181,750.87, considerando que cada unidad muestrea tuvo una superficie de 1000 m^2.

Tabla 19. Ejemplo de la estimación del número total de muestras de la población (N)

Tipo de vegetación	Superficie de MET		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
MET	718,175.09	7,18[illegible]750,872.60	1000	7,181,750.87

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2 CV^2}{N}}$$

Donde:

$$n = \frac{1.96^2 16.8317^2}{10^2 + \frac{1.96^2 16.8317^2}{7{,}181{,}750.87}} = 11$$

Tabla 20. Estimación del número de muestras, intensidad de muestreo y superficie muestreada por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Número de sitios de muestreo	Intensidad de muestreo (%)	Superficie muestreada (ha)	Superficie muestreada (m²)
MET	11	0.00015	1.1	11,000.00
Total	**11**	**N/A**	**1.1**	**11,000.00**

Consulta Pública

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, las 11 unidades muestrales realizadas son suficientes para que el muestreo sea estadísticamente representativo (Ver en anexos del Capítulo III).

Literatura empleada para determinar las unidades e intensidad de muestreo.

- *Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.*

- *Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.*

El muestreo estuvo dirigido a la caracterización de las comunidades vegetales terrestres, considerando comunidades perennes y estacionales. En cada sitio de muestreo se establecieron unidades circulares de 1,000 m² (radio de 17.84 m) para el estrato arbóreo, 100 m² (radio de 5.64 m) para el estrato arbustivo y cactáceas, y una unidad de 1 m² para el estrato herbáceo. En cada sitio se registraron las especies presentes y el número de individuos. Para el estrato arbóreo se registró la altura total, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la cobertura en las orientaciones norte-sur y este-oeste. Para el estrato arbustivo y cactáceas se registró la altura total y la cobertura en las orientaciones norte-sur y este-oeste. Para el estrato herbáceo se registró el porcentaje de cobertura y la altura promedio de las especies presentes.

El muestreo se realizó en un horario comprendido entre las 7:00 y las 16:00 horas. Asimismo, se consideraron dos periodos estacionales, correspondientes a la época de estiaje (noviembre-enero) y la época de lluvias (junio-julio), con la finalidad de considerar las variaciones estacionales en la composición y estructura de las comunidades vegetales perennes y estacionales presentes en las áreas de evaluación.

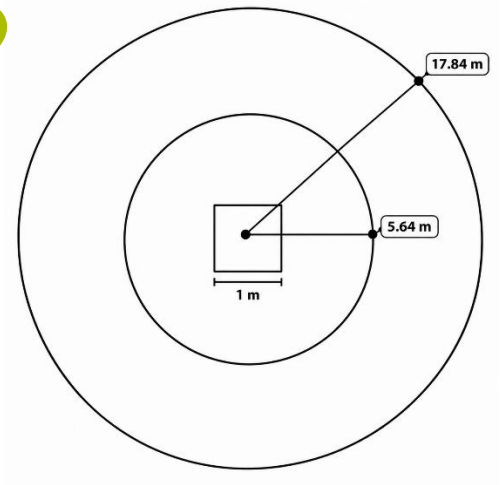


Figura 7. Diseño de muestreo utilizado para levantar información en campo

Consulta Pública

III.4.1.1. Localización geográfica de los sitios de muestreo

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas en UTM para los sitios muestreados, en la Región Ecológica, por tipo de uso de suelo y vegetación:

Tabla 21. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de la región ecológica por tipo de USyV

USyV	PM	Coordenada X	Coordenada Y
Matorral espinoso tamaulipeco	1	410505	3048944
	2	442057	2948668
	3	464310	2881590
	4	455604	2815568
	5	520091	2791008
	6	444003	2998875
	7	493607	2907174
	8	437494	2867864
	9	551635	2888070
	10	508230	2848660
	11	573634	2769558
Matorral submontano	1	428560	2875139
	2	457163	2779858
	3	458405	2724027
	4	545297	2771777
	5	430339	2846412
	6	526314	2867419
	7	481839	2748726
	8	557893	2715880
Mezquital xerófilo	1	435483	2971999
	2	450985	2893666
	3	457386	2832925
	4	499089	2770686
	5	424457	2924169
	6	450441	2858416
	7	469901	2803401
	8	554161	2796935
	9	526035	2893714
Pastizal cultivado	1	439445	3014770
	2	478699	2905246
	3	472835	2794685
	4	548165	2876886
	5	571610	2792075
	6	448696	2952219
	7	454826	2839295
	8	503395	2837487
	9	512078	2790127
	10	585254	2737948

Consulta Pública

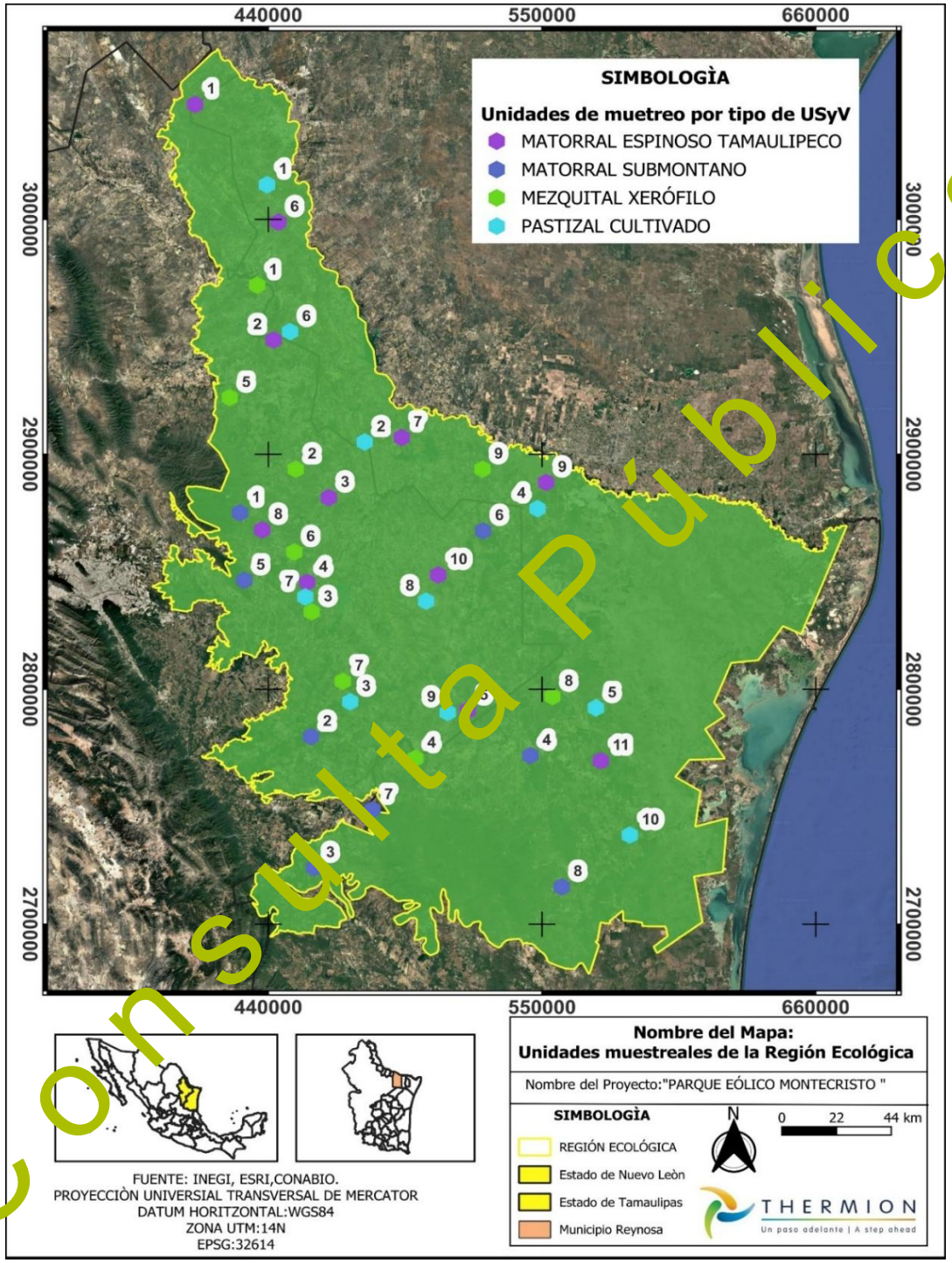


Figura 8. Ubicación de los sitios de muestreo en la RE

De la misma forma, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas en UTM para los sitios muestreados, en el Área de Influencia, por tipo de uso de suelo y vegetación:

Consulta Pública

Tabla 22. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del área de influencia por tipo de USyV

USyV	PM	Coordenada X	Coordenada Y
Matorral espinoso tamaulipeco	1	555785	2819838
	2	570600	2806767
	3	567452	2801354
	4	563755	2805327
	5	557406	2800615
	6	566905	2813403
	7	566676	2804574
	8	567552	2798691
	9	560043	2804038
	10	550840	2803583
	11	552629	2797949
Matorral submontano	1	553236	2818891
	2	552107	2809262
	3	562160	2801669
	4	566654	2798223
	5	555983	2817818
	6	551437	2796479
	7	563551	2802595
	8	563305	2799785
Mezquital xerófilo	1	568616	2815265
	2	557079	2816068
	3	554624	2809639
	4	549015	2804515
	5	560194	2816543
	6	549774	2814215
	7	550806	2806329
	8	559306	2802607
	9	553226	2799258
Pastizal cultivado	1	570926	2820436
	2	561863	2811662
	3	557024	2804234
	4	569807	2797692
	5	564011	2818951
	6	554032	2813509
	7	573268	2806745
	8	562189	2804786
	9	549110	2799975
	10	557992	2812818

Consulta Pública

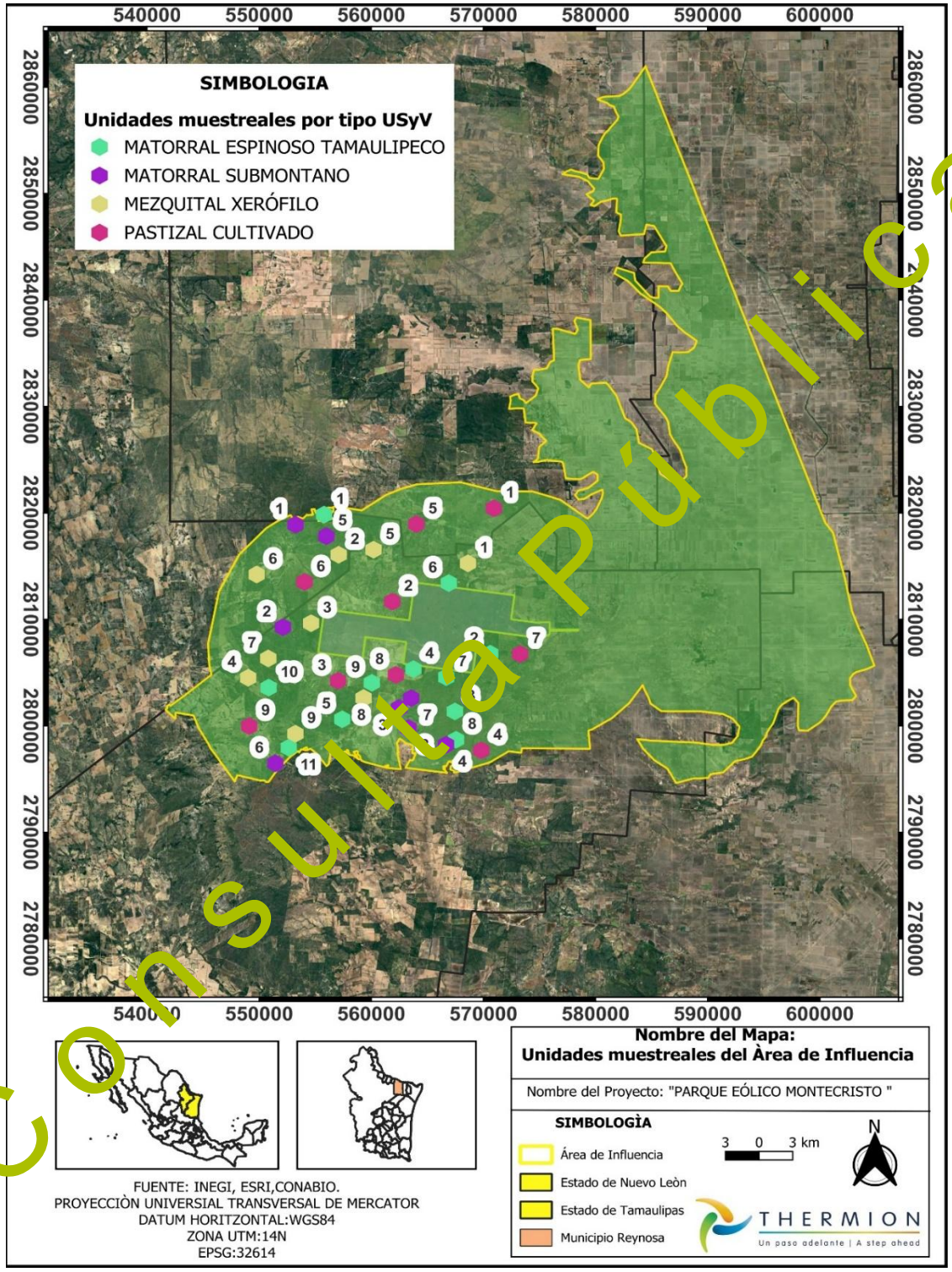


Figura 9. Ubicación de los sitios de muestreo en la AI

Por último, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas en UTM para los sitios muestreados, en el Área del Proyecto, por tipo de uso de suelo y vegetación:

Consulta Pública

Tabla 23. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del AP por tipo de USyV

USyV	PM	Coordenada X	Coordenada Y
Matorral espinoso tamaulipeco	1	558288	2809311
	2	564781	2811443
	3	563892	2806007
	4	567828	2806349
	5	570907	2812070
	6	561706	2808076
	7	564850	2809461
	8	567908	2812110
	9	572561	2811131
	10	569253	2810398
	11	568512	2806863
Matorral submontano	1	563503	2809988
	2	563760	2809418
	3	564266	2809266
	4	563109	2809830
	5	563436	2809593
	6	563308	2809070
	7	563333	2809553
	8	564568	2808065
Mezquital xerófilo	1	558114	2810327
	2	559368	2810186
	3	565561	2811980
	4	558752	2809882
	5	573690	2809813
	6	564732	2813146
	7	566340	2812685
	8	572773	2809853
	9	574361	2808967
Pastizal cultivado	1	556348	2810099
	2	558171	2807232
	3	562588	2809560
	4	565077	2806959
	5	572682	2808860
	6	556229	2807956
	7	559864	2809947
	8	563678	2807614
	9	566938	2806483
	10	575559	2809430

Consulta Pública

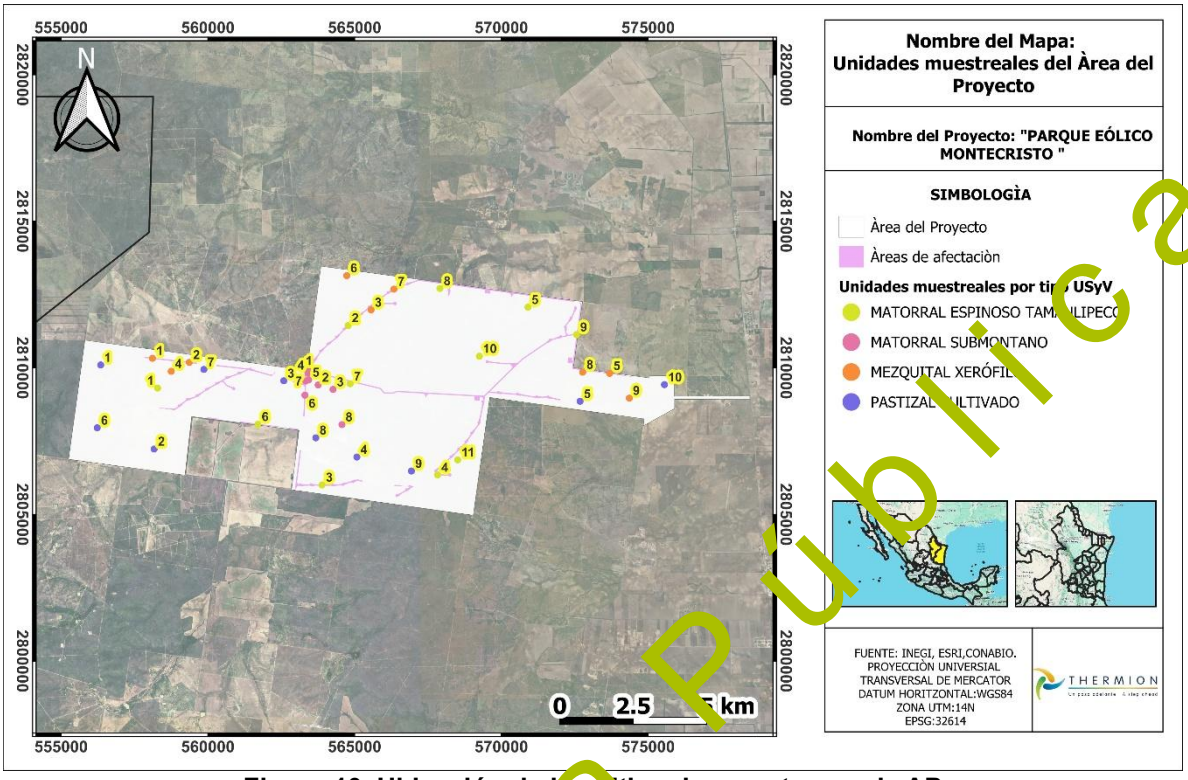


Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo en la AP

III.4.1.2. Listado de especies vegetales presentes por área (RE, AI y AP), por tipo de uso de suelo y vegetación y por estrato (herbáceo, arbustivo, arbóreo cactáceas)

En las siguientes tablas se presentan las especies vegetales registradas durante los trabajos de campo, por área de evaluación (AP, AI y RE), uso de suelo y vegetación (USyV) y estrato de la vegetación (herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas). Para cada especie se indica el orden, familia, nombre científico, nombre común y su estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN y los apéndices de la CITES. Para las especies que no presentan una categoría o inclusión aplicable en estos instrumentos, se utiliza un guion (–).

Región ecológica

Derivado de los muestreos realizados, en la región ecológica, el tipo de uso del suelo y vegetación **Matorral espinoso tamaulipeco** presentó una composición florística conformada por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presenta el listado de especies registradas para cada estrato, indicando su clasificación taxonómica y su estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN y los apéndices de la CITES.

En el estrato herbáceo se identificaron 13 especies, pertenecientes a siete familias y siete órdenes.

Consulta Pública

Tabla 24. Especies del estrato herbáceo presentes en el MET en la RE

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Jefea brevifolia*	Jefea de hoja corta	-	-	-
		Parthenium confertum	Confite	-	-	-
		Sidneya tenuifolia	Ojo de venado	-	-	-
		Simsia calva	Acahual norteño	-	-	-
Caryophyllales	Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Bajatripa	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Dalea formosa*	Dalea de plumas	-	LC	-
		Dalea greggii	Orégano cimarrón	-	-	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Acalypha monostachya*	Hierba del cáncer	-	-	-
Malvales	Malvaceae	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	-	-	-
Myrtales	Lythraceae	*Heimia salicifolia*	Escoba de arroyo	-	-	-
Poales	Poaceae	*Aristida purpurea*	Tres Aristas Curvad	-	LC	-
		Bouteloua curtipendula	Banderilla	-	-	-
		Setaria texana	Cola de zorra de Texas	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron 25 especies, agrupadas en 14 familias y 10 órdenes.

Tabla 25. Especies del estrato arbustivo presentes en el MET en la región ecológica

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Brassicales	Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Celastrales	Celastraceae	*Schaefferia cuneifolia*	Limoncillo	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-
		Coursetia axillaris	Palo dulce	-	-	-
		Eysenhardtia polystachya	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo dulce	-	LC	-
		Senegalia berlandieri	Espino	-	LC	-
		Senna lindheimeriana	Retama	-	-	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
		Vachellia schaffneri	Huizache	-	LC	-
Gentianales	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lantana macropoda*	Lantana	-	LC	-
Lamiales	Verbenaceae	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	-	-	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Croton ciliatoglandulifer*	Canelilla	-	-	-
		Croton incanus	Salvia	-	-	-
		Jatropha dioica	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia hookeri*	Brasil	-	LC	-
		Condalia spathulata	Abrojo	-	LC	-
		Karwinskia humboldtiana	Tullidora	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-

Consulta Pública

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	II

En el estrato arbóreo se identificaron 15 especies, correspondientes a seis familias y cinco órdenes.

Tabla 26. Especies del estrato arbóreo presentes en el MET en la región ecológica

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
		Ehretia anacua	Anacua	-	LC	-
Ericales	Ebenaceae	*Diospyros palmeri*	Chapote manzano	-	NT	-
		Diospyros texana	Chapote negro	-	LC	-
	Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Coma	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Neltuma laevigata	Huizache	-	LC	-
		Parkinsonia aculeata	Retama	-	LC	-
		Parkinsonia texana	Palo Verde Tejano	-	LC	-
		Pithecellobium pallens	Tenaza	-	-	-
		Vachellia farnesiana	Huizache	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
		Celtis pallida	Acebuche	-	LC	-
Sapindales	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	LC	-

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron 12 especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 27. Especies cactáceas presentes en el MET en la región ecológica

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Ariocarpus trigonus*	Chautle	A	LC	II
		Coryphantha macromeris	Biznaga partida partida	-	LC	II
		Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Echinocereus poselgeri	Sacasil	-	LC	II
		Echinocereus stramineus	Alicoche sanjuanero	-	LC	II
		Homalocephala texensis	Biznaga tonel mancacaballo	-	LC	II
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	II
		Mammillaria sphaerica	Biznaga esférica	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia macrorhiza	Nopal raizudo	-	LC	II

Entre las especies registradas se identificó *Ariocarpus trigonusi*, catalogada como Amenazada (A) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Consulta Pública

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Matorral submontano**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron cinco especies, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 28. Especies del estrato herbáceo presentes en el matorral submontano en la RE

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	-	LC	-
		Parthenium incanum	Mariola	-	-	-
		Wedelia acapulcensis	Hierba de San Nicolás	-	-	-
Lamiales	Lamiaceae	*Salvia chia*	Chía de monte	-	-	-
Poales	Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto Buffel	-	LC	-

En el estrato arbustivo se identificaron 19 especies, agrupadas en 11 familias y siete órdenes.

Tabla 29. Especies del estrato arbustivo presentes en el matorral submontano en la región ecológica

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Celastrales	Celastraceae	*Schaefferia cuneifolia*	Limoncillo	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-
		Coursetia axillaris	Palo dulce	-	-	-
		Eysenhardtia polystachya	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo dulce	-	LC	-
		Senegalia berlandieri	Espino	-	LC	-
		Vachellia wrightii	Uña de gato	-	-	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Croton incanus*	Salvia	-	-	-
		Jatropha dioica	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia hookeri*	Brasil	-	LC	-
		Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	-	LC	-
		Karwinskia humboldtiana	Tullidora	-	LC	-
Sapindales	Rutaceae	*Amyris texana*	Barretilla	-	LC	-
	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	II

En el estrato arbóreo se identificaron 10 especies, correspondientes a seis familia y cinco órdenes.

Tabla 30. Especies del estrato arbóreo presentes en el matorral submontano en la RE

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-

Consulta Pública

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Ehretia anacua	Anacua	-	LC	-
Ericales	Ebenaceae	*Diospyros texana*	Chapote negro	-	LC	-
	Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Coma	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Havardia pallens	Tenaza	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
		Celtis pallida	Acebuche	-	LC	-
Sapindales	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta		LC	-

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron seis especies pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 31. Especies cactáceas presentes en el matorral submontano en la RE

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II
		Echinocereus pectinatus	Alicoche peine	-	LC	-
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia robusta	Nopal camueso	-	LC	II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Mezquital xerófilo**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron 11 especies, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 32. Especies del estrato herbáceo presentes en el mezquital xerófilo en la RE

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	-	-	-
		Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	-	LC	-
		Sidneya tenuifolia	Ojo de venado	-	-	-
Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-	-	-
Poales	Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	-	-	-
		Bouteloua dactyloides	Zacate búfalo	-	-	-
		Bouteloua gracilis	Navajita	-	LC	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Muhlenbergia macroura	Zacatón	-	-	-

Consulta Pública

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Muhlenbergia porteri	Liendrilla amacollada	-	-	-
		Setaria texana	Cola de zorra de Texas	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron 24 especies, agrupadas en 12 familias y nueve órdenes.

Tabla 33. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en la RE

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	LC	-
Brassicales	Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-
		Coursetia axillaris	Palo dulce	-	-	-
		Coursetia glandulosa	Palo dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia polystachya	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo dulce	-	LC	-
		Senegalia greggii	Uña de gato	-	LC	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lippia origanoides*	Canelilla	-	-	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
Malvales	Malvaceae	*Abutilon incanum*	Tronadora	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia globosa*	Sarampión	-	LC	-
		Condalia hookeri	Brasil	-	LC	-
		Condalia mexicana	Espino de capulín	-	LC	-
		Condalia spathulata	Abrojo	-	LC	-
		Karwinskia humboldtiana	Tullidora	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Guaiacum coulteri*	Árbol santo	A	VU	II
		Larrea tridentata	Gobernadora	-	-	-
		Porlieria angustifolia	Guayacán	-	LC	II

En el estrato arbóreo se identificaron 11 especies, correspondientes a dos familias y dos órdenes.

Tabla 34. Especies del estrato arbóreo presentes en el mezquital xerófilo en la RE

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Havardia mexicana	Palo chino	-	LC	-
		Lysiloma divaricatum	Mauto	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Neltuma laevigata	Huizache	-	LC	-
		Neltuma odorata	Mezquite dulce	-	-	-
		Neltuma velutina	Mezquite	-	LC	-

Consulta Pública

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Parkinsonia aculeata	Retama	-	LC	-
		Parkinsonia florida	Palo Verde Azul	-	LC	-
		Parkinsonia texana	Palo Verde Tejano	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	-	LC	-

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron nueve especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 35. Especies cactáceas presentes en el mezquital xerófilo en la región ecológica

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	-	LC	II
		Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Grusonia schottii	Choya abrojo de Texas	-	LC	II
		Homalocephala texensis	Biznaga del mancacaballo	-	LC	II
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	II
		Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	-	LC	-

Entre las especies registradas se identificó *Guaiacum coulteri*, catalogada como Amenazada (A) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Pastizal cultivado**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron 26 especies, pertenecientes a dos familias y dos órdenes.

Tabla 36. Especies del estrato herbáceo presentes en el pastizal cultivado en la RE

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-	-	-
Poales	Poaceae	*Andropogon gerardi*	Popotillo grande	-	-	-
		Bothriochloa ischaemum	Tallo azul de Kingranch	-	-	-
		Bothriochloa pertusa	Acaba Finca	-	-	-
		Bouteloua curtipendula	Banderilla	-	-	-
		Bouteloua trifida	Navajita roja	-	-	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Cenchrus purpureus	Pasto Taiwan	-	-	-
		Cenchrus spinifex	Zacate abrojo de la costa	-	LC	-
		Chloris ciliata	Verdillo cacahuatoide	-	-	-
		Chloris gayana	Zacate de Rodas	-	-	-

Consulta Pública

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Cynodon dactylon	Alfombrilla	-	-	-
		Dactylis glomerata	Gallo	-	-	-
		Dactyloctenium aegyptium	Grama	-	-	-
		Dichanthium annulatum	Zacate angleton	-	-	-
		Megathyrsus maximus	Camalote	-	-	-
		Melinis repens	Pasto africano rosado	-	-	-
		Panicum coloratum	Zacate Klein	-	-	-
		Panicum hallii	Panizo aserrín	-	-	-
		Paspalum conjugatum	Grama	-	-	-
		Paspalum dilatatum	Pasto Bahía	-	-	-
		Paspalum notatum	Pasto estrella	-	-	-
		Setaria geniculata	Zacate sedoso	-	-	-
		Setaria macrostachya	Pajita tempranera	-	-	-
		Setaria parviflora	Gusanillo	-	LC	-
		Sorghum halepense	Alpiste	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron cinco especies, agrupadas en cuatro familias y cuatro órdenes.

Tabla 37. Especies del estrato arbustivo presentes en el pastizal cultivado en la RE

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia texana*	Palo dulce	-	LC	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
Lamiales	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
Rosales	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	LC	-

En el estrato arbóreo se identificaron cuatro especies, correspondientes a cuatro familias y cuatro órdenes.

Tabla 38. Especies del estrato arbóreo presentes en el pastizal cultivado en la región ecológica

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Ericales	Ebenaceae	*Diospyros texana*	Chapote negro	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	-	LC	-

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron cinco especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Consulta Pública

Tabla 39. Especies cactáceas presentes en el pastizal cultivado en la región ecológica

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia lindheimeri	Nopal	-	-	II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Área de Influencia

En el área de influencia, el tipo de uso del suelo y vegetación **Matorral espinoso tamaulipeco** presentó una composición florística conformada por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. A continuación, se presenta el listado de especies registradas para cada estrato, indicando su clasificación taxonómica y su estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN y los apéndices de la CITES.

En el estrato herbáceo se identificaron 11 especies, pertenecientes a cuatro familias y cuatro órdenes.

Tabla 40. Especies del estrato herbáceo presentes en el MET en el AI

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Jefea brevifolia*	Jefea de hoja corta	-	-	-
		Parthenium confertum	Confite	-	-	-
		Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	-	LC	-
		Simsia calva	Acahual norteño	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Dalea formosa*	Dalea de plumas	-	LC	-
		Dalea greggii	Orégano cimarrón	-	-	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Acalypha monostachya*	Hierba del cáncer	-	-	-
Poales	Poaceae	*Aristida purpurea*	Tres Aristas Curvado	-	LC	-
		Bouteloua curtipendula	Banderilla	-	-	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Setaria texana	Cola de zorra de Texas	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron 20 especies, agrupadas en 11 familias y ocho órdenes.

Tabla 41. Especies del estrato arbustivo presentes en el MET en el área de influencia

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Brassicales	Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Celastrales	Celastraceae	*Schaefferia cuneifolia*	Limoncillo	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-

Consulta Pública

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Coursetia axillaris	Palo Dulce	-	-	-
		Eysenhardtia polystachya	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo Dulce	-	LC	-
		Mimosa biuncifera	Garabatillo	-	-	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
		Vachellia schaffneri	Huizache	-	LC	-
Gentianales	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lantana macropoda*	Lantana		LC	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia hookeri*	Brasil	-	LC	-
		Condalia spathulata	Abrojo	-	LC	-
		Condaliopsis obtusifolia	Garrapatilla	-	LC	-
		Karwinskia humboldtiana	Tullidora	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-

En el estrato arbóreo se identificaron 14 especies, correspondientes a siete familias y seis órdenes.

Tabla 42. Especies del estrato arbóreo presentes en el MET en el área de influencia

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Ericales	Ebenaceae	*Diospyros palmeri*	Chapote manzano	-	NT	-
		Diospyros texana	Chapote negro	-	LC	-
	Sapotaceae	*Sideroxylon celastrinum*	Coma	-	LC	-
		Sideroxylon lanuginosum	Coma	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Neltuma laevigata	Huizache	-	LC	-
		Senegalia berlandieri	Espino	-	LC	-
		Vachellia farnesiana	Huizache	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
		Celtis pallida	Acebuche	-	LC	-
Sapindales	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	LC	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	II

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron nueve especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Consulta Pública

Tabla 43. Especies cactáceas presentes en el MET en el área de influencia

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha macromeris*	Biznaga partida partida	-	LC	II
		Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Echinocereus stramineus	Alicoche sanjuanero	-	LC	II
		Homalocephala texensis	Biznaga tonel mancacaballo	-	LC	II
		Mammillaria sphaerica	Biznaga esférica	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia macrorhiza	Nopal raizudo	-	LC	II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Matorral submontano**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron cuatro especies, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 44. Especies del estrato herbáceo presentes en el matorral submontano en el AI

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	-	LC	-
		Parthenium incanum	Mariola	-	-	-
Lamiales	Lamiaceae	*Salvia chia*	Chía de monte	-	-	-
Poales	Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto Buffel	-	LC	-

En el estrato arbustivo se identificaron 11 especies, agrupadas en 10 familias y seis órdenes.

Tabla 45. Especies del estrato arbustivo presentes en el matorral submontano en el AI

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Celastrales	Celastraceae	*Schaefferia cuneifolia*	Limoncillo	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo Dulce	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lantana macropoda*	Lantana	-	LC	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia hookeri*	Brasil	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-

Consulta Pública

En el estrato arbóreo se identificaron ocho especies, correspondientes a seis familias y seis órdenes.

Tabla 46. Especies del estrato arbóreo presentes en el matorral submontano en el área de influencia

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Ericales	Ebenaceae	*Diospyros texana*	Chapote negro	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
		Celtis pallida	Acebuche	-	LC	-
Sapindales	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	LC	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	II

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron seis especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 47. Especies cactáceas presentes en el matorral submontano en el área de influencia

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	LC	Apéndice II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	Apéndice II
		Echinocereus pectinatus	Alicoche peine	-	LC	-
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	Apéndice II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	Apéndice II
		Opuntia robusta	Nopal camueso	-	LC	Apéndice II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Mezquital xerófilo**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron siete especies, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 48. Especies del estrato herbáceo presentes en el mezquital xerófilo en el AI

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	-	-	-
		Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	-	LC	-
Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-	-	-
Poales	Poaceae	*Bouteloua dactyloides*	Zacate búfalo	-	-	-
		Bouteloua gracilis	Navajita	-	LC	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Setaria texana	Cola de zorra de Texas	-	-	-

Consulta Pública

En el estrato arbustivo se identificaron 17 especies, agrupadas en 10 familias y siete órdenes.

Tabla 49. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en el AI

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Brassicales	Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	-	-
		Coursetia glandulosa	Palo Dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia polystachya	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo Dulce	-	LC	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
		Vachellia schaffneri	Huizache	-	LC	-
Lamiales	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lippia origanoides*	Canelilla	-	-	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia globosa*	Sarampión	-	LC	-
		Condalia hookeri	Brasil	-	LC	-
		Condalia mexicana	Espino de capulín	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Larrea tridentata*	Gobernadora	-	-	-

En el estrato arbóreo se identificaron ocho especies, correspondientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 50. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en el AI

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Havardia mexicana	Palo chino	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Neltuma laevigata	Huizache	-	LC	-
		Parkinsonia texana	Palo Verde Tejano	-	LC	-
		Vachellia farnesiana	Huizache	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	-	LC	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	Apéndice II

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron nueve especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 51. Especies cactáceas presentes en el mezquital xerófilo en el área de influencia

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	-	LC	II
		Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II

Consulta Pública

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Grusonia schottii	Choya abrojo de Texas	-	LC	II
		Homalocephala texensis	Biznaga tonel mancacaballo	-	LC	II
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	-	LC	-

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Pastizal cultivado**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron 12 especies, pertenecientes a una familia y uno orden.

Tabla 52. Especies del estrato herbáceo presentes en el pastizal cultivado en el AI

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Poales	Poaceae	*Aristida purpurea*	Tres barbas Curvado	-	LC	-
		Bothriochloa pertusa	Aceitilla Finca	-	-	-
		Bouteloua curtipendula	Banderilla	-	-	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Cenchrus spinifex	Zacate abrojo de la costa	-	LC	-
		Chloris ciliata	Verdillo cacahuatoide	-	-	-
		Cynodon dactylon	Alfombrilla	-	-	-
		Melinis repens	Pasto africano rosado	-	-	-
		Panicum hallii	Panizo aserrín	-	-	-
		Paspalum notatum	Pasto estrella	-	-	-
		Setaria geniculata	Zacate sedoso	-	-	-
		Setaria parviflora	Gusanillo	-	LC	-

En el estrato arbustivo se identificaron siete especies, agrupadas en seis familias y cuatro órdenes.

Tabla 53. Especies del estrato arbustivo presentes en el pastizal cultivado en el AI

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia texana*	Palo Dulce	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lippia graveolens*	Orégano mexicano	-	-	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Croton fruticulosus*	Encinilla	-	-	-
		Jatropha dioica	Sangre de drago	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	LC	-

Consulta Pública

En el estrato arbóreo se identificaron cinco especies, correspondientes a dos familias y dos órdenes.

Tabla 54. Especies del estrato arbóreo presentes en el pastizal cultivado en el AI

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Parkinsonia aculeata	Retama	-	LC	-
		Vachellia farnesiana	Huizache	-	LC	-

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron cinco especies, pertenecientes a una familia y un orden.

Tabla 55. Especies cactáceas presentes en el pastizal cultivado en el área de influencia

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	LC	Apéndice II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	Apéndice II
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	Apéndice II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	Apéndice II
		Opuntia lindheimeri	Nopal	-	-	Apéndice II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Área del Proyecto

En el área del proyecto, el tipo de uso del suelo y vegetación **Matorral espinoso tamaulipeco** presentó una composición florística conformada por especies distribuidas en los estratos herbáceo y arbustivo. A continuación se presenta el listado de especies registradas para cada estrato, indicando su clasificación taxonómica y su estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja de la UICN y los apéndices de la CITES.

En el estrato herbáceo se identificaron 11 especies, pertenecientes a seis familias y seis órdenes.

Tabla 56. Especies del estrato herbáceo presentes en el MET en el AP

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Parthenium confertum*	Confite	-	-	-
		Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	-	LC	-
		Simsia calva	Acahual norteño	-	-	-
		Wedelia acapulcensis	Hierba de San Nicolás	-	-	-
Caryophyllales	Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Bajatripa	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Dalea formosa*	Dalea de plumas	-	LC	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Acalypha monostachya*	Hierba del cáncer	-	-	-

Consulta Pública

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Malvales	Malvaceae	*Abutilon trisulcatum*	Pelotazo	-	-	-
Poales	Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto Buffel	-	LC	-
		Cynodon nlemfuensis	Pasto Alicia	-	-	-
		Setaria texana	Cola de zorra de Texas	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron 10 especies, agrupadas en ocho familias y seis órdenes.

Tabla 57. Especies del estrato arbustivo presentes en el MET en el área del proyecto

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Brassicales	Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia texana*	Palo Dulce	-	LC	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
		Vachellia schaffneri	Huizache	-	LC	-
Lamiales	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lantana macropoda*	Lantana	-	LC	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia hookeri*	Brasil	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chaparro Amargo	-	-	-

En el estrato arbóreo se identificaron siete especies, correspondientes a cuatro familias y cuatro órdenes.

Tabla 58. Especies del estrato arbóreo presentes en el MET en el área del proyecto

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Vachellia farnesiana	Huizache	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
		Celtis pallida	Acebuche	-	LC	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	Apéndice II

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron ocho especies, correspondientes a una familia y un orden.

Tabla 59. Especies cactáceas presentes en el MET en el área del proyecto

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha macromeris*	Biznaga partida partida	-	LC	II
		Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II

Consulta Pública

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II
		Echinocereus pectinatus	Alicoche peine	-	LC	-
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Homalocephala texensis	Biznaga tonel mancacaballo	-	LC	II
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	II
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Matorral submontano**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron cuatro especies, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 60. Especies del estrato herbáceo presentes en el matorral submontano en el AP

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	-	LC	-
		Parthenium incanum	Mariola	-	-	-
Lamiales	Lamiaceae	*Salvia chia*	Chía de monte	-	-	-
Poales	Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Pasto Buffel	-	LC	-

En el estrato arbustivo se identificaron nueve especies, agrupadas en ocho familias y cuatro órdenes.

Tabla 61. Especies del estrato arbustivo presentes en el matorral submontano en el AP

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Celastrales	Celastraceae	*Schaefferia cuneifolia*	Limoncillo	-	-	-
Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo Dulce	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
	Verbenaceae	*Lantana macropoda*	Lantana	-	LC	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-

En el estrato arbóreo se identificaron siete especies, correspondientes a seis familias y seis órdenes.

Tabla 62. Especies del estrato arbóreo presentes en el matorral submontano en el AP

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-

Consulta Pública

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Ericales	Ebenaceae	*Diospyros texana*	Chapote negro	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis laevigata*	Palo blanco	-	LC	-
		Celtis pallida	Acebuche	-	LC	-
Sapindales	Rutaceae	*Helietta parvifolia*	Barreta	-	LC	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	Apéndice II

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron cinco especies, correspondientes a una familia y un orden.

Tabla 63. Especies cactáceas presentes en el matorral submontano en el área del proyecto

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	LC	Apéndice II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	Apéndice II
		Echinocereus pectinatus	Alicoche peine	-	LC	-
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	Apéndice II
		Opuntia robusta	Nopal camueso	-	LC	Apéndice II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Mezquital xerófilo**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron ocho especies, pertenecientes a tres familias y tres órdenes.

Tabla 64. Especies del estrato herbáceo presentes en el mezquital xerófilo en el AP

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	-	-	-
		Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	-	LC	-
		Simsia calva	Acahual norteño	-	-	-
Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-	-	-
Poales	Poaceae	*Bouteloua dactyloides*	Zacate búfalo	-	-	-
		Bouteloua gracilis	Navajita	-	LC	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Setaria texana	Cola de zorra de Texas	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron 15 especies, agrupadas en 10 familias y siete órdenes.

Consulta Pública

Tabla 65. Especies del estrato arbustivo presentes en el mezquital xerófilo en el AP

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Brassicales	Koeberliniaceae	*Koeberlinia spinosa*	Abrojo	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Vara dulce	-	LC	-
		Eysenhardtia texana	Palo Dulce	-	LC	-
		Vachellia rigidula	Chaparro prieto	-	LC	-
		Vachellia schaffneri	Huizache	-	LC	-
Lamiales	Oleaceae	*Forestiera angustifolia*	Panalero	-	LC	-
	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
Malpighiales	Convolvulaceae	*Bernardia myricifolia*	Oreja de ratón	-	-	-
	Euphorbiaceae	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	-	LC	-
	Passifloraceae	*Turnera diffusa*	Damiana	-	LC	-
Rosales	Rhamnaceae	*Condalia globosa*	Sarampión	-	LC	-
		Condalia hookeri	Brasil	-	LC	-
		Condalia mexicana	Espino de capulín	-	LC	-
Sapindales	Simaroubaceae	*Castela texana*	Chapa[illegible] Amargo	-	-	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Larrea tridentata*	[illegible]bernadora	-	-	-

En el estrato arbóreo se identificaron nueve especies, correspondientes a cinco familias y cinco órdenes.

Tabla 66. Especies del estrato arbóreo presentes en el mezquital xerófilo en el AP

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Boraginales	Boraginaceae	*Cordia boissieri*	Anacahuita	-	LC	-
Fabales	Fabaceae	*Ebenopsis ebano*	Ébano	-	LC	-
		Neltuma glandulosa	Mezquite	-	LC	-
		Neltuma laevigata	Huizache	-	LC	-
		Parkinsonia texana	Palo Verde Tejano	-	LC	-
		Vachellia farnesiana	Huizache	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	-	LC	-
Sapindales	Burseraceae	*Bursera fagaroides*	Torote	-	LC	-
Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Porlieria angustifolia*	Guayacán	-	LC	Apéndice II

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron ocho especies, correspondientes a una familia y un orden.

Tabla 67. Especies cactáceas presentes en el mezquital xerófilo en el área del proyecto

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	-	LC	II
		Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II
		Echinocereus enneacanthus	Alicoche real	-	LC	II
		Echinocereus pentalophus	Alicoche falso	-	LC	II
		Grusonia schottii	Choya abrojo de Texas	-	LC	II
		Mammillaria heyderi	Biznaga china	-	LC	II

Consulta Pública

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
		Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	-	LC	II
		Opuntia streptacantha	Nopal cardón	-	LC	-

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el tipo de uso del suelo y vegetación **Pastizal cultivado**, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo y cactáceas. A continuación, se presentan los listados correspondientes a cada estrato.

En el estrato herbáceo se identificaron ocho especies, pertenecientes a tres familias tres órdenes.

Tabla 68. Especies del estrato herbáceo presentes en el pastizal cultivado en el AP

Estrato herbáceo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Asterales	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	-	LC	-
Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	-	-	-
Poales	Poaceae	*Bothriochloa pertusa*	Aceituna Finca	-	-	-
		Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	-	LC	-
		Cynodon dactylon	Alfombrilla	-	-	-
		Megathyrsus maximus	Camalote	-	-	-
		Setaria parviflora	Gusanillo	-	LC	-
		Sorghum halepense	Alpiste	-	-	-

En el estrato arbustivo se identificaron tres especies, agrupadas en dos familias y dos órdenes.

Tabla 69. Especies del estrato arbustivo presentes en el pastizal cultivado en el AP

Estrato arbustivo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Lamiales	Scrophulariaceae	*Leucophyllum frutescens*	Cenizo	-	-	-
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Croton fruticulosus*	Encinilla	-	-	-
		Jatropha dioica	Sangre de drago	-	LC	-

En el estrato arbóreo se identificaron dos especies, correspondientes a dos familias y dos órdenes.

Tabla 70. Especies del estrato arbóreo presentes en el pastizal cultivado en el AP

Estrato arbóreo						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Fabales	Fabaceae	*Parkinsonia aculeata*	Retama	-	LC	-
Rosales	Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	-	LC	-

Finalmente, en el caso de las cactáceas se identificaron dos especies, correspondientes a una familia y un orden.

Consulta Pública

Tabla 71. Especies cactáceas presentes en el pastizal cultivado en el área del proyecto

Cactáceas						
Orden	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**IUCN**	**CITES**
Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia engelmannii*	Nopal cuijo	-	LC	Apéndice II
		Opuntia lindheimeri	Nopal	-	-	Apéndice II

Ninguna de las especies registradas para este tipo de uso del suelo y vegetación se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Consulta Pública



Figura 11. Vegetación observada durante los muestreos



Consulta Pública



Figura 12. Medición y levantamiento de datos en los muestreos de campo

III.4.1. Fauna

Muchas especies presentan hábitos nocturnos, rangos hogareños pequeños, utilizan madrigueras o refugios entre la vegetación, troncos, debajo de rocas, que impiden su fácil observación; por lo que no todas pueden ser registradas durante los monitoreos. Aunado a ello, hay especies migratorias que solo se presentan en el sitio en temporada de migración, o presentan bajas densidades de individuos, lo que dificulta su observación.

Por lo anterior, los métodos de muestreo son el parteaguas para determinar la factibilidad de ejecución de los monitoreos, obtener información confiable de los registros en campo, procesar y analizar los datos faunísticos. Por ello, es necesario que el esfuerzo de muestreo se realice de forma sistematizada y consistente para la elaboración de una base de datos con información sólida que sirva para la toma de decisiones y contribuya al mejoramiento de la calidad ambiental de la región (Villareal, et al., 2004; Cabrera-Cruz, 2015).

El muestreo que se consideró realizar fue aleatorio estratificado, es decir, *aleatorio* ya que permite obtener una muestra representativa de la población faunística, se basa en el concepto de probabilidad, el cual indica que cualquier individuo de la población tiene la misma probabilidad de

Consulta Pública

ser elegido y que la elección de cada individuo es independiente de cualquier selección previa. También se considera un muestreo *estratificado*, con base en la heterogeneidad ambiental, ya que se procuró abarcar todos los ecosistemas presentes de vegetación y al mismo tiempo analizar las condiciones de vegetación donde fueron observados los individuos (Bibby; 2000; Casal y Mateu, 2003; Porras Velázquez, 2017).

Es importante mencionar que con el muestreo aleatorio estratificado disminuye la posibilidad de que existan zonas sin muestras o zonas con alta concentración de muestras (Porras Velázquez, 2017).

El muestreo en campo de fauna silvestre fue realizado durante un año, para abarcar todas temporadas estacionales (primavera, verano, otoño e invierno), por lo que el primer monitoreo dio inicio el 13 de junio de 2025 a través de puntos de conteo de radio fijo o también llamadas parcelas circulares para la observación de aves y transectos de franja de ancho fijo para el registro de mamíferos, anfibios y reptiles, ubicados a lo largo de los diferentes tipos de hábitats presentes. Adicionalmente se colocó un detector acústico para detección de especies de murciélagos o también llamados quirópteros.

Durante los monitoreos se consideró para el esfuerzo de muestreo (número de repeticiones en cada punto y transecto) la ubicación estacional (época del año, lluvias y secas) y espacial (sitios), y que fueran sitios similares con la finalidad de comparar los datos entre la RE, AI y AP, para evitar discrepancias que generaran un resultado desconfiable (Ojasti, 2000; Villareal, et al., 2004; Gallina y López, 2011).

La selección del periodo de monitoreo responde a criterios ecológicos y metodológicos que permiten garantizar la representatividad de la comunidad faunística registrada. En particular, el periodo de muestreo coincide con la transición de las temporadas, caracterizada por la presencia simultánea de especies residentes y migratorias, especialmente en el grupo de aves. Sin embargo, es notorio que en la época de transición otoño-invierno, se incremente la riqueza específica debido al arribo de especies provenientes de regiones más septentrionales del continente, las cuales utilizan el área como sitio de descanso, alimentación o invernación.

Así mismo, la época reproductiva de la mayoría de las especies de vertebrados terrestres se concentra principalmente durante la primavera y verano, donde hay un incremento en la disponibilidad de recursos (precipitación, productividad primaria y abundancia de insectos). Por lo tanto, el tiempo de monitoreo permite registrar individuos adultos como juveniles, reflejando de manera más completa una estructura poblacional.

Desde el punto de vista climático, en la Región Ecológica predominan ampliamente los climas secos y semiáridos, lo que evidencia que el territorio se encuentra dominado por condiciones de limitada disponibilidad de humedad, temperaturas relativamente elevadas y una marcada estacionalidad en la ocurrencia de lluvias, con menor precipitación durante el invierno y mayor concentración de lluvias entre mayo y septiembre, siendo este último el mes más lluvioso.

A diferencia de la Región Ecológica, el Área de Influencia evidencia que el entorno inmediato del proyecto se encuentra inmerso en un ambiente climático relativamente uniforme, caracterizado por condiciones secas a semiáridas, temperaturas cálidas durante la mayor parte del año y precipitaciones concentradas principalmente durante la temporada de verano. En el caso del AI, de

Consulta Pública

abril a septiembre se encuentra el periodo con más lluvias durante el año, presentando los valores más altos en septiembre.

Estás características crean periodos prolongados de déficit hídrico y una marcada estacionalidad en la disponibilidad de humedad para la vegetación que se adapta a la escasez de agua, con especies capaces de soportar largos periodos de sequía mediante diferentes estrategias fisiológicas y morfológicas, lo que a su vez disminuye la actividad de ciertos grupos de la fauna silvestre. En el caso del Área del Proyecto, presenta una relativa homogeneidad térmica, al encontrarse completamente comprendida dentro del tipo semiárido cálido.

En este sentido, con el muestreo se buscó cubrir la temporada de lluvias, cuando aún persisten condiciones favorables de cobertura vegetal y recursos tróficos, lo que favorece una mayor actividad y detectabilidad de la fauna; así como de secas, para registrar aquellos individuos capaces de adaptarse a las condiciones áridas.

Los climas predominantes de la región en general favorecen una elevada radiación solar, temperaturas cálidas durante gran parte del año y un balance hídrico deficiente, lo que limita el desarrollo de vegetación y propicia el establecimiento de matorrales, pastizales y comunidades vegetales adaptadas a condiciones xéricas. Esto trae como consecuencias el establecimiento de comunidades faunísticas adaptadas a ambientes abiertos y secos: reptiles de hábitos heliotérmicos (individuos de sangre fría que usan la luz directa del sol para calentarse y obtener energía), aves granívoras y mamíferos pequeños tolerantes a la escasez de agua; pero a su vez, hay una reducción de refugios y sitios de anidación, que incrementan la exposición de presas a depredadores y a la radiación solar, lo que obliga a ajustar patrones de actividad.

Así mismo, el déficit hídrico limita cuerpos de agua permanentes y la productividad primaria, reduciendo recursos para anfibios, insectívoros y herbívoros especializados, por lo que muchas especies deben ampliar sus rangos de desplazamiento para encontrar alimento y agua, lo que aumenta la importancia de corredores biológicos y mosaicos de vegetación secundaria.

En el caso particular de los anfibios y reptiles dependen en mayor medida del aumento de la temperatura y mayor humedad ambiental para iniciar sus ciclos reproductivos. Los anfibios se asocian más a los ambientes húmedos, en zonas con cuerpos de agua temporales, que se favorecen de las primeras lluvias, lo que propicia el inicio de la actividad reproductiva y mayor disponibilidad de alimentos, lo que ayuda a regular las poblaciones de insectos, mayormente mosquitos y dípteros; sin embargo, su diversidad disminuye en zonas con déficit hídrico. En el caso de los reptiles, hay mayor actividad debido al aumento de la temperatura que se intensifica por la exposición al sol, esto para alcanzar temperaturas corporales óptimas para su regulación.

Los criterios considerados para la selección de sitios de muestreo fueron los siguientes:

1. Sitios con tipo de Vegetación de Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM) y Pastizal Cultivado (PC), ya que son los mismos tipos de vegetación presentes en la RE, AI y AP, incluyendo el uso de las actividades humanas, el grado de perturbación (vías de comunicación, áreas urbanas, suburbanas, áreas impactadas, zonas agrícolas, etc.) y zonas de transición entre tipos de vegetación (Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie VII 2021).

Consulta Pública

2. Áreas de conservación.
3. Presencia de cuerpos de agua: ríos y arroyos (temporales o permanentes), presas, lagunas, etc. (Fotografía aérea en Google Earth 2026, Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie VII 2021).
4. Características topográficas (Fotografía aérea en Google Earth 2026, Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie VII 2021).
5. Accesibilidad a los sitios de muestreo (cercanos a caminos, carreteras y brechas existentes).

La segunda fase de la selección de los sitios fue el análisis de Sistemas de Información Geográfica (SIG), a través de la sobreposición de la poligonal delimitada como área del proyecto AP en material fotográfico de Google Earth (2026), sobre la RE y AI para visualizar los criterios considerados para la zonificación. Posteriormente se sobrepuso la capa de vegetación (INEGI, 2021) para ubicar los sitios con MET, MKX, MSM y PC e identificar zonas transicionales y fragmentación de los ecosistemas presentes. De acuerdo con lo anterior se determinaron los sitios de muestreo y en cada uno se usaron técnicas adecuadas para cada grupo faunístico.

Los estudios de impacto ambiental han sido establecidos como un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo que permite integrar al ambiente un proyecto, donde una de las características más visibles es la necesidad de obtener información confiable, con validez científica, aplicada por personal capacitado en el ramo y en un periodo de tiempo determinado.

Los puntos de conteo de radio fijo y los transectos de franja fueron definidos como métodos en función de que tienen la característica de proporcionar información representativa de todas las especies y consideran la heterogeneidad de hábitats del área de monitoreo, por lo que el esfuerzo de muestreo, es decir, la intensidad de trabajo invertido para la obtención de los datos será suficiente (Ojasti, 2000; Villareal, et al., 2004; Gallina y López, 2011).

La verificación de las especies de fauna presentes en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE) fue realizada a través del muestreo de 33 puntos de conteo de radio fijo y 33 transectos de franja de ancho fijo en cada sitio, esto para centrar los esfuerzos en dos métodos de muestreo que cumplen con el objetivo de generar inventarios faunísticos efectivos en un tiempo corto (Bibby et al. 1992; Ralph et al., 1996; Ojasti, 2000; Gallina y López, 2011; Gallina et al., 2014).

Los monitoreos fueron realizados mensualmente, durante un año en la RE, AI y en el AP, en un horario de 7:00 am a 13:00 hr, debido a que existe una mayor actividad en este horario, las primeras horas del día son más frescas y conforme aumenta la temperatura disminuye la actividad y detección de individuos (en algunos grupos faunísticos), se realizaron paradas frecuentes pero cortas, tratando de detectar e identificar visual y auditivamente a los animales presentes.

Consulta Pública



Figura 13. Monitoreos realizados para la observación de fauna silvestre

III.4.1.1. Puntos de conteo con radio fijo

El método de puntos de conteo con radio fijo es efectivo para estimar la abundancia, riqueza, densidad y composición de los organismos por hábitats y se emplea principalmente en censos ornitológicos; sin embargo, también ha resultado útil para la búsqueda de rastros (huellas, nidos, excretas, pelos, madrigueras, etc.) y monitoreo de otros grupos faunísticos (Mandujano, 2011). El muestreo con este método consiste en que el técnico de campo permanezca fijo en un punto central de una parcela circular y cuente todos los individuos detectados una sola vez, dentro de una distancia radial a priori (Bibby et al. 1992; Ralph et al., 1996; Gallina y López, 2011).

El tiempo mínimo recomendado para la observación de cada punto es de diez minutos, con el fin de obtener una muestra de por lo menos el 80% de las especies presentes en un punto (Bibby et al. 1998; Gallina y López, 2011).

Dado que se requería conocer las poblaciones de avifauna presentes en la RE, AI y AP, el tiempo de observación para aves fue de 10 minutos, que es lo recomendado para este grupo faunístico. La distancia radial calculada para los puntos de conteo fue de 50 m, para evitar una sobreestimación de los datos (doble conteo) la distancia entre cada punto de muestreo fue de al menos 1km, con el fin de que cada muestreo fuera independiente (González-García, 2010; Gallina y López, 2011).

Consulta Pública

La superficie muestreada por cada punto de radio fijo fue de 7853.98 m^2, multiplicado por 33 puntos de monitoreo para la RE, Ai y Ap, da un total de 259,181.34 m^2 por zona, lo que representa el esfuerzo de muestreo realizado de 777,544.02 m^2 en total. Este método de monitoreo se utilizó para el registro de la avifauna.

Tabla 72. Coordenadas UTM de los puntos de conteo en la Región Ecológica

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM	USYV
RE-P1	534039	2790237	14 R	MKX
RE-P2	565286	2781397	14 R	MET
RE-P3	555849	2782266	14 R	MET
RE-P4	572671	2787857	14 R	MET
RE-P5	550451	2791176	14 R	MET
RE-P6	577546	2792447	14 R	MET
RE-P7	547693	2833798	14 R	MKX
RE-P8	561199	2789494	14 R	MSM
RE-P9	570162	2793309	14 R	MET
RE-P10	558806	2796[illegible]0	14 R	MET
RE-P11	543359	2799[illegible]1	14 R	MET
RE-P12	536662	2815[illegible]28	14 R	MET
RE-P13	574299	2836927	14 R	MKX
RE-P14	548454	2822963	14 R	MET
RE-P15	568484	2826910	14 R	MET
RE-P16	540965	2827016	14 R	MET
RE-P17	563175	2829866	14 R	MET
RE-P18	556743	2830727	14 R	MET
RE-P19	561019	2835677	14 R	MET
RE-P20	56709[illegible]	2839641	14 R	MET
RE-P21	[illegible]82843	2840290	14 R	MET
RE-P22	578[illegible]77	2845303	14 R	MET
RE-P23	573320	2857696	14 R	MET
RE-P24	567519	2860686	14 R	MET
RE-P25	574027	2864150	14 R	MET
RE-P[illegible]6	581219	2866834	14 R	TA
RE-P27	546429	2779864	14 R	MET
RE-P28	576846	2783786	14 R	PC
RE-P29	596786	2785573	14 R	PC
RE-P30	580747	2799522	14 R	PC
RE-P31	558636	2821368	14 R	PC
RE-P32	562918	2849408	14 R	PC
RE-P33	576933	2852410	14 R	PC

Consulta Pública

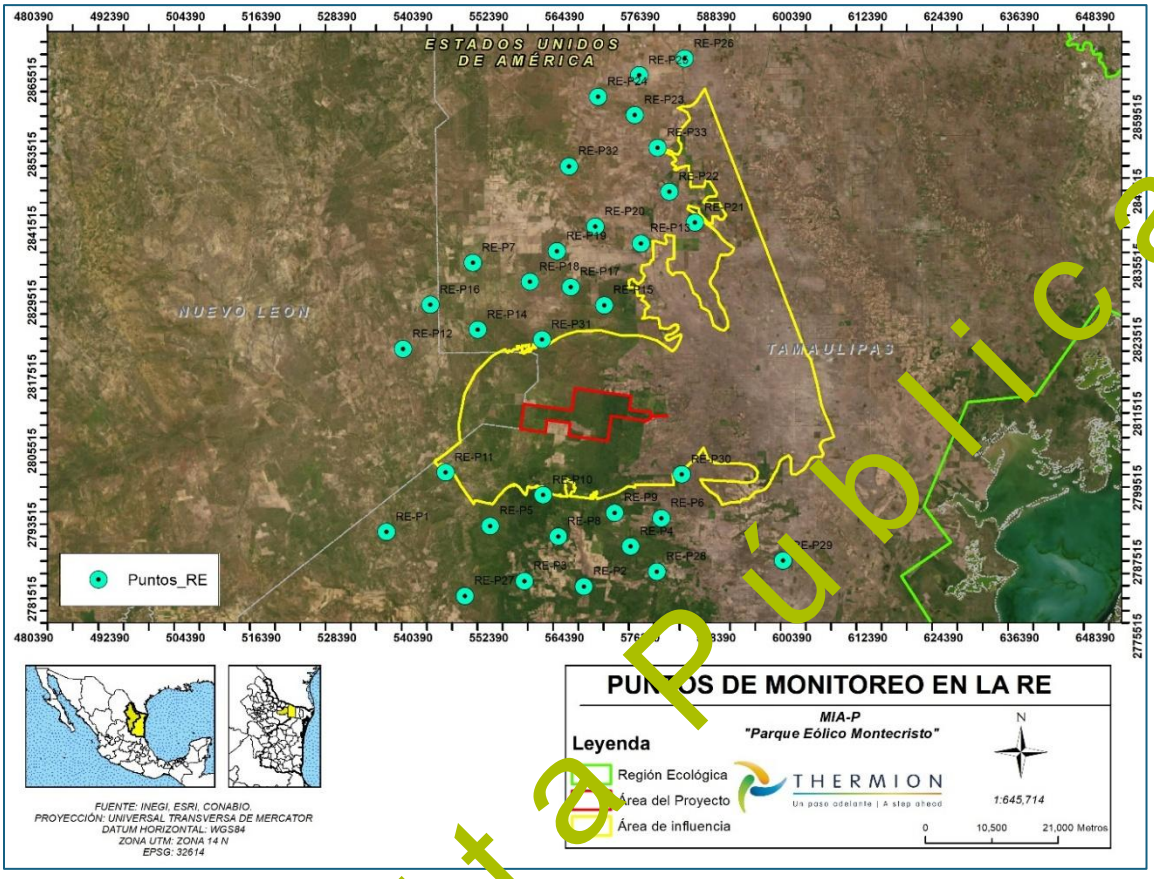


Figura 14. Observación de los puntos de conteo en la Región Ecológica

Tabla 73. Coordenadas UTM de los puntos de conteo en el Área de Influencia

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM	USYV
AI-P1	546151.624	2806526.939	14 R	MKX
AI-P2	5[illegible]645	2799821.290	14 R	MET
AI-P3	548[illegible]6.385	2800910.050	14 R	MET
AI-P4	551819.009	2803964.665	14 R	MET
AI-P5	552502.658	2797887.091	14 R	MET
AI-P6	554296.936	2819207.629	14 R	MET
AI-P7	548807.516	2814834.335	14 R	MKX
AI-P8	552192.745	2808582.304	14 R	MSM
AI-P9	555456.084	2800994.164	14 R	MET
AI-P10	557307.611	2814033.189	14 R	MET
AI-P11	558039.524	2819570.832	14 R	MET
AI-P12	558371.388	2798502.821	14 R	MET
AI-P13	570039.339	2814942.624	14 R	MKX
AI-P14	559427.059	2803355.192	14 R	MET
AI-P15	560399.270	2806101.534	14 R	MET
AI-P16	561836.593	2797442.960	14 R	MET

Consulta Pública

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM	USYV
AI-P17	563356.604	2804111.083	14 R	MET
AI-P18	563587.103	2801416.241	14 R	MET
AI-P19	564541.098	2815690.064	14 R	MET
AI-P20	566690.832	2799148.536	14 R	MET
AI-P21	566850.659	2804006.539	14 R	MET
AI-P22	569318.465	2800517.847	14 R	MET
AI-P23	569789.615	2802994.778	14 R	MET
AI-P24	570562.399	2805526.951	14 R	MET
AI-P25	593963.010	2802126.586	14 R	MET
AI-P26	594741.423	2818329.016	14 R	TA
AI-P27	561785.020	2823754.080	14 R	MET
AI-P28	562910.710	2821317.932	14 R	PC
AI-P29	568260.135	2822439.649	14 R	PC
AI-P30	576914.088	2820406.105	14 R	PC
AI-P31	577277.413	2802021.121	14 R	PC
AI-P32	577375.744	283[illegible]339.[illegible]42	14 R	PC
AI-P33	578222.946	2810[illegible].547	14 R	PC

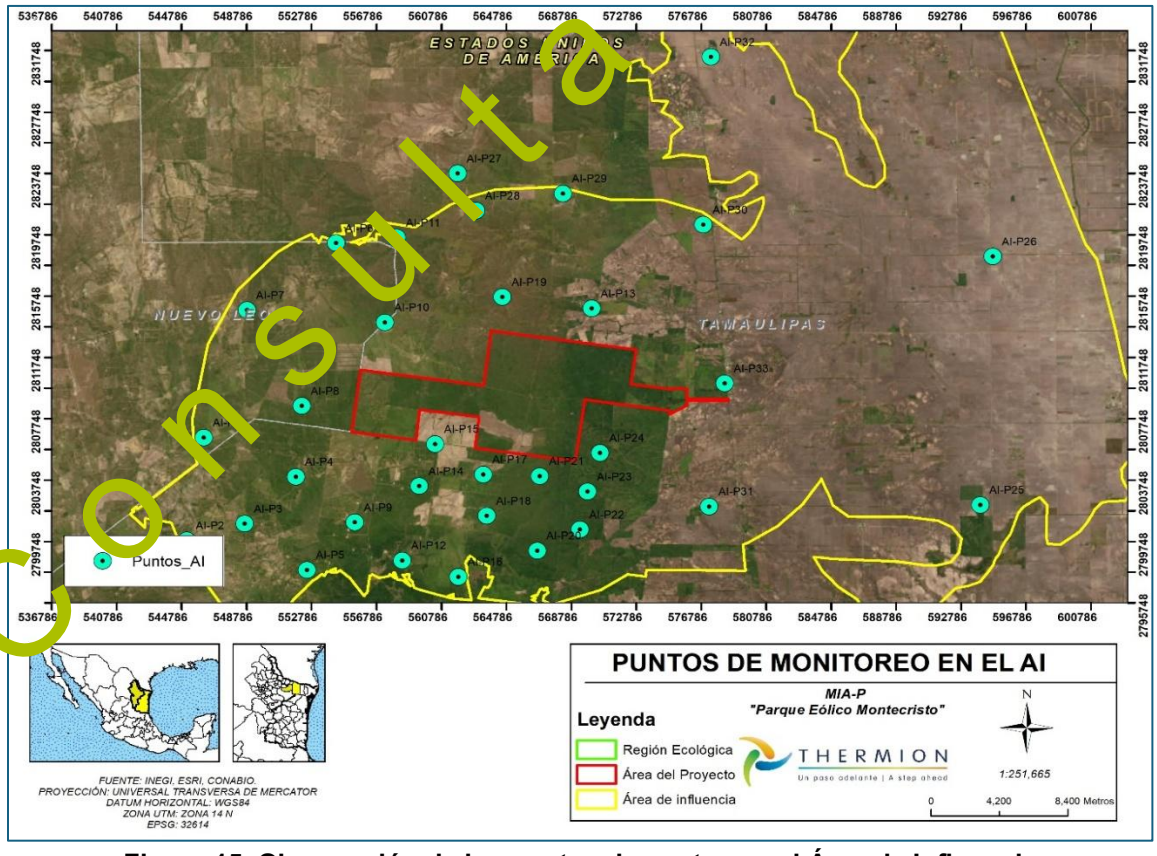


Figura 15. Observación de los puntos de conteo en el Área de Influencia

Consulta Pública

Tabla 74. Coordenadas UTM de los puntos de conteo en el Área del Proyecto

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM	USYV
AP-P1	558759.935	2810225.503	14 R	MKX
AP-P2	560947.595	2809986.161	14 R	MET
AP-P3	561546.720	2808208.937	14 R	MET
AP-P4	562763.098	2809420.391	14 R	MET
AP-P5	563120.752	2806972.504	14 R	MET
AP-P6	563760.351	2811353.679	14 R	MET
AP-P7	564278.310	2812927.475	14 R	MKX
AP-P8	564533.799	2808011.147	14 R	MSM
AP-P9	564594.839	2809915.614	14 R	MET
AP-P10	564779.080	2805738.334	14 R	MET
AP-P11	565624.979	2811231.382	14 R	MET
AP-P12	565844.826	2807093.801	14 R	MET
AP-P13	566326.930	2813000.061	14 R	MKX
AP-P14	566706.294	2805453.948	14 R	MET
AP-P15	566717.950	2805528.154	14 R	MET
AP-P16	567473.539	2806[illegible].043	14 R	MET
AP-P17	567655.657	2810561.235	14 R	MET
AP-P18	567967.812	2812664.371	14 R	MET
AP-P19	568608.255	2808494.332	14 R	MET
AP-P20	568963.744	2805363.643	14 R	MET
AP-P21	569292.706	2810034.47	14 R	MET
AP-P22	569692.568	2812511.241	14 R	MET
AP-P23	570554.650	2811114.991	14 R	MET
AP-P24	570835.035	2809191.191	14 R	MET
AP-P25	572543.197	2811917.902	14 R	MET
AP-P26	764[illegible].855	2808946.768	14 R	TA
AP-P27	55[illegible].571	2809926.882	14 R	PC
AP-P28	556453.338	2807349.508	14 R	PC
AP-P29	557529.335	2809083.163	14 R	PC
AP-P30	558316.851	2807313.179	14 R	PC
AP-P31	559768.547	2808767.604	14 R	MET
AP-P32	572598.872	2808795.374	14 R	PC
AP-P33	574688.306	2808651.697	14 R	PC

Consulta Pública

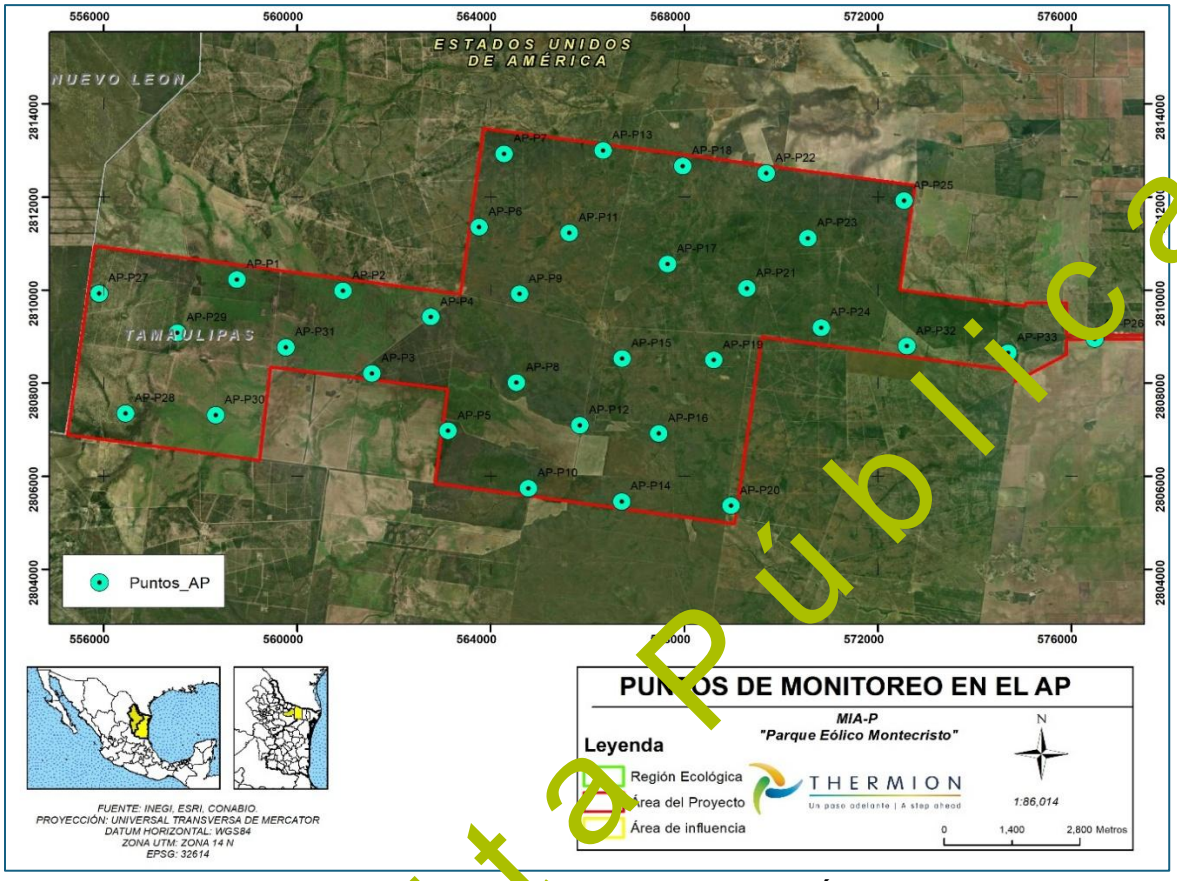


Figura 16. Observación de los puntos de conteo en el Área del Proyecto

III.4.1.2. Transectos de franja o banda

El monitoreo por transecto de franja es uno de los más prácticos y recomendables para ejecutar, ya que los técnicos de campo consideran todos los registros faunísticos que se encuentren dentro del ancho de franja, en lugar de estimar la distancia hacia cada individuo observado. Los transectos de banda o franja son una unidad de muestreo rectangular donde se establece el largo y un ancho fijo, dicha superficie del transecto será el esfuerzo de muestreo recorrido. Antes de dar inicio al muestreo, es necesario establecer el ancho a cada lado de la línea media del transecto (w), el cual depende principalmente de la visibilidad de alcance, que es afectada por factores como: cobertura vegetal, relieve y forma de recorrido (a pie o en vehículo terrestre).

Los supuestos que considera este método son:

- Solo se debe contar a los individuos que están dentro del ancho previamente definido.
- Se debe tener la certeza de contar al 100% de los individuos que están dentro del transecto de franja y de que no se repita ninguna observación (Ojasti, 2000; Ralph et al., 1996; Gallina y López, 2011; Gallina et al., 2014).

Consulta Pública

El tiempo de recorrido por cada transecto de franja fue de 15 a 20 minutos aproximadamente, a una velocidad constante, en algunos transectos se hicieron paradas para la detección de los individuos faunísticos, la búsqueda de rastros y la toma de fotografías.

Los transectos de franjas tuvieron un largo de distancia de 500 m y un ancho de 20 m, es decir, 10 m a cada lado de la línea central; por lo tanto, la superficie muestreada por cada transecto de franja fue de 10, 000 m^2, multiplicado por 17 transectos de monitoreo, da un total de 170, 000 m^2, lo que equivale a 17 hectáreas que representan el esfuerzo de muestreo realizado con este método. Este método de muestreo se utilizó para el registro de mamíferos y herpetofauna principalmente.

Tabla 75. Coordenadas UTM de los transectos de franja en la Región Ecológica

Id del sitio	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Coordenada Final X	Coordenada Final Y	Zona UTM	USYV
RE-T1	534026.130	2790229.093	533775.818	2790261.925	14 R	MKX
RE-T2	565298.181	2781388.550	565001.664	2780985.962	14 R	MET
RE-T3	555848.942	2782251.035	555348.961	2782255.458	14 R	MET
RE-T4	572667.862	2787842.761	572177.624	2787941.079	14 R	MET
RE-T5	550437.884	2791168.891	550[illegible].56	2791603.440	14 R	MET
RE-T6	577556.807	2792436.266	577210.[illegible]81	2792075.918	14 R	MET
RE-T7	547692.574	2833812.756	548192.574	2833812.756	14 R	MKX
RE-T8	561213.338	2789500.052	561399.554	2789036.022	14 R	MSM
RE-T9	570155.439	2793295.327	5[illegible]704.989	2793512.341	14 R	MET
RE-T10	558796.430	2796179.[illegible]08	[illegible]58425.400	2796514.465	14 R	MET
RE-T11	543356.323	2799865.98[illegible]	543850.196	2799944.014	14 R	MET
RE-T12	536646.820	2819[illegible]28.351	536653.518	2820328.306	14 R	MET
RE-T13	574301.387	2836912.[illegible]95	573808.057	2836830.795	14 R	MKX
RE-T14	548451.413	28[illegible]2948.511	547960.511	2823043.461	14 R	MET
RE-T15	568488.147	[illegible]826895.854	568004.504	2826769.008	14 R	MET
RE-T16	540962.[illegible]13	2827030.366	541451.831	2827132.692	14 R	MET
RE-T17	563160.434	2829866.678	563174.326	2830366.485	14 R	MET
RE-T18	5[illegible]28.593	2830722.889	556583.773	2831201.456	14 R	MET
RE-T19	[illegible]1004.384	2835680.741	561121.509	2836166.829	14 R	MET
RE-T20	567090.052	2839655.975	567587.858	2839702.761	14 R	MET
RE-T[illegible]	582853.769	2840300.907	583209.056	2839949.095	14 R	MET
RE-T22	578777.661	2845318.437	579277.561	2845308.439	14 R	MET
RE-T23	573322.610	2857680.826	572832.747	2857580.658	14 R	MET
RE-T24	567522.023	2860700.268	568011.949	2860600.403	14 R	MET
RE-T25	574041.691	2864150.820	574081.173	2863652.381	14 R	MET
RE-T26	581232.964	2866828.024	581040.681	2866366.476	14 R	TA
RE-T27	546736.370	2780290.730	546462.380	2779872.600	14 R	MET
RE-T28	576853.579	2783773.425	576432.123	2783504.399	14 R	PC
RE-T29	596800.569	2785573.114	596811.565	2785073.235	14 R	PC
RE-T30	580761.611	2799521.444	580757.279	2799021.463	14 R	PC
RE-T31	558650.496	2821366.239	558577.147	2820871.649	14 R	PC

Consulta Pública

RE-T32	562925.130	2849394.552	562483.621	2849159.882	14 R	PC
RE-T33	576929.869	2852395.847	576442.499	2852507.518	14 R	PC

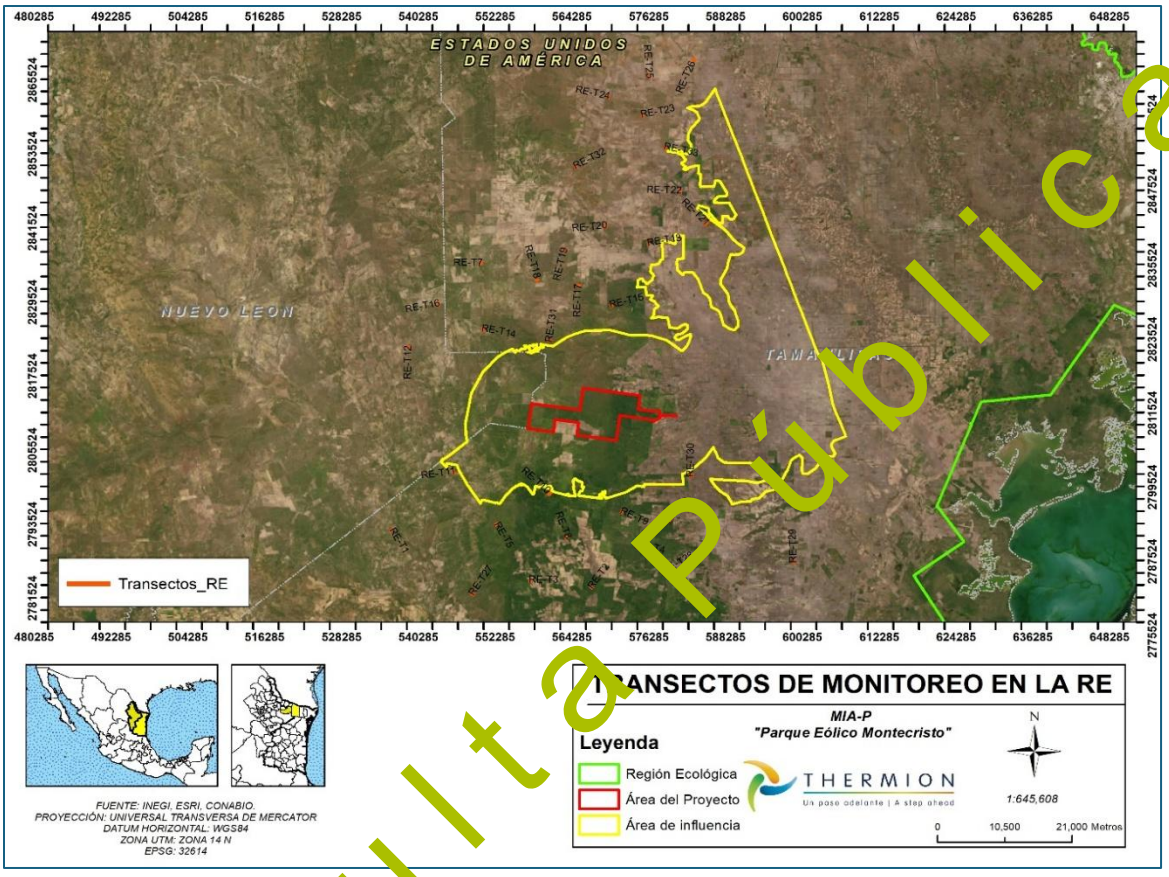


Figura 17. Observación de los transectos de franja en la Región Ecológica

Tabla 76. Coordenadas UTM de los transectos de franja en el Área de Influencia

Id del sitio	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Coordenada Final X	Coordenada Final Y	Zona UTM	USYV
RE-T1	546148.476	2806541.605	546043.548	2807030.471	14 R	MKX
RE-T2	545103.288	2799836.228	545058.030	2800334.176	14 R	MET
RE-T3	548690.753	2800914.359	549169.686	2801057.968	14 R	MET
RE-T4	551826.859	2803951.883	552088.543	2803525.830	14 R	MET
RE-T5	552497.189	2797901.058	552314.868	2798366.632	14 R	MET
RE-T6	554283.696	2819200.580	553842.362	2818965.582	14 R	MET
RE-T7	548822.278	2814831.669	549314.321	2814742.824	14 R	MKX
RE-T8	552190.285	2808597.101	552108.293	2809090.333	14 R	MSM
RE-T9	555441.093	2800994.703	554941.415	2801012.643	14 R	MET
RE-T10	557292.731	2814031.291	556796.748	2813968.043	14 R	MET
RE-T11	558024.722	2819573.258	557531.309	2819654.152	14 R	MET
RE-T12	558357.708	2798496.669	557901.689	2798291.616	14 R	MET

Consulta Pública

Id del sitio	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Coordenada Final X	Coordenada Final Y	Zona UTM	USYV
RE-T13	570042.596	2814957.266	570151.180	2815445.333	14 R	MKX
RE-T14	559414.571	2803363.502	558998.307	2803640.493	14 R	MET
RE-T15	560405.138	2806087.729	560600.725	2805627.571	14 R	MET
RE-T16	561828.024	2797430.649	561542.384	2797020.271	14 R	MET
RE-T17	563371.424	2804108.764	563865.417	2804031.495	14 R	MET
RE-T18	563598.561	2801406.561	563980.498	2801083.879	14 R	MET
RE-T19	564554.662	2815683.659	565006.793	2815470.171	14 R	MET
RE-T20	566686.836	2799134.078	566553.645	2798652.144	14 R	MET
RE-T21	566838.794	2804015.716	566443.291	2804321.621	14 R	MET
RE-T22	569332.209	2800511.837	569790.325	2800311.513	14 R	MET
RE-T23	569774.997	2802998.142	569287.735	2803[illegible]10.2[illegible]	14 R	MET
RE-T24	570556.001	2805540.518	570342.741	2805994.[illegible]37	14 R	MET
RE-T25	593962.461	2802141.576	593944.141	2802641.241	14 R	MET
RE-T26	594750.874	2818317.368	595065.899	2817929.091	14 R	TA
RE-T27	561762.410	2823744.410	561[illegible]3.00	2823773.810	14 R	MET
RE-T28	562914.826	2821332.357	563[illegible]20	2821813.166	14 R	PC
RE-T29	568259.741	2822424.654	568246.6[illegible]	2821924.826	14 R	PC
RE-T30	576923.855	2820394.720	577249.402	2820015.222	14 R	PC
RE-T31	577291.740	2802016.681	577769.334	2801868.680	14 R	PC
RE-T32	577390.735	2831339.565	577890.431	2831357.000	14 R	PC
RE-T33	578223.021	2810066.547	578225.510	2810566.541	14 R	PC

Consulta Pública

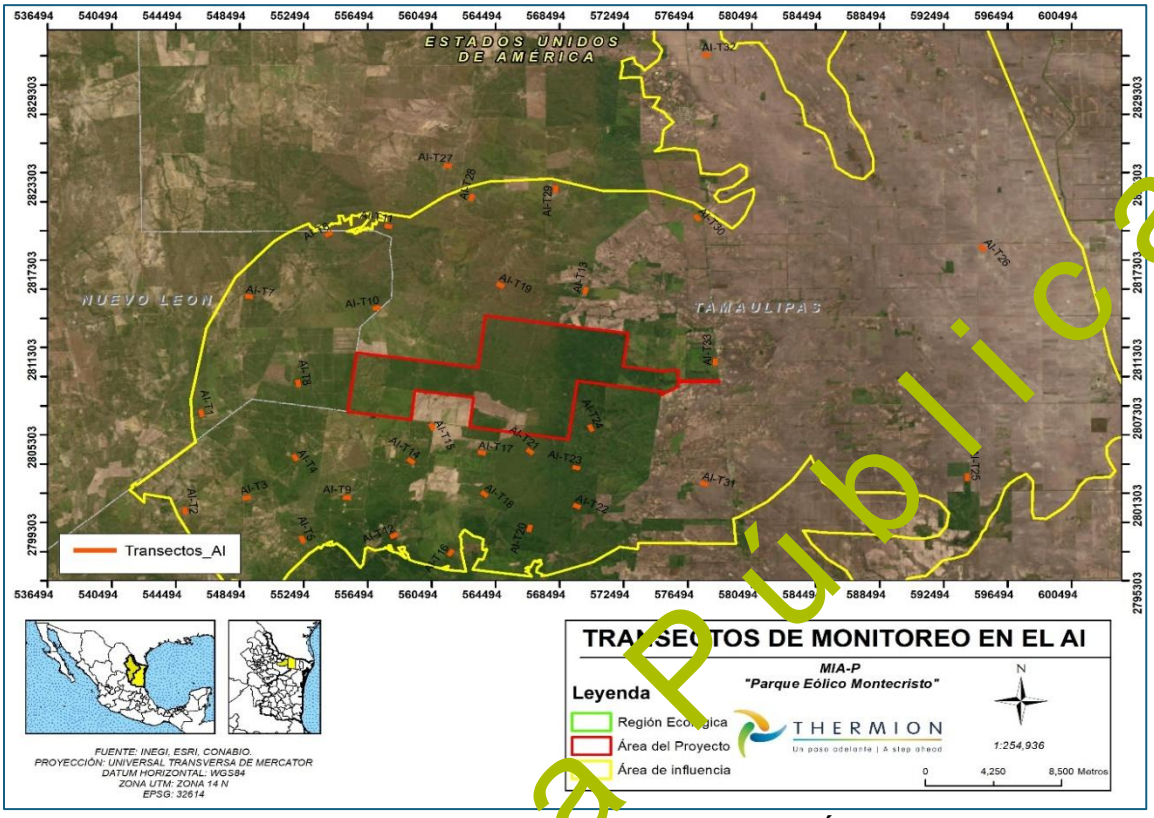


Figura 18. Observación de los transectos de franja en el Área de Influencia

Tabla 77. Coordenadas UTM de los transectos de franja en el Área del Proyecto

Id del sitio	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Coordenada Final X	Coordenada Final Y	Zona UTM	USYV
RE-T1	558742.051	2810227.526	558490.115	2809795.637	14 R	MKX
RE-T2	560938.464	2810001.490	560438.504	2809995.151	14 R	MET
RE-T3	561536.406	2808223.758	561823.786	2808633.200	14 R	MET
RE-T4	562778.782	2809410.933	563247.712	2809584.439	14 R	MET
RE-T5	563136.211	2806975.996	563489.617	2806622.295	14 R	MET
RE-T6	563768.852	2811371.201	563773.461	2811871.180	14 R	MET
RE-T7	564282.805	2812911.429	564673.179	2812599.005	14 R	MKX
RE-T8	564520.134	2808019.080	564485.183	2808517.857	14 R	MSM
RE-T9	564587.016	2809928.895	564982.255	2810235.140	14 R	MET
RE-T10	564779.077	2805753.571	564661.774	2806239.617	14 R	MET
RE-T11	565639.835	2811241.867	566135.818	2811305.112	14 R	MET
RE-T12	565854.624	2807108.648	565874.989	2807608.233	14 R	MET
RE-T13	566322.487	2812985.222	566120.886	2812527.666	14 R	MKX
RE-T14	566722.490	2805462.526	566726.837	2805962.507	14 R	MET
RE-T15	566727.627	2808512.160	566947.447	2808063.073	14 R	MET
RE-T16	567488.291	2806908.878	567962.027	2807068.798	14 R	MET
RE-T17	567649.066	2810544.073	567343.633	2810148.206	14 R	MET

Consulta Pública

Id del sitio	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Coordenada Final X	Coordenada Final Y	Zona UTM	USYV
RE-T18	567957.310	2812649.439	567965.630	2812149.508	14 R	MET
RE-T19	568605.368	2808479.325	569055.722	2808262.113	14 R	MET
RE-T20	568980.471	2805374.446	568806.827	2805843.325	14 R	MET
RE-T21	569310.581	2810032.447	569411.631	2809542.765	14 R	MET
RE-T22	569686.947	2812492.491	569452.017	2812051.120	14 R	MET
RE-T23	570536.376	2811109.123	570097.846	2810868.933	14 R	MET
RE-T24	570850.013	2809189.165	571239.895	2809502.202	14 R	MET
RE-T25	572529.651	2811907.001	572493.833	2811408.286	14 R	MET
RE-T26	576496.880	2808940.081	576996.880	2808939.441	14 R	TA
RE-T27	555908.684	2809946.222	555973.947	2810441.945	14 R	PC
RE-T28	556470.736	2807343.061	556890.409	2807614.060	14 R	PC
RE-T29	557513.375	2809084.672	557205.017	2808631.079	14 R	PC
RE-T30	558309.573	2807297.679	558366.845	2806800.970	14 R	PC
RE-T31	559785.136	2808760.645	560277.904	2808845.378	14 R	MET
RE-T32	572606.528	2808779.522	573099.225	2808864.782	14 R	PC
RE-T33	574704.101	2808653.301	575117.553	2808525.748	14 R	PC

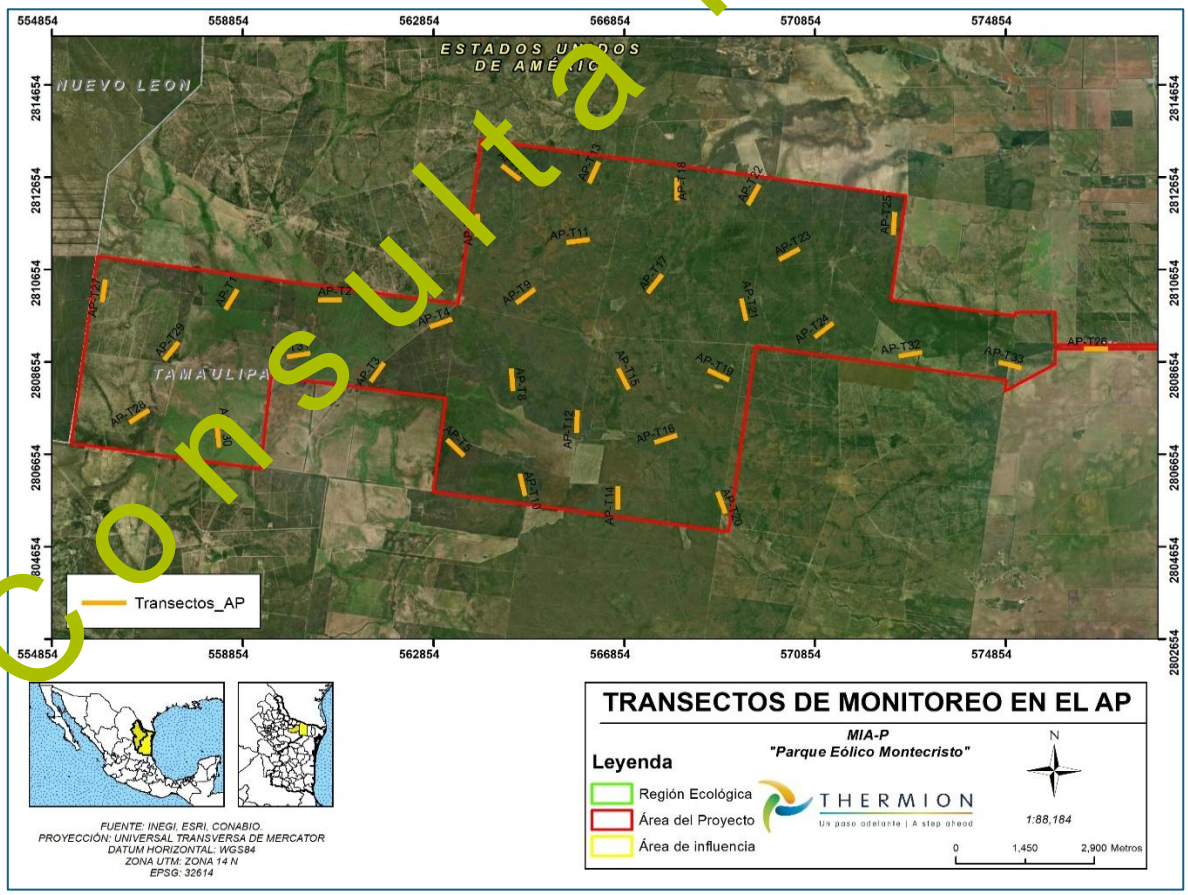


Figura 19. Observación de los transectos de franja en el Área del Proyecto

Consulta Pública

Dado que cada grupo faunístico tiene hábitos y características de hábitat diferentes, se trabajó adicionalmente con métodos específicos indicados para cada grupo, los cuales se describen a continuación:

Aves

Los registros de las aves se realizaron a través de los puntos de conteo con radio fijo, en un horario matutino de 7:00 am a 13:00 pm, ya que son las horas de mayor actividad. La detección de las aves fue realizada por personal técnico especialista, lo que facilitó la identificación de los individuos mediante las observaciones directas y cantos que indicaran su presencia.

Para las observaciones directas, se utilizaron binoculares 10X42 y una cámara fotográfica; una vez observada el ave, fue identificada con ayuda de diversas guías de aves como Sibley (Sibley 2011), Aves de México (2008), Guía de campo de las aves de Norteamérica (Kauffman 2005), Guía de campo de aves de este de Norteamérica (Sibley 2013), Merlin Bird ID App. En cuanto a la identificación por canto, se realizó con ayuda de reproducciones de grabaciones de cantos (xeno-canto.org y Merlin Bird ID App). Además, las especies fueron verificadas en el Listado de aves de Norteamérica de la Sociedad Ornitológica Americana. Adicionalmente, también se consideró la actividad que realizaban (en vuelo, forrajeo, desplazamiento y percha) los individuos.

Anfibios y reptiles

Para hacer más efectiva la detección de individuos de herpetofauna, se revisó de forma exhaustiva en microhábitats, ya que muchas especies prefieren los sitios escondidos como refugio, por lo que se buscó en madrigueras, debajo de rocas, troncos secos en pie o derribados, árboles vivos, entre la hojarasca y oquedades. También fueron revisados los cuerpos de agua intermitentes como charcos de agua presentes dentro del ancho de los transectos, de forma dirigida para la búsqueda de individuos de anfibios, dado que dependen de ambientes húmedos para evitar la desecación (Parra-Olea, 2014).

En el caso particular de los reptiles, durante la noche la calidad térmica del ambiente decrece y las oportunidades de alcanzar una temperatura corporal adecuada para el forrajeo, locomoción, socialización, escape o defensa de depredadores son limitadas (Kearney y Predavec, 2000; Aguilar y Cruz 2010; Lara-Reséndiz, et al. 2013), por lo que la actividad y posibilidad de observación son menores.

Durante el monitoreo de la herpetofauna se utilizaron pinzas y ganchos herpetológicos, solo cuando fue estrictamente necesario y se evitó la manipulación ya que podría estresar a los individuos.

La identificación de los individuos se realizó con ayuda de Guías de Reptiles y Anfibios de Norteamérica (Powell et al., 2016; Herbert 2015), así como diversas fuentes de plataformas web.

Mamíferos

Los métodos usados para la búsqueda de mamíferos y la detección de rastros, se realizó a través de los transectos de franja establecidos, realizados por equipo técnico con experiencia. Dada la sensibilidad de la mastofauna para percibir la presencia humana a través del olfato u oído, estos

Consulta Pública

individuos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita muchas veces su observación, siendo pocos los individuos que pueden ser visualmente observados y/o identificados. Por lo anterior, los monitoreos de los métodos propuestos fueron complementados con la búsqueda de rastros como huellas y excretas, para los cuales está documentado que los transectos son más eficientes (Gallina et al., 2014; FMCN-CONAFOR-USAID-USFS, 2018).

En cada caso donde se encontró algún rastro, se le colocó un elemento como referencia métrica (moneda nacional, GPS, flexómetro o vernier) y se fotografió, procurando que se observaran todas las características del rastro. Es importante mencionar que únicamente se tomaron en cuenta los rastros que se encontraron dentro de los transectos de franja (Gallina et al., 2014; FMCN-CONAFOR-USAID-USFS, 2018). La identificación de los rastros se realizó con apoyo del Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Aranda, 2012).

Aunado a las técnicas anteriormente mencionadas, se implementó un método adicional para el monitoreo de murciélagos, esto debido a que, con base en la distribución potencial de las especies de la zona, predominan los murciélagos insectívoros, las cuales producen fuertes llamados de alta intensidad y baja frecuencia mientras que otros murciélagos frugívoros y nectarívoros (Phyllostomidae, Natalidae, etc.) usualmente generan llamados de baja intensidad y alta frecuencia (Griffin, 1958). También se ha registrado que algunas de estas especies producen llamados más fuertes como los insectívoros (Brinkløv, Kalko y Surlykke, 2009).

Debido al tipo de monitoreo realizado para los murciélagos, por ser mamíferos voladores, se separó a este grupo del resto de la mastofauna debido a que lo métodos de muestreo derivado de sus hábitos y biología difieren completamente a los implementados para los demás órdenes. Para ello se calculó el número de individuos como pases, es decir, la presencia definida cuando tres o más pulsos (un pase) fueron visualizados en un archivo de un minuto.

El monitoreo de quirópteros se realizó mediante un detector acústico, ya que es una alternativa no invasiva, el equipo puede ser fácilmente transportado y no implica la manipulación de los individuos, por lo que no impacta en sus patrones de actividad. El monitoreo acústico también es una herramienta muy útil para determinar cambios en el uso de hábitat a través del tiempo (MacSwiney, 2018; Hayes et al. 2009).

El detector acústico consiste en un aparato que graba la emisión de señales ultrasónicas en un amplio intervalo de frecuencias emitidas por los murciélagos para obtener información de los objetos reflejados por el eco. Este comportamiento es conocido como ecolocalización (Santos-Moreno y Kraker-Castañeda, 2013, Schnitzler y Kalko, 2001). Los ultrasonidos son después transformados en frecuencias audibles para el oído humano (aproximadamente 20 kHz) y así extraer el contenido espectral de los mismos que permite la distinción entre especies (Adams et al. 2012; Fenton, 2002). Los llamados utilizados para la identificación de especies usualmente son los llamados de búsqueda que son emitidos con mayor continuidad durante el forrajeo. Además, son más consistentes en estructura durante la secuencia de llamados y tienen características distintivas por especie.

El monitoreo consistió en colocar el detector acústico (Song Meter SM4BAT) automatizado y un micrófono con tecnología de grabación “full spectrum” (amplio espectro), en los diferentes tipos de vegetación, a la altura y por arriba del dosel de los árboles; se realizó de forma semi-activa durante cuatro noches consecutivas, bimestralmente a lo largo de un año en el AP, AI y RE. La actividad de

Consulta Pública

forrajeo o de movimiento de especies migratorias, puede no ser detectado con grabaciones ultrasónicas tomadas a nivel del suelo, por lo que el monitoreo acústico por arriba del dosel resulta más útil (Müller et al. 2013).

Los sitios elegidos fueron cuatro y se mantuvieron fijos a lo largo del año. El detector fue programado para grabar durante 10 min continuos cada hora, desde la puesta del sol (18:00 pm) hasta el amanecer (7:00 am).

Las grabaciones obtenidas en campo se revisaron para la identificación de las especies a través de las secuencias de llamados de ecolocalización y los intervalos de frecuencia. Debido a que el monitoreo acústico sólo proporciona información de las especies presentes, pero no de individuos, los resultados se muestran en términos de pases. Un pase se define como una secuencia de al menos dos pulsos sucesivos de ecolocalización (William y Perfecto 2011, Thomas y Taylor, 1990). Se utilizó un software especializado para la visualización de los espectrogramas e identificación de las vocalizaciones.



Figura 20. Instalación del detector acústico para la obtención de registros (pases)

Tabla 78. Coordenadas de sitios para el monitoreo de quirópteros en la Región Ecológica

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM
P1	554363	2860894	14 R
P2	576897	2792358	14 R
P3	546208	2842275	14 R
P4	553858	2795970	14 R

Consulta Pública

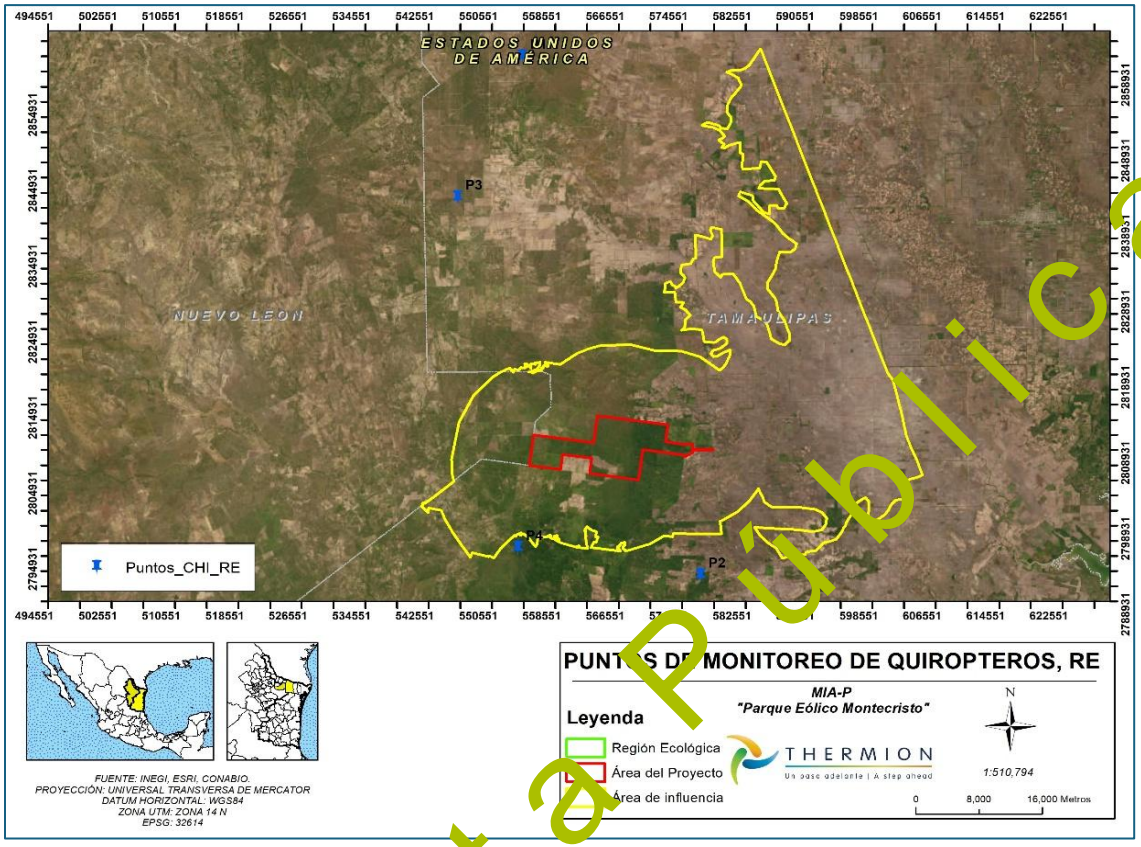


Figura 21. Observación de los sitios para el monitoreo de quirópteros en la Región Ecológica

Tabla 79. Coordenadas de sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área de Influencia

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM
P1	564747	2799866	14 R
P2	550459	2810656	14 R
P3	572416	2816206	14 R
P4	590837	2809107	14 R

Consulta Pública

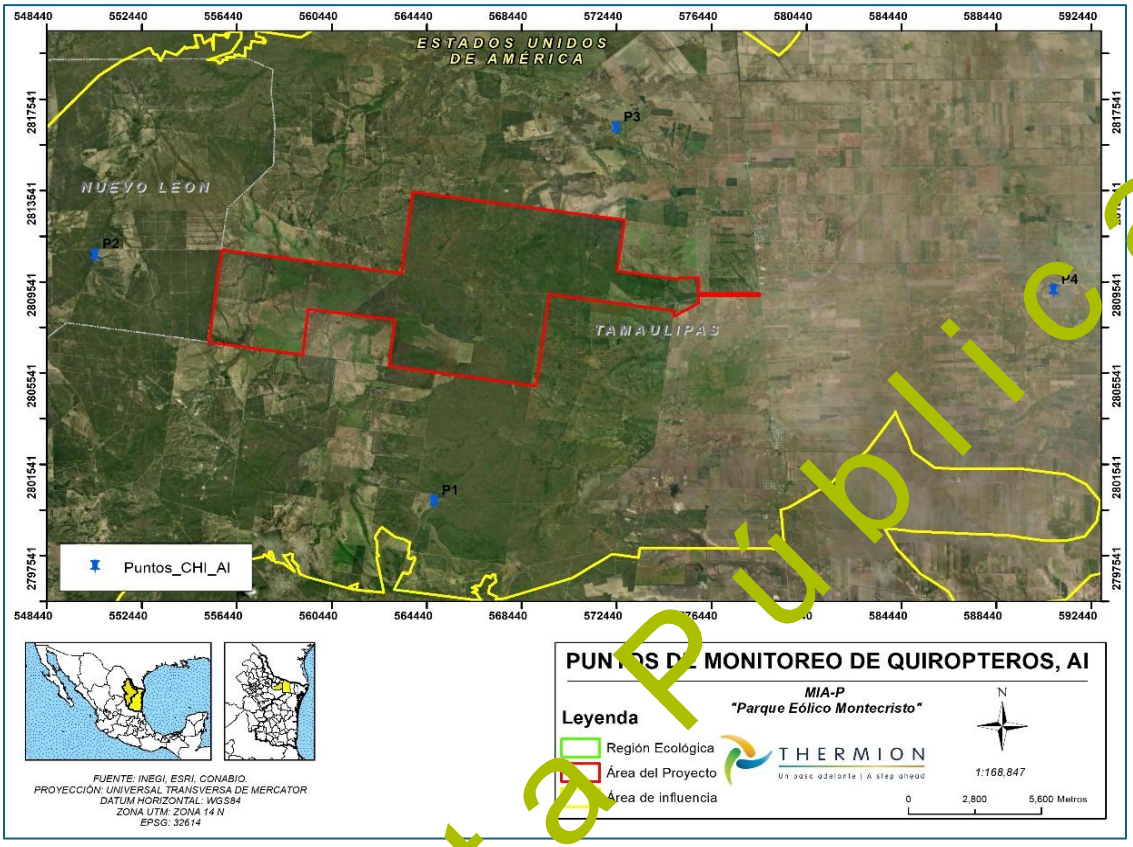


Figura 22. Observación de los sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área de Influencia

Tabla 80. Coordenadas de sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área del Proyecto

ID	Coordenada Inicial X	Coordenada Inicial Y	Zona UTM
P1	557371	2808155	14 R
P2	561396	2809162	14 R
P3	565478	2807970	14 R
P4	569667	2810512	14 R

Consulta Pública

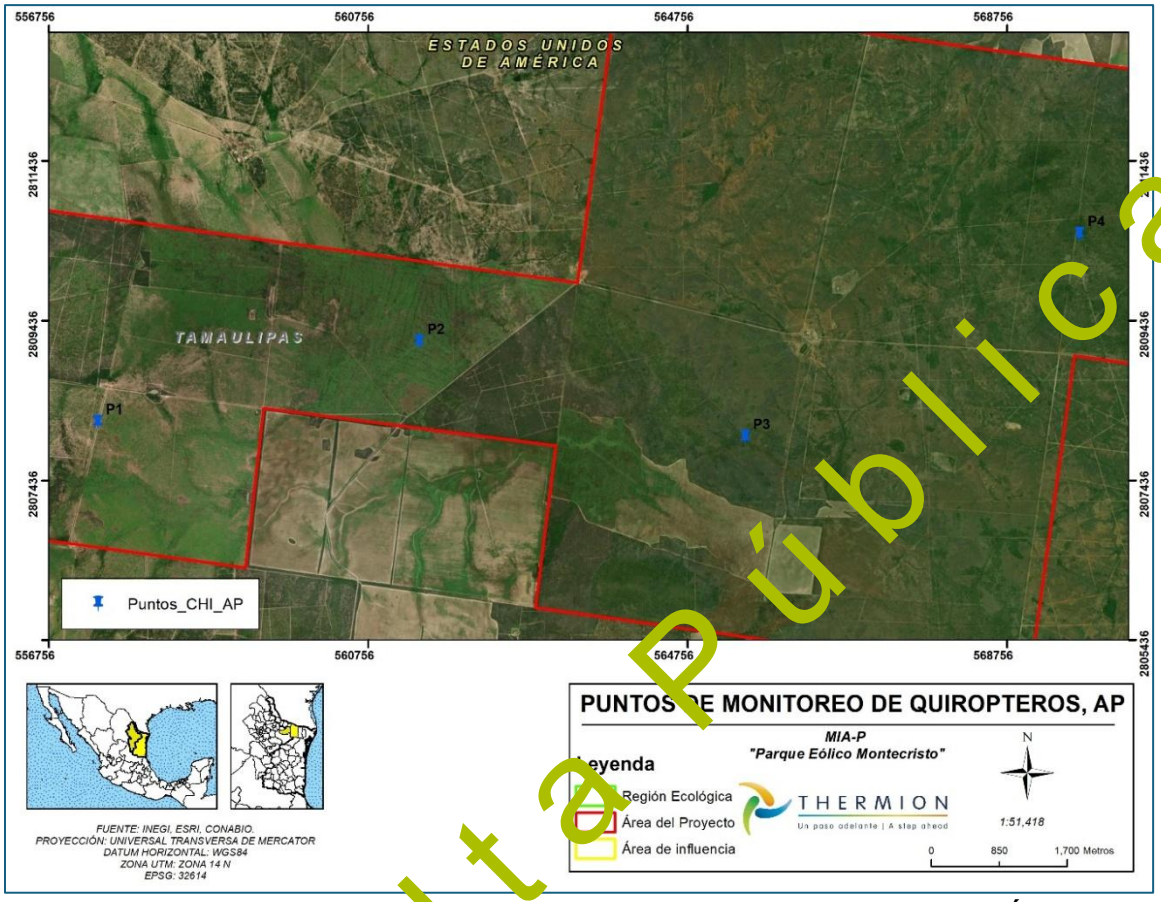


Figura 23. Observación de los sitios para el monitoreo de quirópteros en el Área del Proyecto

A partir de todos los registros obtenidos a través de la observación directa, cantos, rastros asociados y la ecolocación, se generó una base de datos para cada grupo incluyendo las especies identificadas.

III.5 ESPECIES IDENTIFICADAS EN CAMPO ENDÉMICAS O QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010

III.5.1. Flora

Como resultado de los trabajos de muestreo y caracterización de la vegetación realizados en las áreas de estudio, se efectuó la identificación de las especies registradas en campo que presentan condición de endemismo y/o se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta revisión permitió determinar la presencia de especies sujetas a alguna categoría de riesgo, así como su distribución entre las áreas de evaluación y el número de individuos registrados durante los trabajos de campo.

En la **región ecológica (RE)** se registraron las especies *Ariocarpus trigonus* y *Guaiacum coulteri*, ambas incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** en la categoría **Amenazada (A)**. En el **área de**

Consulta Pública

influencia (AI) y en el **área de proyecto (AP)** no se registraron especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

La tabla siguiente se presentan las especies identificadas que cumplen con alguno de los criterios señalados, indicando el componente al que pertenecen, nombre científico, nombre común, categoría de riesgo, condición de endemismo, número de individuos registrados y el área de evaluación en la que fueron identificadas.

Tabla 81.Especies identificadas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (Sí/No)	Número de individuos	Presencia		
						AP	AI	RE
Flora	*Ariocarpus trigonus*	Chautle	A	No	1			X
	Guaiacum coulteri	Árbol santo	A	No	1			X

Los análisis estadísticos que demuestre la representatividad de los muestreos realizados, incluyendo los métodos utilizados y memorias de cálculo se presentan en los anexos del Capítulo III.

III.5.2. Fauna

Como parte de las características consideradas para el análisis de la fauna silvestre, también se identificaron las especies endémicas, las que se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros instrumentos de protección.

Endemismo

El endemismo de las especies fue determinado con base en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación del Anexo Normativo III de la misma norma publicada el 14 de noviembre de 2019 en el DOF. Para el resto de las especies que no se encuentran en dicha norma, el endemismo fue obtenido de la Lista actualizada de especies de la Sociedad Ornitológica Americana (AOS por sus siglas en inglés) publicada por la CONABIO, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB), así como la plataforma web “Enciclovida”, también de la CONABIO (www.enciclovida.mx).

Tabla 82. Claves de endemismo de especies

Endemismo	Clave	Descripción
Cuasiendémica	CE	Son aquellas especies que se distribuyen ligeramente en algún país vecino debido a la continuidad de los hábitat o sistemas orográficos.
Semiendémica	SE	Las especies que son endémicas a un país o a una región durante una época del año.
Endémica	END	Son aquellas especies que sólo habitan en un lugar determinado, este puede ser un continente, un país, una región, un bioma (comunidad de organismos que ocupan un área muy amplia) o de una localidad de unas cuantas hectáreas.
Exótica	EXO	Son aquellas que no son nativas de un país o una región (en este caso México) y llegaron de manera intencional o accidental, generalmente como resultado de actividades humanas. Algunas de estas especies se establecen en un nuevo sitio, se reproducen y se dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las

Consulta Pública

Endemismo	Clave	Descripción
		especies nativas, a la salud o a la economía, por lo que son llamadas especies exóticas invasoras.

Especies protegidas

Muchas especies sobreviven debido a que son capaces de evolucionar con rapidez y adaptarse a las nuevas condiciones que se presentan en su hábitat. Sin embargo, existen especies que no se adaptan con facilidad y las perturbaciones humanas son en gran medida las responsables de la desaparición de las especies.

Derivado de lo anterior, existen diferentes herramientas de protección nacionales e internacionales para garantizar la permanencia de algunas especies que, por sus características biológicas y ecológicas -como una baja tasa de reproducción, especificidad de uso de hábitat, ámbito hogareño reducido, nicho trófico especialista-, sean más susceptibles a los impactos que ponen en riesgo la permanencia de sus poblaciones. Los tres instrumentos de protección que se consideraron son:

- La lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como la modificación del Anexo Normativo III de la norma en comento (publicada el 14 de noviembre de 2019).
- La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).
- Los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Estos se describen a continuación:

Tabla 83. Clasificación de las especies protegidas en la NOM-059, Lista Roja de la IUCN y el CITES

NOM-059-SEMARNAT-2010		UICN		CITES	
Clave	**Denotación**	**Clave**	**Denotación**	**Clave**	**Denotación**
E	Probablemente extinta en el medio silvestre	EX	Extinta	I	En el Apéndice I se incluyen las especies las que encuentran en un mayor grado de peligro. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.
P	En peligro de extinción	EW	Extinta en estado silvestre		
A	Amenazadas	CR	En peligro crítico		
PR	Sujetas a protección especial	EN	En peligro	II	En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.
		VU	Vulnerable		
		NT	Casi amenazada		

Consulta Pública

NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN		CITES	
	LC	Preocupación menor	III	En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.
	DD	Datos insuficientes		
	NE	No evaluado		

Estacionalidad o Permanencia Estacional (PE)

Adicional a las especies en riesgo y endémicas, también se consideró la estacionalidad.

La migración constituye una adaptación presente en muchos grupos de animales, en respuesta a una afectación negativa de las condiciones de sus hábitats como bajas temperaturas, disponibilidad de alimento, entre otros factores. Por lo anterior y a fin de asegurar su supervivencia, se desplazan a otros hábitats, utilizando usualmente las mismas rutas y sitios de concentración.

Las especies migratorias dependen de más de una región para su supervivencia, como las áreas de veraneo, de hibernación, invernación y los corredores migratorios que las conectan (Medellín et al. 2009).

Específicamente el grupo de las aves es el grupo que cuenta con mayor cantidad de especies migratorias que se desplazan de lugares fríos a templados a sitios tropicales durante los inviernos; las aves terrestres migratorias representan alrededor del 30% de la avifauna de México (223 especies) y su presencia varía desde los pocos días (especies transitorias), hasta siete u ocho meses para las que pasan el invierno en nuestro territorio. Con base en esto, se consideró determinar la permanencia estacional de este grupo de acuerdo con la clasificación de Howell y Webb (1995) y la Sociedad Americana de Ornitología (AOS por sus siglas en inglés).

Tabla 84. Estatus de permanencia o estacionalidad

Estacionalidad	Clave	Descripción
Visitante de invierno	VI	Las especies que migran del norte y ocurren regularmente en el norte de Mesoamérica durante el invierno boreal (en su mayoría agosto a mayo e incluye periodos de migración) pero no se sabe si se reproducen regularmente en la región.
Residente	R	Las especies que estén presentes en el área de estudio en las cuatro estaciones del año.
Residente Reproductivo	RR	Las especies se reproducen en el área de estudio, pero migran al sur en el invierno. Representa una adaptación ecológica clave que asegura la sincronización entre la actividad reproductiva y las condiciones ambientales óptimas para la supervivencia y el desarrollo de las crías.
Transitorias	T	Cuando la especie solo está de paso durante una estación climática, preferentemente en los períodos de abril a mayo y de agosto a octubre.

III.5.2.1. Resultados de las especies identificadas en campo

Consulta Pública

Durante los monitoreos realizados en la RE se registró un total de 147 especies distribuidas en cuatro tipos de vegetación y pertenecientes a los siguientes grupos faunísticos: 102 aves, 29 mamíferos (incluyendo el registro de especies de murciélagos), 11 reptiles y cinco anfibios.

Tabla 85. Fauna registrada durante los monitoreos en el RE

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	N° DE ESPECIES	% DE ESPECIES
Aves	14	35	80	102	69.39
Mamíferos	7	17	26	29	19.73
Reptiles	2	6	9	11	7.48
Anfibios	1	4	5	5	3.40
TOTAL	**24**	**62**	**120**	**147**	**100.00**

El grupo de avifauna fue el que obtuvo la mayor cantidad de registros con un porcentaje de 69.39%, seguido de mamíferos con 19.73%, reptiles con 7.48% y en menor porcentaje los anfibios con 3.40%. En comparación, el número de las especies registradas a través del muestreo representa 34.27% del total de la distribución potencial, esto se debe en gran medida a la superficie de área monitoreada y a la permanencia estacional de las especies, ya que no todas son residentes y muchas de las aves reportadas con distribución potencial son migratorios lo que sobreestima el número de especies distribuidas potencialmente.

En el caso del AI, los monitoreos realizados registraron un total de 121 especies distribuidas en cuatro tipos de vegetación, pertenecientes a 80 aves, 26 mamíferos (incluyendo el registro de especies de murciélagos), 11 reptiles y cuatro anfibios.

Tabla 86. Fauna registrada durante los monitoreos en el AI

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	N° DE ESPECIES	% DE ESPECIES
Aves	13	32	65	80	66.12
Mamíferos	6	15	23	26	21.49
Reptiles	2	6	9	11	9.09
Anfibios	1	3	4	4	3.31
TOTAL	**22**	**56**	**101**	**121**	**100.00**

El grupo de avifauna fue el que obtuvo la mayor cantidad de registros con un porcentaje de 66.12%, seguido de mamíferos con 21.49%, reptiles con 9.09% y en menor porcentaje los anfibios con 3.31%. En comparación, el número de las especies registradas a través del muestreo representa 28.21% del total de la distribución potencial, esto se debe de igual forma que en la RE, a la superficie de área monitoreada y a la permanencia estacional de las especies, ya que no todas son residentes y muchas de las aves reportadas con distribución potencial son migratorios lo que sobreestima el número de especies distribuidas potencialmente.

Finalmente, en el AP se registró un total de 86 especies distribuidas en cuatro tipos de vegetación y pertenecientes a los siguientes grupos faunísticos: 60 aves, 18 mamíferos (incluyendo el registro de especies de murciélagos), seis reptiles y dos anfibios.

Tabla 87. Fauna registrada durante los monitoreos en el AP

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	N° DE ESPECIES	% DE ESPECIES
Aves	9	25	49	60	69.77

Consulta Pública

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	N° DE ESPECIES	% DE ESPECIES
Mamíferos	4	9	16	18	20.93
Reptiles	1	3	5	6	6.98
Anfibios	1	2	2	2	2.33
TOTAL	**15**	**39**	**72**	**86**	**100.00**

El grupo de avifauna fue el que tuvo la mayor cantidad de especies con un porcentaje de 69.77%, seguido de mamíferos con 20.93%, reptiles con 6.98% y en menor porcentaje los anfibios con 2.33%. En comparación, el número de las especies registradas a través del muestreo representa 20.05% del total de la distribución potencial, lo que se debe en gran medida a que es menor la superficie de área monitoreada y a la permanencia estacional de las especies, principalmente de aves, ya que muchas de las reportadas con distribución potencial son migratorias lo que sobreestima el número de especies.

Particularmente en el caso de la herpetofauna que tuvo baja representación de especies, comparado con la distribución potencial de reptiles (S=47) y anfibios (S=14), es posible que el número sea reducido por las características del grupo, ya que son sensibles a la presencia humana y escurridizos, por lo que son difíciles de ser detectados, además muchos presentan densidades poblacionales bajas. Los anfibios en particular desarrollan la mayor parte de su vida cercanos a cuerpos de agua y son más activos en la noche. Lo mismo ocurre con los reptiles, que son escurridizos en su mayoría como las lagartijas y serpientes; además son un grupo estigmatizado por el hombre, lo que hace que sus encuentros con el hombre terminen siendo negativos y acaben reduciendo sus poblaciones.

Endemismo

De acuerdo con las especies registradas durante los monitoreos en la RE, AI y AP no se detectaron especies endémicas de México; sin embargo, si se registraron cinco especies consideradas exóticas – invasoras, las cuales se enlistan a continuación:

Tabla 88. Especies exóticas-invasoras registradas en la RE, AI y AP

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Endemismo
Aves				
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	Exótica-Invasora
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de Collar Turca	Exótica-Invasora
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica-Invasora
Passeriformes	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino Pinto	Exótica-Invasora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza Ganadera	Exótica-Invasora

Las especies exóticas-invasoras se describen a continuación:

La *Columba livia* prefiere vivir cerca de asentamientos humanos, tales como zonas agrícolas y edificios. Causa un daño considerable a los edificios y monumentos debido a sus excrementos corrosivos. También representa un peligro para la salud, ya que son capaces de transmitir una variedad de enfermedades a los seres humanos, aves domésticas y de vida silvestre (Global Invasive Species Database, 2013).

Consulta Pública

La paloma de collar turca *Streptopelia decaocto* invadió México con gran rapidez. Se le encuentra en grandes grupos en sitios donde hay alimentación de ganado con granos, o silos de almacenamiento. Esta especie actúa como vector de patógenos que producen enfermedades en especies de aves nativas, tales como *Trichomonas gallinae*, un protozoario que afecta a pinzones, palomas, gallinas, y a halcones que se alimentan de *S. decaocto*. También son transmisoras del virus de Nilo occidental y del circovirus de la paloma, que causan una alta mortalidad en aves de la familia Columbiformes. A pesar de su impacto en la salud animal, las medidas de control de sus poblaciones son poco efectivas, y solamente la caza se ha implementado como medida de control.

El gorrión doméstico *Passer domesticus* es exótica para México, es una especie gregaria, está adaptado al ambiente urbano: ciudades, pueblos, granjas, etc., en general cualquier sitio donde habite el ser humano por lo que es el ave más frecuente y conocido en esas áreas, se alimenta de semillas silvestres y cultivadas, aunque suele aprovechar los desperdicios producidos por el ser humano. Los gorriones son los principales reservorios del virus de la encefalitis equina del oeste, que afecta directamente al sistema nervioso central y es potencialmente portadora y transmisora de la enfermedad (el vector es un mosquito) hacia otras aves y mamíferos, incluyendo al hombre (Acha y Szyfres, 1977).

El estornino pinto *Sturnus vulgaris* es originario de Eurasia, fue introducido a Norteamérica en 1890 y ahora es una de las especies de aves más abundantes del continente americano. Se trata de una de las especies exóticas invasoras más dañinas e importantes a nivel mundial, ya que es responsable de daños calculados hasta en millones de dólares anuales. Se ha reportado que compite por recursos alimenticios y de anidación con varias especies de aves nativas, no obstante, no se tienen datos para determinar efectos poblacionales. En México *S. vulgaris* fue registrado para el norte del país desde 1939 y su distribución se ha expandido de tal manera que ya está presente en todas las regiones naturales del territorio mexicano. Sin embargo, en México aún se carece de datos detallados sobre el tamaño poblacional de esta especie exótica, o sus efectos ecológicos y económicos, pese a la relevancia que esto tendría en el desarrollo de estrategias de manejo (Maya-Elizarrarás, 2018).

Ardea ibis puede servir como agente de transporte y diseminación del *Clostridium botulinum*, bacteria responsable de la enfermedad del botulismo, que puede afectar a otras aves y mamíferos, incluyendo al hombre (Acha & Szyfres, 1977). Parece ser que *B. ibis* tiene poco o ningún impacto sobre las especies nativas de aves con las que convive, anidan junto a estas aves, observándose poco o ningún conflicto observable, debido a que su temporada de anidación es después de las garzas nativas, lo que reduce aún más la amenaza de competencia (GSMFC, 2005 citado por Global Invasive Species Database, 2013). Las principales especies de aves con las que compite por el alimento son: el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), el tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*) y el tordo cabeza café (*Molothrus ater;* Gómez de Silva et al., 2005) especies identificadas con distribución potencial en la RE, AI y AP.

Especies protegidas

Respecto a las especies protegidas se obtuvo el registro de aquellas que se encuentran bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Debido a que de las aves se registró la mayor riqueza también se observaron más especies bajo protección, tan solo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron siete especies, todas en el estatus de Protección Especial (Pr). Posteriormente se registró

Consulta Pública

el grupo de los reptiles con cuatro especies en la NOM-059, dos en estatus de Protección Especial (Pr) y dos en estatus de Amenazadas (A); seguidamente se observó a los anfibios, de los cuales se registraron dos especies en el estatus de Protección Especial (Pr) y finalmente del grupo de mamíferos se registró únicamente una especie como Amenazada (A).

Tabla 89. Especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de la fauna registrada durante los monitoreos

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (Si/no)	Número de individuos	Presencia[7]		
					AP	AI	RE
AVES							
Accipiter striatus	Gavilán Pecho Canela	Pr	No	10	-	-	10
Buteo platypterus	Aguililla Alas Anchas	Pr	No	79	-	24	55
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	Pr	No	54	-	-	54
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Pr	No	11	-	-	11
Geranoaetus albicaudatus	Aguililla Cola Blanca	Pr	No	66	-	12	54
Ictinia mississippiensis	Milano de Mississippi	Pr	No	36	-	7	29
Parabuteo unicinctus	Aguililla Rojinegra	Pr	No	120	-	36	84
MAMIFEROS							
Taxidea taxus	Tlalcoyote	A	No	12	-	1	11
REPTILES							
Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	Pr	No	28	-	6	22
Gopherus berlandieri	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	No	48	-	12	36
Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	Pr	No	167	-	62	105
Thamnophis proximus	Culebra acuática	A	No	16	-	3	13
ANFIBIOS							
Gastrophryne olivacea	Sapo boca angosta olivaceo	Pr	No	21	-	-	21
Lithobates berlandieri	Rana leopardo	Pr	No	64	-	26	38

Del grupo de las aves, fueron registradas siete especies en la RE y cuatro en el AI, mientras que en el AP no se registró ninguna especie bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tanto en la RE como en la AI, compartieron las especies *Buteo platypterus, Geranoaetus albicaudatus, Ictinia mississippiensis* y *Parabuteo unicinctus*, estas especies corresponden al 6.86% de las detectadas la RE y el 5% de las detectadas en el AI. En cuanto al número de individuos, representan el 1.94% y del total en la RE y 1.23% en el AI respectivamente.

Así mismo, respecto al grupo de mamíferos, únicamente se registró una especie, el tlalcoyote *Taxidea taxus*, tanto en la RE como en el AI, mientras que en el AP no se registró ninguna especie bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta única especie corresponde al 3.45% de aquellas detectadas en la RE y el 3.85% de las detectadas en el AI. En cuanto al número de individuos, representan el 0.74% del total en la RE y 0.12% en el AI respectivamente.

Tabla 90. Quirópteros registrados (pases) que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (Si/no)	Número de pases	Presencia[7]		
					AP	AI	RE
QUIRÓPTEROS							
Choeronycteris mexicana	Murciélago trompudo mexicano	A	No	127	-	57	70
Lasionycteris noctivagans	Murciélago pelo plateado	Pr	No	94	-	42	52

Consulta Pública

Respecto a las especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se observaron especies de murciélagos, de las cuales se registraron a *Choeronycteris mexicana* catalogada como Amenazada (A) y *Lasionycteris noctivagans* bajo protección especial (Pr). Ambas especies fueron registradas en el AI y RE. Estas especies corresponden al 14.29% de las especies de quirópteros registradas en la RE y en el AI, respectivamente. Respecto al número de pases detectados, en la RE corresponde al 1.94% del total de pases detectados, mientras que en la AI representa el 2.57%.

En relación con el grupo de reptiles, fueron registradas cuatro especies en la RE y en el AI, en el AP no se registró ninguna especie bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies bajo protección corresponden al 36.36% de las detectadas la RE, así como a las detectadas en el AI, respectivamente. En cuanto al número de individuos, representan el 10.43% del total en la RE, así como el 8.92% en el AI.

Finalmente, del grupo de los anfibios se registraron dos especies en la RE bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AI únicamente se registró una especie. La rana leopardo *Lithobates berlandieri* tuvo presencia en la RE y el AI, las especies bajo protección corresponden al 40% de las detectadas en la RE, así como al 25% de las detectadas en el AI. En cuanto a los individuos, representan el 33.91% en la RE, así como al 24.07% en el AI, del total de individuos registrados.

En los anexos del presente apartado, se adjuntan los mapas georreferenciados en UTM, Datum WGS84, en formato PDF y JPG, de la ubicación de las especies identificadas en campo que se encuentren en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado actualizado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de los resultados de los muestreos, por grupo faunístico, incluyendo los mapas de distribución existentes de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Permanencia estacional

Durante los muestreos realizados en la RE se registraron 28 especies visitantes de invierno (VI), nueve como Transitorias (T), seis como Residentes de Verano (6) y 59 como Residentes (R).

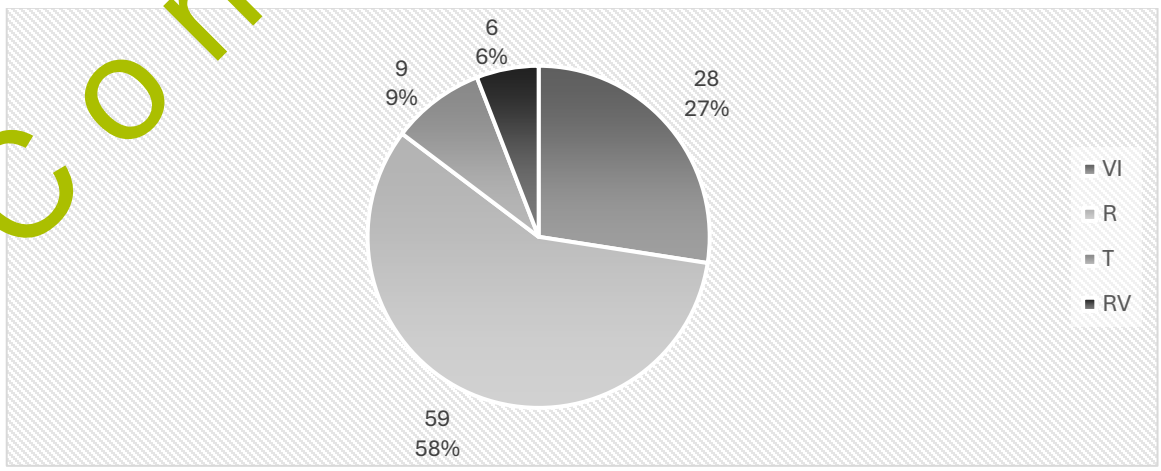


Figura 24. Estacionalidad de especies de aves registradas en la RE

Consulta Pública

En el caso del Área de Influencia (AI), se registraron 16 especies visitantes de invierno (VI), siete como Transitorias (T), tres como Residentes de Verano (6) y 54 como Residentes (R).

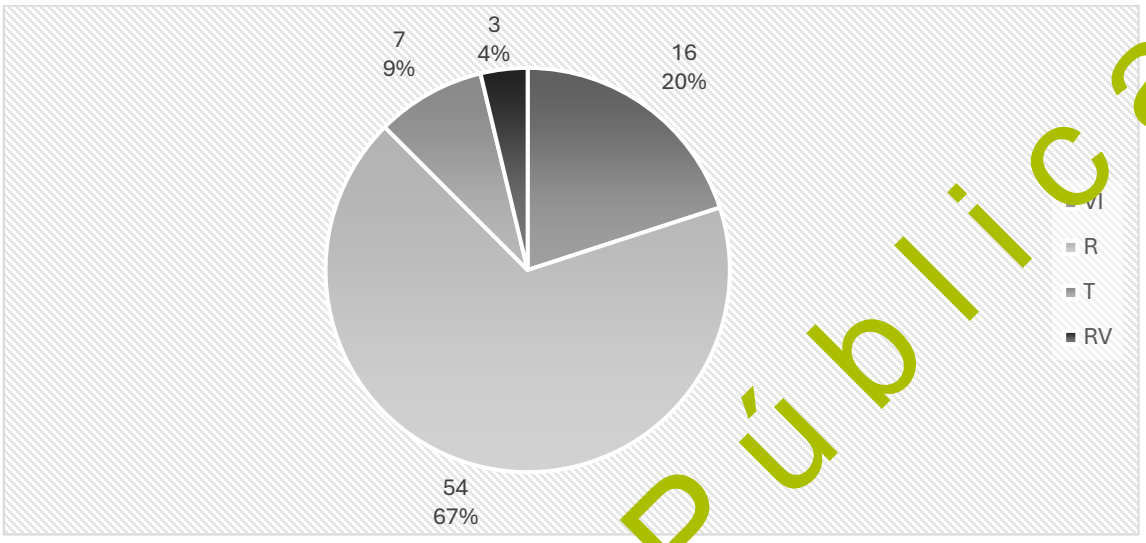


Figura 25. Estacionalidad de especies de aves registradas en el AI

Finalmente, en el Área del Proyecto (AP) se observaron siete especies visitantes de invierno (VI), tres como Transitorias (T), tres como Residentes de Verano (6) y 47 como Residentes (R).

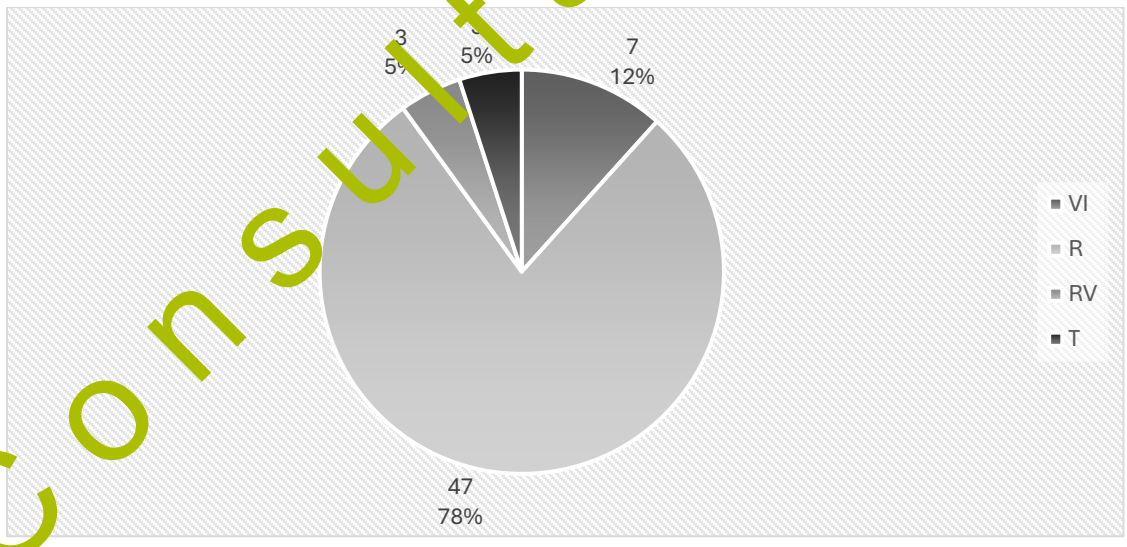


Figura 26. Estacionalidad de especies de aves registradas en el AP

Tabla 91. Especies de avifauna observadas en la RE, el AI y AP, bajo algún estatus de protección, registradas como Visitante de Invierno (VI) y Transitorias (T)

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	UICN	Residencia	Presencia		
								RE	AI	AP
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC	VI	x		
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-	II	LC	T	x	x	

Consulta Pública

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	UICN	Residencia	Presencia		
								RE	AI	AP
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	-	II	LC	VI	x		
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC	T	x	x	
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	II	LC	T	x		
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC	VI	x		
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC	VI	x		
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC	VI	x		
Accipitriformes	Accipitridae	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	II	LC	T	x	x	
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT	VI	x	x	

Respecto a las especies que no son residentes se encontraron cinco catalogadas como VI y T en la NOM-059-SEMARNAT-2010: gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), aguililla alas anchas (*Buteo platypterus*), Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y Milano de Mississippi (*Ictinia mississippiensis*) todas en Protección especial (Pr).

En los estatus I y II del listado del CITES se ubicaron nueve especies, las cuales fueron gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), colibrí garganta rubí (*Archilochus colubris*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), aguililla alas anchas (*Buteo platypterus*), Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), gavilán rastrero (*Circus hudsonius*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cernícalo americano (*Falco sparverius*) y el Milano de Mississippi (*Ictinia mississippiensis*). Finalmente, en la Lista Roja de la IUCN únicamente se registró al verdugo americano (*Lanius ludovicianus*) listado como NT.

III.5.2.2. Análisis estadístico de la representatividad de los muestreos

Como parte de este apartado también se incluye el análisis estadístico de la representatividad de los muestreos realizados, para lo cual se calculó el esfuerzo de muestreo, analizado mediante curvas de acumulación y corroborado con el estimador no paramétrico, Jackknife 1.

Las curvas de acumulación de especies tienen como finalidad estimar la riqueza específica máxima y al mismo tiempo son eficientes para determinar la eficacia del muestreo realizado; por lo que a partir de los métodos empleados se asume que todos los individuos tienen la misma posibilidad de ser detectados en el área. Para estimar la riqueza por extrapolación, se realizaron las curvas de acumulación de especies observadas con apoyo del programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2019) y se modeló el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo de manera aleatoria, efectuándose los cálculos correspondientes con un índice de confianza de 95% (IC).

El orden del esfuerzo de trabajo fue aleatorizado 100 veces, para suavizar la curva y eliminar el sesgo del orden en el cual fueron capturadas las especies. Como resultado final, el valor de la riqueza estimada es la asíntota de la curva (Trapero-Quintana, 2011), donde la estabilización de dicha asíntota indica que el total de las especies ha sido capturado (Moreno, 2001; Chan-Canché et al., 2016).

Para evaluar el esfuerzo de muestreo, se utilizó el estimador no paramétrico, Jackknife 1, que se basa en las especies que ocurren en una sola muestra y es uno de los estimadores menos sesgados para muestras pequeñas (Magurran, 2004; Chan-Canché et al., 2016). Cabe mencionar que este estimador permite conocer el porcentaje alcanzado conforme incrementan los sitios de monitoreo,

Consulta Pública

más no es un valor de confianza. El valor de confianza del 95% es considerado por el EstimateS 9.1.0 tanto para la obtención de las curvas de acumulación como para Jackknife 1.

Las gráficas y valores que proporcionan tanto las curvas de riqueza como las del estimador Jackknife 1 son curvas de acumulación que van incrementando con el número de muestreos. Los análisis estadísticos derivados corresponden a los valores esperados computados o medias de los valores derivados de la aleatoriedad que considera el programa con un intervalo de confianza de 95%. La fórmula utilizada por el programa para la obtención del estimador Jackknife 1 es la siguiente (Burnham y Overton 1978, 1979; Heltshe y Forrester, 1983):

Sjack1= Sobs + Q1 (m-1/m)

El resultado de dicha estimación se realizó por el número de repeticiones que se realizaron los muestreos, por método de muestreo. Las curvas de acumulación obtenidas con los datos de los métodos de muestreos (puntos de conteo de radio fijo y transectos de franja de ancho fijo) como medida del esfuerzo de muestreo, se presentan por grupo faunísticos.

De manera adicional, se contabilizó el número de repeticiones que se realizaron los monitoreos en cada punto y transecto. Para el caso de las aves, se multiplicó el número de puntos (33) por los 12 meses de monitoreo, dando un total de 396 repeticiones, esto mismo se multiplicó para el grupo de los anfibios, mamíferos y reptiles (33 transectos por los 12 meses de monitoreo), dando el mismo resultado, lo que representó el esfuerzo de muestreo realizado. Este número es suficiente para obtener registros de todo un año, que abarca estacionalidad (lluvias y secas) y las estaciones anuales (primavera, verano, otoño y verano), lo cual se demuestra con las siguientes curvas de acumulación.

Anfibios

La curva de acumulación de especies del grupo de los anfibios, obtenida mediante el método de transectos de franjas, muestra que con los 33 sitios muestreados en los tres sitios se alcanzó una eficiencia de monitoreo del 100% de las especies. Esto se debe a que los sitios de monitoreo estuvieron bien distribuidos en los tres sitios, la superficie de muestreo del AI y del AP es menor por lo que es más fácil registrar todas las especies presentes, incluyendo la RE a pesar de ser mayor la superficie.

La eficiencia de muestreo muestra que, si se intensificara el esfuerzo de muestreo, podrían llegar a registrarse especies raras o de bajas abundancias. Cabe mencionar que, en los tres sitios se obtuvo un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Tabla 92. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para anfibios

	Región Ecológica			Área de Influencia			Área del Proyecto		
Muestreos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Eficiencia de la muestra (%)	Riqueza Observada	Jackknife 1	Eficiencia de la muestra (%)	Riqueza Observada	Jackknife 1	Eficiencia de la muestra (%)
1	2.67	2.87	53.40	1.64	1.87	41	0.76	0.81	38.00
2	3.84	5.18	76.80	2.6	3.79	65	1.24	1.67	62.00
3	4.4	5.59	88.00	3.17	4.31	79.25	1.55	2.08	77.50
4	4.69	5.47	93.80	3.51	4.61	87.75	1.74	2.31	87.00

Consulta Pública

	Región Ecológica			Área de Influencia			Área del Proyecto		
Muestreos	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**
5	4.84	5.34	96.80	3.71	4.47	92.75	1.85	2.3	92.50
6	4.92	5.19	98.40	3.83	4.37	95.75	1.92	2.27	96.00
7	4.96	5.19	99.20	3.9	4.25	97.5	1.95	2.22	97.5
8	4.98	5.15	99.60	3.94	4.16	98.5	1.98	2.13	99.00
9	4.99	5.09	99.80	3.97	4.09	99.25	1.99	2.06	99.50
10	**5**	**5.05**	**100**	3.98	4.06	99.5	1.99	2.05	99.50
11	5	5.03	100	3.99	4.05	99.75	**2**	**2.02**	**100**
12	5	5.02	100	**4**	**4.04**	**100**	2	2.01	100
13	5	5.01	100	4	4.04	100	2	2	100
14	5	5	100	4	4.02	100	2	2	100
15	5	5	100	4	3.99	100	2	2	100
16	5	5	100	4	3.99	100	2	2	100
17	5	5	100	4	4.01	100	2	2	100
18	5	5	100	4	4	100	2	2	100
19	5	5	100	4	4	100	2	2	100
20	5	5	100	4	4	100	2	2	100
21	5	5	100	4	4	100	2	2	100
22	5	5	100	4	4	100	2	2	100
23	5	5	100	4	4	100	2	2	100
24	5	5	100	4	4	100	2	2	100
25	5	5	100	4	4	100	2	2	100
26	5	5	100	4	4	100	2	2	100
27	5	5	100	4	4	100	2	2	100
28	5	5	100	4	4	100	2	2	100
29	5	5	100	4	4	100	2	2	100
30	5	5	100	4	4	100	2	2	100
31	5	5	100	4	4	100	2	2	100
32	5	5	100	4	4	100	2	2	100
33	**5**	**5**	**100**	**4**	**4**	**100**	**2**	**2**	**100**

En la Región Ecológica, la curva de acumulación de especies obtenida mediante el método de transectos de franjas, indica que a partir del muestreo 10 se tuvo una eficiencia del 100%, ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse cinco especies (Jack1= 5.94), igual al número que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota a partir del muestreo 10, lo que indica un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

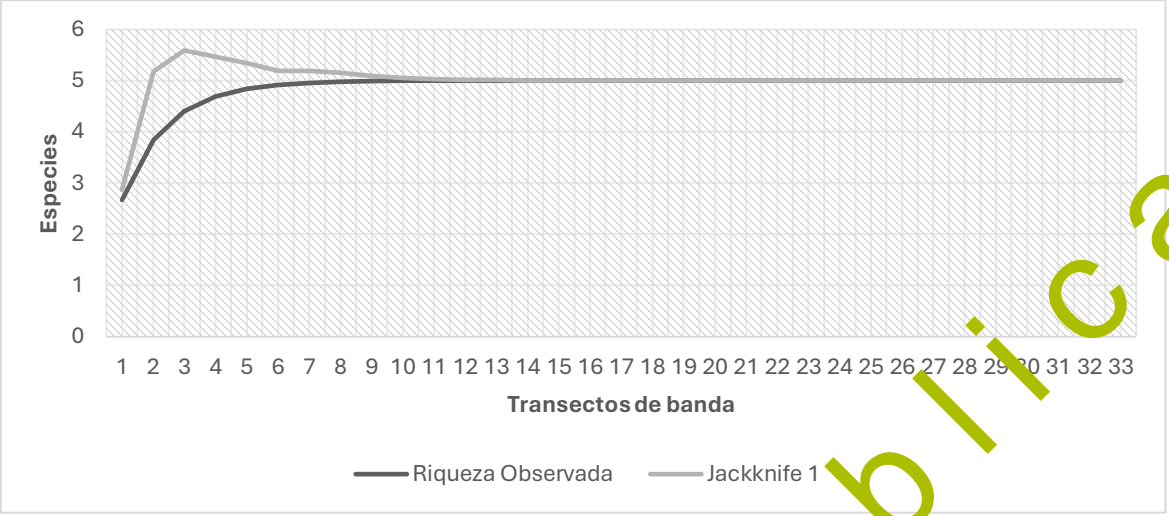


Figura 27. Curvas de acumulación de especies de anfibios en la RE

En el caso del AI, la eficiencia obtenida de los 33 transectos monitoreados corresponde al 100% de la biota de este grupo de acuerdo con el estimador Jackknife 1, coincidiendo con las cuatro especies registradas en el AI; sin embargo, es importante mencionar que a partir del muestreo 12, se alcanzó la eficiencia de la muestra del 100%, lo que indica que el número de muestreos fue muy bueno para detectar el 100% de las especies. Esto se confirma en las curvas que alcanzan la asíntota en el muestreo 12, indicando la totalidad de especies registradas.

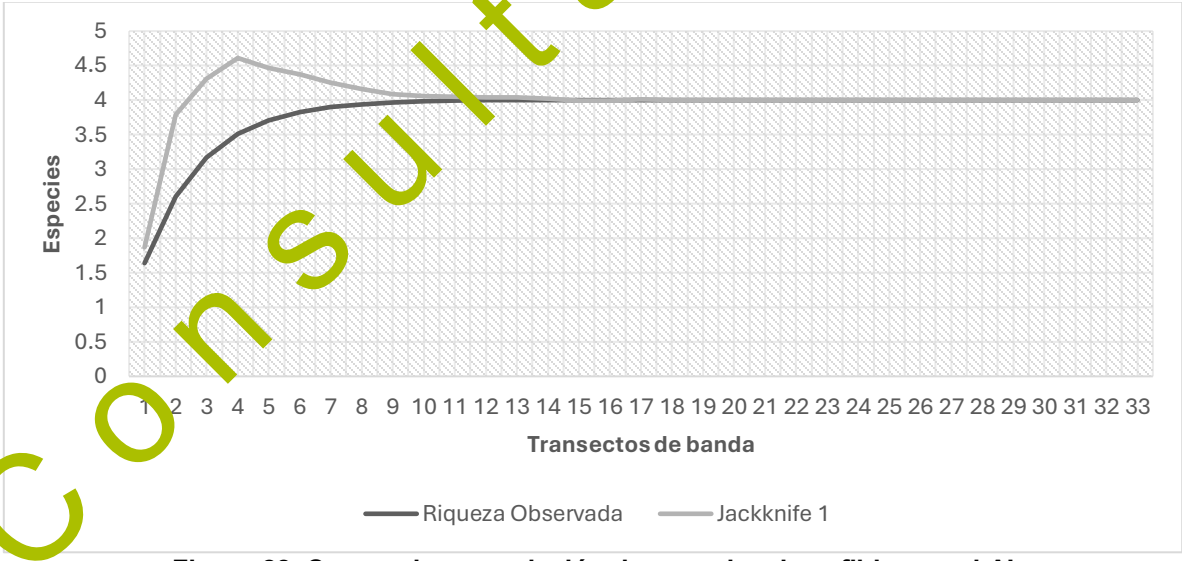


Figura 28. Curvas de acumulación de especies de anfibios en el AI

Finalmente, para el AP la curva de acumulación de especies obtenida a través del método de transectos de franjas, indica que a partir del muestreo 11 se tuvo una eficiencia del 100%, ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse dos especies (Jack1= 2), lo que coincide con el número de especies que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota a partir del muestreo 11, lo que indica un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

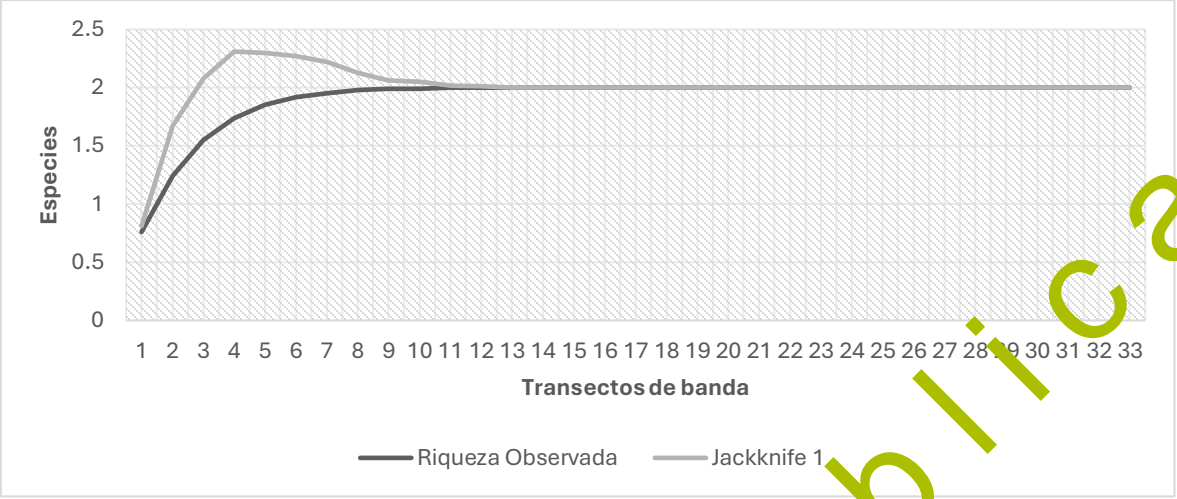


Figura 29. Curvas de acumulación de especies de anfibios en el AP



Figura 30. Individuos de *Incilius nebulifer* registrados durante los monitoreos

Aves

La curva de acumulación de especies del grupo de los anfibios, obtenida mediante el método de transectos de franjas, muestra que con los 33 sitios muestreados en la RE y el AP se alcanzó una eficiencia de monitoreo del 100% de las especies, mientras que en el AI la eficiencia fue ligeramente menor con 98.80%. Esto se debe a que los sitios de monitoreo estuvieron bien distribuidos en los tres sitios, la superficie de muestreo del AI y del AP es menor por lo que es más fácil registrar todas las especies presentes, incluyendo la RE a pesar de ser mayor la superficie.

La eficiencia de muestreo muestra que, si se intensificara el esfuerzo de muestreo, podrían llegar a registrarse especies raras o de bajas abundancias. Cabe mencionar que, en los tres sitios se obtuvo un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

Tabla 93. Eficiencia de muestreo (a través de puntos) para aves

	Región Ecológica			Área de Influencia			Área del Proyecto		
Muestreos	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**
1	61.64	62.14	60.43	39.06	38.4	48.24	33.48	33.32	55.80
2	83.55	104.92	81.91	54.45	69.13	67.25	45.34	57.28	75.5
3	92.43	109.47	90.62	62.36	77.98	77.02	51.33	63.11	85.55
4	96.56	108.52	94.67	67.01	81.46	82.76	54.71	65.07	91.18
5	98.72	107.87	96.78	70.02	82.76	86.48	56.72	64.72	94.53
6	99.94	106.18	97.98	72.11	82.87	89.06	57.94	63.72	97.57
7	100.68	104.94	98.71	73.64	82.87	90.95	58.7	62.09	97.83
8	101.14	104.2	99.16	74.8	82.95	92.38	59.18	62.39	98.63
9	101.44	103.73	99.45	75.7	83.28	93.49	59.48	61.76	99.13
10	101.63	103.34	99.64	76.43	83.47	94.39	59.67	61.32	99.45
11	101.76	103.05	99.76	77.01	83.24	95.11	59.8	60.91	99.67
12	101.84	102.81	99.84	77.48	83.22	95.69	59.87	60.61	99.78
13	101.9	102.59	99.90	77.87	82.96	96.17	59.92	60.47	99.87
14	101.93	102.43	99.93	78.19	82.52	96.57	59.95	60.34	99.92
15	101.96	102.29	99.96	78.46	82.29	96.9	59.97	60.24	99.95
16	101.97	102.16	99.97	78.69	82.2	97.18	59.98	60.16	99.97
17	101.98	102.09	99.98	78.88	82.08	97.42	59.99	60.08	99.98
18	101.99	102.03	99.99	79.04	81.89	97.62	**60**	**60.05**	**100**
19	**102**	**102.04**	**100**	79.17	81.67	97.78	60	60.03	100
20	102	102.02	100	79.29	81.41	97.93	60	60.01	100
21	102	102.02	100	79.39	81.35	98.05	60	60.01	100
22	102	102.02	100	79.48	81.24	98.16	60	60.01	100
23	102	102	100	79.55	81.22	98.25	60	60.01	100
24	102	102	100	79.62	81.16	98.33	60	60	100
25	102	102	100	79.68	81.18	98.41	60	60	100
26	102	102	100	79.73	81.08	98.47	60	60	100
27	102	102	100	79.78	81.09	98.53	60	60	100
28	102	102	100	79.83	81.07	98.59	60	60	100
29	102	102	100	79.87	81.07	98.64	60	60	100
30	102	102	100	79.9	81.02	98.68	60	60	100
31	102	102	100	79.94	81.01	98.73	60	60	100
32	102	102	100	79.97	80.98	98.76	60	60	100
33	**102**	**102**	**100**	**80**	**80.97**	**98.80**	**60**	**60**	**100**

En la Región Ecológica, la curva de acumulación de especies obtenida mediante el método de transectos de franjas, indica que a partir del muestreo 19 se tuvo una eficiencia del 100%, ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse 102 especies (Jack1= 102), igual al número que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota a partir del muestreo 19, lo que indica un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

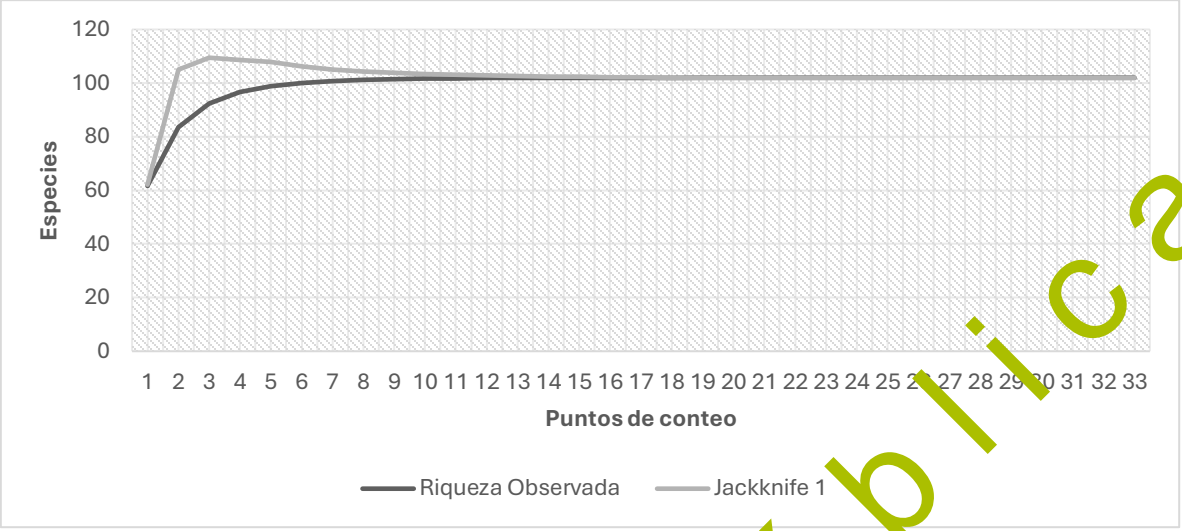


Figura 31. Curvas de acumulación de especies de aves en la RE

En el caso del Área de Influencia, la eficiencia obtenida de los 33 puntos monitoreados corresponde al 98.80% de la biota de este grupo, de acuerdo con el estimador Jackknife 1 podrían llegar a registrarse hasta 81 especies (Jack1= 80.97), de las 80 especies registradas en la AI, lo que indica que el número de muestreos fue suficiente. Esto se observa con la pendiente de la curva que está próxima a la asíntota, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo para las aves con el método aplicado.

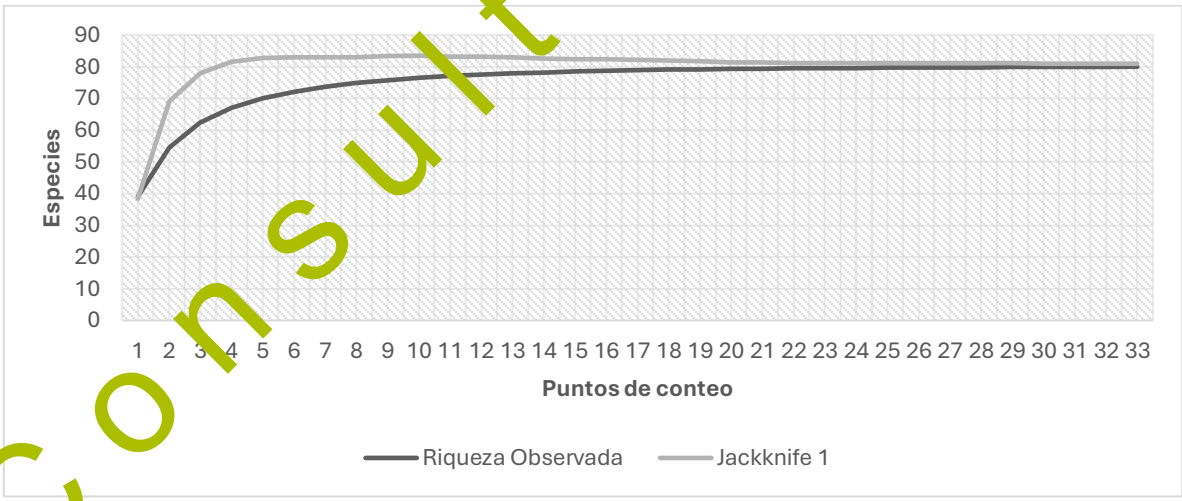


Figura 32. Curvas de acumulación de especies de aves en el AI

Por último, para el AP la curva de acumulación de especies obtenida a través del método de puntos de muestreo, indica que a partir del muestreo 18 se tuvo una eficiencia del 100%, ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse 60 especies (Jack1= 60), lo que coincide con el número que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota a partir del muestreo 19, lo que indica un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

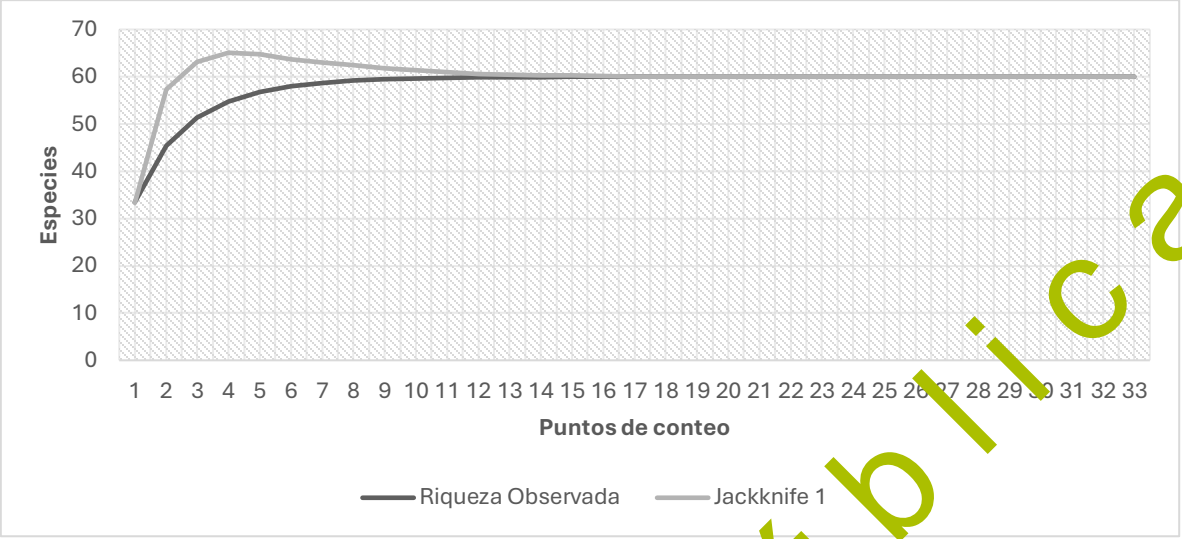


Figura 33. Curvas de acumulación de especies de aves en el AP



Figura 34. Cuicacoche pico largo (*Toxostoma longirostre*) y cuicacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*), tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), zacatonero gargante negra (*Amphispiza bilineata*)

Consulta Pública

Mamíferos

La curva de acumulación de especies de los mamíferos, obtenida mediante el método de transectos de franjas, muestra que con los 33 sitios muestreados en la RE y el AP se alcanzó una eficiencia de monitoreo del 100% de las especies, comparada con el AI donde la eficiencia fue menor (92.52%). Esto se debe a que los sitios de monitoreo estuvieron bien distribuidos en los tres sitios, la superficie de muestreo del AI y del AP es menor por lo que es más fácil registrar todas las especies presentes, incluyendo la RE a pesar de ser mayor la superficie.

La eficiencia de muestreo muestra que, si se intensificara el esfuerzo de transectos, podrían llegar a registrarse especies raras o de bajas abundancias. Cabe mencionar que, en los tres sitios se obtuvo un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Tabla 94. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para mamíferos

	Región Ecológica			Área de Influencia			Área del Proyecto		
Muestreos	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**
1	10.34	10.25	68.93	5.34	5.6[illegible]	41.17	5.48	5.51	68.50
2	12.76	15.53	85.07	7.35	9.[illegible]	56.67	6.79	8.27	84.88
3	13.76	15.77	91.73	8.37	10.33	64.53	7.26	8.42	90.75
4	14.26	15.52	95.07	9.01	10.98	69.47	7.5	8.38	93.75
5	14.54	15.61	96.93	9.47	11.32	73.01	7.65	8.28	95.63
6	14.71	15.37	98.07	9.83	11.45	75.79	7.76	8.33	97.00
7	14.81	15.38	98.73	10.11	11.65	77.95	7.83	8.31	97.88
8	14.88	15.45	99.20	10.35	11.95	79.80	7.88	8.27	98.50
9	14.93	15.32	99.53	10.54	12.12	81.26	7.91	8.18	98.88
10	14.96	15.17	99.73	10.71	12.21	82.58	7.94	8.18	99.25
11	14.97	15.09	99.80	10.85	12.18	83.65	7.96	8.15	99.50
12	14.98	15.09	99.87	10.97	12.29	84.58	7.97	8.14	99.63
13	14.99	15.06	99.93	11.08	12.36	85.43	7.98	8.1	99.75
14	**15**	**15.05**	**100**	11.17	12.49	86.12	7.99	8.05	99.88
15	15	15.01	100	11.25	12.52	86.74	7.99	8.02	99.88
16	15	[illegible]	100	11.32	12.43	87.28	**8**	**8.01**	**100**
17	15	[illegible]	100	11.39	12.33	87.82	8	8.01	100
18	15	15	100	11.44	12.36	88.20	8	8.01	100
19	15	15	100	11.5	12.42	88.67	8	8.01	100
20	15	15	100	11.55	12.4	89.05	8	8.01	100
21	15	15	100	11.59	12.49	89.36	8	8.01	100
22	15	15	100	11.63	12.51	89.67	8	8	100
23	15	15	100	11.67	12.61	89.98	8	8	100
24	15	15	100	11.71	12.6	90.29	8	8	100
25	15	15	100	11.75	12.54	90.59	8	8	100
26	15	15	100	11.78	12.57	90.82	8	8	100
27	15	15	100	11.81	12.62	91.06	8	8	100
28	15	15	100	11.85	12.68	91.36	8	8	100
29	15	15	100	11.88	12.75	91.60	8	8	100
30	15	15	100	11.91	12.8	91.83	8	8	100
31	15	15	100	11.94	12.87	92.06	8	8	100
32	15	15	100	11.97	12.93	92.29	8	8	100
33	**15**	**15**	**100**	**12**	**12.97**	**92.52**	**8**	**8**	**100**

Consulta Pública

De acuerdo con lo registrado en la RE, la curva de acumulación de especies obtenida mediante el método de transectos de franjas, indica que a partir del sitio de monitoreo 14 se tuvo una eficiencia del 100%. El estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse hasta 15 especies (Jack1= 15), tal como las que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanzó la asíntota, lo que sugiere que fue bueno el esfuerzo de muestreo.

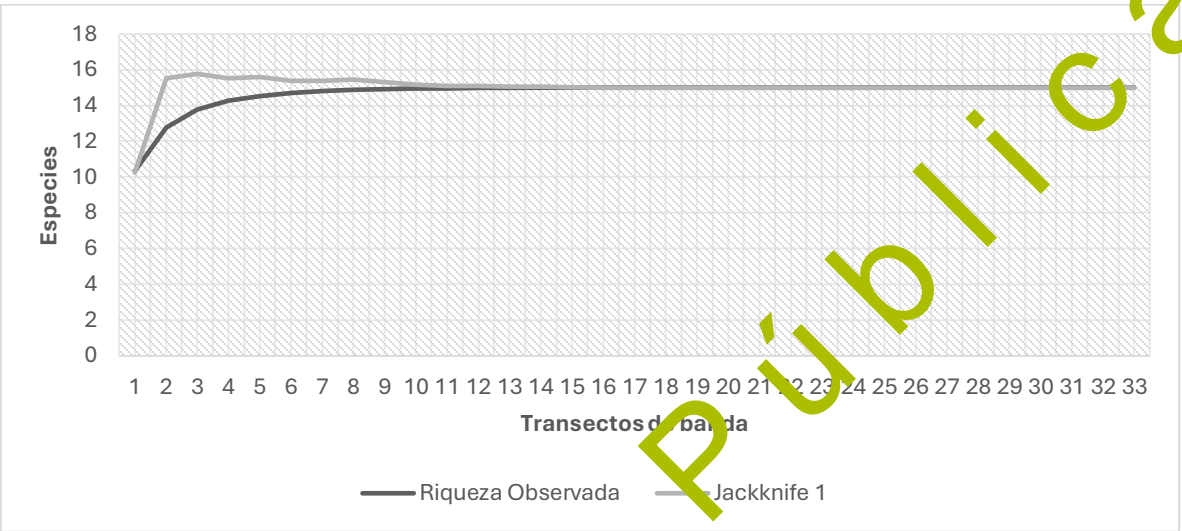


Figura 35. Curvas de acumulación de especies de mamíferos en la RE

En el caso del Área de Influencia, la eficiencia obtenida de los 33 puntos monitoreados corresponde al 92.52% de la biota de este grupo, de acuerdo con el estimador Jackknife 1 podrían llegar a registrarse hasta 13 especies (Jack1= 12.97), de las 12 especies registradas en la AI, lo que indica que el número de muestreos fue suficiente. Esto se observa con la pendiente de la curva que está próxima a la asíntota, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo para los mamíferos con el método de transectos.

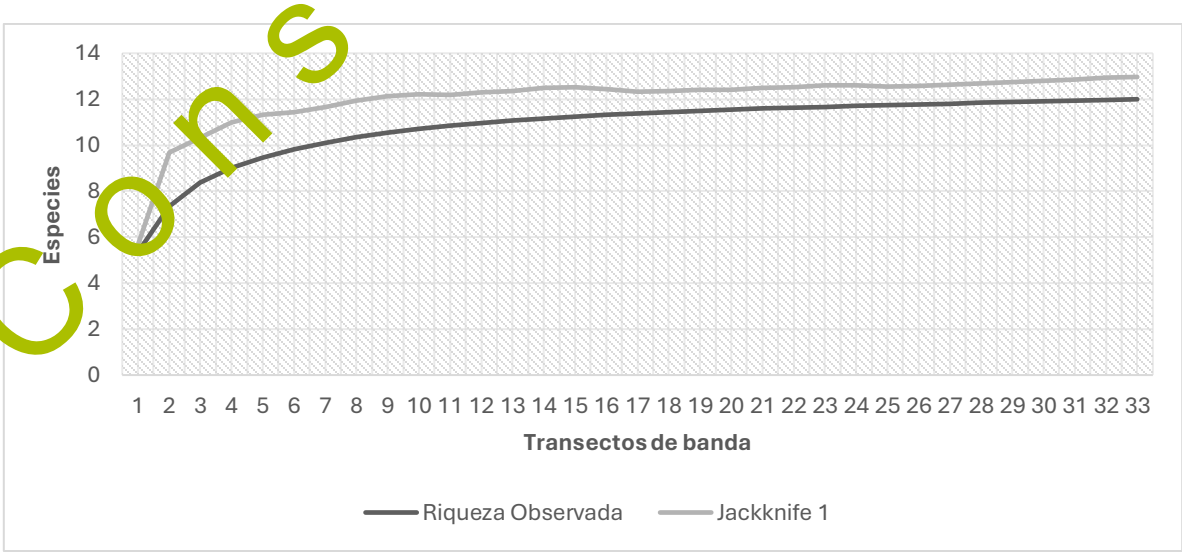


Figura 36. Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AI

Consulta Pública

Finalmente, para el Área del Proyecto la curva de acumulación de especies obtenida a través del método de transectos de franjas, indica que a partir del muestreo 16 se tuvo una eficiencia del 100%, al igual que en la RE. De acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse hasta ocho especies (Jack1= 8), lo que coincide con el número de especies que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota a partir del muestreo 16, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

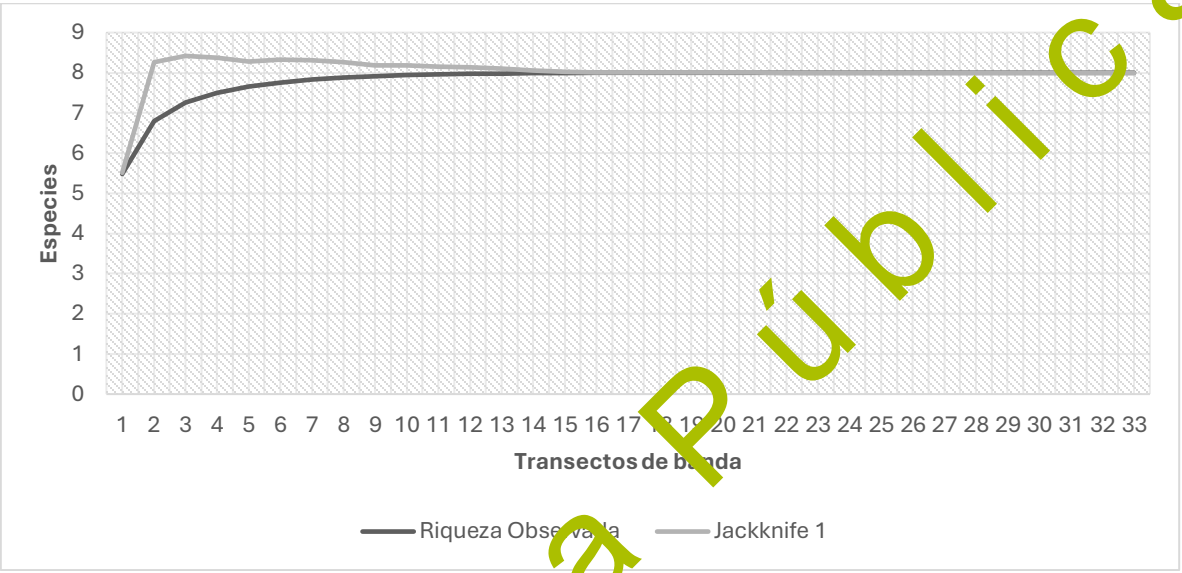


Figura 37. Curvas de acumulación de especies de mamíferos en el AP



Figura 38. Observación de individuo y huellas de pecarí de collar (*Pecari tajacu*) durante los monitoreos

Consulta Pública



Figura 39. Liebre cola negra (*Lepus californicus*), conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) observados durante los monitoreos

Consulta Pública

Reptiles

Las curvas de acumulación de especies de los reptiles, obtenida mediante el método de transectos de franjas, muestra que con los 33 sitios muestreados en los tres sitios se alcanzó una eficiencia de monitoreo de 100% de las especies. Estos datos se comportaron igual que los otros grupos faunísticos, donde los resultados se deben a que los puntos y transectos de monitoreo estuvieron bien distribuidos en los tres sitios, la superficie de muestreo del AI y del AP es menor por lo que fue más fácil registrar todas las especies presentes, incluyendo la RE, a pesar de ser mayor la superficie.

La eficiencia de muestreo muestra que, si se intensificara el esfuerzo de transectos, podrían llegar a registrarse especies de reptiles raras o de bajas abundancias. Cabe mencionar que, en los tres sitios se obtuvo un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Tabla 95. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para reptiles

	Región Ecológica			Área de Influencia			Área del Proyecto		
Muestreos	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**	**Riqueza Observada**	**Jackknife 1**	**Eficiencia de la muestra (%)**
1	8.27	8.16	75.18	4.88	5.07	44.36	4.7	4.67	78.33
2	9.78	11.27	88.91	7	9.88	63.64	5.48	6.28	91.3
3	10.33	11.52	93.91	8.05	9.88	73.18	5.79	6.26	96.50
4	10.61	11.49	96.45	8.66	10.36	78.73	5.91	6.2	98.50
5	10.77	11.46	97.91	9.07	10.7	82.45	5.96	6.22	99.33
6	10.86	11.33	98.73	9.36	10.86	85.09	5.99	6.09	99.83
7	10.92	11.23	99.27	9.6	11.15	87.27	5.99	6.09	99.83
8	10.95	11.16	99.55	9.79	11.2	89.00	**6**	**6.05**	**100**
9	10.97	11.16	99.73	9.95	11.22	90.45	6	6.01	100
10	10.99	11.13	99.91	10.08	11.39	91.64	6	6	100
11	10.99	11.05	99.91	10.2	11.42	92.73	6	6	100
12	**11**	**11.03**	**100**	10.3	11.53	93.64	6	6	100
13	11	11.02	100	10.39	11.49	94.45	6	6	100
14	11	11.01	100	10.47	11.57	95.18	6	6	100
15	11	11	100	10.54	11.5	95.8	6	6	100
16	11	11	100	10.61	11.4	96.45	6	6	100
17	11	11	100	10.66	11.46	96.91	6	6	100
18	11	11	100	10.71	11.46	97.36	6	6	100
19	11	11	100	10.76	11.41	97.82	6	6	100
20	11	11	100	10.8	11.44	98.18	6	6	100
21	11	11	100	10.83	11.41	98.45	6	6	100
22	11	11	100	10.87	11.41	98.82	6	6	100
23	11	11	100	10.89	11.43	99.00	6	6	100
24	11	11	100	10.92	11.47	99.27	6	6	100
25	11	11	100	10.94	11.39	99.45	6	6	100
26	11	11	100	10.95	11.28	99.55	6	6	100
27	11	11	100	10.97	11.2	99.73	6	6	100
28	11	11	100	10.98	11.22	99.82	6	6	100
29	11	11	100	10.99	11.19	99.91	6	6	100
30	11	11	100	10.99	11.19	99.91	6	6	100
31	11	11	100	**11**	**11.11**	**100**	6	6	100
32	11	11	100	11	11.02	100	6	6	100
33	11	11	100	11	11	100	6	6	100

La curva de acumulación de especies en la Región Ecológica, obtenida mediante el método de transectos de franjas, indica que a partir del muestreo 12, se obtuvo el 100% de eficiencia de monitoreo. De acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse hasta 11 especies (Jack1= 11), tal como las que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota en el muestreo 12, lo que sugiere que fue bueno el esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

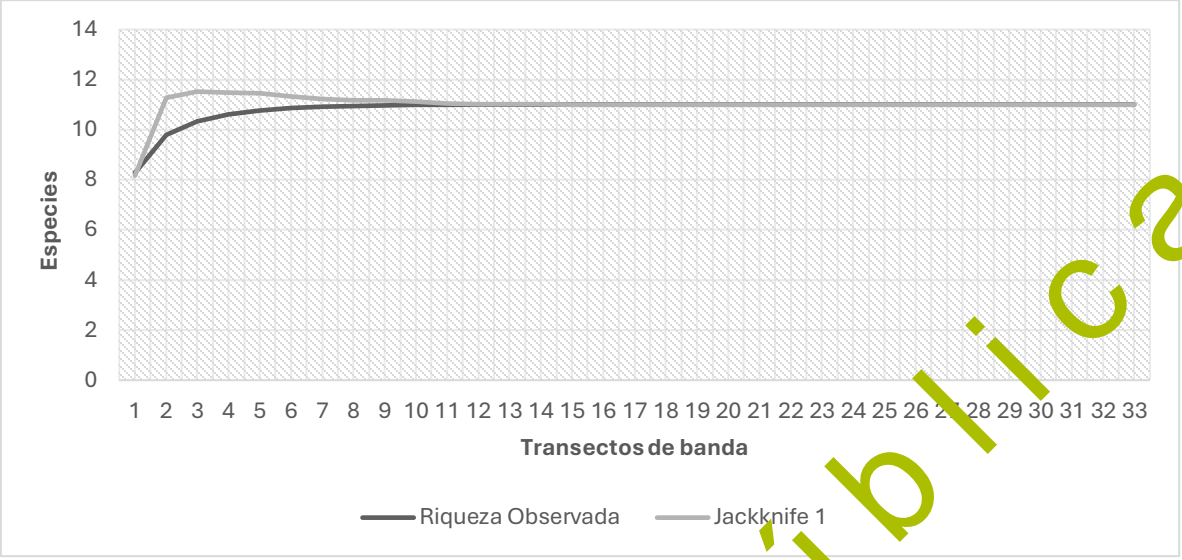


Figura 40. Curvas de acumulación de especies de reptiles en la RE

En el caso del Área de Influencia, la eficiencia obtenida a partir de los 31 transectos de monitoreo corresponde al 100% de la biota de este grupo, de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse hasta 11 especies (Jack1= 11), igual que las que fueron registradas. Esto se observa a continuación, en las curvas que alcanzan la asíntota, indicando que fue bueno el esfuerzo de muestreo realizado.

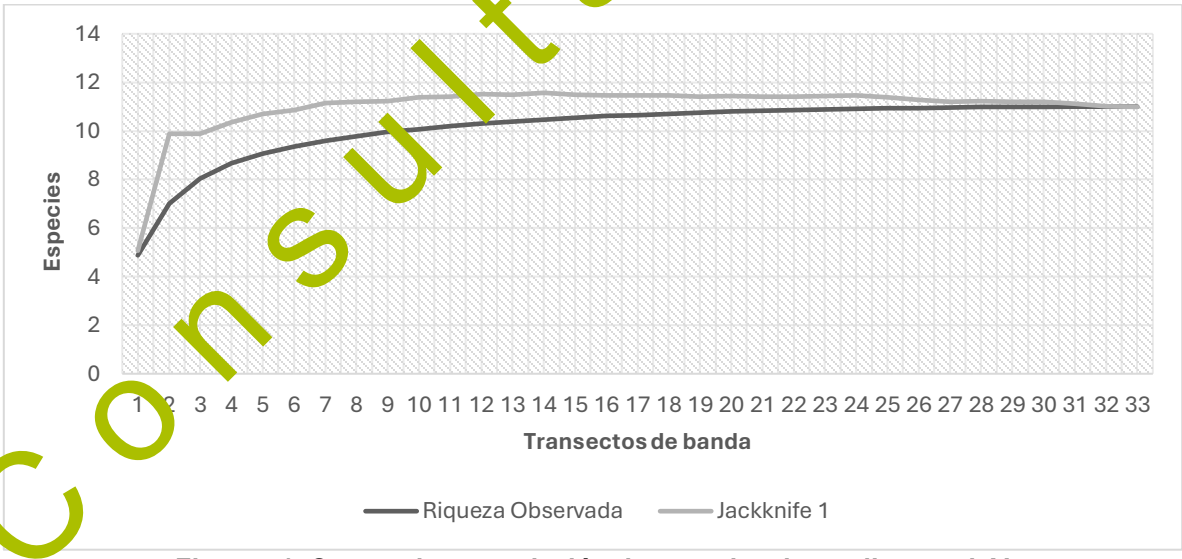


Figura 41. Curvas de acumulación de especies de reptiles en el AI

Finalmente, para el Área del Proyecto la curva de acumulación de especies obtenida a través del método de transectos de franjas, indica que con ocho sitios muestreados se tuvo una eficiencia del 100%. De acuerdo con el estimador Jackknife 1, pueden llegar a registrarse seis especies (Jack1= 6), lo que coincide con el número de especies que fueron registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva alcanza la asíntota en el muestreo ocho, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Consulta Pública

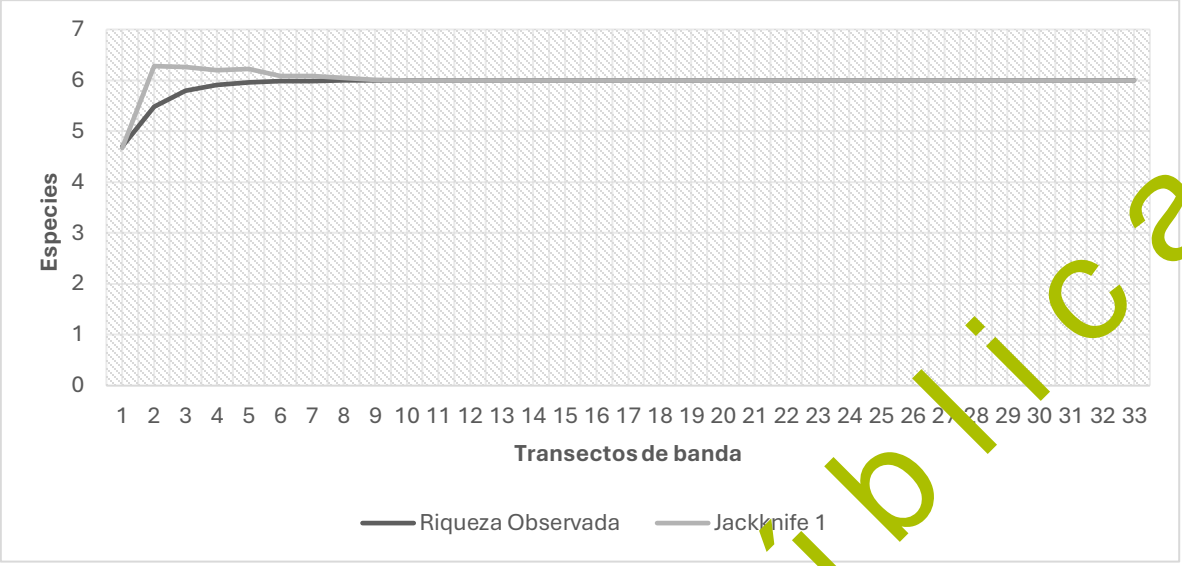


Figura 42. Curvas de acumulación de especies de reptiles en el AP



Figura 43. Lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*) y lagartija cornuda tejana (*Phrynosoma cornutum*) observados durante los monitoreos



Figura 44. Observación de huico pinto del noreste *Aspidoscelis gularis*

Consulta Pública



Figura 45. Lagartija espinosa del noreste (*Sceloporus olivaceus;* izq.) y lagartija espinosa vientre rosado (*Sceloporus variabilis*; der.)

Consulta Pública

III.6 ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

III.6.1. Flora

Los índices de diversidad biológica fueron calculados por cada área (RE, AI y AP), por estrato y por tipo de vegetación, mediante los siguientes índices:

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Este índice considera que los individuos de una comunidad se muestran al azar en una población indefinidamente grande. Combina dos componentes de la diversidad: la riqueza de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos de las diferentes especies, dando más relevancia a la abundancia de las especies dentro de la comunidad (Magurran, 1988). El índice se interpreta con valores de 0 a 3.1, donde valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, valores entre 1.6 a 3.0 se considerar con diversidad media y valores iguales o mayores a 3.1 se consideran diversidad alta, la fórmula es:

$$\mathbf{H'} = -\sum_{\mathbf{i=1}}^{s} \boldsymbol{pi}(\ln \boldsymbol{pi})$$

Donde:
H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener
s = riqueza biológica o número de especies
pi = proporción total de la muestra que corresponde a la especie i
ln = logaritmo natural

Índice de dominancia de Simpson (D)

$$\boldsymbol{D_{si}} = \sum_{\mathbf{t=1}}^{s} \boldsymbol{p_i^2}$$

Donde:
Pi = abundancia proporcional de la i-esima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de Pi igual a 1-D

La ecuación de Dsi se aplica para comunidades finitas donde todos los miembros han sido contados, es decir que n = N. Considerando una comunidad 'extensa', un estimador adecuado de la diversidad calculado a partir de datos provenientes de una muestra de tamaño n sería:

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:

$$\boldsymbol{Si_D} = 1 - \sum_{\mathbf{i=1}}^{s} \boldsymbol{p_i^2} = \mathbf{1} - \boldsymbol{D_{si}}$$

Consulta Pública

Si$_D$ = índice de diversidad de Simpson (1-D) que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de [1 - 1/S].

Índice de Pieleu (J)

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. El valor del índice va de 0 a 1 donde 1 corresponde a situaciones donde las especies presentan una equidad de abundancia. La fórmula para determinar el Índice de Pielou es la siguiente:

$$J = \frac{H}{Hmax}$$

Donde:
H = Diversidad
H_max = Diversidad máxima
Donde H_max = ln(s)
S = número de especies

Índice de Valor de importancia (IVI)

El IVI fue desarrollado por Curtís & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al (1977), Cox (1981), Cintren & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calculó de la siguiente manera para el estrato arbustivo y arbóreo:

$$IVI = Dominancia\ relativa + Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$Dominancia\ relativa = \frac{Dominancia\ absoluta\ por\ especie}{Dominancia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} X\ 100$$

Donde:

$$Dominancia\ absoluta = \frac{Diametro\ de\ copa}{Área\ muestreada}$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ por\ especie}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} X\ 100$$

Donde:

$$Densidad\ absoluta = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

Consulta Pública

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} X\ 100$$

Donde:

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{Número\ de\ sitios\ en\ los\ que\ se\ presenta\ cada\ especie}{Número\ total\ de\ sitios\ muestreados}$$

Para el estrato herbáceo, donde la densidad no es fácilmente estimable, se utilizó el Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIR), basado en la frecuencia relativa y la cobertura relativa, dado que esta última representa adecuadamente la dominancia en este tipo de vegetación (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La siguiente ecuación indica los cálculos correspondientes

$$IVIR = \frac{Dominacia\ relativa + Frecuencia\ relativa}{2} X\ 100$$

A partir de los resultados obtenidos mediante la aplicación de los índices y parámetros descritos anteriormente, la información se integró considerando cada tipo de vegetación y estrato, y realizando una comparación entre el Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE). Para facilitar la interpretación de las diferencias en la composición y estructura de las comunidades vegetales, se consideraron la riqueza específica, la abundancia, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de dominancia de Simpson, el índice de Margalef y la equitatividad de Pielou, incorporando para cada caso una comparativa de los valores obtenidos entre las tres áreas de evaluación. Por su parte, los resultados del Índice de Valor de Importancia (IVI), correspondiente a los estratos arbustivo, arbóreo y cactáceas, y del Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIR), correspondiente al estrato herbáceo, empleados para identificar la importancia relativa de las especies dentro de cada comunidad vegetal, se presentan de manera detallada en los anexos del Capítulo III.

Tabla 96. Índices de diversidad para el matorral espinoso tamaulipeco

Matorral espinoso tamaulipeco						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
Herbáceo	Riqueza especifica	S	11	11	13	La riqueza aumentó de **11 a 13 especies**, con abundancias de **39-56 individuos**. Shannon aumentó de **2.0898 a 2.4656**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.1493 a 0.0912**, indicando mayor diversidad y menor dominancia hacia la RE. Margalef aumentó de **2.6119 a 2.9811** y Pielou de **0.8715 a 0.9613**.
	Abundancia	N	46	39	56	
	Shannon-Wiener	H´	2.0898	2.2810	2.4656	
	Simpson	D	0.1493	0.1124	0.0912	
	Margalef	I	2.6119	2.7296	2.9811	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.8715	0.9512	0.9613	
Arbustivo	Riqueza especifica	S	10	20	25	La riqueza aumentó de **10 a 25 especies** y la abundancia de **75 a 334 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **2.0036 a 3.0631**, mientras Simpson (D)
	Abundancia	N	75	129	334	
	Shannon-Wiener	H´	2.0036	2.8298	3.0631	
	Simpson	D	0.1559	0.0675	0.0522	

Consulta Pública

Matorral espinoso tamaulipeco						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
	Margalef	I	2.0845	3.9096	4.1300	disminuyó de **0.1559 a 0.0522**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef aumentó de **2.0845 a 4.1300** y Pielou de **0.8702 a 0.9516**
	Equitatividad de Pielou	J´	0.8702	0.9446	0.9516	
Arbóreo	Riqueza especifica	S	7	14	15	La riqueza aumentó de **7 a 15 especies** y la abundancia de **22 a 215 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **1.8938 a 2.5781**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.1570 a 0.0847**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef aumentó de **1.9411 a 2.9340** en el AI y disminuyó a **2.6068** en la RE. Pielou se mantuvo alto (**0.9490-0.9732**).
	Abundancia	N	22	84	215	
	Shannon-Wiener	H´	1.8938	2.5044	2.5781	
	Simpson	D	0.1570	0.0893	0.0847	
	Margalef	I	1.9411	2.9340	2.6068	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9732	0.9490	0.9520	
Cactáceas	Riqueza especifica	S	8	9	12	La riqueza aumentó de **8 a 12 especies** y la abundancia de **31 a 82 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **1.4410 a 2.3269**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.3278 a 0.1062**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef aumentó de **2.0384 a 2.4962** y Pielou de **0.6930 a 0.9364**
	Abundancia	N	31	46	82	
	Shannon-Wiener	H´	1.4410	2.0915	2.3269	
	Simpson	D	0.3278	0.1351	0.1062	
	Margalef	I	2.0384	2.0855	2.4962	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.6930	0.9519	0.9364	

Tabla 97. Índices de diversidad para el matorral submontano

Matorral submontano						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
Herbáceo	Riqueza especifica	S	4	4	5	La riqueza aumentó de **4 a 5 especies**, con abundancias de **17-21 individuos**. Shannon aumentó de **1.2530 a 1.3492**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.3218 a 0.2744 en el AI** y aumentó a **0.2950 en la RE**. Margalef alcanzó **1.3352 en la RE** y Pielou se mantuvo alto (**0.8383-0.9674**).
	Abundancia	N	17	21	20	
	Shannon-Wiener	H´	1.2530	1.3410	1.3492	
	Simpson	D	0.3218	0.2744	0.2950	
	Margalef	I	1.0589	0.9854	1.3352	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9039	0.9674	0.8383	
Arbustivo	Riqueza especifica	S	9	11	19	La riqueza aumentó de **9 a 19 especies** y la abundancia de **49 a 169 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **1.9970 a 2.6932**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.1587 a 0.0799**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef aumentó de **2.0556 a 3.5088** y Pielou se mantuvo alto (**0.9089-0.9496**).
	Abundancia	N	49	86	169	
	Shannon-Wiener	H´	1.9970	2.2771	2.6932	
	Simpson	D	0.1587	0.1111	0.0799	
	Margalef	I	2.0556	2.2450	3.5088	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9089	0.9496	0.9147	
Arbóreo	Riqueza especifica	S	7	8	10	La riqueza aumentó de **7 a 10 especies**, con abundancias de **32-40 individuos**. Shannon
	Abundancia	N	40	32	36	
	Shannon-Wiener	H´	1.7665	1.9429	2.0649	

Consulta Pública

Matorral submontano						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
	Simpson	D	0.1938	0.1641	0.1559	aumentó de **1.7665 a 2.0649**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.1938 a 0.1559**, indicando mayor diversidad y menor dominancia hacia la RE. Margalef aumentó de **1.6265 a 2.5115** y Pielou se mantuvo alto (**0.8968-0.934**).
	Margalef	I	1.6265	2.0198	2.5115	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9078	0.9343	0.8968	
Cactáceas	Riqueza especifica	S	5	6	6	La riqueza aumentó de **5 a 6 especies**, con abundancias de **11-30 individuos**. Shannon aumentó de **1.5352 a 1.7202 en el AI** y disminuyó a **1.6911 en la RE**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.2299 a 0.1901 en el AI** y aumentó a **0.2000 en la RE**. Margalef alcanzó **2.0852 en el AI** y Pielou se mantuvo alto (**0.9438-0.9601**).
	Abundancia	N	19	11	30	
	Shannon-Wiener	H´	1.5352	1.7202	1.6911	
	Simpson	D	0.2299	0.1901	0.2000	
	Margalef	I	1.3585	2.0852	1.4701	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9539	0.9601	0.9438	

Tabla 98. Índices de diversidad para el mezquital xerófilo

Mezquital xerófilo						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
Herbáceo	Riqueza especifica	S	[illegible]	7	11	La riqueza aumentó de **7 a 11 especies** y la abundancia de **18 a 51 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **1.6087 a 2.2735**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.2963 a 0.1126**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef alcanzó **2.5433 en la RE** y Pielou aumentó de **0.7736 a 0.9481**.
	Abundancia	N	[illegible]	22	51	
	Shannon-Wiener	H´	1.6087	1.7594	2.2735	
	Simpson	D	0.2963	0.2066	0.1126	
	Margalef	I	2.4218	1.9411	2.5433	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.7736	0.9042	0.9481	
Arbustivo	Riqueza especifica	S	15	17	24	La riqueza aumentó de **15 a 24 especies** y la abundancia de **61 a 190 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **2.5769 a 2.8669**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.0836 a 0.0704**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef aumentó a **4.3834 en la RE** y Pielou se mantuvo alto (**0.9021-0.9518**).
	Abundancia	N	61	126	190	
	Shannon-Wiener	H´	2.5769	2.6968	2.8669	
	Simpson	D	0.0836	0.0750	0.0704	
	Margalef	I	3.4056	3.3083	4.3834	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9516	0.9518	0.9021	
Arbóreo	Riqueza especifica	S	9	8	11	La riqueza aumentó de **9 a 11 especies** y la abundancia de **34 a 63 individuos** hacia la RE. Shannon disminuyó de **2.0363 a 1.9559 en el AI** y aumentó a **2.2176 en la RE**, mientras Simpson (D) disminuyó a **0.1247 en la RE**. Margalef alcanzó **2.4136** y Pielou se mantuvo alto (**0.9248-0.9406**).
	Abundancia	N	42	34	63	
	Shannon-Wiener	H´	2.0363	1.9559	2.2176	
	Simpson	D	0.1485	0.1522	0.1247	
	Margalef	I	2.1404	1.9850	2.4136	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9267	0.9406	0.9248	

Consulta Pública

Mezquital xerófilo						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
Cactáceas	Riqueza especifica	S	8	9	9	La riqueza aumentó de **8 a 9 especies**, con abundancias de **34-45 individuos**. Shannon aumentó de **1.7995 a 2.0630 en el AI** y disminuyó a **1.9747 en la RE**, mientras Simpson (D) disminuyó a **0.1407 en el AI** y aumentó a **0.1615 en la RE**. Margalef se mantuvo en **2.1016** en el AI y la RE, y Pielou fue alto (**0.8654-0.9389**).
	Abundancia	N	34	45	45	
	Shannon-Wiener	H´	1.7995	2.0630	1.9747	
	Simpson	D	0.2042	0.1407	0.1615	
	Margalef	I	1.9850	2.1016	2.1016	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.8654	0.9389	0.8987	

Tabla 99. Índices de diversidad para pastizal el cultivado

Pastizal cultivado						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
Herbáceo	Riqueza especifica	S	8	12	26	La riqueza aumentó de **8 a 26 especies** y la abundancia de **37 a 62 individuos** hacia la RE. Shannon aumentó de **1.9645 a 3.0478**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.1558 a 0.0567**, indicando mayor diversidad y menor dominancia. Margalef aumentó de **1.9107 a 6.0575** y Pielou se mantuvo alto (**0.9354-0.9468**).
	Abundancia	N	39	37	62	
	Shannon-Wiener	H´	1.9645	2.3527	3.0478	
	Simpson	D	0.1558	0.1088	0.0567	
	Margalef	I	1.9107	3.0163	6.0575	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9147	0.9468	0.9354	
Arbustivo	Riqueza especifica	S	3	7	5	La riqueza aumentó de **3 a 7 especies en el AI** y disminuyó a **5 en la RE**, con abundancias de **11-28 individuos**. Shannon alcanzó **1.7697 en el AI** y disminuyó a **1.5171 en la RE**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.3554 a 0.1913** en el AI y aumentó a **0.2361** en la RE. Margalef alcanzó **1.8006 en el AI** y Pielou se mantuvo alto (**0.9094-0.9713**).
	Abundancia	N	11	28	24	
	Shannon-Wiener	H´	1.0671	1.7697	1.5171	
	Simpson	D	0.3554	0.1913	0.2361	
	Margalef	I	0.8341	1.8006	1.2586	
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9713	0.9094	0.9426	
Arbóreo	Riqueza especifica	S	2	5	4	La riqueza aumentó de **2 a 5 especies en el AI** y disminuyó a **4 en la RE**, con abundancias de **2-13 individuos**. Shannon aumentó de **0.6931 a 1.5571 en el AI** y disminuyó a **1.2712 en la RE**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.5000 a 0.2200** en el AI y aumentó a **0.3136** en la RE. Margalef alcanzó **1.7372 en el AI** y Pielou se mantuvo alto (**0.9170-1.0000**).
	Abundancia	N	2	10	13	
	Shannon-Wiener	H´	0.6931	1.5571	1.2712	
	Simpson	D	0.5000	0.2200	0.3136	
	Margalef	I	1.4427	1.7372	1.1696	
	Equitatividad de Pielou	J´	1.0000	0.9675	0.9170	
Cactáceas	Riqueza especifica	S	2	5	5	La riqueza aumentó de **2 a 5 especies**, con abundancias de **13-17 individuos**. Shannon aumentó de **0.6902 a 1.5367 en el AI** y disminuyó a **1.3130 en la**
	Abundancia	N	13	14	17	
	Shannon-Wiener	H´	0.6902	1.5367	1.3130	
	Simpson	D	0.5030	0.2245	0.3426	

Consulta Pública

Pastizal cultivado						
Estrato	**Indicador/Índice**	**Parámetro**	**AP**	**AI**	**RE**	**Análisis y conclusiones**
	Margalef	I	0.3899	1.5157	1.4118	**RE**, mientras Simpson (D) disminuyó de **0.5030 a 0.2245** en el AI y aumentó a **0.3426** en la RE. Margalef alcanzó **1.5157 en el AI** y Pielou disminuyó a **0.8158 en la RE**.
	Equitatividad de Pielou	J´	0.9957	0.9548	0.8158	

En términos generales, los resultados muestran diferencias en la riqueza, diversidad y estructura de las comunidades vegetales entre los cuatro tipos de vegetación y las áreas de evaluación. Los mayores valores de riqueza y diversidad se presentaron principalmente en los estratos arbustivos del matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano y mezquital xerófilo, con incrementos de Shannon y reducciones de Simpson hacia la AI y RE. En el pastizal cultivado, el estrato herbáceo presentó un incremento marcado de riqueza y diversidad hacia la RE, acompañado de altos valores de equitatividad. Por otra parte, los estratos arbóreo y de cactáceas mostraron mayor variación entre AP, AI y RE, con incrementos de diversidad principalmente hacia la AI o RE. En conjunto, las diferencias entre el Área del Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica evidencian variaciones en la composición y estructura de las comunidades, con respuestas particulares según el tipo de vegetación y estrato evaluado.

III.6.2. Fauna

Para el análisis de la diversidad faunística se estimó la abundancia y la riqueza específica para lo cual se utilizaron diversos índices estadísticos, que a continuación, se describen y justifican los que fueron utilizados. Así mismo, es importante mencionar que, de forma climatológica, México se divide en dos temporadas principales, secas (noviembre- abril) y lluvias (mayo-octubre), periodos que se consideraron para el análisis descriptivo y comparativo de los resultados. Estos datos coinciden con lo observado en las estaciones meteorológicas Villagrán (28118) y El Cuchillo (19016) para la Región ecológica; y El Cuchillo (19016) para el Área de influencia y Área del proyecto.

En los anexos, se incluye la memoria de cálculo con análisis de datos.

Abundancia Relativa

La abundancia o tamaño poblacional es el número total de individuos que integran una población y se denota como N, es un atributo poblacional variable en tiempo y espacio, el cual indica el estado de una población en un momento dado (Mandujano, 2011). Este valor puede ser expresado por medio de la abundancia relativa (AR= número de individuos o rastros detectados por unidad de esfuerzo).

La unidad de esfuerzo para la estimación de la AR puede ser la cantidad de hora, kilómetros, Número de monitoreos (transectos o puntos de conteo) o individuos de una especie por un tipo de hábitat determinado. Los índices no asumen que todos los individuos sean detectados, pero requieren que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser detectado (Wunderle, 1994; Ojasti y Dallmeier, 2000; Estades et al., 2006). El análisis de datos se realizó con los registros obtenidos a través de la siguiente formula:

Consulta Pública

$$AR = \frac{Número\ de\ individuos}{Número\ de\ muestras} * 100$$

Dominancia: Índice de Simpson

El índice de dominancia de Simpson estima si una comunidad determinada está compuesta por especies muy abundantes, ya que suma las abundancias de cada una al cuadrado y así les da importancia a los taxones con alto valor (Lamprecht, 1962); o sea, la probabilidad de que, si toma dos individuos al azar de la comunidad, ambos sean de la misma especie. Si el valor aumenta a 1 (que es el valor máximo que toma el índice), representa que la comunidad es menos diversa.

El índice de dominancia de Simpson estima que, si en un área hay especies muy dominantes, la dominancia dará una cifra alta cercana a uno, por lo tanto, la diversidad será baja (Orellana 2009). Un sistema es más diverso cuando menos dominancia de especies haya y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

$$\lambda = \sum Pi2$$

Donde:
Pi= Proporción de las especies i en la comunidad (n i /N)
ni= Número de individuos de la especie i
N= Número total de individuos

Diversidad específica: Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice es uno de los más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat. Asume que todas las especies de una comunidad deben estar presentes en la muestra (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Adquiere valores de cero cuando hay una sola especie, <1.5 para baja diversidad, entre 1.6 y 3 para mediana diversidad y >3 para alta diversidad. En sistemas biológicos el valor de H´ no debe ser mayor de 5.

La fórmula para el análisis de Shannon-Wiener (H') se expresa de la siguiente forma:

$$H' = -\sum \quad p_i * Lnp_i$$

Donde:
H'= Índice de Shannon-Wiener
Pi= Proporción de individuos de la especie i en la muestra= ni/N; representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de pi igual a 1
ni= Número de individuos de la especie i
N= Número total de todas las especies
Ln= Logaritmo natural

Consulta Pública

Diversidad máxima: (H´max)

Este índice representa la relación de diversidad observada contra la diversidad máxima posible para el mismo número de especies. Se asume que la diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes (Pla, 2006), es decir, aquella que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuese perfectamente equitativa. Está se representa mediante:

$$H´max=LnS$$

Equitatividad: Índice de Pielou (J')

Este índice mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (J´), es decir; la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad, es decir, existe dominancia total de una especie (Magurran, 1988; Valdez et al., 2018).

$$J' = \frac{H´}{H´_{max}}$$

Donde:
H'= Índice de Shannon
H´ max= log2S

Riqueza específica: Índice de Margalef

La riqueza es el número de especies pertenecientes a un determinado grupo que existen en un área determinada (Mostacedo y Fredericksen, 2000). La riqueza se determinó sumando el número de especies registradas durante los muestreos realizados. Para su análisis, se utilizó el índice de Margalef, que estima la riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos, de las distintas especies en función del número de individuos existentes en una muestra analizada.

Este índice supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. El rango de valores es de: ≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto (Magurran, 1989). La riqueza específica se estimó con la fórmula siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{Ln(N)}$$

Donde:
DMg= Riqueza específica de Margalef
S= La riqueza o número de especies de una muestra
Ln= Logaritmo natural
N= Número total de individuos de una muestra

Consulta Pública

III.6.2.1. Resultados de índices de diversidad biológica

Métodos de monitoreo

Con los datos obtenidos durante los monitoreos en campo, se realizó un análisis descriptivo y comparativo de los resultados de la diversidad obtenida, donde se estimó la abundancia, riqueza e índices de diversidad de la Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), por grupo faunístico, los cuales se muestran a continuación:

Anfibios

Los factores topográficos y climáticos son determinantes para la presencia de distintos ambientes y de la riqueza de especies que existen en el país. El 50% del territorio mexicano ecológicamente hablando, es considerado zona árida-semiárida, dentro del cual está incluido el noreste mexicano (Neyra y Durand, 1998). Este conjunto de condiciones limita la distribución de anfibios en esta región a los cuerpos de agua tanto permanentes como temporales, incluyendo los que son naturales, así como los creados por el hombre como fuentes de agua para el ganado. Muchas especies presentan periodos de estivación por lo que se entierran hasta que se presenten nuevamente las condiciones adecuadas.

La diversidad reportada de anfibios para México es de alrededor de 376 especies, lo cual lo posiciona como el quinto lugar en riqueza de este grupo. Estas especies están distribuidas en tres órdenes y 16 familias. Las salamandras (Plethodontidae) son la familia más diversa con 117 especies, seguida por la familia Hylidae (ranas) con 96. Sin embargo, los estados con mayor diversidad corresponden a Oaxaca, Chiapas y Veracruz, que presentan climas húmedos y tropicales (Parra-Olea et al. 2014).

De acuerdo con los registros reportados por las distintas plataformas web y estudios para el norte de Tamaulipas, los anfibios son el grupo con menor número (n= 14) de especies con distribución potencial, representando solamente el 3.72% de la riqueza nacional.

Abundancia (N) y riqueza (R)

Durante los monitoreos en el AP se registraron 27 individuos correspondientes a dos especies. La especie más abundante fue *Incilius nebulifer* con N=15 individuos detectados en 13 transectos. En el AI se registraron 108 individuos pertenecientes a cuatro especies; la mayor abundancia se registró en el transecto T2 con 22 individuos, mientras que la especie más abundante, al igual que en el AP, fue *Incilius nebulifer* (n=42) la cual fue registrada en 18 transectos. Finalmente, en la RE se observaron 174 individuos de anfibios, pertenecientes a cinco especies; *Incilius nebulifer* de nueva cuenta fue la especie más abundante con N=51 registros, mientras que en el T18 fue donde se registró el mayor número de individuos (N=16).

La representación de especies en los tres sitios fue baja, debido a que es un grupo sensible a los cambios climáticos y a la presencia humana, por lo que son difíciles de ser detectados, principalmente por habitar dentro de cuerpos de agua (en ocasiones con agua turbia y con fondo fangoso), son de hábitos nocturnos y por ubicarse en una zona semidesértica en donde la presencia potencial se limita a 14 especies.

Consulta Pública

Como resultado de los monitoreos realizados, la mayor abundancia se registró en la RE (N= 174), seguido del AI (N=108) y finalmente el AP (N=27). Respecto a la riqueza observada, se observó el mayor número de especies (S=5) en la RE, seguido de la AI (S=4), mientras que en AP se observaron dos especies.

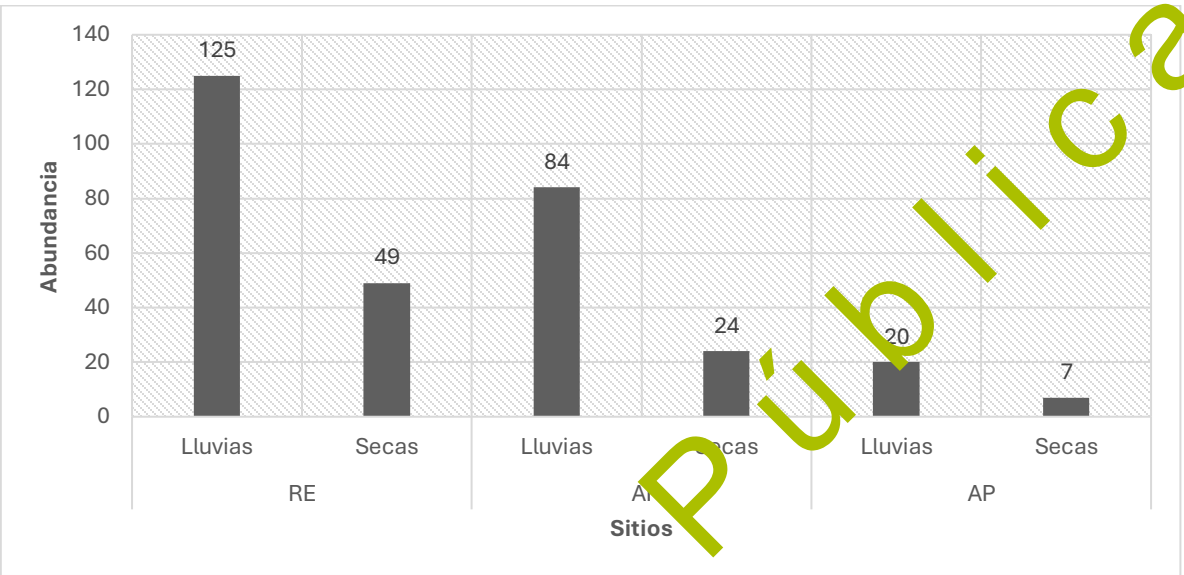


Figura 46. Abundancia de anfibios en RE, AI y AP

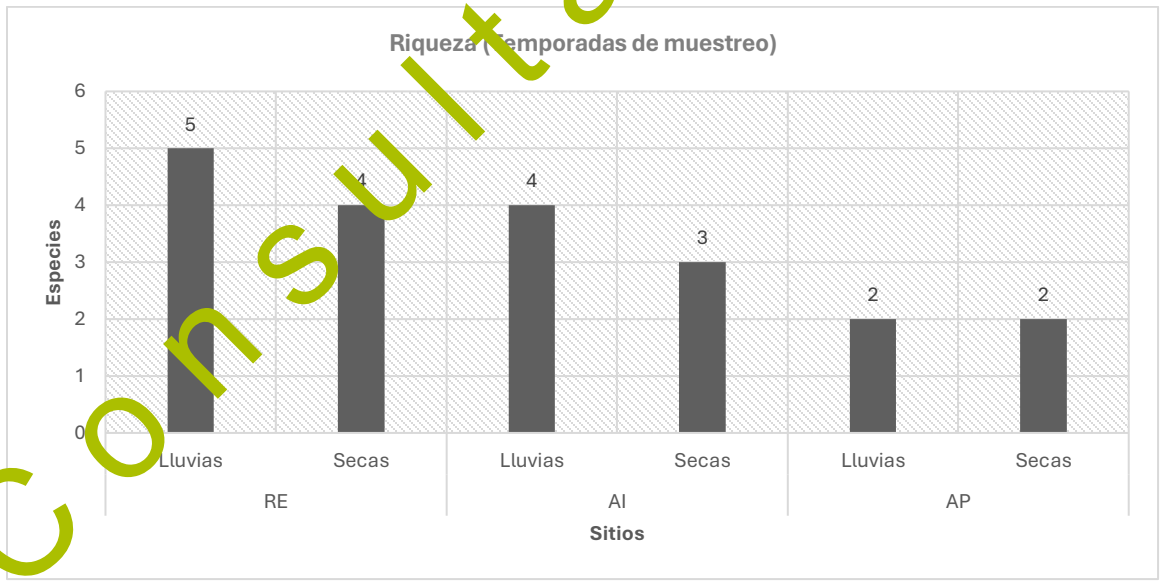


Figura 47. Riqueza de anfibios en RE, AI y AP

El sapo nebuloso (*Incilius nebulifer*) fue la especie más recurrente y abundante tanto en la RE como en el AI y AP. Esta especie puede estar presente en diversos ambientes como bosques, pastizales, zonas desérticas, ríos, pantanos y áreas urbanas.

Consulta Pública

Respecto a los índices de diversidad biológica, se presentan a continuación:

Tabla 100. Índices de diversidad de anfibios en la RE, AI y AP

Índices	Parámetros	RE	AI	AP
AR	-	0.44	0.27	0.07
Simpson (λ)	0= Muy diversa 1=No hay diversidad	0.22	0.29	0.51
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad	1.56	1.31	0.69
H´Max	-	5.16	4.68	3.30
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad 1= Todas las especies son igualmente abundantes	0.30	0.28	0.21
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto	0.78	0.64	0.30

Abundancia relativa (AR)

La abundancia relativa en el AP fue de AR= 0.07 individuos/muestreos, en el AI de AR= 0.27 individuos/muestreos, mientras que la RE fue mayor la AR= 0.44 individuos/muestreos. Estos valores son proporcionales a la densidad real sin asumir que todos los individuos fueron detectados, indicando una tendencia de la variación en las poblaciones, donde se observa un mayor número de individuos en la RE respecto al AP y AI.

Índice de Simpson (λ)

Respecto al índice de Simpson, la RE obtuvo un valor de λ= 0.22, este valor indica una baja dominancia de especies, mientras más bajo sea λ, mayor es la diversidad, ya que significa que la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie es menor. En contraste, en el AP el índice fue de λ = 0.51, lo que indica que la diversidad es menor que en la RE y AI, ya que la dominancia de certas especies es más marcada.

En el AI el valor fue de λ=0.29, la diferencia con RE es poca, pero sugiere un menor equilibrio en la distribución de abundancias.

Índice de Shannon (H')

Los criterios del índice de Shannon-Wiener, indican que el valor de cero es cuando hay una sola especie, <1.5 para baja diversidad, entre 1.6 y 3 para mediana diversidad y >3 para alta diversidad (Margalef, 1991). De acuerdo con estos criterios, la comunidad de anfibios registrada en los tres sitios presentó una baja diversidad (RE H'= 1.56; AI H'= 1.31 y AP H'=0.69); aun cuando el valor fue más alto en la RE.

Diversidad máxima (H'Max)

La diversidad máxima (H'Max) registrada fue mayor en la RE H'Max=5.16, seguida del AI H'Max=4.68 y finalmente en el AP H'Max=3.30. Estos resultados reflejan que el potencial teórico de diversidad fue alto en los tres sitios, aun cuando el valor de la RE fue mayor, lo cual es consistente con el registro de un mayor número de especies.

Consulta Pública

Índice de Pielou (J')

Los valores de índice de Pielou van de 0 a 1, donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 donde hay ausencia de uniformidad, es decir, existe dominancia total de una especie (Magurran, 1988; Valdez et al., 2018). De acuerdo con esto, en la RE se registró la mayor equitatividad de especies con un valor de *J'*=0.30, seguida del AI *J'*=0.28 mientras que en el AP el valor obtenido fue de *J'*=0.21; en los tres sitios, la equitatividad de especies es baja, con ligeras diferencias entre sitios. Estos valores indican que una o pocas especies concentran la mayor cantidad de los individuos, y aunque las comunidades de cada sitio presentan diversidad, se observa una marcada desigualdad en abundancias.

Índice de Margalef (DMg)

Los criterios establecidos para el índice de Margalef (D_{Mg}), indican que los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. El valor más grande obtenido en los tres sitios se obtuvo en la RE (D_{Mg}=0.78), seguida del AI con D_{Mg}=0.64 y finalmente en el AP con DMg = 0.30. De acuerdo con los valores del índice de Margalef, en los tres sitios la riqueza fue baja, aun con las diferencias presentadas.

En conjunto, los índices indican que la comunidad de anfibios presentó una baja riqueza específica y bajas abundancias, siendo la RE el sitio que registró condiciones más favorables, seguido del AI, esto en comparación del AP. Los valores obtenidos reflejan la combinación de un reducido número de especies detectadas y la dominancia de algunas especies. Asimismo, estos resultados pueden estar influenciados por las características ecológicas del grupo, cuya actividad y detectabilidad dependen en gran medida de factores como la disponibilidad de humedad, las condiciones climáticas y las épocas del año en que se realizan los muestreos.

Aves

Las aves forman uno de los grupos mayormente observados y registrados, ya que muchas de sus especies coinciden en características únicas que las tornan atractivas hacia el hombre, con coloridos plumajes, llamativos cantos y la capacidad de volar. La importancia de este grupo radica en que son primordiales en la estructura de los ecosistemas, tienen interesante conducta, gran parte de las especies son de hábitos migratorios y, sobre todo, tienen amplia facilidad en ser observadas por lo que se han convertido en un grupo clave en para evaluar la condición de sus hábitats, ya que muchas son sensibles a cambios mínimos, por lo cual se consideran buenos indicadores de la perturbación (Navarro-Siguenza et al, 2014).

Tan solo en Tamaulipas, la riqueza estimada hasta el año 2017 era de 518 especies de aves, de las cuales 490 provienen de registros confiables (Garza-Torres, 2007); esto representa el 48% (1, 060 especies; Navarro y Benítez, 1993) de la avifauna registrada en el país. Por lo tanto, en el noreste de México, Tamaulipas ocupa el primer lugar de la riqueza de aves (Robles et al. 2004), comparada con Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí (Rodríguez y Garza, 2017).

Se obtuvo un listado con 317 especies con distribución potencial en la RE, AI y AP, estas representan el 61.20 % de las especies reportadas para todo México.

Consulta Pública

Abundancia (N) y riqueza (R)

En el AP se registraron 4785 individuos correspondientes a 60 especies, de las cuales la más abundante fue *Molothrus ater* con N=533 individuos detectados en los 33 puntos de radio; la mayor abundancia se registró en el punto P25 con 179 individuos. En el AI se registraron 6439 individuos pertenecientes 80 especies; la mayor abundancia se registró en el punto P24 con 244 individuos, mientras que la especie más abundante fue *Molothrus ater* (N=586) al igual que en el AP, la cual fue registrada en los 33 puntos. Finalmente, en la RE se observaron 15, 305 individuos de aves, pertenecientes a 102 especies, de las cuales nuevamente *Molothrus ater* fue la especie más abundante con N=918 registros en 26 puntos de monitoreo, mientras que en el P6 fue donde se registró el mayor número de individuos (N=576).

Debido a las diversas formas de detectar la presencia de aves, fue el grupo con mayor representación de individuos. Como resultado de los monitoreos realizados de avifauna, se registró un total de 26, 529 individuos, de los cuales la mayor abundancia se registró en la RE, seguido del AI y finalmente el AP. Respecto a la riqueza observada, el mayor número de especies se registró en la RE (S=102), seguido de la AI (S=80), mientras que en AP se observaron 60 especies.

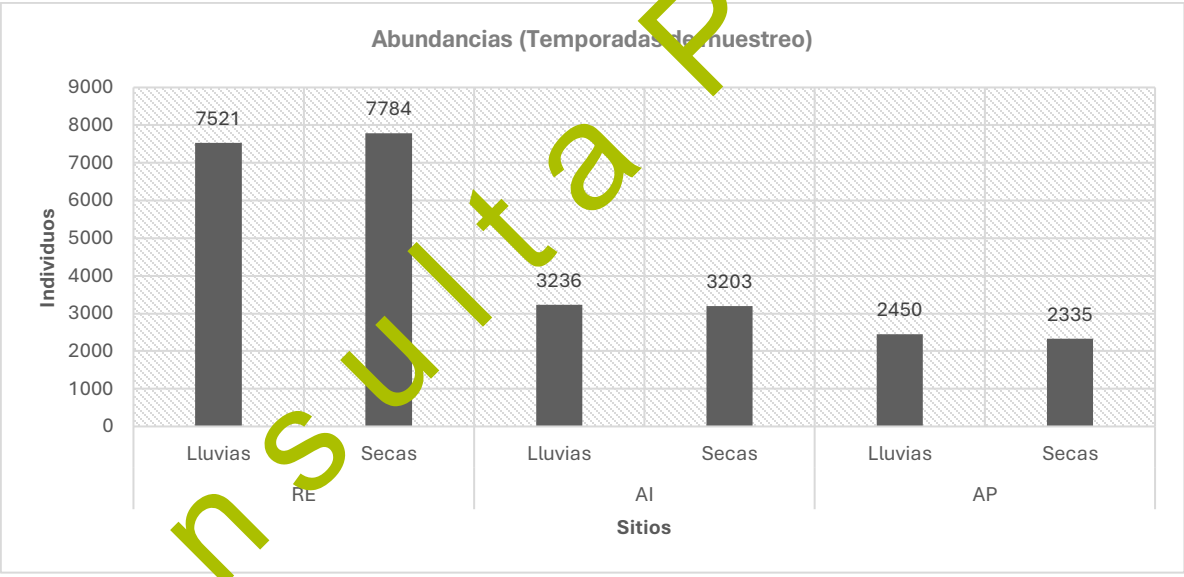


Figura 48. Abundancia de aves en RE, AI y AP

Consulta Pública

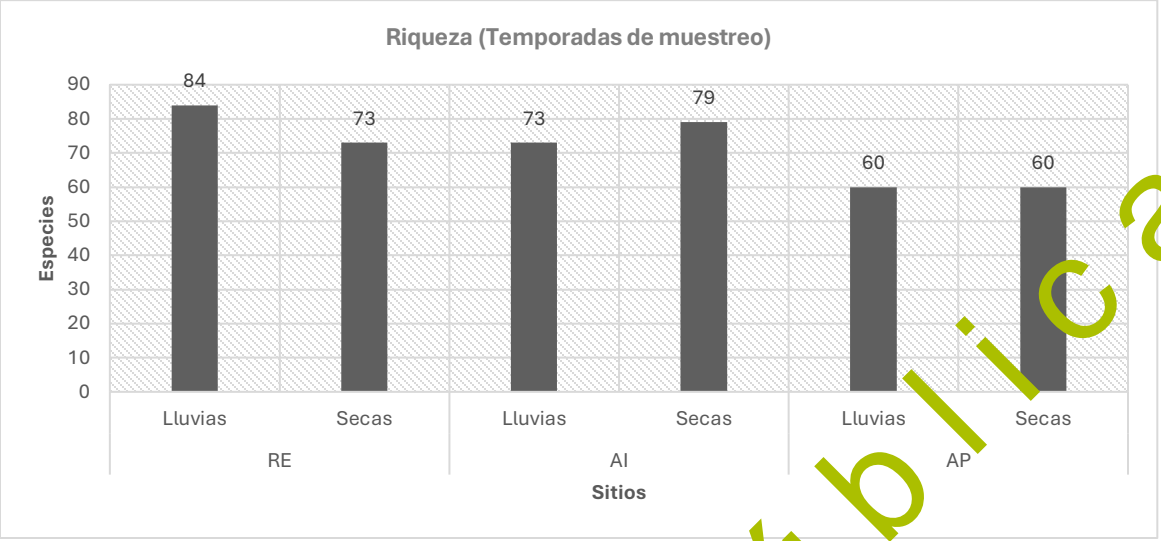


Figura 49. Riqueza de aves en RE, AI y AP

El tordo cabeza café *Molothrus ater* fue la especie con el mayor número de registros en la RE, AI y AP; es un ave ampliamente distribuida en Norteamérica y México, poblaciones del norte migran hacia el sur de EE. UU. y México en invierno, las australes son sedentarias. Es gregaria y está adaptada a pastizales, campos agrícolas, zonas abiertas, matorrales y áreas rurales donde suele asociarse a ganado y zonas de cultivo. Se alimenta de semillas silvestres, cultivadas y granos en el suelo, aunque suele complementar con insectos y caracoles.

Tabla 101. Índices de diversidad de aves en RE, AI y AP

Índices	Parámetros	RE	AI	AP
AR	-	38.65	16.26	12.08
Simpson (λ)	0= Muy diversa 1=No hay diversidad	0.02	0.04	0.05
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.5 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad	4.20	3.74	3.49
H´Max	-	9.64	8.77	8.47
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad 1= Todas las especies son igualmente abundantes	0.44	0.43	0.41
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto	10.48	9.01	6.96

Abundancia relativa (AR)

El índice de abundancia relativa (AR) presentó un valor mayor en la RE (AR= 38.65 individuos/muestreos), comparado con el AI (AR=16.26 individuos/muestreos) y AP (AR=12.08 individuos/muestreos), indicando una mayor representación de individuos en RE. Este resultado es congruente con los datos de abundancia obtenidos, donde en la RE se contabilizó más individuos que AI y AP. La diferencia sugiere que RE ofrece condiciones más favorables para el establecimiento y permanencia de las aves, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de recursos alimenticios, sitios de refugio y anidación o una estructura de hábitat más compleja, lo que favorece la presencia de un mayor número de individuos.

Consulta Pública

Índice de Simpson (λ)

El índice de Simpson (λ) registró un valor de λ = 0.02 en la RE, λ= 0.04 en el AI y λ= 0.05 en el AP. Dado que este índice expresa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, valores más bajos indican una menor dominancia y, por tanto, una mayor diversidad efectiva.

En este índice los tres sitios presentaron valores bajos, lo que refleja una comunidad diversa; esto sugiere que la abundancia se distribuye entre un mayor número de especies.

Índice de Shannon-Wiener (H')

En relación con el índice de Shannon-Wiener (H'), se obtuvo un valor de H'= 4.20 en la RE, H'= 3.74 en el AI y H'= 3.49 en el AP, lo que indica que los tres sitios albergan comunidades con una alta diversidad, debido al mayor número de especies registradas y la distribución equilibrada de los individuos, tal como se observa con el índice de Simpson. Aunque en el AP el valor observado fue ligeramente menor, también representa una diversidad alta, lo que reduce la incertidumbre de encontrar especies diferentes al seleccionar individuos al azar dentro de la comunidad.

Diversidad máxima (H' Max)

El valor de la diversidad máxima (H' Max) fue mayor en la RE (H' Max= 9.64), seguida del AI (H' Max= 8.77) y finalmente el AP (H' Max= 8.47), indicando que el potencial de diversidad es mayor en RE, lo que sugiere que presenta una mayor capacidad para sostener comunidades de aves más complejas; aunque los tres sitios son capaces de registrar una alta diversidad, lo que es congruente con que los tres sitios presentaron un alto número de especies.

Índice de Pielou (J')

El índice de Pielou (J') presentó un valor de J'= 0.44 en la RE, mientras que en el AI fue de J'= 0.43 y en el AP de J'= 0.41. A pesar de la pequeña diferencia, los valores obtenidos indican que la proporción en como los individuos se distribuyen entre las especies mantiene un patrón comparable entre los tres sitios muestreados, es decir, presentan una equitatividad intermedia. En consecuencia, las diferencias observadas en la diversidad no responden a una mayor uniformidad en la abundancia de las especies, sino principalmente a la dominancia existente de ciertas especies, pero esta no es tan marcada.

Índice de Margalef (DMg)

El índice de Margalef fue de D_{Mg}= 10.48 para la RE, seguido del AI con D_{Mg}= 9.01 y para el AP fue de D_{Mg}= 6.96. Los valores claramente denotan una elevada riqueza en los tres sitios, en los cuales se presentan los mismos tipos de vegetación, que permiten que tanto las especies residentes como migratorias estén presentes durante las diferentes estacionalidades y temporadas. Además, debido al tipo de desplazamiento de este grupo y la similitud de hábitats entre el AP, AI y la RE, permiten la movilidad de las especies. A pesar ello, el valor mayor obtenido para la RE se explica por su alta riqueza y abundancia registrada durante el muestreo.

Consulta Pública

Los índices de diversidad muestran que la RE exhibe una comunidad de aves más diversa y abundante en especies, comparada con el AI y el AP. Los valores mayores en los índices obtenidos en la RE, así como el valor bajo del índice de Pielou, sugieren que además de sostener el mayor número de individuos y especies, exhibe una menor dominancia de algunas especies, reflejando una comunidad biológicamente más compleja. Aunque los valores del AI y AP fueron poco menores a los de la RE, la comunidad de estos sitios también es diversa en menor proporción, principalmente por la riqueza específica y abundancia de individuos. La igualdad en el índice de Pielou indica que los sitios mantienen una distribución similar de individuos entre las especies, por lo que las diferencias observadas entre comunidades están determinadas principalmente por la riqueza y abundancia más que por cambios de uniformidad de la estructura de la comunidad.

Mamíferos

La mastofauna registrada para México está conformada de 545 especies registradas, distribuidas en 202 géneros, 46 familias y 13 órdenes, de las cuales 169 son endémicas del país, lo cual posiciona a México como el tercer país en riqueza de mastofauna en el mundo, seguidos de Indonesia y Brasil. Tan solo en Tamaulipas, la mayor concentración de la riqueza se encuentra en la porción suroeste del Estado, debido a la influencia de ambientes tropicales y la complejidad orográfica de la Sierra Madre Oriental (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta, 2001; Ceballos et al., 2005; Ramírez-Pulido, 2005; Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012; Medina-Gutiérrez y Ramírez-Silva; 2019).

Los roedores y los murciélagos son los órdenes más ricos en especies y contribuyen aproximadamente con el 70% de todas las especies seguida de los carnívoros. Las especies endémicas son aproximadamente 161 y representan el 30% distribuidas en 7 órdenes y 14 familias y la mayoría son roedores. La fauna restante es una combinación de especies neotropicales, neárticos o especies compartidas que constituyen dos tercios de las especies mexicanas (Ceballos y Oliva, 2005; Ceballos y Brown, 1995).

Derivado de la revisión bibliográfica se obtuvo un listado de fauna con distribución potencial de 44 especies, las cuales representan el 8.07% de la riqueza total reportada a nivel nacional. Dentro de la distribución potencial se consideró también a especies exóticas e introducidas como el marrano alzado (*Sus scrofa*), debido a que algunas de estas pueden presentar poblaciones ferales. Estas especies pueden representar competencia o ser especies presa para la fauna silvestre.

Abundancia (N) y riqueza (R)

Los mamíferos registrados en el AP corresponden a 614 individuos correspondientes a ocho especies, de las cuales la más abundante fue *Pecari tajacu* (N=220) detectados en 31 transectos; así mismo, el transecto T6 registró la mayor abundancia con 39 individuos. Respecto al AI se registraron 826 individuos de 12 especies, la mayor abundancia se registró en el transecto T4 con 64 individuos, mientras que la especie más abundante fue *Pecari tajacu* (N=258), al igual que en el AP, la cual fue registrada en 29 transectos. Finalmente, la RE fue el sitio donde se observaron más individuos de mamíferos (N=1491), correspondientes a 15 especies; el transecto T16 fue donde se registró el mayor número de individuos (N=69), de igual forma *Pecari tajacu* fue la especie más abundante con N= 361 registros distribuidos en 32 transectos.

Consulta Pública

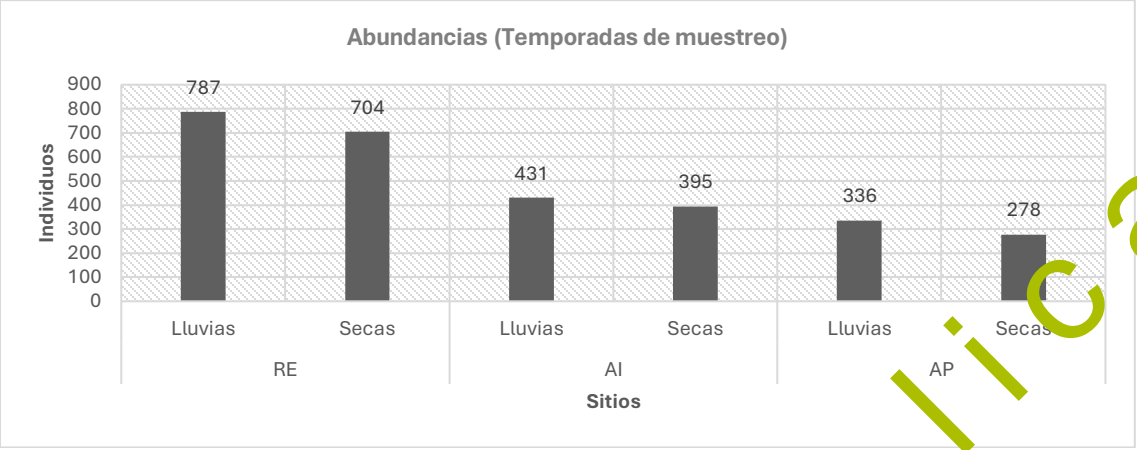


Figura 50. Abundancia de mamíferos en RE, AI y AP

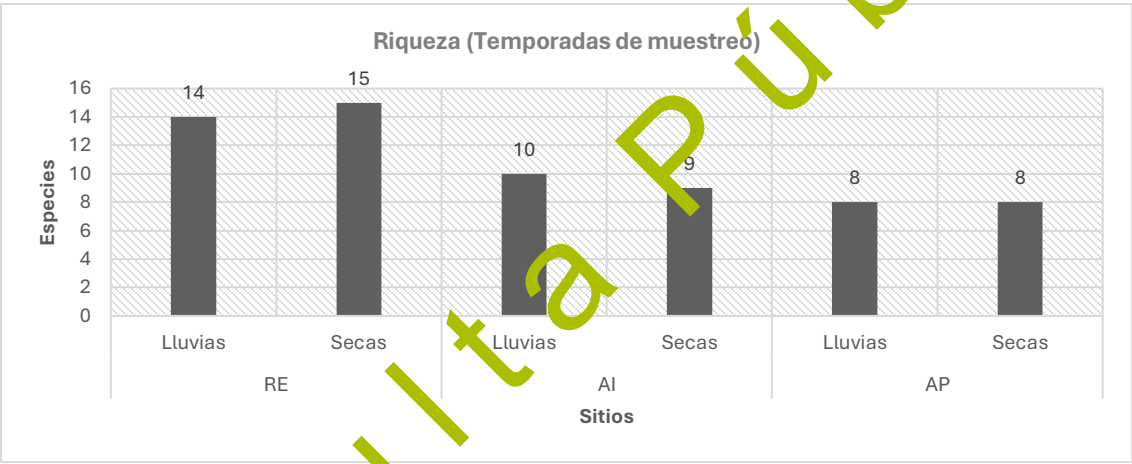


Figura 51. Riqueza de mamíferos en RE, AI y AP

La especie con la mayor abundancia en la RE, AI y AP fue el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), del cual se conoce que es nativo de América, ampliamente distribuido desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina, incluyendo casi todo México, excepto la península de Baja California. Prefiere ambientes con vegetación xerófila y desértica, zonas abiertas como los pastizales y matorrales, ambientes húmedos como selvas y zonas de transición, lo cual coincide con el tipo de vegetación donde se realizaron los monitoreos.

Tabla 102. Índices de diversidad de mamíferos en RE, AI y AP

Índices	Parámetros	RE	AI	AP
[illegible]	-	3.77	2.09	1.55
Simpson (λ)	0= Muy diversa 1=No hay diversidad	0.15	0.20	0.22
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad	2.20	1.83	1.71
H´Max	-	7.31	6.72	6.42
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad 1= Todas las especies son igualmente abundantes	0.30	0.27	0.27
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto	1.92	1.64	1.09

Consulta Pública

Abundancia relativa (AR)

El índice de abundancia relativa (AR) presentó un valor mayor en la RE (AR=3.77 individuos/muestreos) que en el AI (AR=2.09 individuos/muestreos) y el AP (AR=1.55 individuos/muestreos), indicando una mayor representación de individuos en la RE. Este resultado es congruente con los datos de abundancia obtenidos, donde en la RE se contabilizó más individuos que en la AI y AP. Esta diferencia sugiere que RE proporciona condiciones más favorables para el establecimiento y permanencia de los mamíferos, posiblemente relacionadas con una mayor disponibilidad de recursos alimenticios, cobertura vegetal y sitios de refugio, lo que favorece la presencia de un mayor número de individuos.

Índice de Simpson (λ)

El índice de Simpson (λ) registró un valor de λ= 0.15 en la RE, λ= 0.22 en el AI y λ= 0.22 en el AP. Dado que este índice expresa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, valores más bajos indican una menor dominancia y, por tanto, una mayor diversidad efectiva. En este caso, los tres sitios presentan una dominancia menor, lo que refleja una distribución más equilibrada de individuos entre las especies registradas.

Índice de Shannon-Wiener (H')

Respecto al índice de Shannon-Wiener (H'), se obtuvo un valor más alto en la RE H'= 2.20, seguido del AI con H'= 1.83 y un valor más bajo en el AP (H'= 1.71). Estos valores indican que en los tres sitios se presentó una diversidad mediana con base a los criterios del índice; sin embargo, el valor más alto en RE representa una mayor diversidad de mamíferos comparada con el AP, donde su valor se ve representado por la presencia de un menor número de especies y a una mayor dominancia de estas.

Diversidad máxima (H' Max)

Los valores de la diversidad máxima (H' Max) fue más alto en la RE (H' Max =7.31), mientras que en el AI (H' Max =6.72) y AP (H' Max =6.42) fueron más bajos, en comparación con RE donde es mayor el potencial de diversidad. Este comportamiento es consistente con el mayor número de especies registradas en la RE, sugiriendo una mayor capacidad para sostener comunidades más diversas. Aunque se obtuvo un valor menor en AI y AP, los valores obtenidos corresponden a una alta riqueza de especies.

Índice de Pielou (J')

El índice de Pielou (J') presentó un valor de J'= 0.30 en la RE, mientras que en la AI y el AP el valor fue de J'= 0.27 para ambos sitios. Estos valores indican que los tres sitios monitoreados presentan una distribución relativamente más uniforme, ya que los valores se mantuvieron cercanos al 0; aunque el valor de la RE es ligeramente menor, sugiere que la comunidad presenta mayor concentración de individuos en algunas especies.

Índice de Margalef (DMg)

Consulta Pública

El índice de Margalef (D_{Mg}) fue mayor en la RE (D_{Mg}=1.92), seguido del AI de D_{Mg}=1.64 y del AP D_{Mg}=1.09, confirmando que la RE exhibe una riqueza mayor. De acuerdo con los criterios del índice, la RE y el AI presentaron una riqueza específica mediana, a diferencia del AP donde la riqueza fue baja. El valor mayor obtenido en la RE evidencia una comunidad relativamente más rica que en el AI y AP.

Quirópteros

El orden de mamíferos mejor representado en el estado de Tamaulipas es el de los murciélagos. Se tienen reportadas la presencia de 57 especies pertenecientes a seis familias: Antrozoidae, Molossidae, Mormoopidae, Vespertilionidae, Phyllostomidae y Natalidae (Villa 1967, Hall 1981, Wilson et al. 1985 y Moreno-Valdez y Vásquez-Farías 2005). Esta riqueza representa el 41.6% de las 137 especies de murciélagos registradas en el país (Arriaga-Flores 2010).

Debido a que los murciélagos son mamíferos voladores, se separó a este grupo del resto de la mastofauna debido a que el método de muestreo (derivado de sus hábitos y biología) difieren completamente a los implementados para los demás órdenes de mamíferos.

De las especies de murciélagos reportadas para México se obtuvo un listado con distribución potencial de 14 especies, las cuales representan el 10.2% de la riqueza total reportada a nivel nacional.

Abundancia (N) y riqueza (R)

Tal como se especificó en el apartado de métodos, para los murciélagos se calculó el número de individuos como pases, es decir, la presencia definida cuando tres o más pulsos (un pase) fueron visualizados en un archivo de un minuto.

Como resultado de los monitoreos realizados, la abundancia registrada en el AP respecto a los murciélagos corresponde a 2754 pases distribuidos en 10 especies, de las cuales la más registrada fue *Tadarida brasiliensis* (N=1210) detectada en cuatro puntos de monitoreo. El sitio P4 registró la mayor cantidad con 1036 pases.

En el AI se registraron 3858 individuos pertenecientes a 14 especies, la mayor observación se registró en el transecto T4 con 1403 pases, mientras que la especie más abundante fue *Tadarida brasiliensis* (N= 1351), la cual fue registrada en los cuatro puntos de monitoreo. Finalmente, la RE fue el sitio donde se observaron más registros de murciélagos (N= 6300), correspondientes a 14 especies; el transecto T4 fue donde se registró el mayor número de pases (N=1999), de igual forma *Tadarida brasiliensis* fue la especie más abundante con N=2123 registros distribuidos en los cuatro puntos de monitoreo.

Consulta Pública

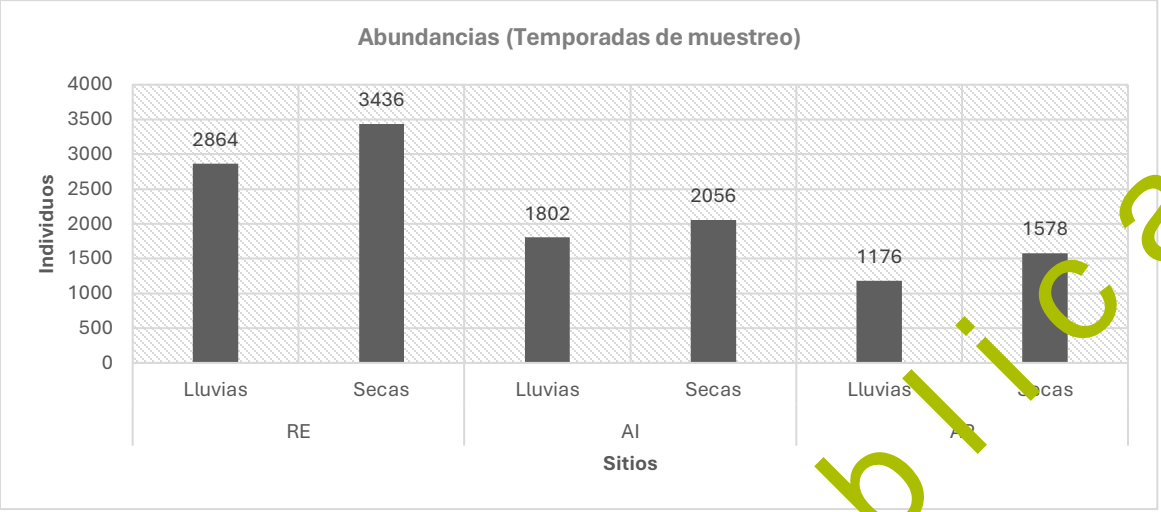


Figura 52. Abundancia de quirópteros en RE, AI, y AP

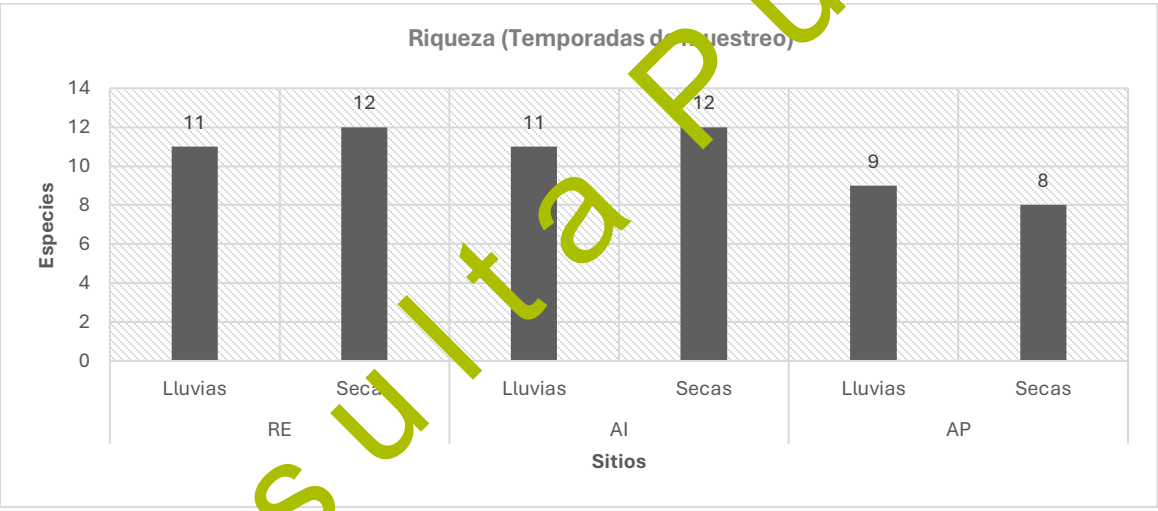


Figura 53. Riqueza de quirópteros en RE, AI, y AP

Abundancia relativa (AR)

Tabla 103. Abundancia relativa de quirópteros en RE, AI y AP

	Abundancia Relativa (AR)		
ESPECIES	**RE**	**AI**	**AP**
Antrozous pallidus	0.05	0.03	0.02
Choeronycteris mexicana	0.02	0.01	-
Eptesicus fuscus	0.26	0.14	0.10
Lasionycteris noctivagans	0.01	0.01	-
Lasiurus blossevillii	0.05	0.04	0.03
Lasiurus cinereus	0.03	0.03	0.02
Lasiurus ega	0.12	0.08	0.06
Lasiurus intermedius	0.00	0.00	-
Mormoops megalophylla	0.04	0.01	-
Myotis velifer	0.19	0.10	0.07

Consulta Pública

Nycticeius humeralis	0.12	0.06	0.03
Nyctinomops macrotis	0.04	0.03	0.02
Perimyotis subflavus	0.04	0.03	0.01
Tadarida brasiliensis	0.49	0.31	0.28
TOTAL	**1.46**	**0.89**	**0.64**

El índice de abundancia relativa (AR) presentó un valor mayor en la RE (AR=1.46 pases/horas de muestreo) comparado con el AI (AR=0.89 pases/horas de muestreos) y AP (AR=0.64 pases/horas de muestreos), lo que indica una mayor representación de individuos en la RE. Estos resultados son congruentes con los datos obtenidos durante el muestreo, donde la diferencia sugiere que la RE proporciona condiciones más favorables para la presencia de los murciélagos, relacionadas con una mayor disponibilidad de refugios, vegetación, sitios para descanso y recursos alimenticios, favoreciendo una mayor abundancia de individuos.

En conjunto, los índices de diversidad muestran que la RE alberga una comunidad de mamíferos más abundante, diversa y rica en especies, frente al AP, esto se demuestra con los valores de los índices, que indican que RE sostiene una comunidad con mayor riqueza específica y menor dominancia de unas cuantas especies. En contraste, el AP presenta una comunidad un poco menos diversa, con menor abundancia y riqueza, además de una mayor concentración de individuos en un número reducido de especies. Aunque la RE y el AI registraron una riqueza específica mediana, a diferencia del AP donde la riqueza fue baja, los resultados muestran que la RE ofrece condiciones relativamente más favorables para el mantenimiento de la comunidad de mamíferos durante el periodo de muestreo.

Reptiles

La diversidad de la herpetofauna de México es uno de los elementos más relevantes de la fauna registrada para el país (Flores-Villela, 1993; Flores-Villela y Gérez, 1994). En México se distribuyen aproximadamente 864 especies (417 lagartijas, 393 serpientes, 48 tortugas, 3 anfisbénidos y 3 cocodrilos) de reptiles descritas en 159 géneros y 40 familias, lo cual posiciona al grupo en el primer lugar en riqueza a nivel mundial (10%). Este grupo posee un grado de endemismo alto, cercano al 60% de sus especies, lo que contribuye a que México sea considerado un país megadiverso.

En Tamaulipas el registro de reptiles está comprendida de 140 especies, las cuales comprenden una especie de cocodrilo, 124 squamatos (lagartijas y serpientes) y 15 especies de tortugas (Terán-Juárez et al., 2016).

De las especies de reptiles reportadas para México, se registró un 5.44% de las especies registradas con distribución potencial para el SAR y área del proyecto.

Abundancia (N) y riqueza (R)

Como resultado de los monitoreos realizados respecto a los reptiles, la abundancia registrada en el AP corresponde a 786 individuos distribuidos en seis especies, de las cuales la más abundante fue *Sceloporus variabilis* (N=300) detectados en los 33 transectos establecidos. Los transectos T22 y T31 registraron la mayor abundancia con 37 individuos.

Consulta Pública

En el AI se registraron 930 individuos pertenecientes a 11 especies, la mayor abundancia se registró en el transecto T10 con 76 individuos, mientras que la especie más abundante fue *Sceloporus variabilis* (N= 316) registrada en 25 transectos. Finalmente, la RE fue el sitio donde se observaron más individuos de reptiles (N=1687), correspondientes a 11 especies; el transecto T30 fue donde se registró el mayor número de individuos (N=81), de igual forma *Sceloporus variabilis* fue la especie más abundante con N=546 registros distribuidos en 31 transectos.

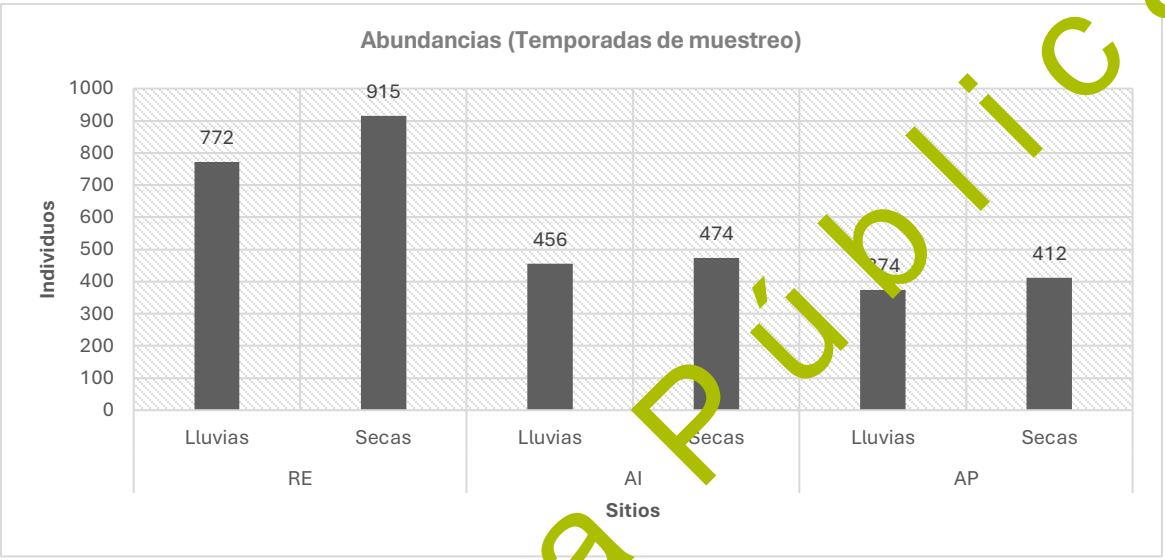


Figura 54. Abundancia de reptiles en RE, AI, y AP

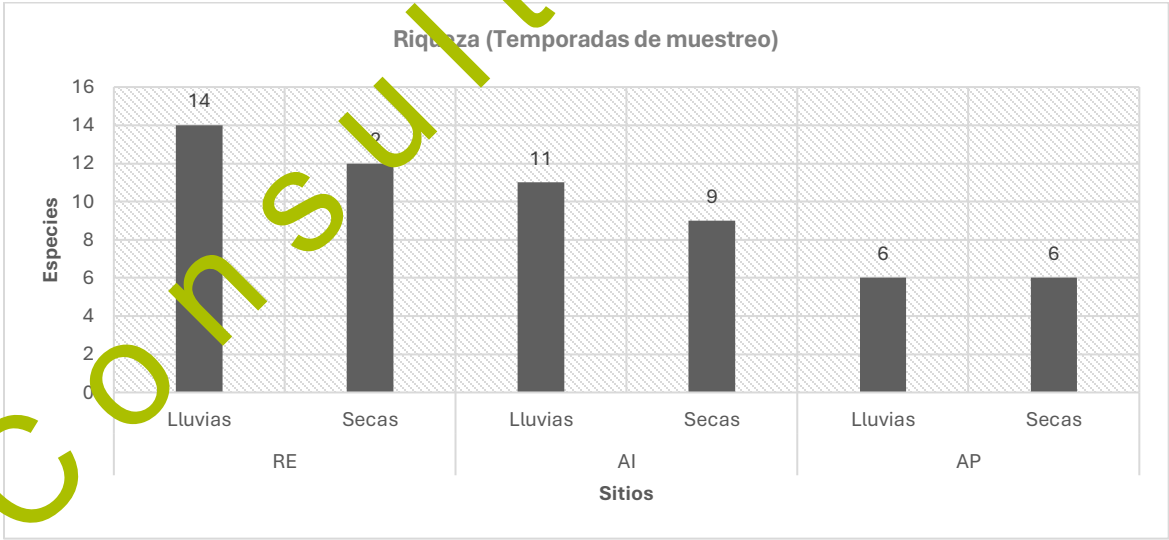


Figura 55. Riqueza de reptiles en RE, AI, y AP

La lagartija espinosa de vientre rosado (*Sceloporus variabilis*) fue la especie con el mayor número de registros en los tres sitios (RE, AI y AP). Esta especie está ampliamente distribuida desde el sur de Texas hasta Costa Rica, incluyendo gran parte de México (particularmente la planicie costera del Golfo, Tabasco, Chiapas y Oaxaca). Los machos presentan distintivas manchas rosadas en el vientre, bordeadas de azul oscuro. *S. variabilis* es muy versátil, habita principalmente en playas,

Consulta Pública

pastizales, matorrales, áreas abiertas y bosques; son importantes en el control de poblaciones de insectos en ecosistemas áridos y semiáridos.

Tabla 104. Índices de diversidad de reptiles en RE, AI, y AP

Índices	Parámetros	RE	AI	AP
AR	-	4.26	2.35	1.98
Simpson (λ)	0= Muy diversa 1=No hay diversidad	0.21	0.23	0.2
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad	1.82	1.71	1.43
H´Max	-	7.43	6.84	6.67
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad 1= Todas las especies son igualmente abundantes	0.25	0.25	0.21
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto	1.35	1.46	0.75

Abundancia relativa (AR)

El índice de abundancia relativa (AR) presentó un valor mayor en la RE (AR=4.26 individuos/muestreos) que en el AI (AR=2.35 individuos/muestreos) y AP (AR=1.98 individuos/muestreos), lo que indica una mayor representación de individuos en la RE. Este resultado coincide con los datos obtenidos durante el muestreo, la diferencia sugiere que RE proporciona condiciones relativamente más favorables para la presencia de reptiles, posiblemente relacionadas con una mayor disponibilidad de refugios, sitios para termorregulación y recursos alimenticios, favoreciendo una mayor abundancia de individuos.

Índice de Simpson (λ)

El índice de Simpson (λ) registró un valor de λ= 0.21 en la RE, λ= 0.23 en el AI y de λ= 0.28 en el AP; dado que este índice expresa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, valores más bajos indican una menor dominancia y, por tanto, una mayor diversidad efectiva. En este caso, los tres sitios presentaron una dominancia menor, lo que refleja una distribución más equilibrada de individuos entre las especies registradas.

Índice de Shannon-Wiener (H')

El índice de Shannon-Wiener (H') obtuvo un valor mayor de H'= 1.82 en la RE, con diferencia con el AI (H'= 1.71), mientras que en el AP (H'= 1.43) se obtuvo el valor más bajo. Estos resultados muestran que la diversidad obtenida en la RE y el AI fue mediana, aunque el valor más alto obtenido de la RE justifica una mayor diversidad, lo cual es atribuible a una distribución más equilibrada de los individuos entre las especies presentes. En el caso de AP, el valor bajo del índice refleja una mayor concentración de individuos en una o pocas especies, reduciendo la diversidad de la comunidad a pesar de presentar una mayor abundancia total.

Diversidad máxima (H' Max)

Los valores de la diversidad máxima (H' Max) fue de H' Max= 7.43 en RE, H' Max= 6.84 en el AI y de H' Max= 6.67 en el AP, indicando un mayor potencial de diversidad en la RE. Estos valores obtenidos indican una alta riqueza de especies para los tres sitios, a pesar de ello, el mayor valor obtenido en la RE sugiere que tiene mayor capacidad en superficie y características para albergar

Consulta Pública

comunidades de reptiles más diversas, posiblemente asociada con la mayor abundancia registrada durante el muestreo.

Índice de Pielou (J')

El índice de Pielou (J') presentó un valor de J'= 0.25 en la RE y en el AI, mientras que en el AP el valor fue de J'= 0.21. Estos valores indican que los tres sitios monitoreados presentan comunidades con muy baja equitatividad de especies, es decir, hay una marcada desigualdad en las abundancias de individuos; aunque el valor de la RE y AI son menores, sugiere que presentan mayor concentración de individuos en algunas especies.

Índice de Margalef (DMg)

Los valores obtenidos del índice de Margalef (DMg) señalan que la RE obtuvo el valor más alto DMg= 1.35, seguido del AI (DMg= 1.46) y por último el AP con DMg= 0.75. Estos valores corresponden a una riqueza específica baja, lo cual es consistente con el número de especies registradas en los sitios.

Los diferentes índices indican que la RE exhibe una comunidad de reptiles ligeramente más diversa y equitativa, debido a una distribución más uniforme de los individuos entre las especies y una menor dominancia.

Es importante mencionar que la RE además de tener una mayor diversidad, registró la presencia de cinco especies que no se detectaron en el área del proyecto, de las cuales, dos corresponden a serpientes, especies consideradas depredadoras y controladores de poblaciones de roedores. Estos registros pueden inferir que existe mayor disponibilidad de presas en la RE y, por lo tanto, mayores densidades de estas especies.

Como se ha mencionado, muchas especies tienen mayor plasticidad y son menos sensibles a la perturbación de su hábitat. Esto es importante para el caso de muchos reptiles, por ejemplo; *Sceloporus variabilis* que es una especie común y habita tanto en sitios como pastizales inducidos o incluso sitios cercanos a caminos y carreteras, siempre y cuando existan pequeños manchones de vegetación que funjan como refugios. *Crotalus atrox*, es frecuente verla en sitios de pastizales inducidos o zonas abiertas donde puede detectar roedores u otras especies que depreda y una vez que se alimenta busca refugio debajo de troncos u arbustos mientras digiere a la presa. *Gopherus berlandieri* también es una especie común en el noreste de México y puede encontrarse en diversos tipos de hábitat, además es una especie bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.6.2.2. Tipos de vegetación

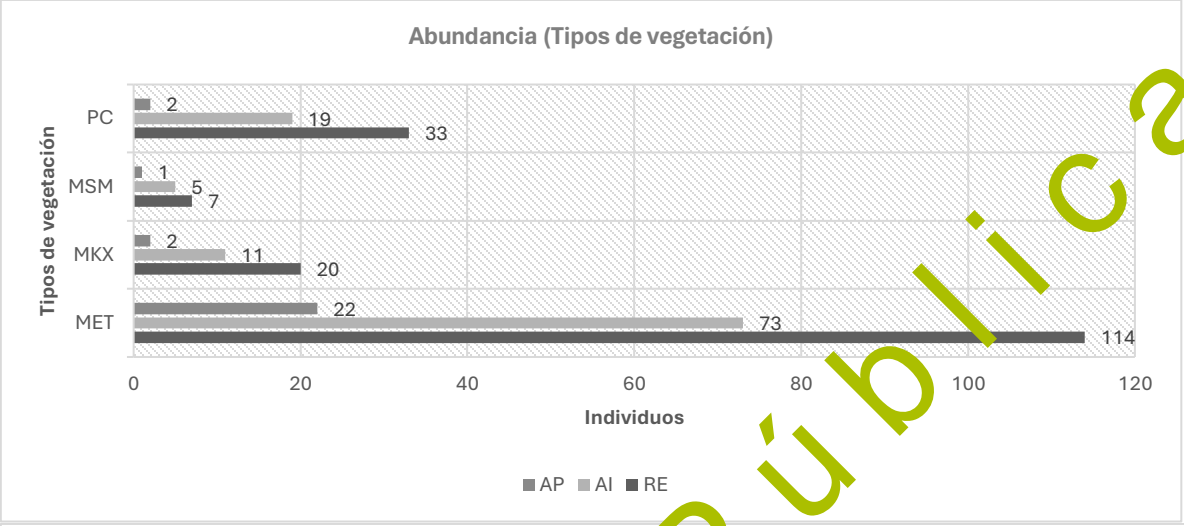
El análisis de la composición faunística a través de los índices de diversidad también se realizó por grupo faunístico por cada tipo de vegetación presente en la RE, AI y AP. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Anfibios

Abundancia (S) y riqueza (S)

Consulta Pública

Los resultados obtenidos durante los monitoreos en la RE, AI y AP muestran que el grupo de anfibios tuvo presencia en los cuatro tipos de vegetación monitoreados.



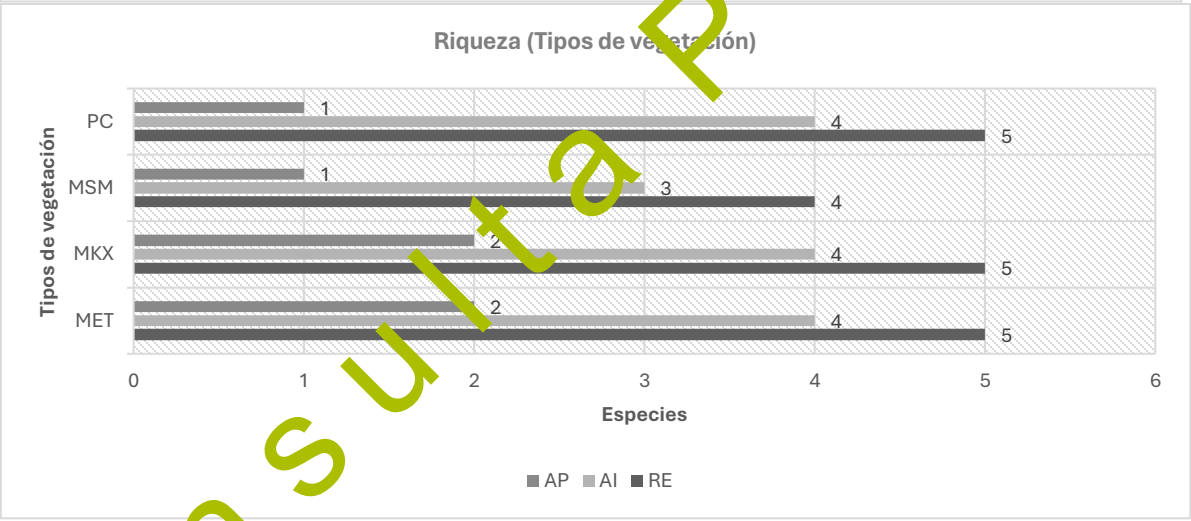


Figura 5. Abundancia (N) y Riqueza (S) de anfibios registrados en la RE, AI y AP

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC)

Respecto a la RE, en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX) y Pastizal Cultivado (PC) fue donde se registró el mayor número de especies (S=5), mientras que en el MET fue donde se registró el mayor número de individuos (N=114). Las especies más representativas fueron *Anaxyrus speciosus, Incilius nebulifer, Lithobates berlandieri* y *Scaphiopus couchii* ya que se registraron en los cuatro tipos de vegetación monitoreados; además *Incilius nebulifer* fue la especie más abundante con 51 individuos.

De igual forma, en el AI, en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX) y Pastizal Cultivado (PC) fue donde se registró el mayor número de especies (S=4), mientras que en el MET se observó el mayor número de individuos (N=73). Las especies más representativas fueron

Consulta Pública

Anaxyrus speciosus, Incilius nebulifer y *Scaphiopus couchii,* ya que se registraron en los cuatro tipos de vegetación; además *Incilius nebulifer* fue la especie más abundante con 42 individuos.

Finalmente, en el AP, el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) y el Mezquital Xerófilo (MKX) fue donde se registró el mayor número de especies (S=2) y el mayor número de individuos (N=22) se observó en el MET; así mismo, *Incilius nebulifer* fue la especie con mayor presencia, ya que se registró en los cuatro tipos de vegetación; además de ser la más abundante (N=15).

El sapo nebuloso (*Incilius nebulifer*) fue la especie más recurrente en los tres sitios; esta especie puede estar presente en diversos ambientes como bosques, pastizales, zonas desérticas, ríos, pantanos y áreas urbanas.

Tabla 105. Índices de diversidad de anfibios, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP

	MET			MKX			MSM			PC		
Índices	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**
AR	0.29	0.18	0.06	0.05	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	0.08	0.05	0.01
Simpson (λ)	0.22	0.29	0.50	0.25	0.31	0.50	0.27	0.30	1.00	0.25	0.34	1.00
Shannon (H')	1.56	1.30	0.69	1.47	1.26	0.69	1.05	1.05	0.00	1.48	1.21	0.00
H´Max	4.74	4.29	3.09	3.00	2.40	0.69	1.95	1.61	0.00	3.50	2.94	0.69
Equitatividad (J')	0.33	0.30	0.22	0.49	0.53	1.00	0.69	0.66	0.00	0.42	0.41	0.00
Margalef (DMg)	0.84	0.70	0.32	1.34	1.25	1.44	1.54	1.24	0.00	1.14	1.02	0.00

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

Tabla 106. Parámetros de los índices de diversidad

Índices	Parámetros
AR	-
Simpson (λ)	0= Muy diversa; 1=No hay diversidad
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad
H´Max	-
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad; 1= Todas las especies son igualmente abundantes
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto

Abundancia relativa (AR)

La mayor abundancia relativa (AR) de anfibios se registró en el MET, en el caso de la RE (AR=0.29 individuos/muestreos) se obtuvo el valor más alto, seguido del AI (AR=0.18 individuos/muestreos) y en el AP fue de AR=0.06 individuos/muestreos. En el sitio MSM en el AP donde se obtuvo un valor de AR=0.00 individuos/muestreos, se debe a que solo se registró una especie y un individuo únicamente.

Índice de Simpson (λ)

Respecto al índice de Simpson, los tipos de vegetación donde se registró dominancia total (λ = 1.00) fueron el MSM y PC ambos en el AP; estos resultados indican dominancia total de una especie, situación consistente con el registro de una sola especie durante los monitoreos. En contraste, en el

Consulta Pública

MET DE la RE se presentó un valor de λ = 0.22, lo que indica que la comunidad registrada fue más diversa y distribuida entre los transectos muestreados. En el caso de los tipos vegetación donde se registraron valores cercanos a 0.50, indican que la comunidad se mantuvo medianamente diversa y con dominancia de alguna de las especies registradas.

Índice de Shannon Wiener (H´)

El valor más alto respecto al índice de Shannon Wiener se registró en el tipo de vegetación MET (H´=1.56), seguido del PC (H´=1.48) y el MKX (H´=1.47) de la RE, de acuerdo con los valores de este índice, la diversidad obtenida fue baja. En los sitios donde los tipos de vegetación tuvieron un valor de H´=0.00 (MSM y PC en el AP), se debe a que no hubo diversidad, ya que solo se registró una especie y un individuo únicamente.

Los resultados obtenidos muestran que, a pesar de los registros obtenidos, las especies de anfibios pueden tener preferencia por ciertos tipos de vegetación, mayormente en aquellas donde las condiciones físicas del ambiente corresponden a hábitats con características óptimas.

Diversidad máxima (H'Max)

De acuerdo con el índice de H´Max es más probable registrar una diversidad máxima en la vegetación MET (H'Max=4.74) de la RE, así como en el MET de la AI (H'Max=4.29); mientras que donde es menos probable obtener una diversidad máxima es en el MKX, MSM y PC del AP, ya que tuvieron un valor cercano a H´Max=0.00. Esto se debe probablemente a que estos tipos de vegetación no cumplen con las características de hábitat del grupo, cabe señalar que si bien, no puede haber una elevada diversidad en anfibios en ciertos tipos de vegetación, no descarta la presencia de otros grupos que se vean beneficiados en esos sitios.

Índice de Pielou (J´)

En relación con el índice de Pielou (J´), la vegetación MKX del AP registró un valor de J'=1.00; lo que indica que todas las especies son igualmente abundantes, ya que únicamente se registraron dos especies con un individuo cada una.

En los otros tipos de vegetación, se registró una equitatividad de especies menor (J'= 0.69 – 0.22); lo que indica que la equitatividad fue intermedia, es decir, que, aunque no hay una dominancia absoluta de una sola especie, tampoco todas las especies tienen abundancias similares, algunas especies son más abundantes que otras, pero la distribución no es extremadamente desigual.

En los sitios con vegetación MSM y PC en el AP donde se obtuvo un valor de J'=0.00, indica que la dominancia total fue para una sola especie, lo que señala la ausencia de uniformidad.

Índice de Margalef (DMg)

Finalmente, respecto a los criterios establecidos para el índice de Margalef (DMg), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. El valor obtenido en MSM (DMg =1.54) de la RE fue el valor más alto; sin embargo, de acuerdo con los criterios del índice, presentó una riqueza media. En el AI, en

Consulta Pública

todos los tipos de vegetación se observó una baja riqueza (DMg =0.70 – 1.25); así como en el AP, donde los valores oscilaron entre DMg = 0.00 – 1.44. Estos valores coinciden con lo obtenido con el índice de Shannon, donde se registraron valores bajos.

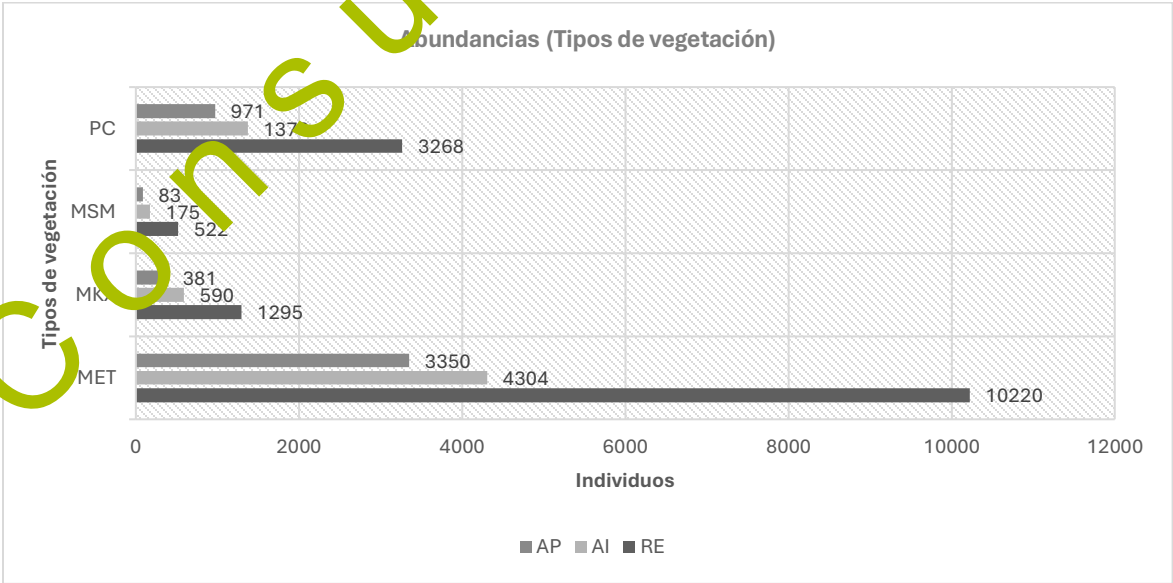
En resumen, los índices indican que la comunidad de anfibios presentó una baja riqueza específica en general, bajas abundancias y reducida diversidad en los sitios, siendo la RE el sitio que se conserva mayor heterogeneidad de hábitats y disponibilidad de microambientes para anfibios. En el caso del AI, se observó una diversidad moderada y equitatividad media, que reflejan que los anfibios aún encuentran condiciones aceptables, aunque con cierta dominancia de especies tolerantes. Y finalmente, en el AP, se observó que los valores tienden a ser más bajos, lo que señala una comunidad más simple y mayor dominancia, probablemente por la perturbación directa del hábitat.

Estos resultados muestran que la comunidad del MET, se encuentra más balanceada, con presencia de especies tolerantes y mantiene una diversidad aceptable, lo que sugiere que los anfibios encuentran más microhábitats, aunque con una distribución desigual. En el caso del MSM y PC se observó que las comunidades son monoespecíficas, esto puede deberse a que el hábitat es más simplificado. Sin duda alguno, los resultados de los índices de diversidad biológica están influenciados por las características ecológicas del grupo cuya actividad y detectabilidad dependen en gran medida de factores como la disponibilidad de humedad y las condiciones climáticas en que se realizan los muestreos.

Aves

Abundancia (S) y riqueza (S)

Los resultados obtenidos durante los monitoreos en la RE, AI y AP muestran que el grupo de las aves estuvieron presentes en los cuatro tipos de vegetación monitoreados.



Consulta Publica

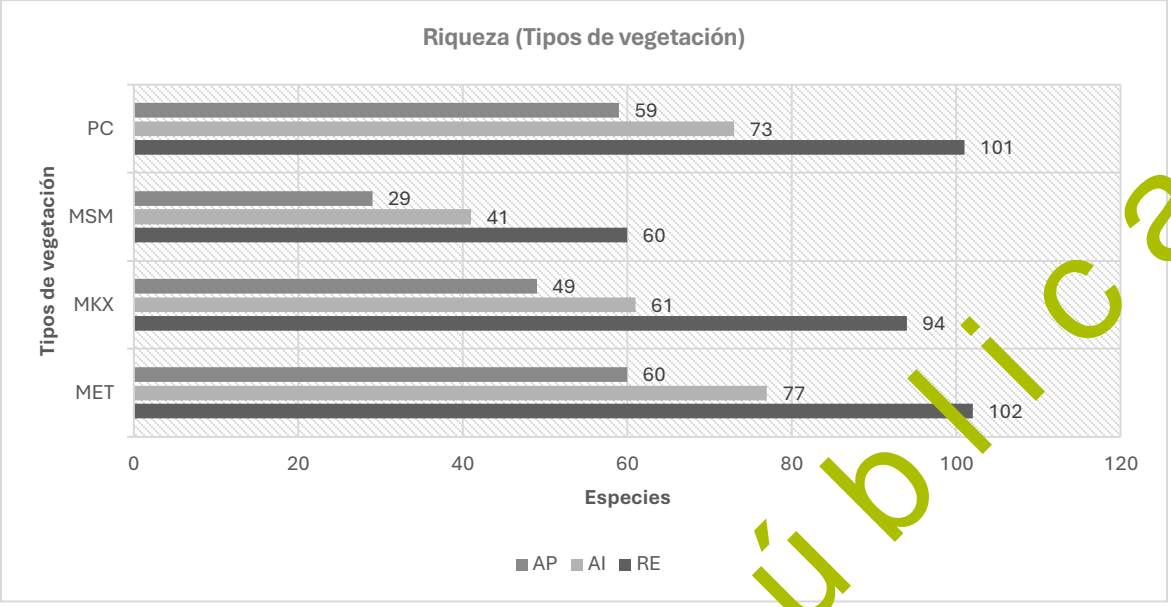


Figura 57. Riqueza (S) y abundancia (N) de aves registradas en la RE, AI y AP

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

En la RE, el mayor número de especies (S=102) así como el mayor número de individuos (N=10220) se observaron en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET). Las especies que tuvieron presencia en los cuatro tipos de vegetación fueron 56, lo que representan el 54.9% del total de especies registradas durante los monitoreos, mientras que *Molothrus ater* fue la especie más abundante con 918 individuos, seguido de *Agelaius phoeniceus* con 874 individuos.

En el caso de la AI, donde se registró el mayor número de especies (S=77) así como el mayor número de individuos (N= 4304) fue nuevamente el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET). Las especies más representativas, que se registraron en los cuatro tipos de vegetación fueron 33, lo que equivale al 41.25% de las registradas mientras que la especie más abundante fue *Molothrus ater* con 586 individuos.

Finalmente, en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) del AP fue donde se registró el mayor número de especies (S=60) así como el mayor número de individuos (N=3350). Las especies más representativas registradas en los cuatro tipos de vegetación fueron 26, lo que equivale al 43.33% de las registradas en el AP; además *Molothrus ater* fue la más abundante (N=533).

Tabla 23. Índices de diversidad de aves, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP

	MET			MKX			MSM			PC		
Índices	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**
AR	25.81	10.87	8.46	3.27	1.49	0.96	1.32	0.44	0.21	8.25	3.46	2.45
Simpson (λ)	0.02	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.02	0.04	0.05
Shannon (H')	4.19	3.67	3.43	4.10	3.71	3.47	3.56	3.34	3.12	4.14	3.73	3.46
H´Max	9.23	8.37	8.12	7.17	6.38	5.94	6.26	5.16	4.42	8.09	7.22	6.88
Equitatividad (J')	0.45	0.44	0.42	0.57	0.58	0.58	0.57	0.65	0.71	0.51	0.52	0.50

Consulta Pública

Margalef (DMg)	10.94	9.08	7.27	12.98	9.40	8.08	9.43	7.74	6.34	12.36	9.97	8.43

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

Tabla 107. Parámetros de los índices de diversidad

Índices	Parámetros
AR	-
Simpson (λ)	0= Muy diversa; 1=No hay diversidad
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad
H´Max	-
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad; 1= Todas las especies son igualmente abundantes
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto

Abundancia relativa (AR)

La mayor abundancia relativa (AR) se registró en el MET, en la RE fue el valor más alto AR=25.81 individuos/muestreos, posteriormente en el AI con un valor de AR=10.87 individuos/muestreos y finalmente en el AP con AR=8.46 individuos/muestreos. En los tipos de vegetación que tuvieron una baja abundancia relativa (MSM y MKX en AP y MSM en el AI) se debe a que fue donde se registraron menos individuos.

Índice de Simpson (λ)

Respecto al índice de Simpson, en ningún tipo de vegetación se registró dominancia total de especies.

Sin embargo, en el MET del AP, MSM en AI y AP, y el PC en el AP, se observaron los valores más altos (λ = 0.05), lo que indica una menor diversidad de especies. En los tipos de vegetación de la RE, los valores oscilaron entre λ = 0.02–0.04 para los tres sitios, lo que representa que es más alta diversidad, ya que las aves se encuentran distribuidas en varias especies. Lo mismo se observó en MET, MKX y PC en el AI, donde el valor de Simpson osciló entre λ = 0.03 – 0.04, lo que demuestra que la diversidad es moderada y hay una baja dominancia de algunas especies.

De acuerdo con los parámetros del índice de Simpson, a pesar de la diferencia de valores obtenidos entre sitios y tipos de vegetación, la comunidad de aves observada fue diversa.

Índice de Shannon Wiener (H´)

El valor más alto respecto al índice de Shannon Wiener se registró en el tipo de vegetación MET (H´=4.19), seguido del PC (H´=4.14) y del MKX (H´=4.10) de la RE; para el AI, el valor más alto se registró en el PC (H´=3.73), seguido del MKX (H´=3.71). Respecto al AP, los valores más altos se registraron en MKX (H´=3.47) y en el PC (H´=3.46). De acuerdo con los parámetros de este índice, la diversidad obtenida con los valores mencionados fue alta para todos.

Diversidad máxima (H'Max)

Consulta Pública

De acuerdo con el índice de H´Max es más probable registrar una diversidad máxima en el MET (H'Max=9.23) en la RE, (H'Max= 8.37) en el AI y (H'Max= 8.12) del AP, esto es congruente con que en este tipo de vegetación se registró un mayor número de especies. Caso contrario donde se observaron los valores menores en el MSM en el AI (H´Max= 4.42) y el AP (H´Max= 5.16); a pesar de que estos valores fueron los más bajos, representan una diversidad alta de especies. Estos resultados sugieren que la RE exhibe una mayor capacidad para sostener comunidades de aves más complejas.

Índice de Pielou (J´)

Respecto al índice de Pielou (J´), la mayor equitatividad de especies se registró en el MSM en el AP (J'=0.71) y en AI (J'=0.65), esto indica que todas las especies podrían ser igualmente abundantes en ambos sitios.

En los otros tipos de vegetación, se registró una equitatividad de especies cercana a J´=0.50, lo que indica que la equitatividad fue intermedia, es decir, que, aunque no hay una dominancia absoluta de una sola especie, tampoco todas las especies tienen abundancias similares, algunas especies son más abundantes que otras, pero la distribución no es extremadamente desigual.

En el caso del MET, se observaron los valores más bajos (J´=0.45 – 0.42) lo que indica que hay algunas especies dominantes, lo que podría sugerir ausencia de uniformidad en algunas comunidades de aves.

Índice de Margalef (DMg)

Finalmente, siguiendo los criterios establecidos para el índice de Margalef (DMg), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. Los valores más altos de riqueza se registraron en MKX en la RE (DMg= 12.98), seguido de PC en la RE (DMg= 12.36) y MET en la RE (DMg= 10.94). En los otros tipos de vegetación, a pesar de ser valores más bajos, se observó que también indican una alta biodiversidad.

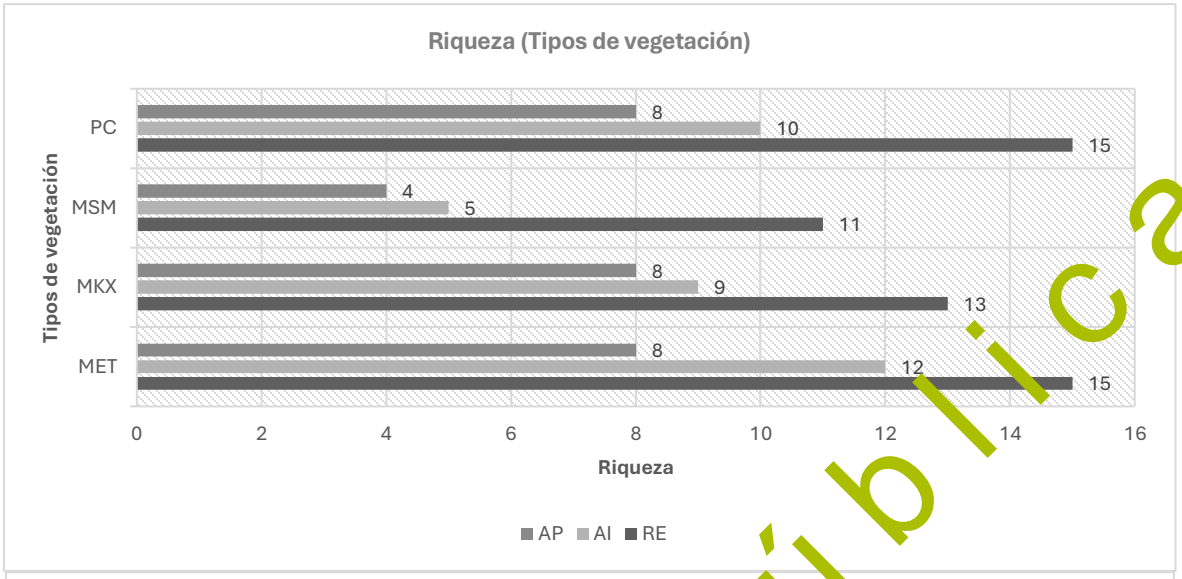
La alta riqueza registrada en el grupo de avifauna se debe a las diversas formas de detectar su presencia, por lo que fue el grupo con mayor representación de individuos y especies.

Mamíferos

Abundancia (S) y riqueza (S)

Los resultados obtenidos derivados de los monitoreos en la RE, AI y AP muestran que los mamíferos estuvieron presentes en los cuatro tipos de vegetación monitoreados.

Consulta Pública



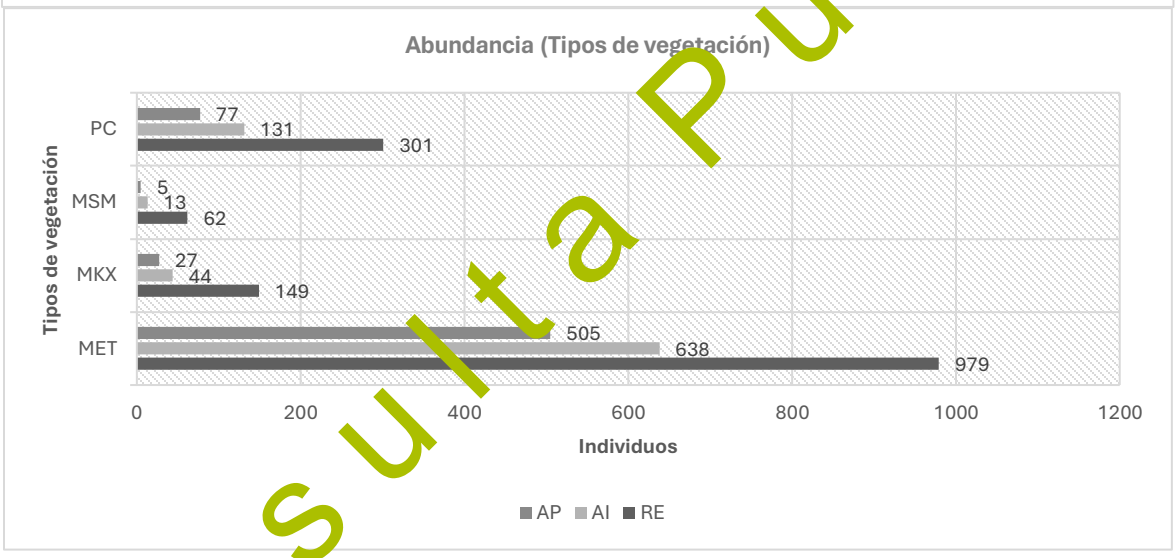


Figura 58. Riqueza (S) y abundancia (N) de mamíferos registrados en la RE, AI y AP

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

En la RE, el mayor número de especies se registró en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) y Pastizal Cultivado (PC) con S=15 especies cada uno, mientras que en el Mezquital Xerófilo (MET) se observó el mayor número de individuos (N=979). Las especies que tuvieron presencia en los cuatro tipos de vegetación fueron nueve, lo que representa el 60% del total de especies registradas; la especie más abundante fue *Pecari tajacu* con 361 individuos.

En el caso del AI, los resultados fueron similares a la RE, ya que donde se registró el mayor número de especies (S=10) fue el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), así como el mayor número de individuos (N=638). Las especies más representativas fueron 4, ya que se registraron en los cuatro tipos de vegetación y representan 33.33% del total de las especies observadas, mientras que el *Pecari tajacu* fue la especie más abundante con 258 individuos.

Consulta Pública

Respecto al AP, tanto en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) como en el Mezquital Xerófilo (MKX) y Pastizal Cultivado (PC) se registró el mayor número de especies (S=8), siendo el mismo valor para los tres, mientras que en el MET fue donde se registró el mayor número de individuos (N=505). Las especies con mayor presencia en el AP que se registraron en los cuatro tipos de vegetación fueron cuatro, que representan el 50% del total de las especies observadas; además *Pecari tajacu* fue la más abundante con 220 individuos.

Tabla 108. Índices de diversidad de mamíferos, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP

	MET			MKX			MSM			PC		
Índices	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**
AR	2.47	1.61	1.28	0.38	0.11	0.07	0.16	0.03	0.01	0.76	0.33	0.19
Simpson (λ)	0.15	0.21	0.23	0.16	0.21	0.22	0.21	0.25	0.28	0.14	0.20	0.24
Shannon (H')	2.20	1.80	1.67	2.07	1.81	1.75	1.91	1.46	1.3	2.25	1.85	1.70
H´Max	6.89	6.46	6.22	5.00	3.78	3.30	4.1	2.56	1.61	5.71	4.88	4.34
Equitatividad (J')	0.32	0.28	0.27	0.41	0.48	0.53	0.4	0.7	0.83	0.39	0.38	0.39
Margalef (DMg)	2.03	1.70	1.12	2.40	2.11	2.1	2.42	1.56	1.86	2.45	1.85	1.61

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

Tabla 109. Parámetros de los índices de diversidad

Índices	Parámetros
AR	-
Simpson (λ)	0= Muy diversa; 1=No hay diversidad
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad
H´Max	-
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad; 1= Todas las especies son igualmente abundantes
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto

Abundancia relativa (AR)

La mayor abundancia relativa (AR) más alta se registró en el MET en los tres sitios, en la RE fue de AR= 2.47 individuos/muestreos donde se obtuvo el valor más alto, seguido del AI con AR=1.61 individuos/muestreos; y finalmente, en el AP con AR= 1.28 individuos/muestreos. En los tipos de vegetación que tuvieron una baja abundancia relativa (MKX y MSM en el AP y AI) se debe a que fue donde se registraron menos individuos.

Índice de Simpson (λ)

Del índice de Simpson, en ningún tipo de vegetación se registró dominancia total de especies. Sin embargo, en el MSM del AI (λ = 0.25) y AP (λ = 0.28) se observaron los valores más altos, lo que indica una menor diversidad de especies. En el caso de PC, MKX y MSM en la RE, los valores oscilaron entre λ = 0.14–0.16, lo que indica que la comunidad fue más diversa, ya que los individuos estuvieron mejor distribuidos entre las especies, lo demuestra que hay una baja dominancia de algunas especies en estos sitios.

Consulta Pública

Índice de Shannon Wiener (H´)

El valor más alto respecto al índice de Shannon Wiener se registró en el tipo de vegetación PC (H´=2.25), seguido del MET (H´=2.20) y MKX (H´=2.07) en la RE; respecto al AI, el PC fue donde se registró el valor más alto (H´=1.85) seguido de MKX (H´=1.81) y MET (H´=1.80); y finalmente en el AP, el valor más alto se registró en el MKX (H´=1.75). De acuerdo con los parámetros de este índice, la diversidad obtenida fue mediana para todos, a excepción del MSM en AI y AP donde los valores oscilaron entre H´=1.46 y H´=1.33, estos valores mínimos reflejan que la diversidad registrada fue baja.

Diversidad máxima (H'Max)

De acuerdo con el índice de H´Max es más probable registrar una diversidad máxima en el MET de la RE (H'Max=6.89), AI (H'Max=6.46) y AP (H'Max=6.22), esto es congruente con que en este tipo de vegetación se registró el mayor número de especies. Caso contrario donde se observaron los valores más bajos en el MSM en AI (H´Max=2.56) y AP (H´Max=1.61) que representan una diversidad media de especies.

Índice de Pielou (J´)

El índice de Pielou (J´) mide la distribución de los individuos entre las especies, la mayor equitatividad de especies se registró en el MSM en el AP (J'=0.83), esto representa que las especies de esta comunidad con casi iguales en abundancia de individuos. En el caso de MET, se observa una dominancia muy marcada en los tres sitios (RE J'=0.32, AI J'=0.28 y AP J'=0.27, respectivamente), lo que indica que algunas especies son dominantes y señala ausencia de uniformidad.

Índice de Margalef (DMg)

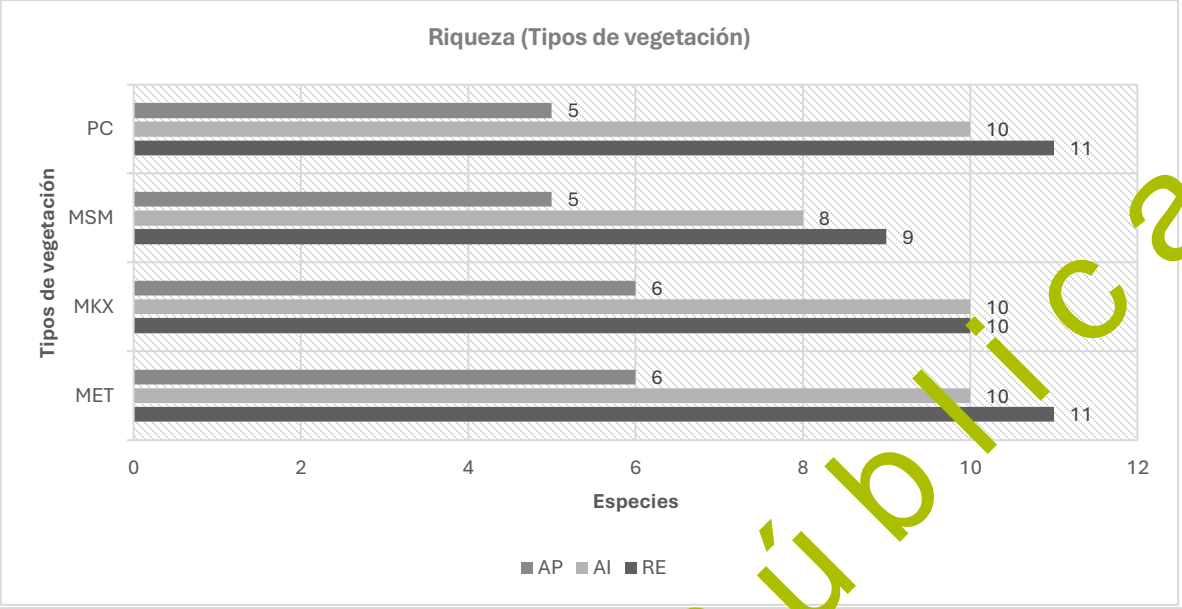
Finalmente, de acuerdo con los criterios establecidos para el índice de Margalef (DMg), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. De acuerdo con lo anterior, los valor más altos se registraron en la RE: primeramente, en el PC (DMg= 2.45), MSM (DMg= 2.42) y MKX (DMg= 2.40), lo que indica una riqueza mediana de especies de mamíferos. En el MET de AP (DMg= 1.12) se registró el valor más bajo, lo que representa una baja riqueza de especies.

Reptiles

Abundancia (S) y riqueza (S)

Los resultados obtenidos durante los monitoreos en la RE, AI y AP muestran que el grupo de los reptiles estuvieron presentes en los cuatro tipos de vegetación monitoreados.

Consulta Pública



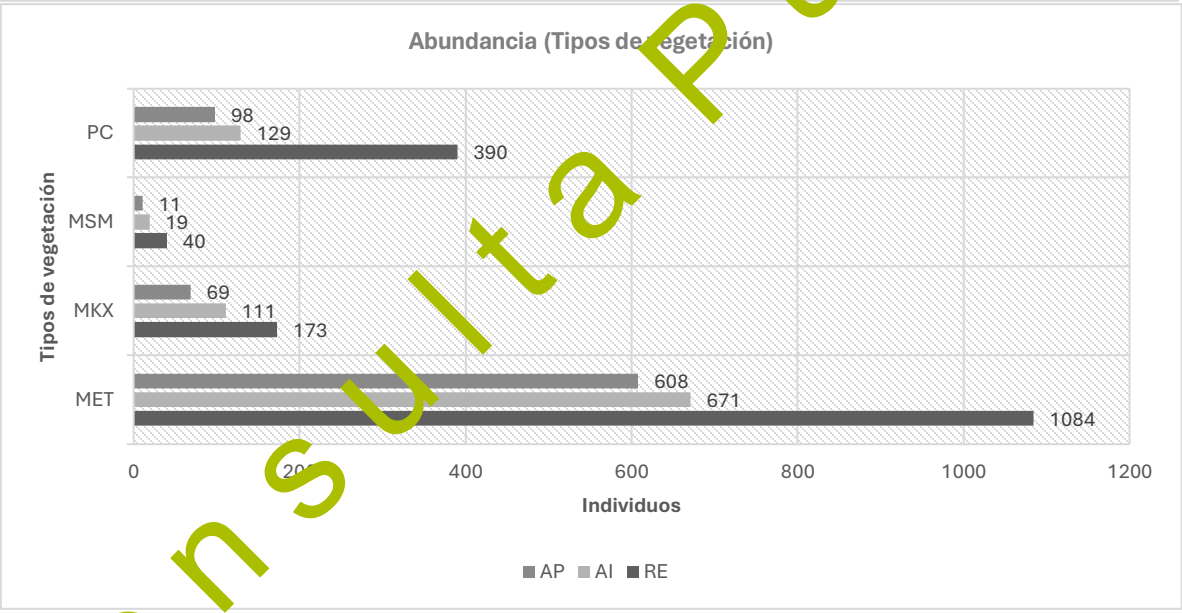


Figura 59. Riqueza (S) y abundancia (N) de reptiles registrados en la RE, AI y AP

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

En la Región Ecológica, tanto en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) como en el Pastizal Cultivado (PC) se registró el mayor número de especies (S=11); mientras que en el MET se observó el mayor número de individuos (N=1084). Las especies que tuvieron presencia en los cuatro tipos de vegetación fueron 9, que representan 81.82% del total de las especies registradas; *Sceloporus variabilis* fue la especie más abundante con 546 individuos

En el caso del AI, se registró el mayor número de especies (S=7) en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), el Mezquital Xerófilo (MKX) y el Pastizal Cultivado (PC) con 10 especies cada uno; en el caso del MET fue donde se observó el mayor número de individuos (N= 671). Las especies

Consulta Pública

más representativas, es decir, las que se registraron en los cuatro tipos de vegetación fueron siete y representaron el 63.64% del total de las registradas, mientras que *Sceloporus variabilis* fue la especie más abundante con 316 individuos.

Finalmente, en el AP, donde se observó el mayor número de especies fueron el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) y el Mezquital Xerófilo (MKX) con S=6 cada uno, y donde se observó el mayor número de individuos fue el MET (N=608). Las especies más representativas, es decir, las que se registraron en los cuatro tipos de vegetación fueron cuatro y representaron el 66.67% del total de las registradas, *Sceloporus variabilis* fueron la especies más representativa, ya que se registraron N=300 individuos, por lo que fue la más abundante.

Tabla 110. Índices de diversidad de reptiles, para cada tipo de vegetación en la RE, AI y AP

	MET			MKX			MSM			PC		
Índices	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**	**RE**	**AI**	**AP**
AR	2.74	1.69	1.54	0.44	0.28	0.17	0.10	0.05	0.03	0.98	0.33	0.25
Simpson (λ)	0.21	0.24	0.29	0.21	0.21	0.29	0.19	0.21	0.26	0.22	0.22	0.28
Shannon (H')	1.82	1.65	1.42	1.82	1.81	1.47	1.90	1.79	1.47	1.78	1.73	1.35
H´Max	6.99	6.51	6.41	5.15	4.71	4.23	3.69	2.94	2.40	5.97	4.86	4.58
Equitatividad (J')	0.26	0.25	0.22	0.35	0.38	0.41	0.52	0.61	0.61	0.30	0.36	0.29
Margalef (DMg)	1.43	1.38	0.78	1.75	1.91	1.18	2.17	2.38	1.67	1.68	1.85	0.87

Tipos de Vegetación: Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Mezquital Xerófilo (MKX), Matorral Submontano (MSM), Pastizal Cultivado (PC).

Tabla 111. Parámetros de los índices de diversidad

Índices	Parámetros
AR	-
Simpson (λ)	0= Muy diversa; 1=No hay diversidad
Shannon (H')	0= una sola especie, <1.5 baja diversidad, 1.6 - 3 mediana diversidad, >3 para alta diversidad
H´Max	-
Equitatividad (J')	0= Ausencia de uniformidad; 1= Todas las especies son igualmente abundantes
Margalef (DMg)	≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto

Abundancia relativa (AR)

La mayor abundancia relativa (AR) del grupo de reptiles se registró en el MET, primeramente, en la RE (AR=0.50), seguido del AI (AR=1.69), mientras que los valores más bajos se observaron en el MSM para los tres sitios (AR= 0.03 – 0.10), lo cual se debe a que fue donde se registraron menos especies e individuos.

Índice de Simpson (λ)

Del índice de Simpson, en ningún tipo de vegetación se registró dominancia total de especies (λ = 1). Sin embargo, en el MET y MKX del AP (λ = 0.29) se observó el valor más alto lo que indica una menor diversidad de especies. En el caso del MSM en la RE, el valor fue de λ = 0.19, lo que indica

Consulta Pública

que la comunidad fue más diversa, ya que los individuos estuvieron mejor distribuidos entre las especies y demuestra que hay una baja dominancia de algunas especies.

Índice de Shannon Wiener (H´)

Los valores más altos del índice de Shannon Wiener se registraron en el MSM de la RE (H´=1.80) de acuerdo con los valores de este índice, la diversidad obtenida fue mediana, mientras que en todos los tipos de vegetación del AP (H´= 1.35 – 1.47), los valores fueron bajos los cuales indicaron una baja diversidad.

Índice de diversidad máxima (H´Max)

De acuerdo con el índice de H´Max es más probable registrar una diversidad máxima en el MET de la RE (H'Max=6.99) y del AI (H'Max=6.51), esto es congruente con que en estos tipos de vegetación se registró un mayor número de especies e individuos. Caso contrario a MSM donde se observaron los valores más bajos en el AI (H´Max= 2.94) y AP (H´Max= 2.40) respectivamente, lo que representan una diversidad mediana de especies. Esto se debe a las especies de reptiles por lo regular tienen hábitos evasivos con los humanos, lo que hace que sean más difíciles de observar.

Índice de Pielou (J´)

El índice de Pielou (J´) mide la distribución de los individuos entre las especies, la mayor equitatividad de especies se registró en el MSM en el AI y AP (J'=0.61), esto representa que todas las especies registradas podrían ser igualmente abundantes. En los otros tipos de vegetación, la dominancia podría estar representada en el MET en los tres sitios (J'=0.22 - 0.26), lo cual indica que algunas especies fueron dominantes.

Índice de Margalef (DMg)

Finalmente, de acuerdo con los criterios para el índice de Margalef (DMg), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. De acuerdo con lo anterior, el valor más alto se registró en el MSM del AI (DMg= 2.38) y de la RE (DMg= 2.17), lo que indica una riqueza mediana de especies de reptiles. Los valores más bajos se registraron en el MET (DMg= 0.78) y PC (DMg= 0.87) del AP, donde se observó una baja riqueza de especies; estos valores coinciden con lo obtenido con el índice de Shannon, donde los mismos tipos de vegetación registraron los valores más bajos.

Consulta Pública

III.7 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

Clima

El clima constituye uno de los principales factores físicos que regulan el funcionamiento de los ecosistemas, al controlar la disponibilidad de agua, el balance energético, la productividad primaria, los procesos de formación de suelos y la distribución de las comunidades vegetales y faunísticas. Asimismo, representa uno de los componentes ambientales que mayor influencia ejerce sobre la dinámica hidrológica, la erosión, la recarga de acuíferos y la evolución del paisaje, por lo que su caracterización resulta indispensable para comprender las condiciones ambientales actuales de la Región ecológica y evaluar la interacción del proyecto con el medio físico.

En proyectos de infraestructura para la generación de energía eólica, el clima adquiere una relevancia adicional, ya que las variables meteorológicas condicionan tanto el funcionamiento del recurso eólico como las características ambientales bajo las cuales se desarrollarán las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. En este sentido, el conocimiento de las unidades climáticas permite identificar la disponibilidad natural de humedad, la estacionalidad de las precipitaciones, los periodos de sequía y las condiciones generales que han determinado la evolución del paisaje y de la cobertura vegetal existente.

La caracterización climática del presente estudio se realizó mediante el análisis de la cartografía temática disponible en el Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la cual emplea la clasificación climática de Köppen modificada por García (2004), ampliamente utilizada en México para la representación de los diferentes tipos de clima. Mediante técnicas de análisis espacial en un Sistema de Información Geográfica se efectuó la intersección entre las unidades climáticas y los polígonos correspondientes a la Región ecológica, Área de influencia y Área del proyecto, obteniendo la superficie y porcentaje de ocupación de cada unidad climática.

Consulta Pública

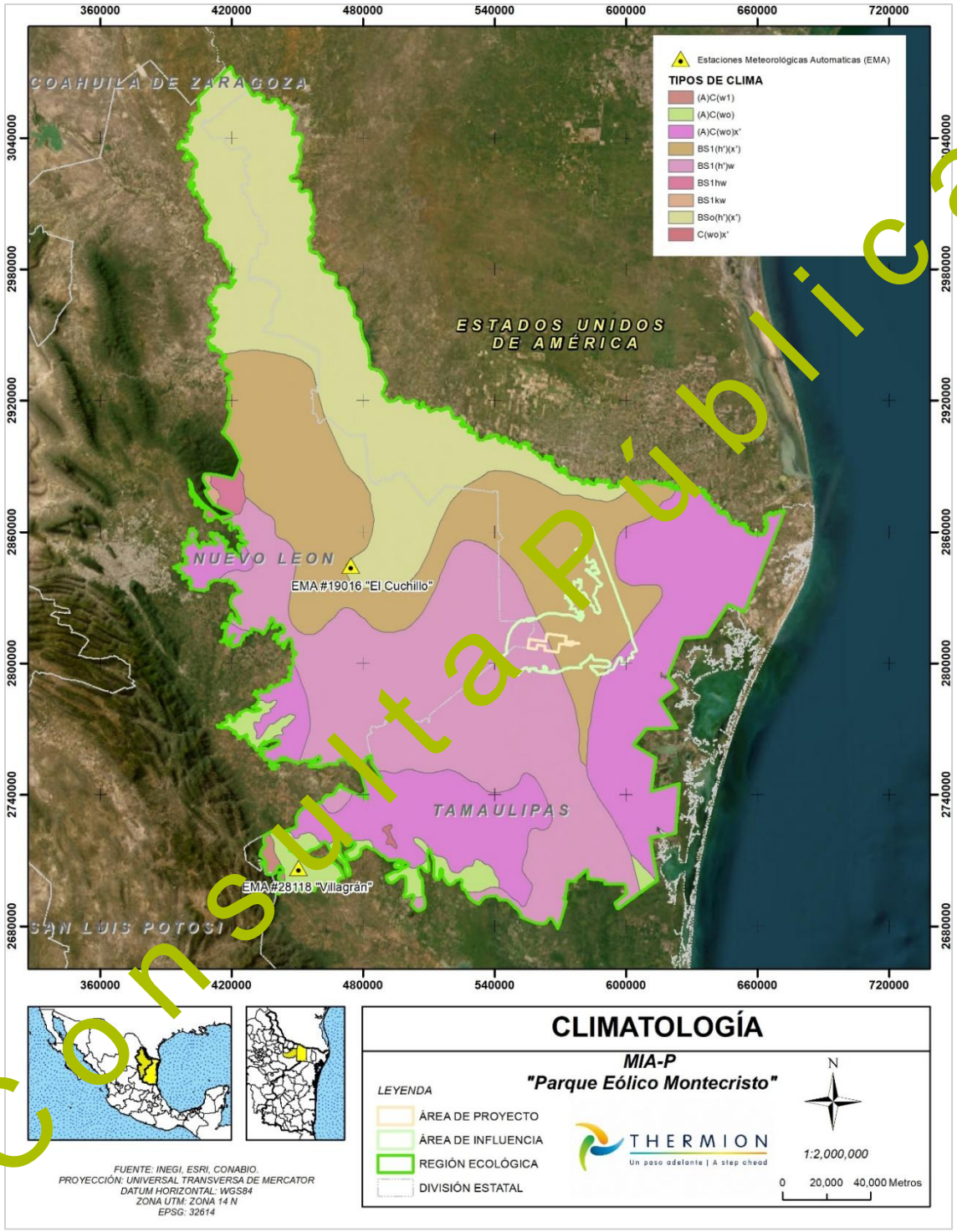


Figura 60. Tipos de clima y estaciones meteorológicas presentes en RE, Ai y Ap.

Consulta Pública

Estaciones meteorológicas

Se consultó la información de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), obteniendo los registros de temperatura promedio mensual mínima, media y máxima, así como también la precipitación promedio mensual y evaporación.

Las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS) consideradas con incidencia en las unidades de estudio son: Villagrán (28118) y El Cuchillo (19016), para la Región ecológica, y El Cuchillo (19016) para el Área de influencia y Área del proyecto.

Estación meteorológica "El Cuchillo (19016)"

Se recopilaron los registros de la estación meteorológica "El Cuchillo (19016)", donde se obtuvieron los datos de precipitación máxima, precipitación media, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y evaporación.

Tabla 112. Registros climáticos anuales de estación meteorológica "El Cuchillo (19016)"

Estación meteorológica El Cuchillo (19016)						
Mes	**Precipitación media (mm)**	**Precipitación máxima (mm)**	**Temperatura máxima (°C)**	**Temperatura mínima (°C)**	**Temperatura media (°C)**	**Evaporación (mm)**
Enero	20.2	97.8	20.9	8.9	14.9	-
Febrero	14.6	95.6	24.1	10.8	17.4	-
Marzo	19.6	87.8	29	14.2	21.1	-
Abril	48.9	211.2	37.7	17.7	24.7	-
Mayo	71.2	197.8	34.4	21	27.7	-
Junio	66.6	190.2	36.5	22.8	29.6	-
Julio	82.4	366.6	37.2	23.8	30.5	-
Agosto	53.2	165.4	37.6	23.8	30.7	-
Septiembre	139.4	352.6	33.8	22	27.9	-
Octubre	34.4	163.7	30.5	18.2	24.3	-
Noviembre	25	102.1	25.6	13.5	19.5	-
Diciembre	17.1	115.1	22.1	9.9	16	-
Anual	**592.6**	**-**	**30.2**	**17.2**	**23.7**	-

La temperatura media anual para la estación es de 23.7 °C, con una temperatura máxima media anual de 30.2 °C y mínima media de 17.2 °C. El periodo más cálido se presenta entre mayo y septiembre, cuando las temperaturas medias mensuales se mantienen entre 27.7 y 30.7 °C. El mes que registra mayor temperatura media es agosto con 30.7 °C, así como la mayor máxima media mensual de 37.6 °C, mientras que enero es el mes más frío, con una temperatura media de 14.9 °C y mínima media de 8.9 °C.

Consulta Pública

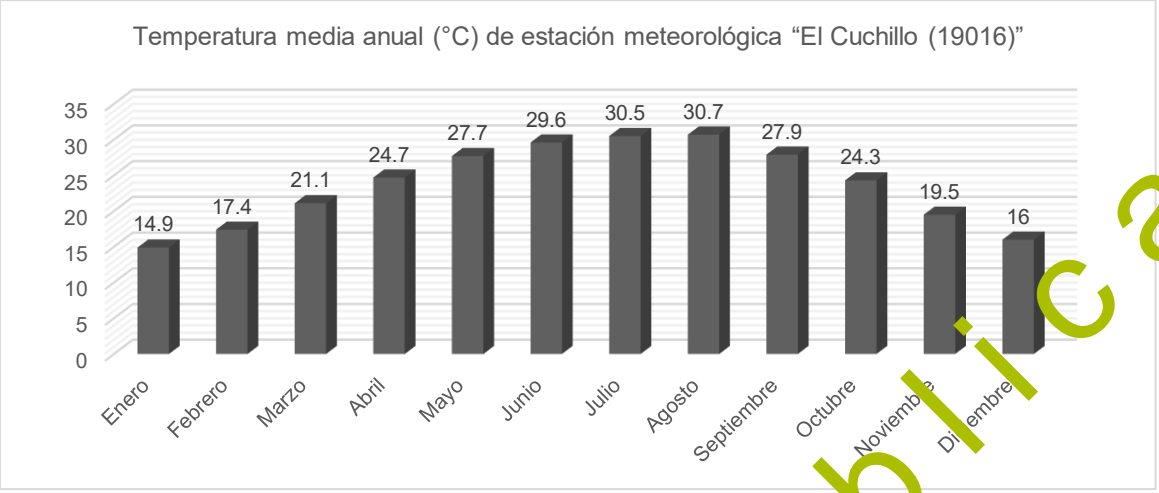


Figura 61. Temperatura media anual en estación meteorológica El Cuchillo (19016)

La precipitación media anual en la estación es de 592.6 mm, el periodo de mayor aporte pluvial se concentra principalmente entre abril y septiembre. Los valores más altos los presentaron los meses de septiembre (139.4), julio (82.4), mayo (71.2), junio (66.6) y agosto (53.2), en conjunto, de mayo a septiembre se acumulan 412.8 mm, alrededor del 69.7% de la precipitación anual, lo que indica una marcada concentración de las lluvias durante la temporada cálida. Durante los meses de invierno e inicios de primavera las precipitaciones son menores, febrero registra el valor más bajo (14.6), seguido de diciembre (17.1), marzo (19.6) y enero (20.2).

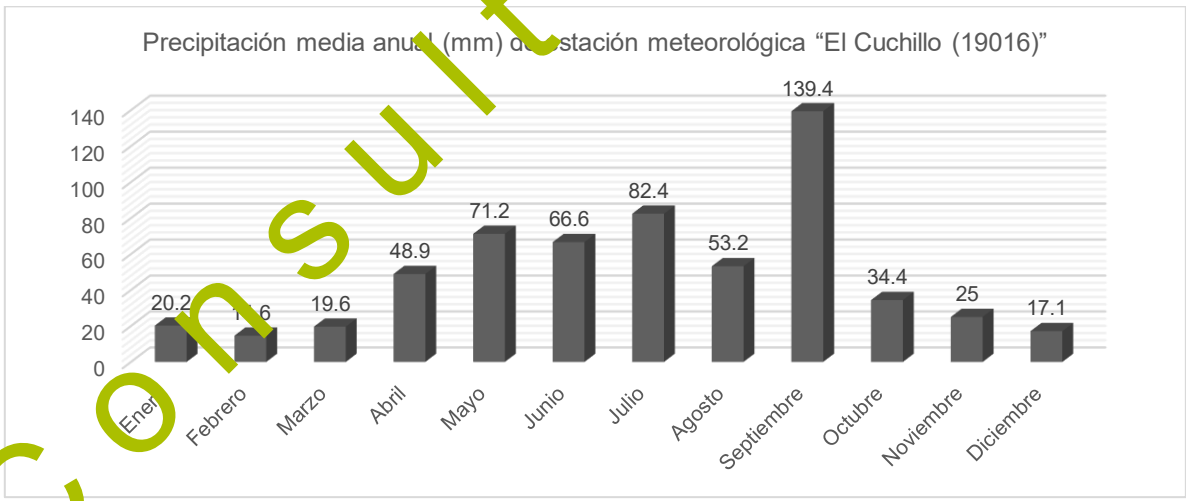


Figura 62. Precipitación media anual en estación meteorológica El Cuchillo (19016)

Respecto a la evaporación, no se encontraron registros en esta estación meteorológica.

Estación meteorológica “Villagrán (28118)”

Se recopilaron los registros de la estación meteorológica “Villagrán (28118)”, donde se obtuvieron los datos de precipitación máxima, precipitación media, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media y evaporación.

Consulta Pública

Tabla 113. Registros climáticos anuales de estación meteorológica "Villagrán (28118)"

Estación meteorológica Villagrán (28118)						
Mes	**Precipitación media (mm)**	**Precipitación máxima (mm)**	**Temperatura máxima (°C)**	**Temperatura mínima (°C)**	**Temperatura media (°C)**	**Evaporación (mm)**
Enero	21	154	20.3	7	13.7	73.9
Febrero	13.5	56.5	23.6	9	16.3	96.7
Marzo	27.6	125.5	27.8	12.9	20.3	141.8
Abril	71.4	201	31	17	24	157.4
Mayo	133.4	323.1	31.7	19.9	25.8	151.1
Junio	152.3	572.7	33.3	21.3	27.3	168.3
Julio	84.2	426.9	34.3	21.2	27.7	192.2
Agosto	119.1	296	34.7	21.2	27.9	189
Septiembre	194.8	497	31.8	20.3	26	140
Octubre	72.4	243.5	28.1	16.8	22.4	103.9
Noviembre	26.1	178	24.6	12.3	18.4	85.2
Diciembre	19.8	116	21.6	9	15.3	69.9
Anual	**935.6**	**-**	**28.6**	**15.7**	**22.1**	**1569.6**

La temperatura media anual para la estación es de 22.1 °C, con una temperatura máxima media anual de 28.6 °C y mínima media de 15.7 °C. La temperatura media mensual aumenta progresivamente desde enero, que presenta el valor más bajo (13.7), hasta alcanzar su máximo valor en agosto (27.9), seguido de julio (27.7) y junio (27.3), a partir de septiembre comienza un descenso gradual hasta enero.

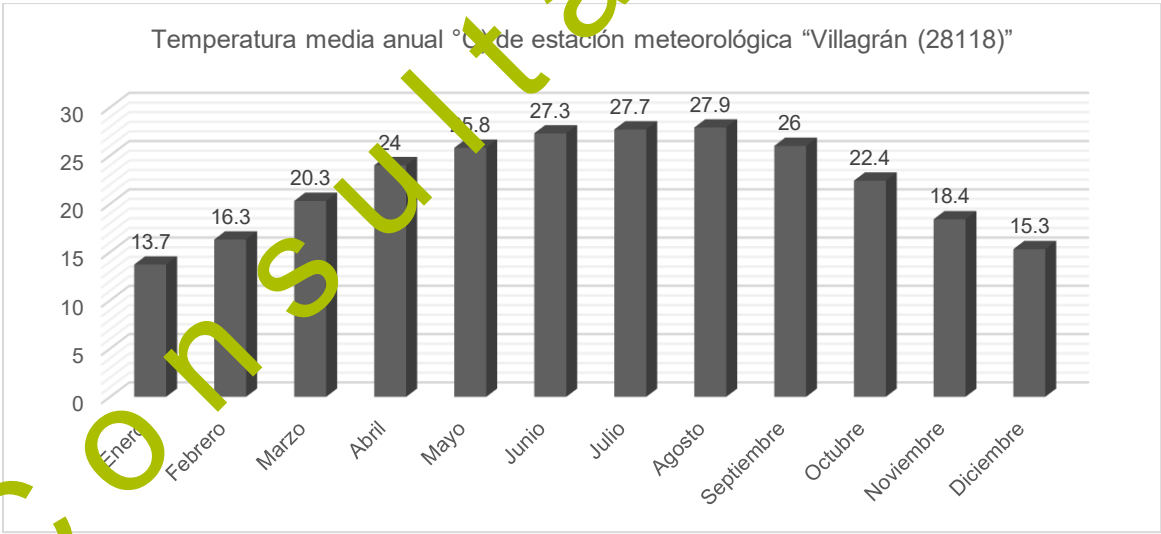


Figura 63. Temperatura media anual en estación meteorológica Villagrán (28118)

La precipitación media anual en la estación es de 935.6 mm, el periodo con mayor aporte pluvial se concentra entre mayo y septiembre (683.8) que representa el 73.1% de la precipitación anual. Septiembre es el mes con mayor precipitación media (194.8) seguido de junio (152.3), mayo (133.4) y agosto (119.1), mientras que febrero presenta la menor precipitación media (13.5), seguido de diciembre (19.8) y enero (21).

Consulta Pública

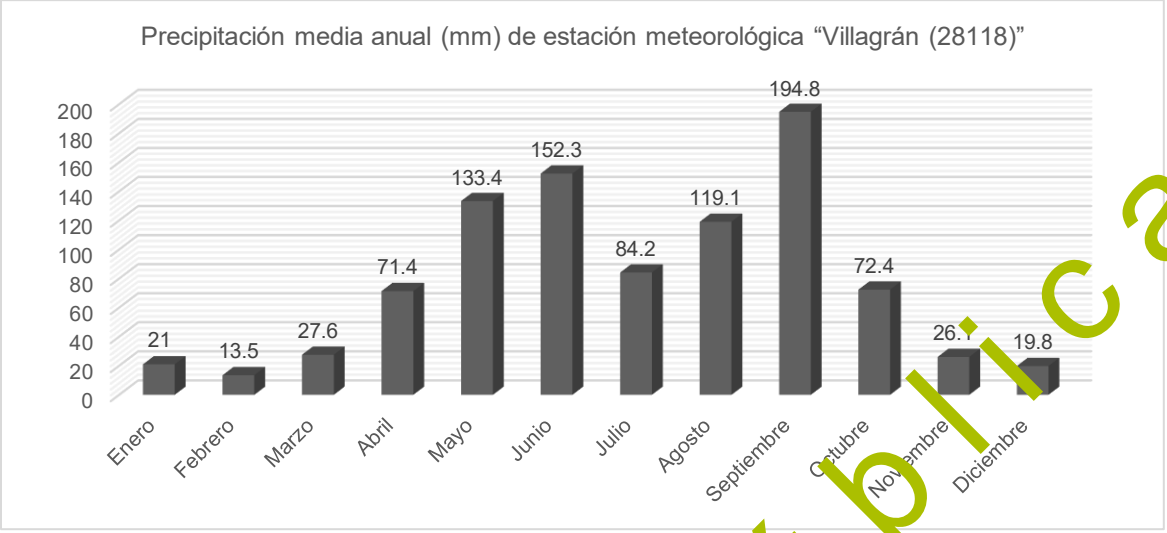


Figura 64. Precipitación media anual en estación meteorológica Villagrán (28118)

La evaporación anual acumulada alcanza 1,569.6 mm, valor considerablemente superior a la precipitación media anual de 935.6 mm. La evaporación aumenta desde los meses invernales hacia la temporada cálida, alcanzando su máximo en julio (192.2) y agosto (189), aunque junio también presenta un valor elevado de 168.5 mm. Posteriormente disminuye hasta alcanzar el mínimo en diciembre de 69.9 mm.

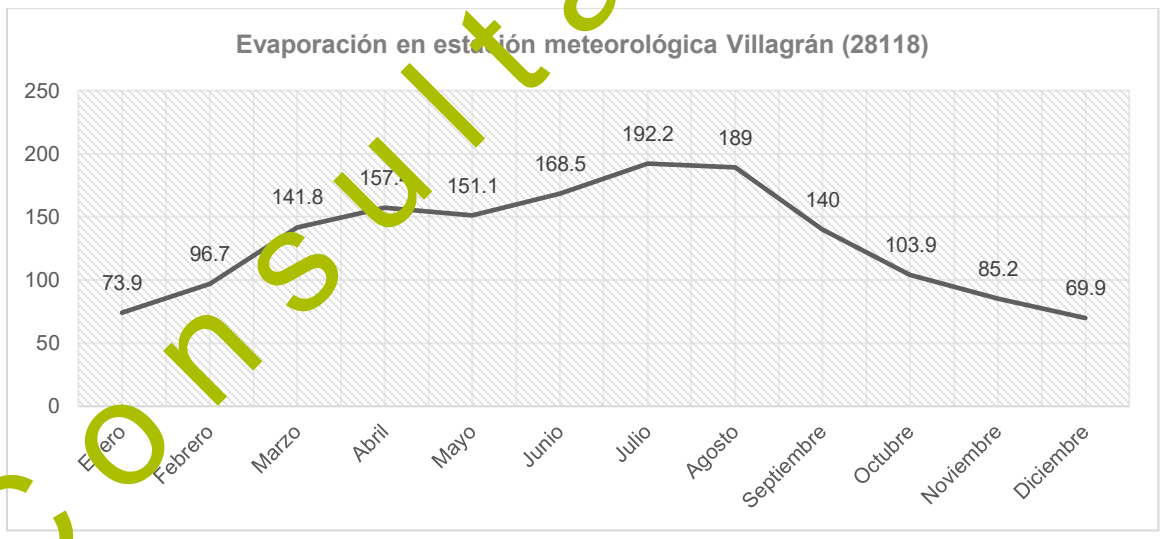


Figura 65. Evaporación en estación meteorológica Villagrán (28118)

Región Ecológica

La Región ecológica abarca un total de 4,896,053.89 hectáreas y presenta la mayor variabilidad climática de las tres unidades de análisis, identificándose un total de nueve unidades climáticas. Esta diversidad responde principalmente a la amplitud territorial considerada para la delimitación de la Región ecológica, la cual comprende distintas condiciones fisiográficas y gradientes ambientales que favorecen la presencia de diferentes ambientes climáticos.

Consulta Pública

De acuerdo con el análisis espacial realizado, predominan ampliamente los climas secos y semiáridos. Las unidades BS1(h')w, BS1(h')(x'), BSo(h')(x') y A(C)w_0x' representan conjuntamente la mayor parte de la superficie regional, alcanzando aproximadamente el 95% de la Región ecológica. Esta distribución evidencia que el territorio se encuentra dominado por condiciones de limitada disponibilidad de humedad, temperaturas relativamente elevadas y una marcada estacionalidad en la ocurrencia de las precipitaciones.

En menor proporción se presentan los climas (A)C(w_0), BS1kw, BS1hw, C(w_0)x' y (A)C(w1), cuya representación espacial es reducida y se restringe a sectores específicos de la región. Asimismo, se identifican pequeñas áreas clasificadas como "No Disponible", cuya superficie resulta prácticamente insignificante respecto al total analizado.

La presencia de esta diversidad climática refleja las variaciones altitudinales y geomorfológicas presentes dentro de la Región ecológica, donde las condiciones cambian gradualmente desde ambientes de carácter semiárido hacia zonas con mayor disponibilidad de humedad, principalmente asociadas a las elevaciones de la Sierra Madre Oriental y a las transiciones fisiográficas existentes dentro del territorio analizado.

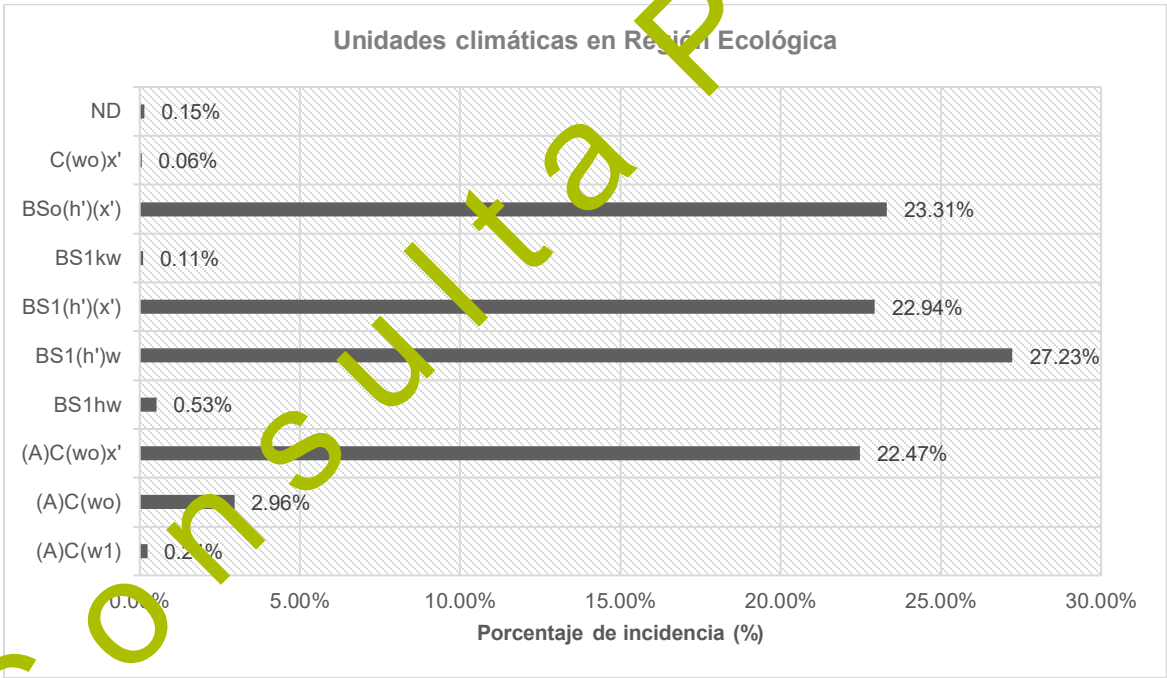


Figura 66. Unidades climáticas en Región Ecológica

En la RE se presentan las estaciones Villagrán (28118) y El Cuchillo (19016), los registros muestran que la temperatura media anual oscila entre 23.7°C y 22.1°C. En ambas estaciones, enero es el mes con la menor temperatura media, con 13.7 °C en Villagrán y 14.9 °C en El Cuchillo. Los valores máximos se registran en agosto, con 27.9 °C en Villagrán y 30.7 °C en El Cuchillo. Por lo tanto, la amplitud entre el mes más frío y el más cálido es de 14.2 °C en Villagrán y 15.8 °C en El Cuchillo, indicando una variación térmica estacional ligeramente más pronunciada en esta última.

Consulta Pública

Tabla 114. Temperatura media anual en Región Ecológica

	Temperatura media anual (°C) en Región Ecológica					
	El Cuchillo			Villagrán		
	# Estación	Latitud	Longitud	# Estación	Latitud	Longitud
	19016	25.7180556	-99.2558333	28118	24.4705556	-99.4886111
Enero	14.9			13.7		
Febrero	17.4			16.3		
Marzo	21.1			20.3		
Abril	24.7			24		
Mayo	27.7			25.8		
Junio	29.6			27.3		
Julio	30.5			27.7		
Agosto	30.7			27.		
Septiembre	27.9			26		
Octubre	24.3			22.4		
Noviembre	19.5			18.4		
Diciembre	16			15.3		
Anual	**23.7**			**22.1**		

En cuanto al régimen de precipitación, ambas estaciones presentan un patrón similar, con menor precipitación durante el invierno y mayor concentración de lluvias entre mayo y septiembre. Sin embargo, Villagrán registra condiciones considerablemente más húmedas, con una precipitación media anual de 935.6 mm, frente a 592.6 mm en El Cuchillo, una diferencia de 343 mm.

En ambas estaciones, septiembre es el mes más lluvioso, con 194.8 mm en Villagrán y 139.4 mm en El Cuchillo. Los valores mínimos se presentan en febrero para Villagrán (13.5) y en febrero para El Cuchillo (14.6). Las mayores diferencias entre estaciones ocurren durante la temporada lluviosa, principalmente en junio, con 152.3 mm en Villagrán frente a 66.6 mm en El Cuchillo, seguido de agosto (119.1 y 53.2 mm, respectivamente). En general, Villagrán presenta mayor precipitación durante prácticamente todo el año, mientras que las diferencias entre ambas estaciones son menores durante los meses secos.

Tabla 115. Precipitación media anual en Región Ecológica

	Precipitación media anual (mm) en Región Ecológica					
	El Cuchillo			Villagrán		
	# Estación	Latitud	Longitud	# Estación	Latitud	Longitud
	19016	25.7180556	-99.2558333	28118	24.4705556	-99.4886111
Enero	20.2			21		
Febrero	14.6			13.5		
Marzo	19.6			27.6		
Abril	48.9			71.4		
Mayo	71.2			133.4		
Junio	66.6			152.3		
Julio	82.4			84.2		

Consulta Pública

Agosto	53.2	119.1
Septiembre	139.4	194.8
Octubre	34.4	72.4
Noviembre	25	26.1
Diciembre	17.1	19.8
Anual	**592.6**	**935.6**

La evaporación registrada en la estación Villagrán presenta un acumulado anual de 1,569.6 mm, con variaciones a lo largo del año. Los valores más altos se registran durante los meses cálidos, alcanzando un máximo en julio con 192.2 mm, seguido de agosto con 189 mm y junio con 168.5 mm. En contraste, los valores más bajos corresponden a diciembre con 69.9 mm y enero con 73.9 mm. En general, la evaporación aumenta de invierno hacia verano y disminuye posteriormente conforme descienden las temperaturas.

Para la estación El Cuchillo no se dispone de datos de evaporación, por lo que no es posible realizar una comparación de esta variable entre ambas estaciones.

Tabla 116. Evaporación anual en Región Ecológica

	Evaporación (mm) en Región Ecológica		
	Villagrán		
	# Estación	**Latitud**	**Longitud**
	28118	24.4705556	-99.4886111
Enero	73.9		
Febrero	96.7		
Marzo	141.8		
Abril	157.4		
Mayo	151.1		
Junio	168.5		
Julio	192.2		
Agosto	189		
Septiembre	140		
Octubre	103.9		
Noviembre	85.2		
Diciembre	69.9		
Anual	**1569.6**		

Área de influencia

El Área de influencia abarca una superficie total de 171,697.73 hectáreas, el análisis cartográfico permitió identificar tres unidades climáticas: (A)C(wo)x', BS1(h')w y BS1(h')(x').

El clima BS1(h')(x') constituye la unidad predominante, al abarcar el 69.71 % del Área de influencia, seguido del clima BS1(h')w representando el 26.40%, mientras que el clima (A)C(wo)x' representa el 3.89% restante.

La dominancia de estas dos unidades evidencia que el entorno inmediato del proyecto se encuentra inmerso en un ambiente climático relativamente uniforme, caracterizado por condiciones secas a

Consulta Pública

semiáridas, temperaturas cálidas durante la mayor parte del año y precipitaciones concentradas principalmente durante la temporada de verano. Estas características condicionan una elevada evapotranspiración potencial, periodos prolongados de déficit hídrico y una marcada estacionalidad en la disponibilidad de humedad para la vegetación.

Desde una perspectiva ecológica, estas condiciones han favorecido el establecimiento de comunidades vegetales adaptadas a la escasez de agua, con especies capaces de soportar largos periodos de sequía mediante diferentes estrategias fisiológicas y morfológicas. Asimismo, la limitada disponibilidad de humedad constituye uno de los factores ambientales que condicionan la productividad primaria y la dinámica de regeneración natural de la vegetación.

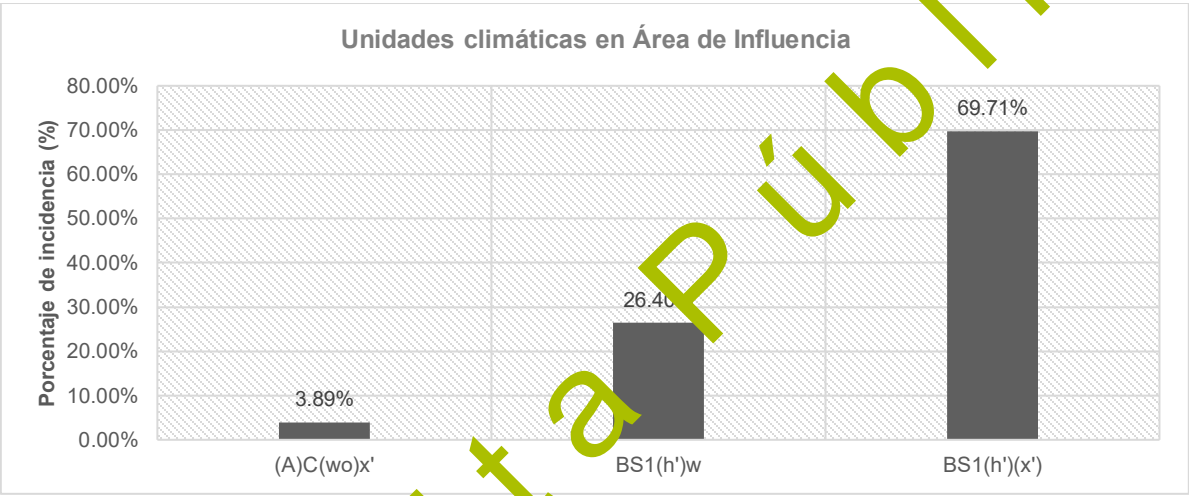


Figura 67. Unidades climáticas en Área de Influencia

La estación meteorológica correspondiente al Área de influencia es El Cuchillo (19016), dicha estación es caracterizada por registros de una temperatura media anual de 23.7 °C, una temperatura máxima media anual de 30.2 °C y mínima media de 17.2 °C. Entre mayo y septiembre se presentan las temperaturas más cálidas del año, manteniéndose entre 27.7 y 30.7 °C, siendo el mes con mayor temperatura agosto, con 30.7 °C. El mes más frío es enero, con una temperatura media de 14.9 °C y mínima media de 8.9 °C.

Tabla 117. Temperatura media anual en Área de Influencia

	Temperatura media anual (°C) en Área de Influencia		
	El Cuchillo		
	# Estación	Latitud	Longitud
	19016	25.7180556	-99.2558333
Enero	14.9		
Febrero	17.4		
Marzo	21.1		
Abril	24.7		
Mayo	27.7		
Junio	29.6		
Julio	30.5		

Consulta Pública

Agosto	30.7
Septiembre	27.9
Octubre	24.3
Noviembre	19.5
Diciembre	16
Anual	**23.7**

La precipitación media anual es de 592.6 mm; de abril a septiembre se encuentra el periodo con más lluvias durante el año, presentando los valores más altos en septiembre, con 139.4 mm, julio con 82.4 mm, mayo con 71.2 mm, junio con 66.6 y agosto con 53.2 mm. Durante los meses de invierno y los inicios de primavera, se presentan los valores más bajos del año, febrero registrando el valor más bajo con 14.6 mm, seguido de diciembre 17.1 mm, marzo con 19.6 mm y enero con 20.2.

Tabla 118. Precipitación media anual en Área de Influencia

	Precipitación media anual (mm) en Área de Influencia		
	El Cuchillo		
	# Estación	Latitud	Longitud
	19016	180556	-99.2558333
Enero	20.2		
Febrero	14.6		
Marzo	19.6		
Abril	48.9		
Mayo	71.2		
Junio	66.6		
Julio	82.4		
Agosto	53.2		
Septiembre	139.4		
Octubre	34.4		
Noviembre	25		
Diciembre	17.1		
Anual	**592.6**		

Respecto a la evaporación, no se encontraron registros en esta estación meteorológica.

Área del Proyecto

El Área del proyecto abarca una superficie total de 8,738.25 hectáreas, el análisis espacial permitió identificar únicamente dos unidades climáticas. El clima BS1(h')(x') representa el 58.06% de la superficie total del proyecto, constituyendo la unidad dominante, mientras que el clima BS1(h')w ocupa el 41.94 % restante.

El Área del proyecto presenta una relativa homogeneidad térmica, al encontrarse completamente comprendida dentro del tipo semiárido cálido; no obstante, se identifican diferencias en el régimen de precipitación entre las dos unidades climáticas que la conforman.

Las condiciones propias de los climas predominantes favorecen una elevada radiación solar, temperaturas cálidas durante gran parte del año y un balance hídrico deficitario, lo que limita el

Consulta Pública

desarrollo de vegetación de alta densidad y propicia el establecimiento de matorrales, pastizales y comunidades vegetales adaptadas a condiciones xéricas. De igual forma, la combinación de superficies abiertas, escasa rugosidad del terreno y la influencia de sistemas atmosféricos regionales favorece la presencia de regímenes de viento relativamente constantes, característica que representa uno de los principales atributos naturales para el aprovechamiento del recurso eólico en esta región del estado de Tamaulipas.

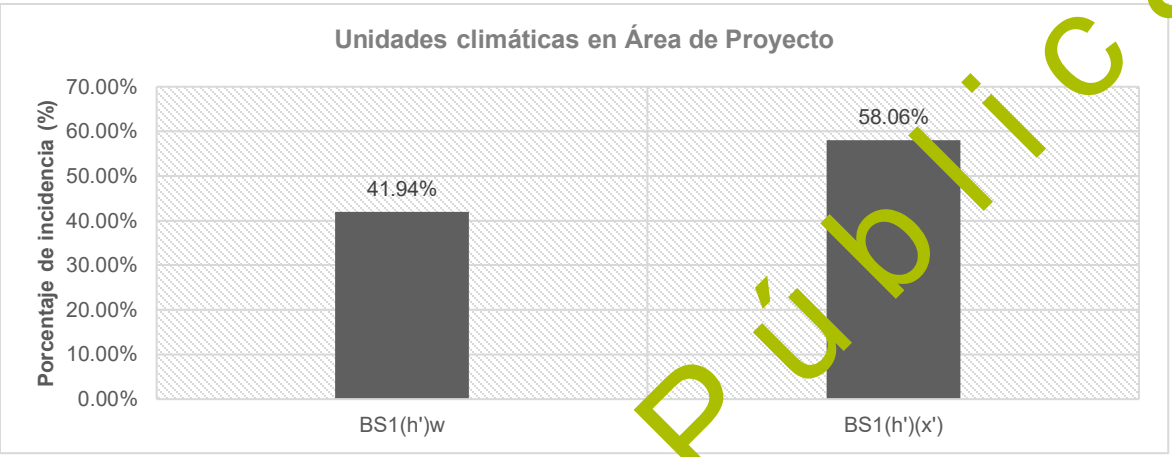


Figura 68. Unidades climáticas en Área de Proyecto

La estación meteorológica correspondiente al Área del proyecto es El Cuchillo (19016), dicha estación es caracterizada por registros de una temperatura media anual de 23.7 °C, una temperatura máxima media anual de 30.2 °C y mínima media de 17.2 °C. Entre mayo y septiembre se presentan las temperaturas más calidas del año, manteniéndose entre 27.7 y 30.7 °C, siendo el mes con mayor temperatura agosto, con 30.7 °C. El mes más frío es enero, con una temperatura media de 14.9 °C y mínima media de 8.9 °C.

Tabla 119. Temperatura media anual en Área del proyecto

	Temperatura media anual (°C) en Área de Proyecto		
	El Cuchillo		
	# Estación	Latitud	Longitud
	19016	25.7180556	-99.2558333
Enero	14.9		
Febrero	17.4		
Marzo	21.1		
Abril	24.7		
Mayo	27.7		
Junio	29.6		
Julio	30.5		
Agosto	30.7		
Septiembre	27.9		
Octubre	24.3		
Noviembre	19.5		
Diciembre	16		
Anual	**23.7**		

Consulta Pública

La precipitación media anual es de 592.6 mm; de abril a septiembre se encuentra el periodo con más lluvias durante el año, presentando los valores más altos en septiembre, con 139.4 mm, julio con 82.4 mm, mayo con 71.2 mm, junio con 66.6 y agosto con 53.2 mm. Durante los meses de invierno y los inicios de primavera, se presentan los valores más bajos del año, febrero registrando el valor más bajo con 14.6 mm, seguido de diciembre 17.1 mm, marzo con 19.6 mm y enero con 20.2.

Tabla 120. Precipitación media anual en Área de Proyecto

	Precipitación media anual (mm) en Área de Proyecto		
	El Cuchillo		
	# Estación	Latitud	Longitud
	19016	25.7180556	-99.2558333
Enero	20.2		
Febrero	14.6		
Marzo	19.6		
Abril	48.9		
Mayo	71.2		
Junio	66.6		
Julio	82.4		
Agosto	53.2		
Septiembre	139.4		
Octubre	34.4		
Noviembre	25		
Diciembre	17.1		
Anual	**592.6**		

Respecto a la evaporación, no se encontraron registros en esta estación meteorológica.

Análisis integral climatológico

Mientras que la Región ecológica integra nueve unidades climáticas derivadas de su amplia extensión territorial y de la presencia de distintos ambientes fisiográficos, el Área de influencia presenta tres unidades y el Área del proyecto dos unidades climáticas, lo que refleja una elevada uniformidad ambiental dentro del entorno inmediato del proyecto.

Esta condición resulta relevante desde el punto de vista de la evaluación del impacto ambiental, ya que indica que las actividades asociadas al proyecto no se desarrollarán sobre un mosaico de condiciones climáticas contrastantes, sino dentro de un ambiente climático relativamente homogéneo. En consecuencia, no se prevé que las obras generen modificaciones en los patrones climáticos regionales, ni alteraciones en los procesos atmosféricos que caracterizan a la RE.

En términos ecológicos, el predominio de climas secos y semiáridos constituye uno de los factores que explican la composición florística, la estructura de la vegetación y la disponibilidad limitada de recursos hídricos presentes en el área de estudio. Asimismo, estas condiciones climáticas han favorecido históricamente el establecimiento de paisajes abiertos y comunidades vegetales adaptadas al estrés hídrico, aspectos que serán considerados en la evaluación de impactos y en el diseño de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental propuestas para el proyecto.

Consulta Pública

Tabla 121. Unidades climáticas en RE, Ai y Ap

Unidades climáticas de Región Ecológica				
Clave	**Temperatura y precipitación**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia (%)**
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.	4,896,053.89	11,693.22	0.24
(A)C(wo)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.		144,892.29	2.96
(A)C(wo)x'	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2 % del total anual.		1,100,004.75	22.47
BS1hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.		26,144.09	0.53
BS1(h')	Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.		1,333,328.76	27.23
BS1(h')(x')	Semiárido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.		1,123,322.96	22.94

Consulta Pública

	Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.			
BS1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.		5,408.97	0.11
	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.			
BSo(h')(x')	Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.		1,141,06[illegible]19	23.31
	Lluvias repartidas todo el año, y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.			
C(wo)x'	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.		2,860.55	0.06
	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.			
ND	–		7337.11629	0.15
		Total:	**4,896,053.89**	**100**

Unidades climáticas de Área de Influencia

Clav	Temperatura y precipitación	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
(A)C(wo)x'	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	171,697.73	6683.5048	3.89
	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2 % del total anual.			
BS1(h')w	Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.		45,327.47	26.40
	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.			
BS1(h')(x')	Semiárido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.		119,686.76	69.71
	Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.			
		Total:	**171,697.73**	**100**

Consulta Pública

Unidades climáticas de Área del Proyecto				
Clave	**Temperatura y precipitación**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
BS1(h')w	Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	8,738.25	3,664.67	41.94
BS1(h')(x')	Semiárido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.		5,073.58	58.06
		Total:	**8,738.25**	**100**

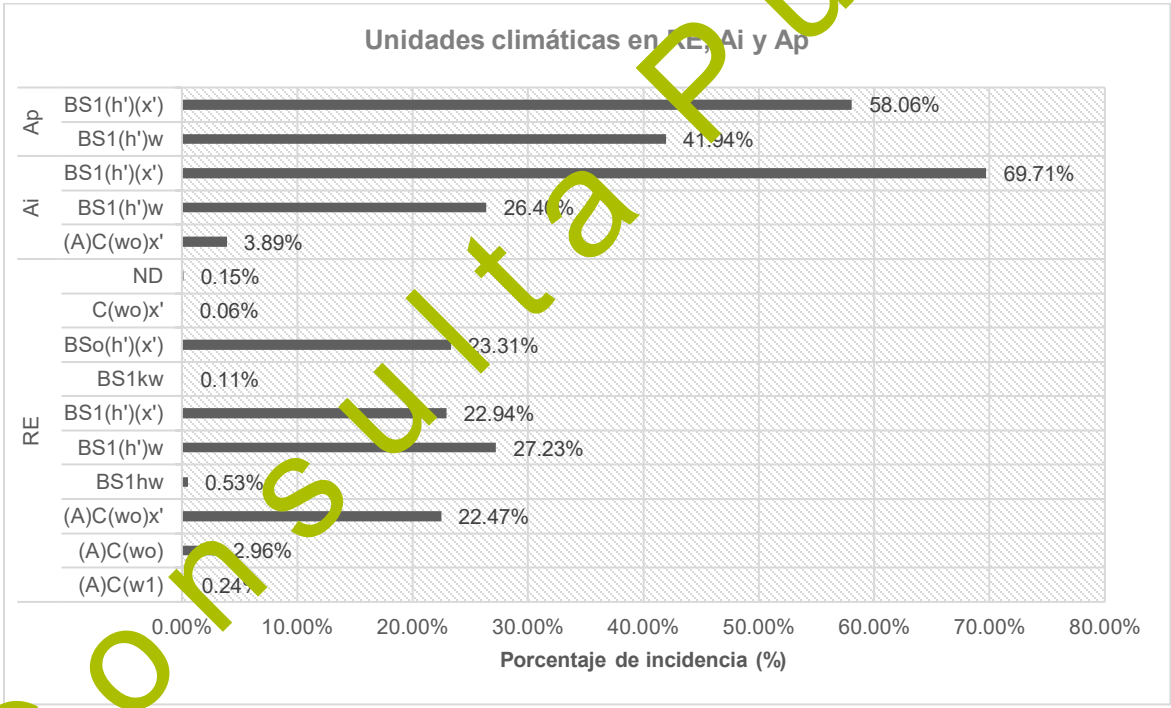


Figura 69. Tipos de unidades climáticas en RE, Ai y Ap

Las estaciones meteorológicas correspondientes a las unidades de estudio presentan diferencias entre sí. La temperatura media anual presenta diferencias moderadas entre ambas estaciones, la estación Villagrán registra una media anual de 22.1 °C, mientras que El Cuchillo alcanza 23.7 °C, lo que representa una diferencia de 1.6 °C. Durante todo el año, El Cuchillo mantiene temperaturas medias superiores a Villagrán, con diferencias mensuales que oscilan entre 0.7 °C y 2.8 °C.

En ambas estaciones, las temperaturas más bajas se presentan en enero, con 13.7 °C en Villagrán y 14.9 °C en El Cuchillo. A partir de febrero se observa un incremento progresivo hasta alcanzar los

Consulta Pública

máximos durante el verano. Villagrán registra su valor más alto en agosto, con 27.9 °C, mientras que El Cuchillo alcanza 30.7 °C en el mismo mes. Las mayores diferencias entre estaciones ocurren en julio y agosto, cuando El Cuchillo supera a Villagrán en 2.8 °C.

En términos generales, ambas estaciones presentan un comportamiento térmico estacional similar, caracterizado por inviernos relativamente frescos y veranos cálidos; sin embargo, El Cuchillo presenta condiciones consistentemente más cálidas, particularmente durante el periodo de junio a octubre.

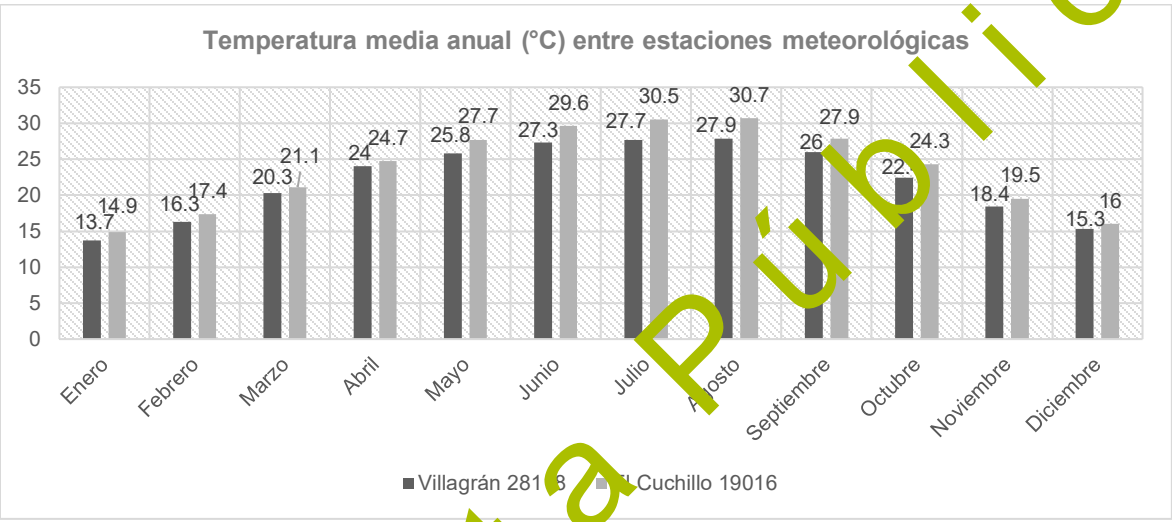


Figura 70. Temperatura media anual entre estaciones meteorológicas

La precipitación muestra diferencias más marcadas entre ambas estaciones. Villagrán registra una precipitación media anual de 935.6 mm, frente a 592.6 mm en El Cuchillo, con una diferencia de 343 mm, equivalente a aproximadamente 58 % más precipitación en Villagrán respecto a El Cuchillo.

En ambas estaciones, la precipitación se concentra principalmente durante los meses cálidos, con un máximo en septiembre, cuando se registran 194.8 mm en Villagrán y 139.4 mm en El Cuchillo. Los valores mínimos se presentan en febrero, con 13.5 y 14.6 mm, respectivamente. Aunque durante enero, febrero, julio y noviembre las precipitaciones son relativamente similares, las diferencias aumentan considerablemente entre abril y octubre. Destacan mayo, junio y agosto, meses en los que Villagrán registra 133.4, 152.3 y 119.1 mm, respectivamente, frente a 71.2, 66.6 y 53.2 mm en El Cuchillo.

Por lo tanto, aunque ambas estaciones comparten un régimen estacional semejante, Villagrán presenta condiciones considerablemente más húmedas, especialmente durante la temporada de lluvias.

Consulta Pública

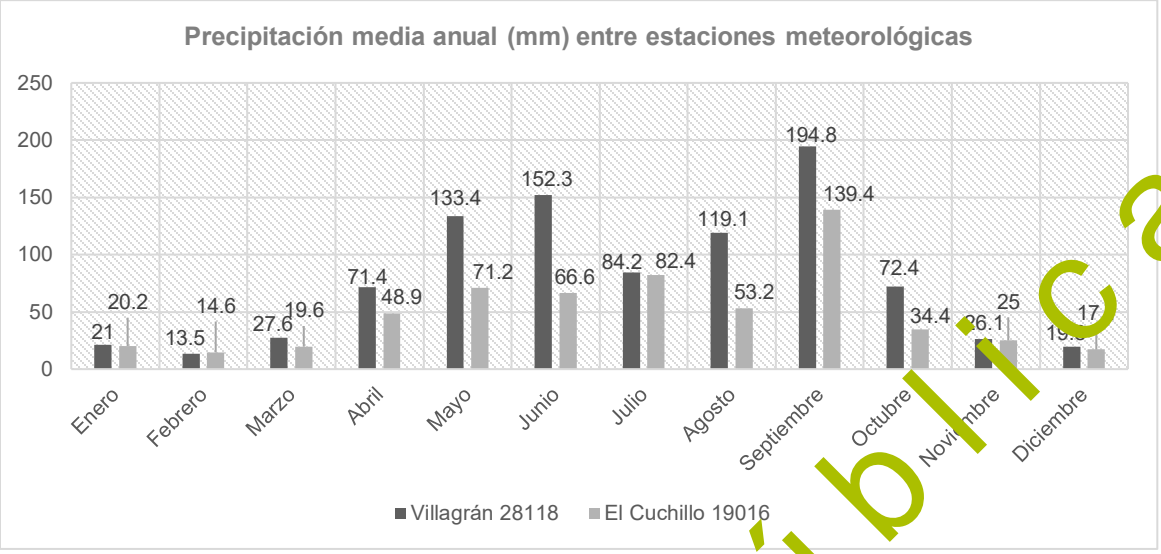


Figura 71. Precipitación media anual entre estaciones meteorológicas

Las dos estaciones presentan un patrón climático similar en cuanto a estacionalidad, con temperaturas máximas durante el verano y una temporada de lluvias concentrada principalmente entre primavera y otoño, con máximo en septiembre. No obstante, existen diferencias importantes en la magnitud de ambas variables.

El Cuchillo es más cálido y seco, con una temperatura media anual 1.6 °C superior y una precipitación anual 343 mm menor que Villagrán. En contraste, Villagrán presenta condiciones relativamente más frescas y húmedas, principalmente por la mayor cantidad de precipitación registrada durante la temporada lluviosa. Así, las diferencias entre ambas estaciones se manifiestan más claramente en el régimen de humedad que en el térmico, ya que la temperatura sigue un patrón mensual muy similar, mientras que la precipitación presenta contrastes sustanciales en sus acumulados anuales y mensuales.

Fenómenos climatológicos

El Parque Eólico Montecristo se localiza en el norte del estado de Tamaulipas, región que se encuentra influenciada por diversos fenómenos meteorológicos característicos del Golfo de México y del noreste del país. Entre los principales eventos climatológicos que pueden presentarse destacan los ciclones tropicales, los frentes fríos o eventos de "Norte", las tormentas eléctricas, los periodos prolongados de sequía y, de manera ocasional, la ocurrencia de granizadas y ondas de calor.

Estos fenómenos forman parte de la dinámica atmosférica natural de la región y representan factores que deben considerarse durante la planeación, construcción y operación del proyecto, debido a que pueden modificar temporalmente las condiciones de trabajo, incrementar la erosión superficial o afectar la estabilidad temporal de algunas obras durante eventos extremos.

En general, la trayectoria y el comportamiento de los ciclones tropicales varían a lo largo de la temporada debido a factores atmosféricos y oceánicos. Sin embargo, el análisis de sus patrones

Consulta Pública

históricos permite identificar las regiones con mayor vulnerabilidad en cada fase, lo que es clave para la planificación de medidas de prevención y mitigación de desastres.

Con base en las capas de información del Centro Nacional de Prevención de Desastres y Atlas de Riegos de la República Mexicana (CENAPRED) se obtuvo información para el RE, Ai y Ap, sobre el riesgo por ciclones tropicales, caída de granizo, nevadas y tormentas eléctricas.

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales que afectan al estado de Tamaulipas se desarrollan en la cuenca del Océano Atlántico, el mar Caribe y el Golfo de México. La temporada oficial de ciclones comprende del 1 de junio al 30 de noviembre, concentrándose la mayor actividad entre los meses de agosto y octubre, cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas favorecen la formación e intensificación de estos sistemas.

Aunque el proyecto no se localiza sobre la zona costera, los ciclones tropicales que ingresan al Golfo de México pueden ocasionar efectos indirectos en el área de estudio, tales como precipitaciones extraordinarias, incremento temporal en la velocidad del viento, saturación de los suelos y escurrimientos superficiales de mayor intensidad. Dependiendo de la trayectoria y magnitud del sistema, estas condiciones pueden ocasionar interrupciones temporales en las actividades de construcción o mantenimiento y aumentar el potencial de erosión en áreas con suelo expuesto.

Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos sostenidos y la presión atmosférica registrada en su centro. De manera general, estos sistemas evolucionan desde una perturbación tropical hasta una depresión tropical, posteriormente una tormenta tropical y, cuando la velocidad de sus vientos supera los 119 km/h, son clasificados como huracanes de acuerdo con la escala Saffir-Simpson (1969).

Tabla 122. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo con la clasificación de Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central	Vientos km/h
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	—
Depresión tropical	1004. a 1008	<62
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250
Huracán categoría 5	<920	>250

Fuente: CENAPRED e IMTA. 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en su capa de Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales a nivel municipal (1949-2020), la Región ecológica cuenta con un índice muy alto en los estados costeros, pasando a alto y medio en los estados adyacentes, y en el resto de las áreas es predominantemente bajo con un área de muy bajo. En el Área de influencia, es predominantemente de índice medio en el norte y alto al sur, mientras que el Área de proyecto es de índice alto.

Consulta Pública

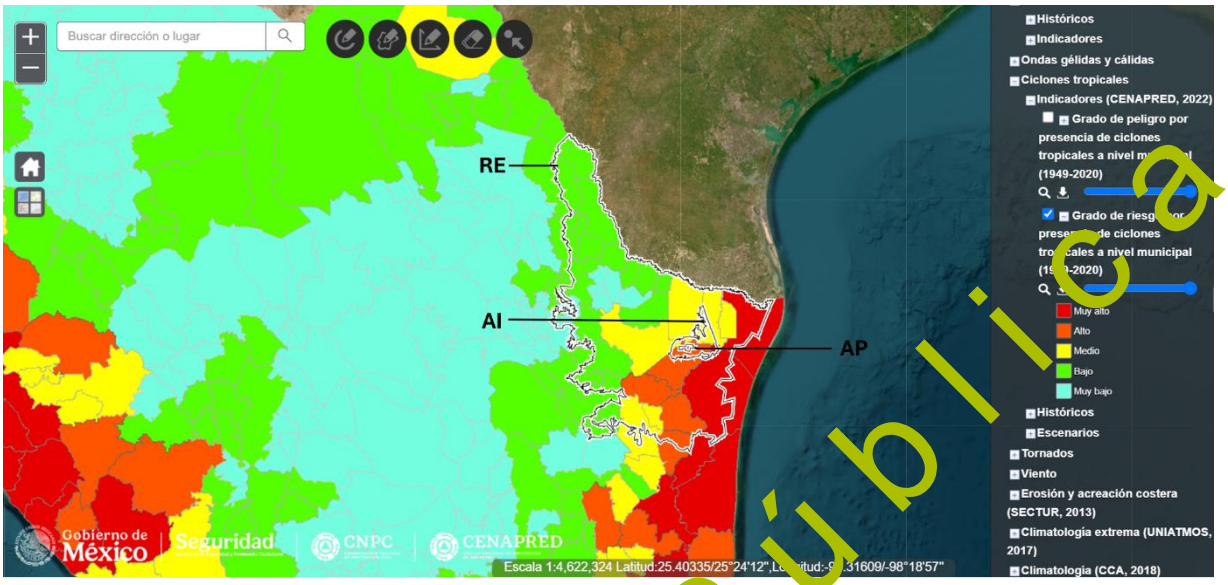


Figura 72. Grado de riesgo por presencia de ciclones tropicales (CENAPRED, 2020)

Con la finalidad de conocer la incidencia histórica de ciclones tropicales sobre el área del proyecto, se consultó la base de datos Historical Hurricane Tracks, desarrollada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Para ello se utilizó como punto de referencia el centro aproximado del Área del Proyecto (25.399347° N, -98.340585° O) y se estableció un radio de búsqueda de 50 km, considerando todos los registros históricos disponibles y todas las categorías de ciclones tropicales.

Como resultado se identificaron 17 eventos que han transitado dentro del área de análisis.

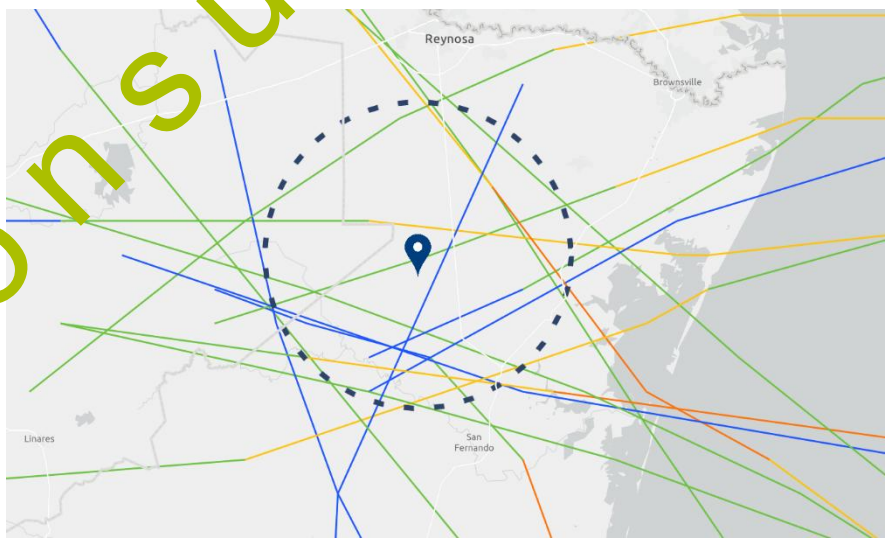


Figura 73. Trayectoria histórica de ciclones tropicales registrados en el Ap

Categorías: H5, H4, H3, H2, H1, TS, TD, ET.

Consulta Pública

Meses: Todos
Años: Todos
El Niño Oscilación sureste
Presión mínima: 1030
Distancia (Buffer): 50
Unidad: Kilómetros

Tabla 123. Historial de ciclones tropicales registrados dentro del Ap.

Nombre del ciclón	Periodo	Velocidad máxima (kt)	Presión mínima (mb)	Categoría máxima
ERIKA	14-17 agosto 2003	65	986	Huracán categoría 1 (H1)
COSME	18–23 junio 1989	75	979	Huracán categoría 1 (H1)
BARRY	23–29 agosto 1983	70	986	Huracán categoría 1 (H1)
UNNAMED	26–29 agosto 1981	30	N/D	Depresión Tropical (TD)
UNNAMED	25–26 julio 1981	30	N/D	Depresión Tropical (TD)
CAROLINE	24 agosto–01 septiembre 1975	100	963	Huracán categoría 3 (H3)
ALMA	14–16 junio 1958	55	N/D	Tormenta Tropical (TS)
ALICE	24–27 junio 1954	95	N/D	Huracán categoría 2 (H2)
UNNAMED	18–23 agosto 1944	50	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	24 julio–05 agosto 1933	80	975	Huracán categoría 1 (H1)
UNNAMED	06–07 septiembre 1925	45	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	12–16 junio 1922	45	1006	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	04-06 agosto 1916	45	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	26–31 agosto 1910	45	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	22-25 agosto 1909	45	N/D	Tormenta Tropical (TS)
UNNAMED	22-30 agosto 1895	95	N/D	Huracán categoría 2 (H2)
UNNAMED	11–22 septiembre 1887	85	973	Huracán categoría 2 (H2)

Fuente: Elaboración propia con información de NOAA Historical Hurricane Tracks 2026.

Del total de eventos identificados, dos corresponden a depresiones tropicales, siete a tormentas tropicales y ocho a huracanes, predominando los huracanes de categorías H1 y H2. Asimismo, se identificó un huracán de categoría H3 (Caroline, 1975) el cual representa el ciclón de mayor intensidad registrado dentro del radio de análisis.

Los registros históricos evidencian que el Área del proyecto ha estado expuesta de manera recurrente a la influencia de ciclones tropicales provenientes del Golfo de México. No obstante, la mayor parte de los eventos registrados corresponde a sistemas de intensidad baja a moderada, mientras que los huracanes de categorías mayores han sido menos frecuentes. En este sentido, durante las diferentes etapas del proyecto deberán considerarse medidas preventivas enfocadas a la suspensión temporal de actividades durante condiciones meteorológicas adversas, el aseguramiento de equipos y materiales, la estabilización de áreas con suelo expuesto y la implementación de protocolos de seguridad para el personal, con el propósito de reducir la vulnerabilidad de la infraestructura frente a este tipo de fenómenos hidrometeorológicos.

Consulta Pública

Geología y geomorfología

Geología

La geología constituye uno de los componentes fundamentales del medio físico, ya que define el origen, composición y evolución de los materiales que conforman la superficie terrestre. Las características litológicas presentes en una región condicionan procesos como la formación de suelos, la infiltración del agua, la estabilidad del terreno, el desarrollo del relieve y, de manera indirecta, la distribución de la vegetación y de los ecosistemas. Asimismo, el conocimiento de las unidades geológicas permite identificar las condiciones naturales bajo las cuales se desarrollará un proyecto y constituye un elemento indispensable para evaluar la susceptibilidad del terreno frente a procesos erosivos, movimientos de ladera o modificaciones derivadas de las actividades constructivas.

En proyectos de infraestructura para la generación de energía eólica, la caracterización geológica adquiere especial relevancia debido a que las propiedades mecánicas y estructurales de las unidades litológicas influyen directamente en el diseño y construcción de cimentaciones, caminos de acceso, plataformas de montaje y obras auxiliares. Asimismo, las características geológicas permiten comprender el comportamiento del terreno frente a las cargas inducidas por las estructuras, así como la interacción entre los procesos geológicos naturales y las actividades propias del proyecto.

La caracterización geológica se realizó mediante el análisis de la cartografía temática disponible en el Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la cual fue procesada mediante Sistemas de Información Geográfica para determinar las unidades geológicas presentes en la Región ecológica, el Área de influencia y el Área del Proyecto.

Consulta Pública

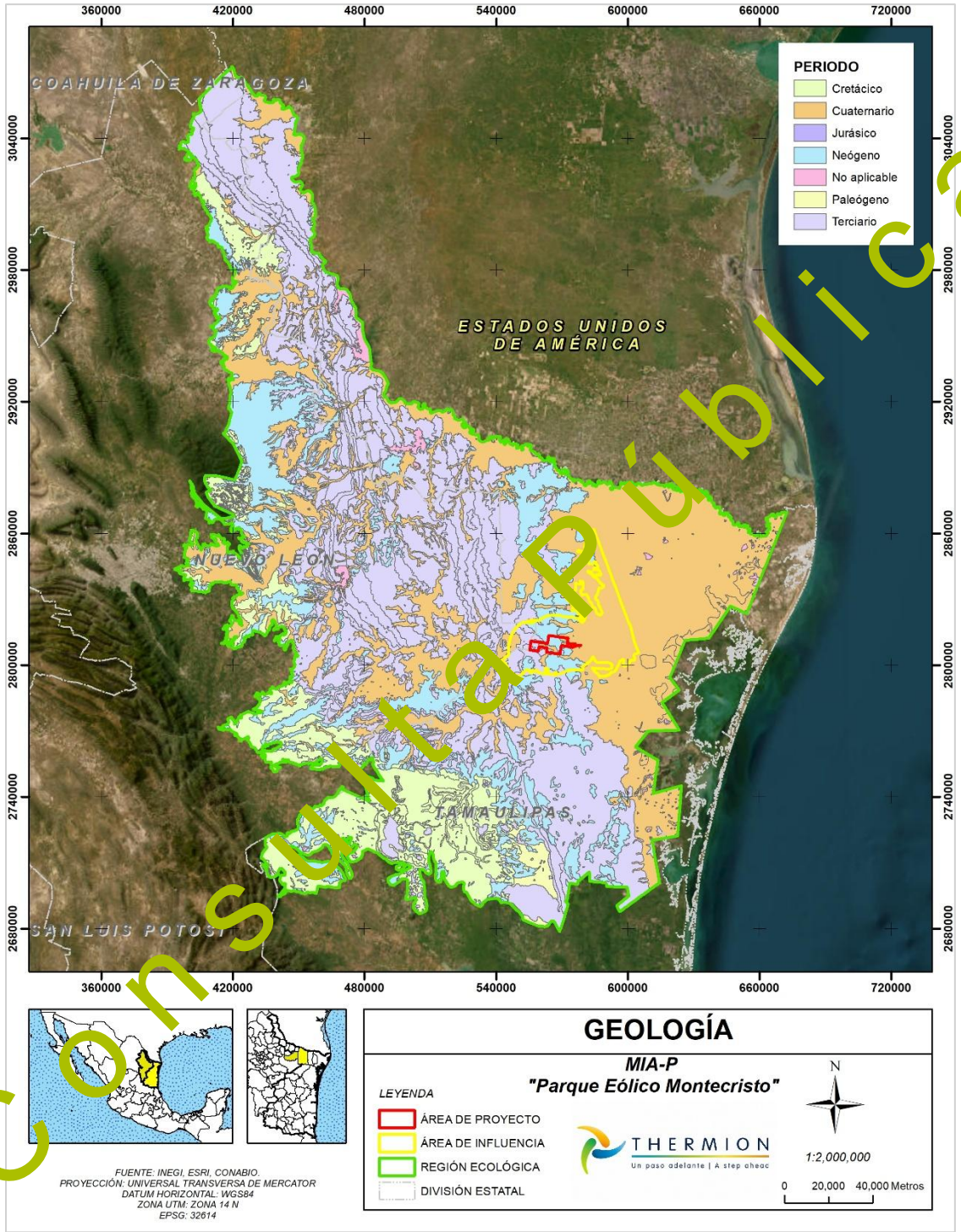


Figura 74. Periodos geológicos presentes en la RE, Ai y Ap.

Región Ecológica

Consulta Pública

La Región ecológica presenta una elevada diversidad geológica, identificándose unidades pertenecientes a diferentes edades geológicas, que abarcan desde materiales del Jurásico y Cretácico hasta depósitos del Terciario y Cuaternario. Esta diversidad es consecuencia de la compleja evolución tectónica y sedimentaria que ha experimentado el noreste de México, donde la interacción de procesos marinos, continentales y tectónicos dio origen a una amplia variedad de formaciones rocosas.

Dentro de la Región ecológica predominan ampliamente las rocas sedimentarias, representadas principalmente por secuencias de areniscas, lutitas, calizas y conglomerados, así como por depósitos aluviales recientes. Estas litologías constituyen la mayor parte del territorio regional y reflejan el predominio histórico de ambientes de depósito asociados a antiguas cuencas marinas y continentales.

En menor proporción se identifican unidades volcánicas y rocas ígneas intrusivas, cuya distribución se restringe a sectores específicos de la región y representan una participación poco significativa respecto de la superficie total analizada. La coexistencia de estas unidades geológicas determina una importante variabilidad en las propiedades físicas del terreno, condicionando la formación de diferentes tipos de suelo y la configuración del relieve regional.

Consulta Pública

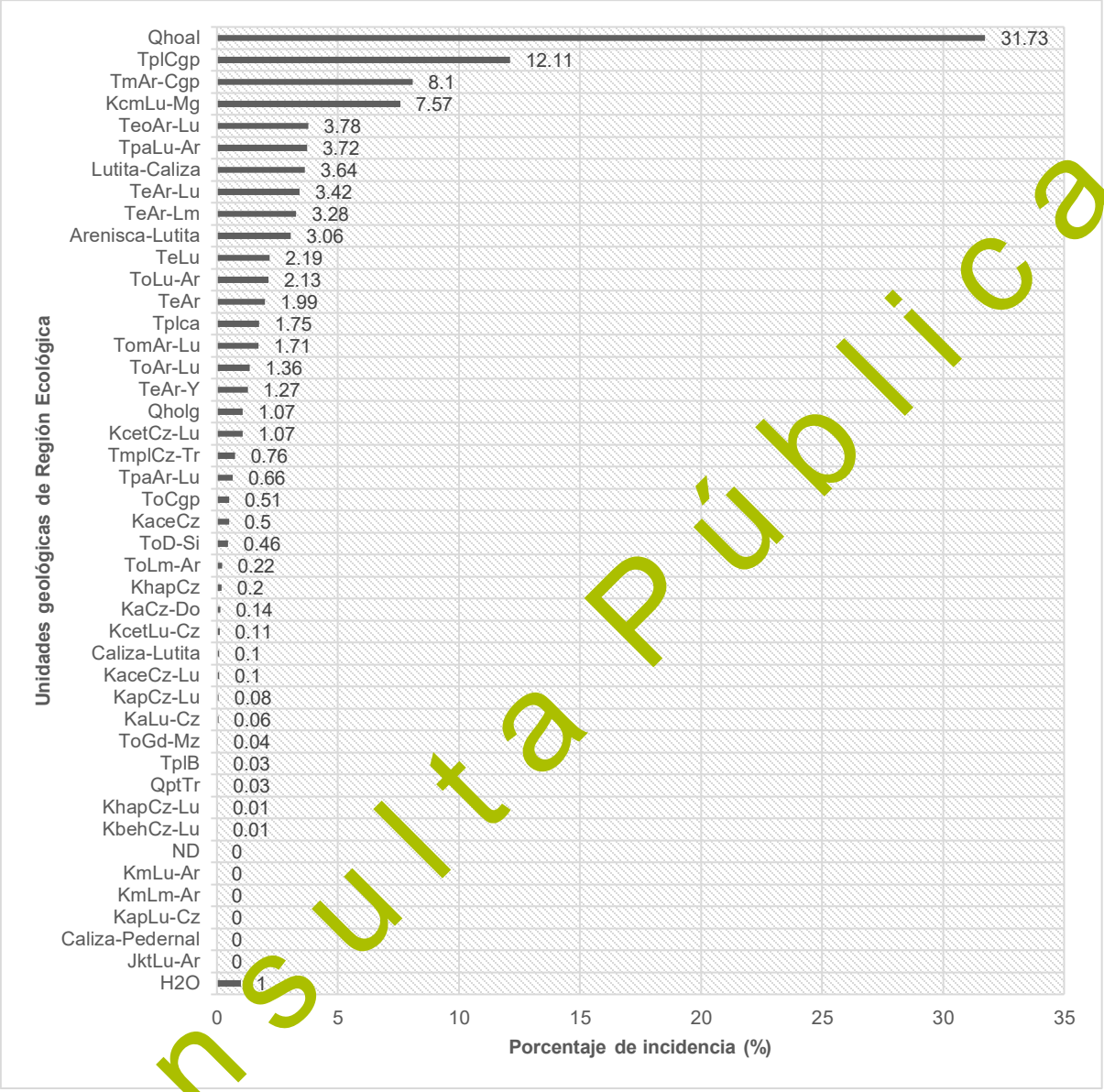


Figura 75. Unidades geológicas en Región Ecológica

Consulta Pública

Área de influencia

En comparación con la Región ecológica, el Área de influencia presenta una menor diversidad litológica, observándose el predominio de un conjunto reducido de unidades geológicas.

Los materiales de mayor representación corresponden a depósitos aluviales del Cuaternario, los cuales constituyen la unidad dominante dentro del Área de influencia (63.81%). Estos depósitos están conformados principalmente por sedimentos no consolidados de granulometría variable, producto de la acumulación de materiales transportados por corrientes superficiales a lo largo del tiempo geológico. Asociadas a estos depósitos se presentan unidades sedimentarias del Terciario, constituidas principalmente por areniscas y lutitas, así como algunas intercalaciones calcáreas.

Estas rocas presentan distintos grados de consolidación y representan el sustrato geológico sobre el cual se desarrollan gran parte de los suelos presentes en el área.

La distribución de estas unidades evidencia que el entorno inmediato del proyecto corresponde a una región donde predominan materiales sedimentarios relativamente homogéneos, condición que favorece la continuidad de las características geotécnicas y geomorfológicas observadas dentro del paisaje.

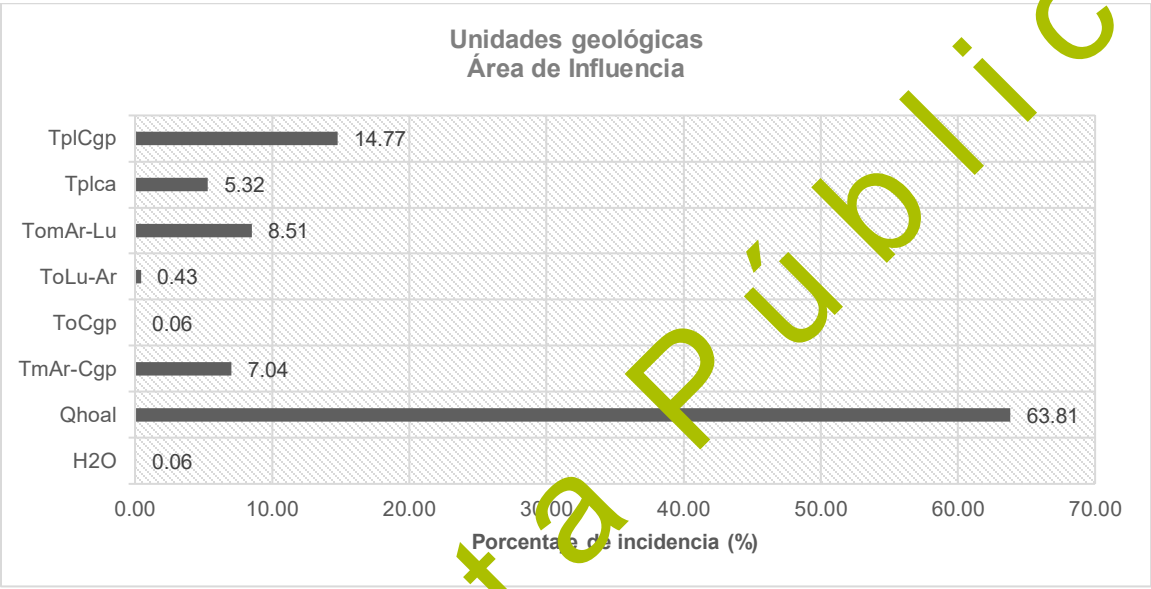


Figura 76. Unidades geológicas en Área de Influencia

Área del proyecto

El Área del proyecto presenta una composición geológica aún más homogénea que la observada en el Área de influencia. De acuerdo con el análisis cartográfico, la mayor parte del polígono se encuentra conformada por depósitos aluviales cuaternarios, así como conglomerados del Neógeno. Asimismo, se identifican importantes extensiones de unidades sedimentarias constituidas por areniscas y lutitas, correspondientes principalmente a materiales terciarios.

La predominancia de depósitos sedimentarios indica que el proyecto se desarrollará sobre materiales geológicos que han sido modelados por procesos de sedimentación de larga duración y que, en términos generales, presentan continuidad espacial dentro del sitio del proyecto.

Desde el punto de vista geotécnico, estas unidades constituyen materiales ampliamente distribuidos en la planicie costera del noreste de México y representan el sustrato natural sobre el cual se desarrollan los suelos actuales. Sus características físicas influyen directamente en la capacidad portante del terreno, la infiltración del agua, el comportamiento frente a procesos erosivos y el diseño de las obras civiles requeridas para la instalación del parque eólico.

Consulta Pública

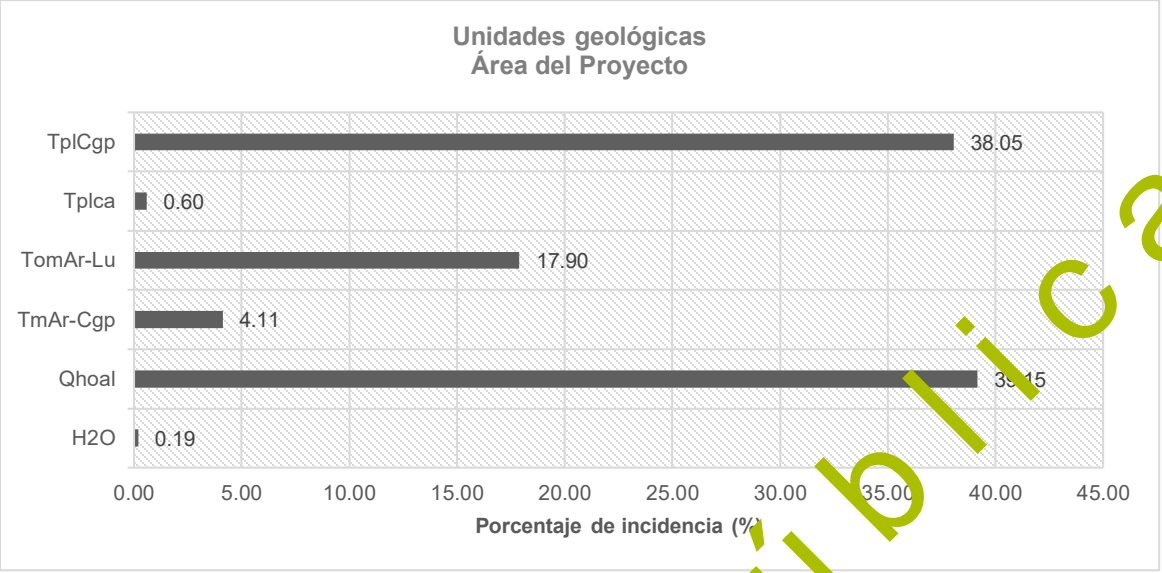


Figura 77. Unidades geológicas en el Área del Proyecto

Análisis integral geológico

El análisis comparativo de las tres unidades de estudio muestra una disminución progresiva en la diversidad geológica conforme disminuye la escala territorial. Mientras que la Región ecológica integra una amplia variedad de unidades geológicas de distintas edades y ambientes de depósito, el Área de influencia y, particularmente, el Área del proyecto presentan un claro predominio de materiales sedimentarios y depósitos aluviales recientes.

Esta condición indica que el sitio donde se desarrollará el Parque Eólico Montecristo se encuentra sobre un sustrato geológico relativamente uniforme, por lo que no se prevén cambios importantes en las propiedades litológicas a lo largo del polígono del proyecto. En consecuencia, las diferencias que puedan presentarse durante el desarrollo de las obras estarán asociadas principalmente a las características locales de relieve, los suelos y las condiciones geotécnicas específicas que serán evaluadas mediante los estudios correspondientes.

Desde el punto de vista ambiental, la predominancia de materiales sedimentarios y depósitos aluviales constituye uno de los principales factores que explican la formación de los suelos presentes en el área, el comportamiento de la infiltración, la dinámica de los escurrimientos superficiales y la configuración del paisaje actual. Estos aspectos serán considerados de manera conjunta en los apartados de geomorfología, edafología e hidrología, a fin de comprender integralmente el funcionamiento del medio físico donde se desarrollará el proyecto.

Tabla 124. Información geológica en RE, Ai y Ap

Geología de la Región Ecológica						
Clave	Litología	Era	Roca	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
H2O	No aplicable	No aplicable	No aplicable	4,896,053.89	48,974.50	1

Consulta Pública

JktLu-Ar	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Sedimentaria		214.75	0
KaceCz	Caliza	Mesozoico	Sedimentaria		24,273.29	0.5
KaceCz-Lu	Caliza-Lutita	Mesozoico	Sedimentaria		4,812.10	0.1
Caliza-Pedernal	Mesozoico	Cretácico	Cuesta del Cura		63.07	0
KaCz-Do	Caliza-Dolomía	Mesozoico	Sedimentaria		6,863.47	0.14
KaLu-Cz	Lutita-Caliza	Mesozoico	Sedimentaria		3,148.55	0.06
KapCz-Lu	Caliza-Lutita	Mesozoico	Sedimentaria		4,003.72	0.08
KapLu-Cz	Lutita-Caliza	Mesozoico	Sedimentaria		75.74	0
KbehCz-Lu	Caliza-Lutita	Mesozoico	Sedimentaria		442.65	0.01
KcetCz-Lu	Caliza-Lutita	Mesozoico	Sedimentaria		52,410.83	1.07
KcetLu-Cz	Lutita-Caliza	Mesozoico	Sedimentaria		5,508.06	0.11
KcmLu-Mg	Lutita-Marga	Mesozoico	Sedimentaria		370,807.69	7.57
Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	Austin		4,692.94	0.1
Lutita-Caliza	Mesozoico	Cretácico	San Felipe		178,461.15	3.64
KhapCz	Caliza	Mesozoico	Sedimentaria		9,984.26	0.2
KhapCz-Lu	Caliza-Lutita	Mesozoico	Sedimentaria		428.32	0.01

Consulta Pública

KmLm-Ar	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Sedimentaria		141.36	0
KmLu-Ar	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Sedimentaria		7.26	0
Qhoal	Aluvial	Cenozoico	Sedimentaria		1,553,479.94	31.73
Qholg	Lagunar	Cenozoico	Sedimentaria		52,239.78	1.07
QptTr	Travertino	Cenozoico	Sedimentaria		1,454.30	0.03
TeAr	Arenisca	Cenozoico	Sedimentaria		97,149.75	1.99
TeAr-Lm	Arenisca-Limolita	Cenozoico	Sedimentaria		160,682.58	3.28
TeAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		167,493.60	3.42
TeAr-Y	Arenisca-Yeso	Cenozoico	Sedimentaria		62,306.23	1.27
TeLu	Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		107,239.91	2.19
TeoAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		184,992.41	3.78
Arenisca-Lutita	Cenozoico	Terciario	Jackson		150,016.68	3.06
TmAr-Cgp	Arenisca-Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		396,384.92	8.1
TmplCz-Tr	Caliza-Travertino	Cenozoico	Sedimentaria		37,149.44	0.76
ToAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		66,727.70	1.36
ToCgp	Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		24,810.99	0.51
ToDi-Si	Diorita-Sienita	Cenozoico	Intrusiva		22,692.64	0.46
ToGr-Mz	Granodiorita-Monzonita	Cenozoico	Intrusiva		1,860.19	0.04
ToLm-Ar	Limolita-Arenisca	Cenozoico	Sedimentaria		10,930.24	0.22
ToLu-Ar	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Sedimentaria		104,272.58	2.13

Consulta Pública

TomAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		83,564.08	1.71
TpaAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		32,534.31	0.66
TpaLu-Ar	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Sedimentaria		181,901.53	3.72
TplB	Basalto	Cenozoico	Extrusiva		1,544.58	0.0
Tplca	Caliche	Cenozoico	Sedimentaria		85,777.5	1.75
TplCgp	Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		592,8 .02	12.11
ND	–	–	–		1 .240759	0
				Total:	1 96,053.89	100

Geología de Área de Influencia

Clave	Litología	Era	Roca	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
H2O	No aplicable	No aplicable	No aplicable	171,697.73	99.58	0.06
Qhoal	Aluvial	Cenozoico	Sedimentaria		109,553.63	63.81
TmAr-Cgp	Arenisca-Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		12,092.54	7.04
ToCgp	Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		103.21	0.06
ToLu-Ar	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Sedimentaria		731.11	0.43
TomAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		14,616.52	8.51
Tplca	Caliche	Cenozoico	Sedimentaria		9,134.14	5.32
TplCgp	Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		25,367.01	14.77
				Total:	171,697.73	100

Geología de Área de Proyecto

Clave	Litología	Era	Roca	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
H2O	No aplicable	No aplicable	No aplicable	8,738.25	16.84	0.19
Qhoal	Aluvial	Cenozoico	Sedimentaria		3,420.79	39.15

Consulta Pública

TmAr-Cgp	Arenisca-Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		359.23	4.11
TomAr-Lu	Arenisca-Lutita	Cenozoico	Sedimentaria		1,564.03	17.90
Tplca	Caliche	Cenozoico	Sedimentaria		52.21	0.60
TplCgp	Conglomerado poligénico	Cenozoico	Sedimentaria		3,325.15	38.06
				Total:	8,738.25	100

En el área de estudio se identifican diversas unidades geológicas producto de la evolución tectónica y sedimentaria de la región. Estas unidades están constituidas principalmente por rocas sedimentarias representadas por areniscas, lutitas, calizas, conglomerados y sus diferentes asociaciones litológicas, además de depósitos aluviales cuaternarios y, de manera localizada, rocas ígneas extrusivas. En conjunto, comprenden materiales cuya edad geológica abarca desde el Jurásico hasta el Cuaternario, reflejando la compleja historia geológica del noreste de México.

A continuación, se presenta una descripción de la litología identificada en RE, Ai y Ap.

Arenisca

Roca sedimentaria detrítica formada por la compactación y cementación de granos de arena, principalmente de cuarzo y feldespatos. Se caracteriza por presentar una permeabilidad variable, dependiendo del grado de cementación y del tamaño de los granos. Estas rocas suelen formar lomeríos y planicies ligeramente onduladas, constituyendo uno de los principales materiales sobre los que se desarrollan los suelos de la región.

Lutita

Roca sedimentaria de grano fino compuesta principalmente por partículas de arcilla y limo consolidadas. Presenta baja permeabilidad y una elevada susceptibilidad al intemperismo cuando queda expuesta. Debido a su composición, favorece la formación de suelos con alto contenido de finos y participa en la regulación del escurrimiento superficial.

Caliza

Roca sedimentaria de origen químico o biogénico constituida predominantemente por carbonato de calcio. Generalmente presenta buena resistencia mecánica y puede desarrollar procesos de disolución que originan rasgos kársticos cuando existen condiciones favorables. En la región constituye parte importante del basamento sedimentario.

Conglomerado

Roca sedimentaria formada por fragmentos de roca de tamaño grava o mayor, unidos mediante una matriz y un material cementante. Su composición refleja antiguos ambientes fluviales o aluviales de

Consulta Pública

alta energía. Dependiendo del grado de consolidación puede presentar buena capacidad portante y permeabilidad moderada a alta.

Depósitos aluviales

Materiales sedimentarios no consolidados originados por la acumulación reciente de sedimentos transportados por corrientes superficiales. Están constituidos por mezclas variables de gravas, arenas, limos y arcillas, por lo que sus propiedades físicas dependen de la proporción de cada componente. Generalmente corresponden a los materiales geológicos más recientes y se localizan en planicies de inundación, cauces y zonas de depósito.

Caliza-Pedernal

Unidad sedimentaria constituida predominantemente por caliza con presencia de nódulos, bandas o intercalaciones de pedernal, una variedad de sílice microcristalina. La caliza puede presentar buena resistencia mecánica, mientras que el pedernal constituye un material de elevada dureza y resistencia a la meteorización. Su comportamiento físico y mecánico depende de la proporción y distribución de ambos componentes, pudiendo generar materiales relativamente resistentes y con permeabilidad variable.

Caliza-Dolomía

Asociación de rocas carbonatadas constituida por caliza y dolomía, ambas formadas principalmente por minerales carbonatados. La dolomía presenta una composición dominada por carbonato de calcio y magnesio, mientras que la caliza está constituida principalmente por carbonato de calcio. Estas unidades pueden presentar buena resistencia mecánica y desarrollar fracturamiento y procesos de disolución, por lo que su permeabilidad puede variar considerablemente dependiendo del grado de fracturamiento, alteración y desarrollo de cavidades.

Arenisca-Yeso

Asociación sedimentaria constituida por estratos de arenisca intercalados con niveles de yeso, mineral evaporítico compuesto principalmente por sulfato de calcio hidratado. La arenisca puede presentar permeabilidad variable, mientras que el yeso es susceptible a procesos de disolución en presencia de agua. La combinación de ambos materiales puede generar variaciones importantes en la resistencia y permeabilidad del terreno, así como condiciones diferenciadas de estabilidad y susceptibilidad a la erosión.

Travertino

Roca sedimentaria carbonatada formada principalmente por la precipitación de carbonato de calcio a partir de aguas continentales, particularmente en ambientes asociados con manantiales y sistemas hidrotermales. Se caracteriza frecuentemente por presentar una estructura porosa, bandeada o cavernosa, aunque su grado de compactación y resistencia puede variar. Su permeabilidad depende de la porosidad, fracturamiento y grado de cementación, pudiendo presentar procesos de disolución y precipitación secundaria de carbonatos.

Consulta Pública

Caliza-Travertino

Asociación de rocas carbonatadas constituida por caliza y travertino. La unidad combina materiales carbonatados de origen sedimentario con depósitos de carbonato de calcio precipitados a partir de aguas continentales. Sus propiedades físicas y mecánicas dependen de la proporción, grado de cementación, porosidad y fracturamiento de ambos materiales, pudiendo presentar una permeabilidad variable y susceptibilidad a procesos de disolución en condiciones favorables.

Mientras que las asociaciones de rocas identificadas fueron las siguientes:

Arenisca-Lutita

Asociación sedimentaria integrada por estratos alternados de areniscas y lutitas, producto de cambios en las condiciones de sedimentación. Esta combinación genera una alternancia entre materiales relativamente permeables (areniscas) y materiales de baja permeabilidad (lutitas), influyendo en la infiltración del agua, la estabilidad de taludes y el desarrollo de los suelos.

Lutita-Arenisca

Corresponde a la misma asociación litológica, donde predominan las lutitas sobre las areniscas. Se caracteriza por presentar materiales de grano fino intercalados con horizontes arenosos, lo que origina una respuesta geotécnica heterogénea y condiciona el comportamiento hidráulico del subsuelo.

Caliza-Lutita

Unidad sedimentaria constituida por la alternancia de estratos de caliza y lutita. Esta combinación refleja antiguos ambientes marinos donde coexistieron procesos de sedimentación carbonatada y depósitos finos. Su comportamiento físico depende de la proporción entre ambos materiales, presentando generalmente una resistencia mayor que las unidades dominadas exclusivamente por lutitas.

Lutita-Caliza

Asociación donde predominan las lutitas con intercalaciones de caliza. Estas unidades presentan una mayor proporción de materiales finos, favoreciendo la formación de suelos arcillosos y una menor permeabilidad respecto de las secuencias dominadas por calizas.

Diorita-Sienita

Asociación de rocas ígneas intrusivas de composición intermedia a intermedia-ácida. La diorita está constituida principalmente por plagioclasa y minerales ferromagnesianos, mientras que la sienita presenta una mayor proporción de feldespatos alcalinos y menor contenido de cuarzo. Son rocas generalmente compactas y resistentes, aunque su comportamiento puede estar condicionado por el grado de fracturamiento, alteración e intemperismo, factores que también determinan su permeabilidad y estabilidad.

Granodiorita-Monzonita

Consulta Pública

Asociación de rocas ígneas intrusivas de composición intermedia a intermedia-ácida, constituida por granodiorita y monzonita. La granodiorita presenta proporciones importantes de cuarzo y feldespatos, mientras que la monzonita se caracteriza principalmente por la presencia de feldespatos alcalinos y plagioclasa. Generalmente corresponden a materiales compactos y de buena resistencia mecánica, aunque el fracturamiento y la alteración pueden modificar sus propiedades geotécnicas y favorecer la infiltración del agua.

Basalto

Roca ígnea volcánica de composición máfica, formada por el enfriamiento relativamente rápido de magmas de baja viscosidad en la superficie terrestre. Está constituida principalmente por minerales ferromagnesianos y plagioclasa, y generalmente presenta coloración oscura y elevada resistencia mecánica cuando se encuentra poco alterada. Su permeabilidad puede ser baja en materiales masivos, pero puede incrementarse considerablemente cuando presenta fracturas, vesículas o estructuras asociadas con flujos de lava.

Caliche

Material sedimentario y pedogenético caracterizado por la acumulación y cementación de carbonato de calcio en el suelo o subsuelo, formando horizontes endurecidos de extensión y espesor variables. Puede presentar una consistencia compacta y elevada resistencia cuando se encuentra fuertemente cementado, mientras que su comportamiento puede ser más friable en sectores menos consolidados. La permeabilidad depende del grado de cementación, fracturamiento y desarrollo de poros, y su presencia puede influir en el drenaje, infiltración y desarrollo de los suelos.

Edafología

El suelo constituye uno de los componentes fundamentales del medio físico, ya que representa la interfase entre la litósfera, la atmósfera, la hidrósfera y la biosfera. Su formación es el resultado de la interacción de factores como el clima, el material parental, el relieve, los organismos y el tiempo geológico, dando lugar a unidades con propiedades físicas y químicas particulares que condicionan el desarrollo de la vegetación, la infiltración del agua, los procesos erosivos y la estabilidad del terreno.

En proyectos de infraestructura como el Parque Eólico Montecristo, la caracterización edafológica adquiere especial relevancia debido a que las propiedades de los suelos influyen directamente en el comportamiento geotécnico del terreno, la capacidad portante para la cimentación de aerogeneradores, la construcción de caminos internos y plataformas de montaje, así como en la susceptibilidad a procesos de erosión y compactación derivados de las actividades constructivas.

La caracterización edafológica se realizó mediante el análisis de la cartografía temática del Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), obteniendo la distribución de las unidades de suelo presentes en la Región ecológica, el Área de influencia y el Área del proyecto mediante técnicas de análisis espacial en un Sistema de Información Geográfica.

Consulta Pública

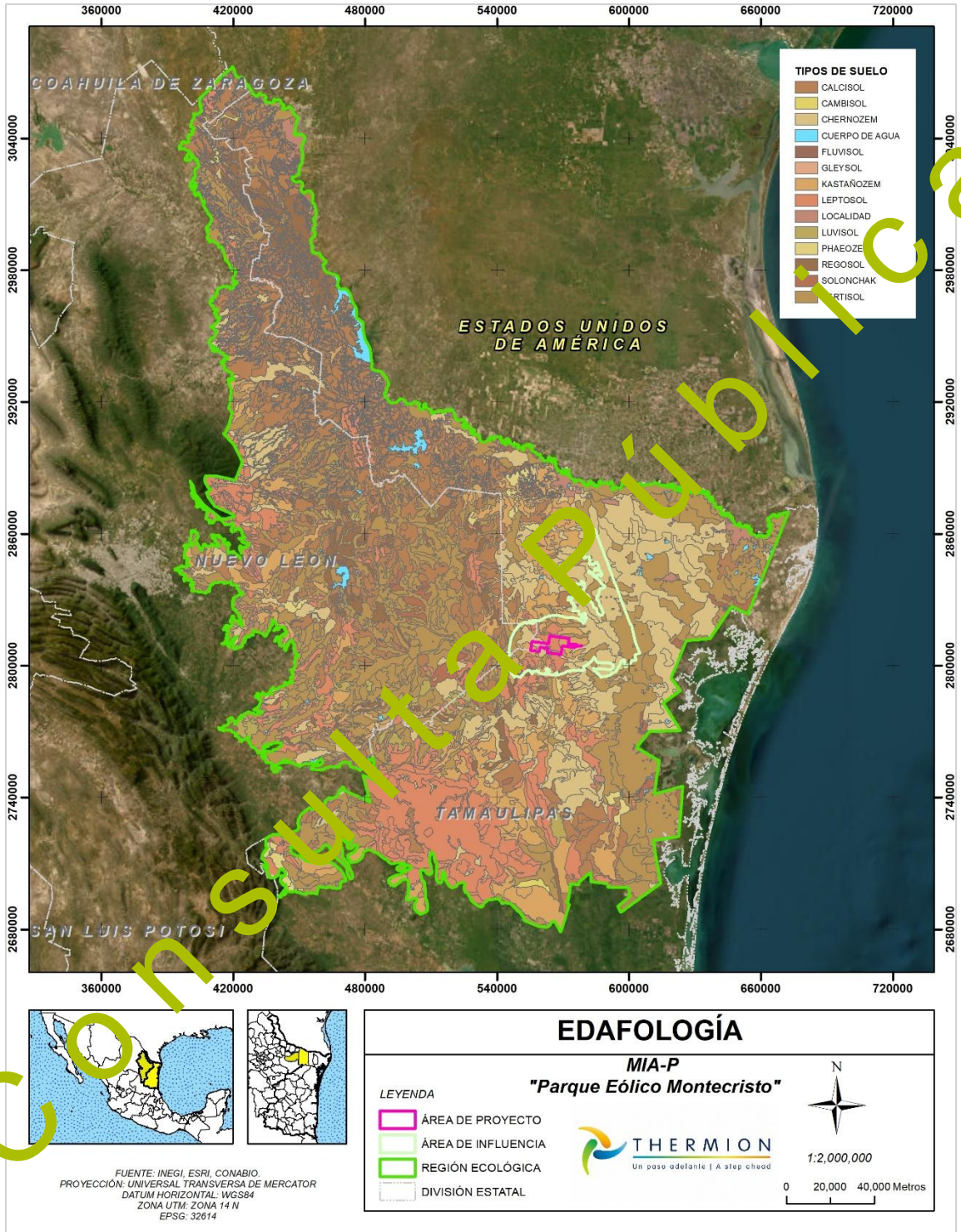


Figura 78. Tipos de suelo presentes en la RE, Ai y Ap.

Región Ecológica

Consulta Pública

La Región ecológica presenta una elevada diversidad edafológica, resultado de la amplia extensión territorial y de la variabilidad geológica, geomorfológica y climática que caracteriza al noreste de Tamaulipas. Se identifican diversas asociaciones de suelos correspondientes predominantemente a Vertisoles (25.45%) y Calcisoles (23.16%), seguidos por Kastanozems (13.96%), Chernozems (10.91%) y Leptosoles (9.82%). En proporciones menores se identifican Regosoles (5.32%), Phaeozems (4.59%), Lluvisoles (1.73%), suelo cubierto por agua (1.22%), Technosoles (1.12%), Solonchaks (0.90%), Fluvisoles (0.83%) y Cambisoles (0.76%). De manera marginal, se encuentran Gypsisoles y Solonetz (0.05% cada uno), Gleysoles (0.02%) y Stagnosoles (0.01%).

En términos generales, la Región Ecológica se caracteriza por el predominio de Vertisoles y Calcisoles, complementado por una importante presencia de Kastanozems, Chernozems y Leptosoles, lo que refleja una marcada heterogeneidad en las condiciones de formación y desarrollo de los suelos. La presencia de Regosoles, Phaeozems y otros grupos con menor representación complementa el mosaico edafológico regional y evidencia variaciones en el material parental, las condiciones geomorfológicas, el grado de desarrollo del suelo y la influencia de procesos hidrológicos y de acumulación de sales.

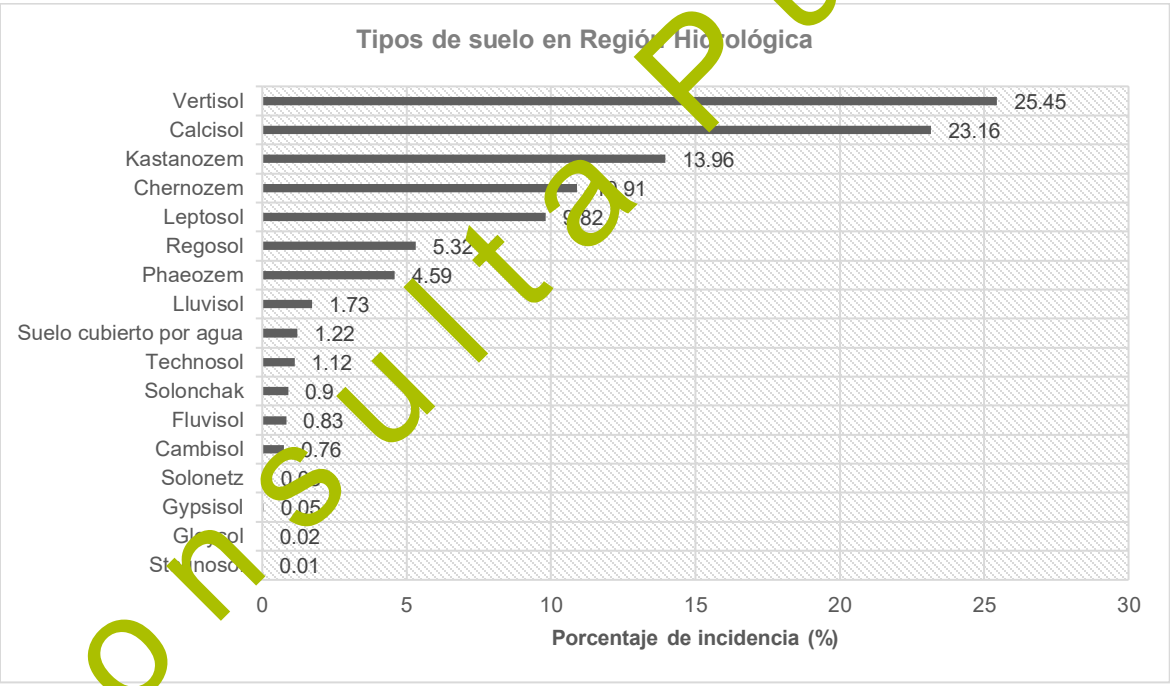


Figura 79. Tipos de suelo presentes en Región Ecológica

Área de Influencia

El Área de influencia presenta una diversidad edafológica menor que la identificada en la Región ecológica, aunque conserva una representación de varios de los principales grupos de suelo presentes a escala regional. Predominan los Phaeozems (30.82%), seguidos por Chernozems (23.30%), Kastanozems (17.56%) y Leptosoles (11.52%). En proporciones menores se identifican Vertisoles (6.45%), Cambisoles (6.13%), Calcisoles (3.53%), Regosoles (0.56%) y Technosoles (0.13%).

Consulta Pública

En términos generales, el Área de influencia se caracteriza por el predominio de suelos con un desarrollo edáfico relativamente importante, particularmente Phaeozems, Chernozems y Kastanozems, asociados con materiales sedimentarios y condiciones que favorecen la acumulación de materia orgánica y el desarrollo de horizontes superficiales. La presencia de Leptosoles, Vertisoles y Cambisoles complementa el mosaico edafológico y refleja variaciones locales en el material parental, profundidad y condiciones de formación del suelo.

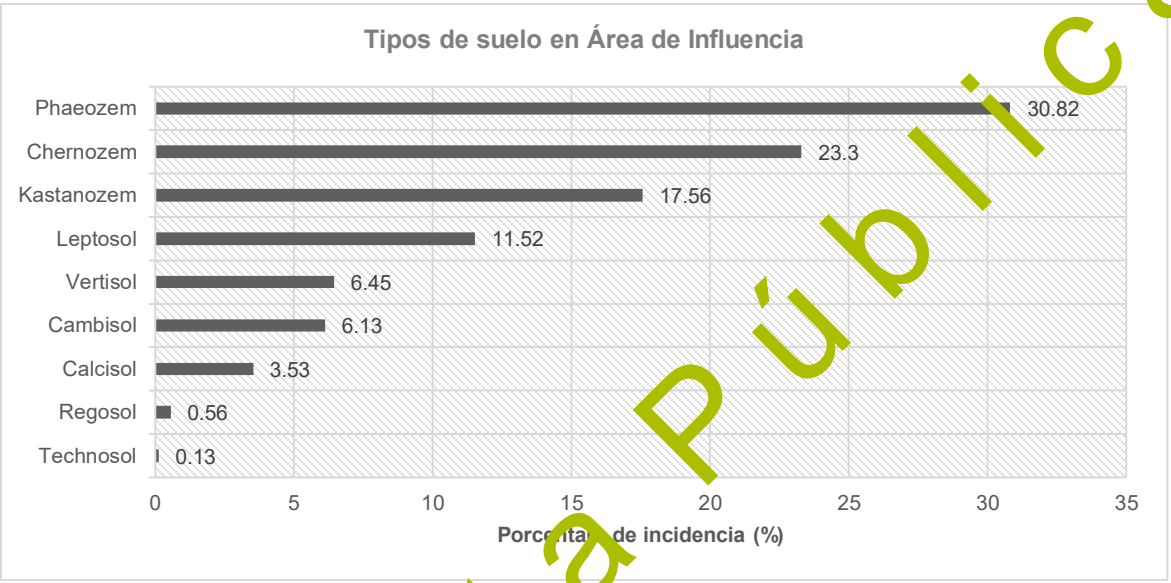


Figura 80. Tipos de suelo presentes en Área de Influencia

Área del Proyecto

El Área de proyecto presenta una composición edafológica más homogénea respecto a la Región ecológica y al Área de influencia, con predominio de cuatro grupos de suelo. Los Kastanozems constituyen el grupo dominante, con 51.89% de la superficie, seguidos por Leptosoles (40.70%) y, en menor proporción, Phaeozems (7.04%) y Vertisoles (0.38%).

En términos generales, el Área de proyecto se encuentra dominada por suelos asociados con ambientes secos, destacando la amplia presencia de Kastanozems, mientras que los Leptosoles representan una proporción importante de la superficie y se relacionan con condiciones de escasa profundidad efectiva y/o presencia de material rocoso. La presencia secundaria de Phaeozems y Vertisoles complementa la composición edafológica local, evidenciando una menor diversidad de grupos de suelo en comparación con las unidades territoriales de mayor extensión.

Consulta Pública

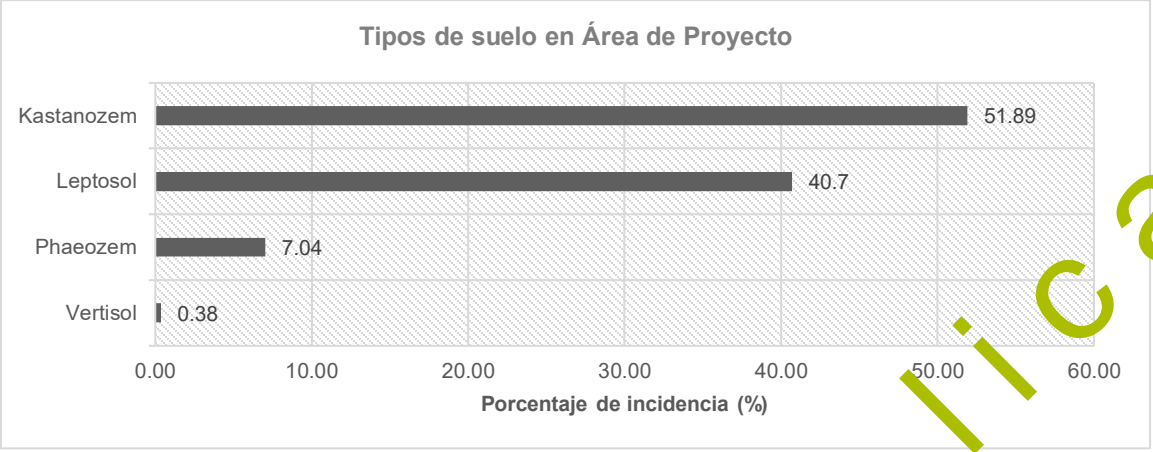


Figura 81. Tipos de suelo presentes en Área de Proyecto

Análisis integral edafológico

El análisis comparativo de las condiciones edafológicas muestra una disminución progresiva en la diversidad de grupos de suelo conforme se reduce la escala territorial. La Región ecológica presenta el mayor grado de heterogeneidad, con presencia de Vertisoles, Calcisoles, Kastanozems, Chernozems, Leptosoles, Phaeozems, Regosoles, Luvisoles, Technosoles, Solonchaks, Fluvisoles y Cambisoles, entre otros. Esta diversidad refleja la existencia de diferentes condiciones de formación y desarrollo del suelo a escala regional, con variaciones en profundidad, textura, contenido de carbonatos, drenaje y propiedades físicas.

El Área de influencia presenta una composición más concentrada respecto de la Región ecológica, con predominio de Phaeozems, Chernozems y Kastanozems, acompañados por Leptosoles, Vertisoles y Cambisoles, además de otros grupos con menor representación. Esta configuración evidencia una mayor homogeneidad edafológica, aunque persisten condiciones diferenciadas que pueden influir en la respuesta del suelo ante las actividades de preparación y construcción. En particular, la presencia de Leptosoles y Vertisoles debe considerarse debido a sus características de profundidad y comportamiento físico.

El Área del proyecto presenta la composición edafológica más homogénea de las tres unidades analizadas, con predominio de Kastanozems y Leptosoles, mientras que Phaeozems y Vertisoles tienen una presencia secundaria. Esta distribución indica que las condiciones edáficas del sitio están determinadas principalmente por estos grupos. Los Leptosoles representan una condición relevante para la planeación de las intervenciones debido a su limitada profundidad efectiva y posible presencia de material rocoso, mientras que los Vertisoles, aunque tienen una representación reducida, pueden presentar características físicas que deben considerarse en las zonas donde se encuentren.

En conjunto, la distribución de los grupos de suelo evidencia una transición desde una elevada heterogeneidad edafológica en la Región ecológica hacia una composición progresivamente más uniforme en el Área de influencia y, particularmente, en el Área del Proyecto. Para el desarrollo de las obras, las condiciones identificadas son manejables mediante una adecuada delimitación de las superficies de intervención y la aplicación de medidas orientadas a reducir la compactación y

Consulta Pública

alteración estructural del suelo, controlar procesos erosivos y conservar el horizonte superficial durante las actividades de preparación y construcción.

Tabla 125. Información edafológica de RE, Ai y Ap

Edafología de la Región Ecológica					
Tipo de suelo	**Clave**	**Suelo dominante**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
Chernozem	CHcc-ce/2	CH		6,226.64	0.13
Chernozem	CHcc-ce/3	CH		7,377.33	0.1
Chernozem	CHcc-ce+KSpcp-lv+LPrz/3	CH		292.47	0.01
Chernozem	CHcc-ce+VRpe-ca/3	CH		2,[illegible]62.12	0.06
Chernozem	CHcc-fv+KScc-lv/2	CH		28,71[illegible]96	0.59
Chernozem	-	CH		231.28	0
Chernozem	CHcc-len+CLlv-lo/3	CH		12[illegible]175.14	0.25
Chernozem	CHcc-len+PHlen-sk+LPrz/2P	CH		[illegible],100.41	0.1
Chernozem	CHcc-len+VRcc-pe/3	CH		2,325.86	0.05
Chernozem	CHcc-len+VRlen-cc+LPrz/3	CH		3,667.17	0.07
Chernozem	CHcc-len+VRso-cc/3G	CH		11,133.22	0.23
Chernozem	-	CH		848.18	0.02
Chernozem	CHcc-lep+CHlen-lv+LPrz/2	CH		3,229.67	0.07
Chernozem	CHcc-lep+LPrz-ca/2	CH		299.07	0.01
Chernozem	CHcc-lep+LPrz-ca+CLptn/2	CH		27,064.91	0.55
Chernozem	CHcc-lo/2	CH		2,291.22	0.05
Chernozem	CHcc-lo+CLha-lo/[illegible]	CH		26,900.17	0.55
Chernozem	CHcc-lo+C[illegible]ptn-lo/2	CH		10.32	0
Chernozem	CHcc-lv/[illegible]	CH		8,838.48	0.18
Chernozem	CHcc-lv+CHvr-so/2	CH	4,896,053.89	7,184.20	0.15
Chernozem	CHcc-lv+CLha/2	CH		11,582.81	0.24
Chernozem	CHcc-lv+CLptn-lo/2	CH		11,619.71	0.24
Chernozem	CHcc-lv+FLca/2	CH		1,026.34	0.02
Chernozem	CHcc-lv+FLca-lo/2	CH		1,481.08	0.03
Chernozem	CHcc-lv+KSvr-so/3	CH		933.1	0.02
Chernozem	CHcc-lv+RGsk-ca/2G	CH		2,135.79	0.04
Chernozem	CHcc-lv+SCgl-mo/2	CH		7,217.07	0.15
Chernozem	CHcc-lv+VRcc/2	CH		7,402.74	0.15
Chernozem	CHcc-lv+VRcc+CLlv/2	CH		3,822.85	0.08
Chernozem	CHcc-lv+VRcc+CLlv/3	CH		5,332.21	0.11
Chernozem	CHcc-lv+VRso/2	CH		11,437.80	0.23
Chernozem	CHcc-lv+VRso/3	CH		4,042.51	0.08
Chernozem	CHcc-lv+VRsz-cc+SCso/2	CH		4,839.47	0.1
Chernozem	CHcc-qs/2	CH		258.94	0.01
Chernozem	CHcc-qv+LPrz-ca/2	CH		10,111.90	0.21
Chernozem	CHcc-sk+LPsk-rz+CLptp/2G	CH		11,796.83	0.24
Chernozem	-	CH		1,190.71	0.02
Chernozem	-	CH		2,003.45	0.04
Chernozem	CHcc-so+SCgl-mo/2	CH		677.57	0.01

Consulta Pública

Chernozem	CHcc-vr/3	CH		79.07	0
Chernozem	CHcc-vr+VRcc/2	CH		2,490.31	0.05
Chernozem	CHcc-vr+VRcc+CLlv/2	CH		3,186.81	0.07
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-mz/2	CH		11,283.45	0.23
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-mz/3	CH		4,208.99	0.09
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-mz+CLptn/2	CH		1,621.35	0.03
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-pe/3	CH		7,696.79	0.16
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-pe+KSvr/3	CH		7,557.02	0.15
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-sk/3P	CH		2,743.18	0.0
Chernozem	CHcc-vr+VRlep-pe/2	CH		5,136.35	0.1
Chernozem	CHcc-vr+VRpe-ca/2	CH		6,418.96	0.13
Chernozem	CHcc-vr+VRpe-ca/3	CH		15,8[illegible]9.93	0.32
Chernozem	CHcc-vr+VRso-ca+VRsz/3	CH		7,215.4[illegible]	0.15
Chernozem	CHcc-vr+VRso-cc/3	CH		3[illegible]705.46	0.65
Chernozem	CHcc-vr+VRso-cc+CLptp/3	CH		4[illegible]52.58	0.09
Chernozem	CHcc-vr+VRso-pe/2	CH		2,054.78	0.04
Chernozem	CHcc-vr+VRso-pe/3	CH		9,278.95	0.19
Chernozem	CHcc-vr+VRsz-cc/3	CH		4,721.26	0.1
Chernozem	CHcc-vr+VRsz-so/3	CH		2,295.73	0.05
Chernozem	CHcc-vr+VRsz-so/3G	CH		1,439.03	0.03
Chernozem	CHgl-so/3	CH		5,338.90	0.11
Chernozem	CHha-lo+PHca-lo/2	CH		5,934.25	0.12
Chernozem	CHjc-fv/3	CH		5,224.90	0.11
Chernozem	-	CH		2,700.62	0.06
Chernozem	CHlen-lv/2G	CH		1,099.36	0.02
Chernozem	-	CH		4,306.61	0.09
Chernozem	CHlen-lv/3G	CH		1,153.22	0.02
Chernozem	CHlen-lv+LPrz-ca/2	CH		3,256.64	0.07
Chernozem	CHlen-lv+LPrz-ca/2G	CH		241.89	0
Chernozem	CHlen-lv+RGlen-ca/3G	CH		1,610.19	0.03
Chernozem	-	CH		6,708.08	0.14
Chernozem	CHlen-vr+RGlen-ca/2G	CH		5,033.08	0.1
Chernozem	CHlen-vr+VRlen-cc/3	CH		11,912.74	0.24
Chernozem	CHlen-vr+VRsz-len/3	CH		4,357.99	0.09
Chernozem	CHlen-vr+VRsz-so/3	CH		3,037.85	0.06
Chernozem	-	CH		1,827.82	0.04
Chernozem	CHlep-lv/3G	CH		1,253.28	0.03
Chernozem	CHlep-lv+LPrz-ca/3	CH		26.03	0
Chernozem	CHlep-lv+RGlep-ca/2	CH		6,461.66	0.13
Chernozem	CHlep-sk/3G	CH		12.59	0
Chernozem	CHlep-sk+CLlv-lo/3G	CH		251.91	0.01
Chernozem	CHlep-sk+LPsk-rz/2G	CH		1,332.34	0.03
Chernozem	CHlep-so+RGlep-ca/2G	CH		1,281.85	0.03
Chernozem	CHlv-ce/3	CH		590.86	0.01
Chernozem	CHlv-lo/2	CH		1,452.26	0.03
Chernozem	CHlv-qs/3	CH		4,952.69	0.1
Chernozem	CHlv-sk+FLca-lo/2	CH		2,775.85	0.06

Consulta Pública

Chernozem	-	CH		512.73	0.01
Chernozem	CHlv-skp+FLca-lo/2	CH		1,313.60	0.03
Chernozem	CHlv-so/3	CH		9,687.80	0.2
Chernozem	-	CH		380.68	0.01
Chernozem	CHpcn-sk+RGlep-ca/2P	CH		349.1	0.01
Chernozem	CHpcn-vr+VRcc-pe/2	CH		8,757.32	0.18
Chernozem	-	CH		1,005.22	0.02
Chernozem	-	CH		3,227.68	0.07
Chernozem	CHpcp-lo+CLlv-lo/2G	CH		2,055.93	0.0
Chernozem	CHpcp-lo+CLptp-lo/2	CH		6,122.17	0.13
Chernozem	CHpcp-lo+CLptp-lo/2G	CH		4,345.51	0.09
Chernozem	CHqc-lv/3	CH		32[illegible]99	0.01
Chernozem	-	CH		8.11	0
Chernozem	CHvr-ce+VRcc/3	CH		[illegible]691.86	0.05
Chernozem	CHvr-ce+VRha-ca/3G	CH		[illegible]2.91	0
Chernozem	CHvr-ce+VRha-mo/3	CH		597.32	0.01
Chernozem	CHvr-ce+VRso-pe/3	CH		2,359.85	0.05
Chernozem	CHvr-so/3	CH		1,719.20	0.04
Chernozem	-	CH		2,979.48	0.06
Chernozem	CHvr-so+VRpe-ca/2P	CH		1,394.71	0.03
Chernozem	CHvr-so+VRso-ca/3	CH		9,401.65	0.19
Chernozem	CHvr-so+VRsz-cc/3	CH		1,023.70	0.02
Calcisol	CLcm-lo/2	[illegible]		3,793.94	0.08
Calcisol	CLha-ar+RGca/1G	CL		2,459.04	0.05
Calcisol	CLha-ar+RGsk-ca/1G	CL		7,031.04	0.14
Calcisol	CLha-ar+RG[illegible]-ca/1P	CL		1,782.68	0.04
Calcisol	CLha-ce/3	CL		834.47	0.02
Calcisol	CLha-ce+VRha-ca/2	CL		4,158.68	0.08
Calcisol	CLha-ce+VRha-mo/3	CL		4,020.65	0.08
Calcisol	CLha-ce+VRszn-ca/2	CL		1,291.08	0.03
Calcisol	CLha-cr/2	CL		956.93	0.02
Calcisol	CLha-jc+KScc-lv/2	CL		6,838.50	0.14
Calcisol	CLha-jc+KSvr-so/2	CL		6,798.37	0.14
Calcisol	CLha-lj+CMca-lo/2	CL		7,660.74	0.16
Calcisol	CLha-lo/2	CL		83,183.15	1.7
Calcisol	CLha-lo+CMlen-ca/2	CL		1,966.63	0.04
Calcisol	CLha-lo+FLca-lo/2	CL		8,742.67	0.18
Calcisol	CLha-lo+KScc-lo/2	CL		2,974.13	0.06
Calcisol	CLha-lo+KSha-lo/2	CL		808.47	0.02
Calcisol	CLha-lo+KSlv-lo/2	CL		894.26	0.02
Calcisol	CLha-lo+KSpcn-sk/2	CL		1,110.81	0.02
Calcisol	CLha-lo+RGca-lo/2	CL		5,611.50	0.11
Calcisol	CLha-lo+RGlen-ca/2	CL		9,243.05	0.19
Calcisol	CLha-lo+RGlep-eu/2	CL		2,616.33	0.05
Calcisol	CLha-lo+RGso-ca/2	CL		3,629.39	0.07
Calcisol	CLha-lo+VRcc-pe/2	CL		3,901.40	0.08
Calcisol	CLha-lo+VRha-ca/2	CL		67,805.59	1.38

Consulta Pública

Calcisol	CLha-lo+VRszn-ca/2	CL		1,129.78	0.02
Calcisol	CLha-qs/2	CL		4,553.29	0.09
Calcisol	CLha-qs+VRha-ca/2	CL		1,333.39	0.03
Calcisol	CLha-sl+KScc-vr/2	CL		2,004.08	0.04
Calcisol	CLha-so/2	CL		1,714.63	0.04
Calcisol	CLha-so/3	CL		2,721.14	0.06
Calcisol	CLha-so+KScc-lv/2	CL		4,168.19	0.09
Calcisol	-	CL		6,039.23	0.12
Calcisol	CLha-so+VRcc-pe/2	CL		6,750.46	0.1
Calcisol	CLha-so+VRso-cc/2	CL		2,164.35	0.04
Calcisol	CLha-so+VRsz-cr/3	CL		5,125.77	0.1
Calcisol	-	CL		2,4[illegible]69	0.05
Calcisol	CLha-szn+VRha-ca/2	CL		2,928.7[illegible]	0.06
Calcisol	CLha-szn+VRha-mo/2	CL		[illegible]731.41	0.04
Calcisol	CLha-szn+VRson-ca/2	CL		3[illegible]09.91	0.08
Calcisol	CLha-szn+VRszn-ca/2	CL		1,634.85	0.03
Calcisol	CLha-sz+VRso-ca/3	CL		14,368.45	0.29
Calcisol	CLha-vr/3	CL		9,158.84	0.19
Calcisol	CLha-vr+VRha-ca/2	CL		715.79	0.01
Calcisol	CLha-vr+VRha-ca/3	CL		3,673.82	0.08
Calcisol	CLha-vr+VRso+CHcc/2	CL		6,023.55	0.12
Calcisol	CLlen-ar+RGlen-so/1	CL		2,609.70	0.05
Calcisol	CLlen-gy+GYcc-len/2	CL		2,631.14	0.05
Calcisol	CLlen-jc+CLha-s[illegible]/2	CL		4,196.30	0.09
Calcisol	CLlen-jc+VRlen-cc/2	CL		1,005.18	0.02
Calcisol	CLlen-jc+VR[illegible]-ca/2	CL		1,913.24	0.04
Calcisol	-	CL		38,328.98	0.78
Calcisol	CLlen-lo+[illegible]Pca-vr/2G	CL		5,463.78	0.11
Calcisol	CLle[illegible]lo+L[illegible]cc-lo/2	CL		2,459.45	0.05
Calcisol	CLlen-lo+RGeu-lo/2	CL		7,323.64	0.15
Calcisol	C[illegible]en-lo+RGlen-ca/2	CL		10,781.19	0.22
Calcisol	C[illegible]len-lo+VRha-ca/2	CL		994.32	0.02
Calcisol	-	CL		3,007.10	0.06
Calcisol	CLlen-lv/2G	CL		642.6	0.01
Calcisol	CLlen-lv/3G	CL		3,599.25	0.07
Calcisol	CLlen-lv+KSlen-lv/2	CL		2,440.59	0.05
Calcisol	CLlen-lv+VRcc-mz/3	CL		4,193.30	0.09
Calcisol	CLlen-lv+VRlen-ca/2G	CL		2,604.47	0.05
Calcisol	CLlen-lv+VRlen-cc/2	CL		2,921.85	0.06
Calcisol	CLlen-lv+VRso-ca/2	CL		3,470.16	0.07
Calcisol	CLlen-sk+CHlen-lv/1G	CL		6,423.15	0.13
Calcisol	CLlen-skp/2	CL		4,347.35	0.09
Calcisol	CLlen-sk+RGlen-ca/2P	CL		4,488.02	0.09
Calcisol	CLlen-sk+VRso-ca/2	CL		3,215.49	0.07
Calcisol	-	CL		1,692.37	0.03
Calcisol	CLlen-so/2G	CL		2,037.48	0.04
Calcisol	CLlen-szn/2	CL		681.27	0.01

Consulta Pública

Calcisol	-	CL		17.24	0
Calcisol	CLlen-vr/2G	CL		538.19	0.01
Calcisol	CLlen-vr+VRso-len/2	CL		6,106.55	0.12
Calcisol	CLlep-ad/1G	CL		99.24	0
Calcisol	CLlep-ar+RGlep-ca/1	CL		3,688.30	0.08
Calcisol	CLlep-ar+RGlep-ca/1G	CL		4,003.85	0.08
Calcisol	CLlep-ar+RGlep-ca/1P	CL		1,867.68	0.04
Calcisol	-	CL		21,462.78	0.44
Calcisol	CLlep-lo+LPca-lo/2	CL		4,979.16	0.1
Calcisol	CLlep-lo+LPeu-lo/2	CL		1,256.85	0.03
Calcisol	CLlep-lo+RGlep-ca/2	CL		12,962.70	0.26
Calcisol	CLlep-lo+VRha-ca/2	CL		1,457.31	0.03
Calcisol	-	CL		598.14	0.01
Calcisol	-	CL		629.31	0.01
Calcisol	CLlep-lv+KScc-vr/3G	CL		738.75	0.02
Calcisol	CLlep-lv+RGlep-ca/2G	CL		5,643.43	0.12
Calcisol	-	CL		6,316.80	0.13
Calcisol	CLlep-sk+LPca-lo/2	CL		814.79	0.02
Calcisol	CLlep-sk+LPsk-ca/2P	CL		1,310.33	0.03
Calcisol	CLlep-sk+RGca-lo/2	CL		1,879.27	0.04
Calcisol	CLlep-sk+RGlep-ca/2	CL		1,204.10	0.02
Calcisol	CLlep-sk+RGlep-eu/2	CL		2,458.54	0.05
Calcisol	-	CL		823.72	0.02
Calcisol	CLlep-vr+KSlep-lv/3G	CL		1,112.21	0.02
Calcisol	CLlv-ad/2	CL		1,060.37	0.02
Calcisol	CLlv-ad+KS[illegible]c-lv/2	CL		5,397.12	0.11
Calcisol	CLlv-ar/1	CL		1,726.40	0.04
Calcisol	CLlv-a[illegible]RGca/1	CL		1,590.33	0.03
Calcisol	CLl[illegible]ar+R[illegible]ca/1G	CL		1,947.44	0.04
Calcisol	CLlv-ar+RGca-ad/1G	CL		1,620.70	0.03
Calcisol	C[illegible]-ar+RGlep-ca/1G	CL		5,109.27	0.1
Calcisol	C[illegible]lv-ar+RGsk-ca/1	CL		5,517.27	0.11
Calcisol	CLlv-ar+RGso-ca/1	CL		3,186.24	0.07
Calcisol	CLlv-ce/3	CL		14,783.18	0.3
Calcisol	-	CL		2,277.15	0.05
Calcisol	CLlv-ce+CHcc+VRso/2	CL		26,811.33	0.55
Calcisol	CLlv-lo/2	CL		28,045.21	0.57
Calcisol	-	CL		833.52	0.02
Calcisol	CLlv-lo+CHcc-lv/2	CL		9,329.36	0.19
Calcisol	CLlv-lo+CHcc-vr/2	CL		19,113.74	0.39
Calcisol	CLlv-lo+CHcc-vr+VRcc/2	CL		3,442.61	0.07
Calcisol	CLlv-lo+CHha-lo/2	CL		509.51	0.01
Calcisol	CLlv-lo+CMeu-lo/2	CL		1,208.45	0.02
Calcisol	CLlv-lo+FLca-lo/2	CL		4,949.86	0.1
Calcisol	CLlv-lo+KScc-lo/2	CL		3,937.08	0.08
Calcisol	CLlv-lo+KSpcn-lo+CHcc/2	CL		8,856.65	0.18
Calcisol	CLlv-lo+KSpcp-lo/2	CL		9,838.29	0.2

Consulta Pública

Calcisol	CLlv-lo+RGca-lo/2	CL		1,131.01	0.02
Calcisol	CLlv-lo+RGeu-lo/2	CL		1,767.89	0.04
Calcisol	CLlv-lo+RGlen-ca/2	CL		2,105.01	0.04
Calcisol	CLlv-lo+VRcc-ca/2	CL		3,630.95	0.07
Calcisol	CLlv-lo+VRcc-pe/2	CL		12,761.75	0.26
Calcisol	CLlv-lo+VRha-ca/2	CL		26,438.10	0.54
Calcisol	CLlv-lo+VRha-mz/2	CL		4,290.09	0.09
Calcisol	CLlv-lo+VRso-ca/2	CL		605.85	0.01
Calcisol	CLlv-lo+VRszn-ca/2	CL		1,462.69	0.0
Calcisol	CLlv-oh/3	CL		8,285.78	0.17
Calcisol	-	CL		1,030.99	0.02
Calcisol	CLlv-oh+VRcc-pe/2	CL		3,4[illegible]64	0.07
Calcisol	CLlv-qs/1	CL		5,786.4[illegible]	0.12
Calcisol	CLlv-qs/2	CL		[illegible]013.51	0.22
Calcisol	CLlv-qs/3	CL		4[illegible]00.91	0.09
Calcisol	CLlv-qs+FLca-lo/2	CL		1,088.29	0.02
Calcisol	CLlv-qs+VRcc-pe/2	CL		2,075.81	0.04
Calcisol	CLlv-qs+VRha-ca/2	CL		2,195.37	0.04
Calcisol	CLlv-qs+VRha-ca/3	CL		1,059.79	0.02
Calcisol	CLlv-sk/2	CL		1,053.59	0.02
Calcisol	-	CL		1,434.67	0.03
Calcisol	CLlv-sk+CHcc-ce/3	CL		954.77	0.02
Calcisol	CLlv-sk+KSpcn-lo+CHcc/2	CL		6,203.21	0.13
Calcisol	-	CL		7,139.30	0.15
Calcisol	-	CL		1,409.20	0.03
Calcisol	CLlv-skp+FL[illegible]a-lo/2	CL		1,798.74	0.04
Calcisol	CLlv-skp+FLsk-[illegible]/3	CL		1,665.93	0.03
Calcisol	CLlv-skp+[illegible]Scc-skp/2	CL		2,125.46	0.04
Calcisol	CLlv-[illegible]kp+L[illegible]ha-je/2	CL		1,428.91	0.03
Calcisol	CLlv-sl/3	CL		3,803.83	0.08
Calcisol	[illegible]v-sl+VRsz-cc/2G	CL		9,940.14	0.2
Calcisol	CLlv-so/1	CL		1,993.49	0.04
Calcisol	CLlv-so/2	CL		7,797.88	0.16
Calcisol	CLlv-so+FLca-lo/2	CL		3,989.04	0.08
Calcisol	CLlv-so+KScc-lv/2	CL		4,456.20	0.09
Calcisol	-	CL		766.05	0.02
Calcisol	CLlv-so+VRcc-mz/3	CL		1,339.53	0.03
Calcisol	CLlv-so+VRcc-pe/2	CL		4,541.57	0.09
Calcisol	CLlv-so+VRso-ca/2	CL		9,112.85	0.19
Calcisol	CLlv-so+VRso-cc/2	CL		1,281.14	0.03
Calcisol	CLlv-szn+VRcc-mz/3	CL		356.2	0.01
Calcisol	CLlv-szn+VRso-cc/2	CL		11,145.37	0.23
Calcisol	CLptn-ai+CMca-lo/2	CL		385.42	0.01
Calcisol	CLptn-fc/2G	CL		721.7	0.01
Calcisol	-	CL		16,342.75	0.33
Calcisol	CLptn-lo/2G	CL		763.66	0.02
Calcisol	CLptn-lo+CHpcn-lo/2	CL		3,314.71	0.07

Consulta Pública

Calcisol	CLptn-lo+KSpcn-lo/2	CL		10,509.68	0.21
Calcisol	-	CL		16,608.02	0.34
Calcisol	CLptn-lv+LVcan-lo/2	CL		3,595.20	0.07
Calcisol	-	CL		9,100.72	0.19
Calcisol	-	CL		1,739.42	0.04
Calcisol	-	CL		543	0.01
Calcisol	-	CL		21,949.15	0.45
Calcisol	CLptp-lo+CHpcp-lo/2	CL		2,170.15	0.04
Calcisol	CLptp-lo+CHpcp-lv/2	CL		14,753.10	0.3
Calcisol	CLptp-lo+CMca-hu/2	CL		3,265.22	0.07
Calcisol	CLptp-lo+KSpcp-lo/2	CL		28,932.71	0.59
Calcisol	CLptp-lo+KSpcp-lo+LPrz/2	CL		1,361.65	0.03
Calcisol	CLptp-lo+KSpcp-lv/2P	CL		8,255.8	0.17
Calcisol	CLptp-lo+KSpcp-so/2	CL		11,857.65	0.24
Calcisol	CLptp-lo+LPca-lo/2	CL		3,249.57	0.07
Calcisol	CLptp-lo+LPca-qv+VRlep/2	CL		1,405.96	0.03
Calcisol	CLptp-lo+LPrz-ca/2	CL		1,291.91	0.03
Calcisol	CLptp-lo+RGca-lo/2	CL		1,848.77	0.04
Calcisol	CLptp-lo+VRcc-ca/2	CL		6,012.55	0.12
Calcisol	-	CL		2,445.77	0.05
Calcisol	CLptp-lv+KSpcn-lo/2	CL		5,166.85	0.11
Calcisol	-	CL		496.61	0.01
Calcisol	-	CL		5,161.88	0.11
Calcisol	CLptp-sk+KSpcp-lo/2G	CL		6,055.39	0.12
Calcisol	CLptp-sk+PHpcp-lo/2	CL		10,030.42	0.2
Calcisol	CLptp-sk+VRcc-sk/2G	CL		2,536.90	0.05
Calcisol	-	CL		202.78	0
Calcisol	CLptp-vr+VRcc-sk/2	CL		547.59	0.01
Calcisol	CLptp-vr+VRlep-ca/2	CL		894.91	0.02
Calcisol	CLptp-vr+VRlep-cc/2	CL		4,965.08	0.1
Calcisol	CLsk-lo/2	CL		9,331.52	0.19
Calcisol	CLsk-lo+RGca-lo/2	CL		3,076.10	0.06
Calcisol	-	CL		16,935.79	0.35
Calcisol	CLskp-lo+CHcc-skp/2	CL		6,810.58	0.14
Calcisol	CLskp-lo+FLca-lo/2	CL		1,585.25	0.03
Calcisol	CLskp-lo+KScc-lo/2	CL		4,799.10	0.1
Calcisol	CLskp-lo+KScc-skp/2	CL		2,051.40	0.04
Calcisol	CLskp-lo+RGca-lo/2	CL		6,189.06	0.13
Calcisol	CLskp-lo+RGca-lo+VRha/2	CL		3,924.66	0.08
Calcisol	CLskp-lo+RGeu-lo/2	CL		518.68	0.01
Calcisol	CLskp-lo+RGlep-ca/2	CL		647.6	0.01
Cambisol	CMca-lo/2	CM		5,143.31	0.11
Cambisol	CMeu-ar/1	CM		887.74	0.02
Cambisol	CMlen-so+RGlen-so+LVlen/2	CM		8,781.54	0.18
Cambisol	-	CM		1,023.86	0.02
Cambisol	CMlep-qv+CHlep-lo/3P	CM		306.23	0.01
Cambisol	-	CM		1,957.10	0.04

Consulta Pública

Cambisol	CMso-oh/2	CM		3,165.33	0.06
Cambisol	CMvr-sz+VRso-cc/3	CM		15,545.51	0.32
Fluvisol	FLca-ce+VRszn-ca/2	FL		570.95	0.01
Fluvisol	FLca-je+CLha-vr/3	FL		8,740.75	0.18
Fluvisol	FLca-lo/2	FL		5,123.68	0.1
Fluvisol	FLca-lo+CHha-lo/2	FL		906.86	0.02
Fluvisol	FLca-lo+CLha-lo/2	FL		1,550.86	0.03
Fluvisol	FLca-lo+CLlv-lo+VRha/2	FL		3,550.74	0.07
Fluvisol	FLca-lo+CLskp-lo/2	FL		3,048.43	0.0
Fluvisol	FLca-lo+PHca-lo/2	FL		12,658.[illegible]	[illegible]26
Fluvisol	FLeu-lo/2	FL		440.77	0.01
Fluvisol	FLeu-oh+CLha-qs/2	FL		18[illegible]98	0
Fluvisol	FLsk-ca/2	FL		113.5[illegible]	0
Fluvisol	-	FL		[illegible]78.82	0
Fluvisol	FLsk-ca+VRpe-mz/3	FL		4[illegible]903.05	0.08
Fluvisol	FLso-ca/2	FL		615.26	0.01
Gleysol	GLeu-so+SCgl-so+VRsz/3	GL		1,016.41	0.02
Gypsisol	GYlen-cc+CLlen-gy/1	GY		2,283.15	0.05
Kastanozem	KScc-ce+CLvr-ce+FLca/3	KS		13,598.04	0.28
Kastanozem	KScc-len/2G	KS		4,510.80	0.09
Kastanozem	KScc-len+CLlen-lv/2G	KS		4,355.84	0.09
Kastanozem	KScc-lep/2G	KS		1,216.31	0.02
Kastanozem	KScc-lep/2P	KS		327.37	0.01
Kastanozem	KScc-lep+LPli-ca/2G	KS		14,641.57	0.3
Kastanozem	KScc-lep+LPrz-ca/2	KS		7,082.22	0.14
Kastanozem	KScc-lep+LP[illegible]-ca/2G	KS		3,836.19	0.08
Kastanozem	KScc-lep+LPrz-c[illegible]2P	KS		54.58	0
Kastanozem	KScc-lep+LP[illegible]z-ca+CLlep/2	KS		22,359.87	0.46
Kastanozem	KScc-[illegible]p+L[illegible]sk-rz/2P	KS		33.71	0
Kastanozem	KScc-lo/2	KS		374.51	0.01
Kastanozem	[illegible]cc-lo+CHha-ph/2	KS		9,267.27	0.19
Kastanozem	[illegible]Scc-lo+CLha-lo/2	KS		810.72	0.02
Kastanozem	KScc-lo+CLlv-ce/2G	KS		551.55	0.01
Kastanozem	KScc-lo+CLlv-lo/2	KS		3,090.60	0.06
Kastanozem	KScc-lo+CLptn-lo/2	KS		1,074.95	0.02
Kastanozem	KScc-lo+VRha-ca+CLha/2	KS		1,547.09	0.03
Kastanozem	KScc-lo+VRha-mo/2	KS		2,146.02	0.04
Kastanozem	KScc-lv/2	KS		9,985.85	0.2
Kastanozem	-	KS		6,609.92	0.14
Kastanozem	KScc-lv/3	KS		1,794.77	0.04
Kastanozem	KScc-lv+CHcc-lv/2	KS		1,046.98	0.02
Kastanozem	KScc-lv+CHcc-so/2G	KS		3,466.64	0.07
Kastanozem	KScc-lv+CHcc-vr/2	KS		7,220.59	0.15
Kastanozem	KScc-lv+CHha-ph/2	KS		2,233.15	0.05
Kastanozem	KScc-lv+CHlv-so/2	KS		13,212.18	0.27
Kastanozem	KScc-lv+CLha/2	KS		458.46	0.01
Kastanozem	KScc-lv+CLha-lo/2	KS		3,942.62	0.08

Consulta Pública

Kastanozem	KScc-lv+CLha-so/2	KS		2,073.82	0.04
Kastanozem	KScc-lv+CLlv-ce/3	KS		1,829.56	0.04
Kastanozem	KScc-lv+CLlv-lo/2G	KS		2,140.29	0.04
Kastanozem	KScc-lv+CLlv-lo/3	KS		2,044.00	0.04
Kastanozem	KScc-lv+CLlv-qz/3	KS		0.33	0
Kastanozem	KScc-lv+CLlv-sk/2	KS		578.68	0.01
Kastanozem	KScc-lv+KSha-szn/3	KS		416	0.01
Kastanozem	KScc-lv+LVsk-can/2G	KS		6.01	0
Kastanozem	KScc-lv+VRso-cc/3	KS		15,928.17	0.3
KS	-	-		2,631.88	0.05
Kastanozem	KScc-vr/3	KS		5,552.00	0.11
Kastanozem	-	KS		84[illegible]57	0.02
Kastanozem	KScc-vr+CHcc-vr/3	KS		2,995.7[illegible]	0.06
Kastanozem	KScc-vr+CLha-so/2	KS		[illegible]319.35	0.25
Kastanozem	KScc-vr+CLha-vr/2	KS		4[illegible]048.80	0.08
Kastanozem	KScc-vr+CLlv-ce/3	KS		5,507.22	0.11
Kastanozem	KScc-vr+CLlv-jc/2	KS		3,642.54	0.07
Kastanozem	KScc-vr+CLlv-lo/3	KS		10,802.22	0.22
Kastanozem	KScc-vr+CLlv-sk/3	KS		0.09	0
Kastanozem	KScc-vr+CLlv-so/2	KS		4,525.46	0.09
Kastanozem	KScc-vr+CLvr-lo+FLca/2	KS		2,406.23	0.05
Kastanozem	KScc-vr+VRcc-mz/2	KS		1,694.07	0.03
Kastanozem	KScc-vr+VRcc-pe/3	KS		3,939.18	0.08
Kastanozem	KScc-vr+VRcr-ca/3	KS		1,497.90	0.03
Kastanozem	KScc-vr+VRso-cc/2	KS		1,160.00	0.02
Kastanozem	KScc-vr+VR[illegible]-cc/3	KS		6,775.03	0.14
Kastanozem	KSha-cm/2	KS		5,769.51	0.12
Kastanozem	KSha-lo[illegible]CLlv-lo/2	KS		1,046.00	0.02
Kastanozem	-	KS		2,074.31	0.04
Kastanozem	KSlen-lv/2G	KS		3,496.38	0.07
Kastanozem	[illegible]en-lv+CHlen-cc/2	KS		5,961.05	0.12
Kastanozem	KS[illegible]n-lv+LVlen-can/3G	KS		731.24	0.01
Kastanozem	KSlen-lv+VRpe-ca/2G	KS		1,840.97	0.04
Kastanozem	KSlen-vr+LPca-qv/3G	KS		950.38	0.02
Kastanozem	KSlen-vr+VRcr-ca/3	KS		2,973.83	0.06
Kastanozem	KSlen-vr+VRlen-ca/2	KS		7,316.66	0.15
Kastanozem	KSlen-vr+VRlen-cc/2	KS		7,110.22	0.15
Kastanozem	KSlep-ce+LPrz-ca/3	KS		1,029.74	0.02
Kastanozem	KSlep-lo+CLlv-lo/2	KS		15.95	0
Kastanozem	KSlep-lo+LPrz-ca/2	KS		563.31	0.01
Kastanozem	KSlep-lo+LPsk-rz/2G	KS		456.08	0.01
Kastanozem	-	KS		1,543.02	0.03
Kastanozem	KSlep-lv/2G	KS		3,778.44	0.08
Kastanozem	KSlep-lv+CLlep-so/2G	KS		5,419.39	0.11
Kastanozem	KSlep-lv+LPrz-ca/2	KS		2,338.44	0.05
Kastanozem	KSlep-lv+LPrz-ca/2G	KS		5,513.94	0.11
Kastanozem	KSlep-lv+LPrz-ca+RGlep/2G	KS		4,951.41	0.1

Consulta Pública

Kastanozem	KSlep-lv+LPsk-rz/2G	KS		7,803.52	0.16
Kastanozem	KSlep-sk+LPrz-ca/2G	KS		2,969.89	0.06
Kastanozem	KSlep-sk+LPsk-rz/2	KS		4,455.78	0.09
Kastanozem	KSlep-vr/3G	KS		1,026.78	0.02
Kastanozem	KSlv-ce/3	KS		416.91	0.01
Kastanozem	KSlv-lo+CLha-lo/2	KS		2,682.24	0.05
Kastanozem	KSlv-lo+CLlv-lo/2	KS		1,788.78	0.04
Kastanozem	KSlv-lo+VRha-ca/2	KS		2,713.38	0.06
Kastanozem	KSlv-qs/2	KS		474.29	0.0
Kastanozem	KSlv-sl+CHcc-lv+CLptn/2	KS		21,832.23	0.45
Kastanozem	KSlv-sl+CHcc-so/2	KS		3,585.23	0.07
Kastanozem	KSlv-so/2	KS		88[illegible]19	0.02
Kastanozem	KSlv-so+KScc-so/3G	KS		2,174.4	0.04
Kastanozem	-	KS		[illegible]606.12	0.07
Kastanozem	KSpcn-lo/2G	KS		[illegible]16.37	0.01
Kastanozem	KSpcn-lo+CHcc-lv+CLptp/2	KS		2,303.27	0.05
Kastanozem	KSpcn-lo+LPsk-rz/2P	KS		1,602.84	0.03
Kastanozem	KSpcn-lo+LPsk-rz+CLptp/2P	KS		434.99	0.01
Kastanozem	-	KS		7,482.13	0.15
Kastanozem	KSpcn-lv+CHcc-lv/3	KS		12,767.76	0.26
Kastanozem	KSpcn-lv+CLptp+LPrz/2P	KS		6,574.93	0.13
Kastanozem	KSpcn-qv+CLlv/2	KS		22,411.62	0.46
Kastanozem	KSpcn-qv+CLsk-lo/2	KS		5,421.35	0.11
Kastanozem	KSpcn-qv+PHpcn/3G	KS		32,720.74	0.67
Kastanozem	KSpcn-vr/3P	KS		5,228.58	0.11
Kastanozem	KSpcn-vr+CLptp-vr+VRcc/3	KS		11,234.82	0.23
Kastanozem	KSpcn-vr+VRcc-rz/2P	KS		5,316.16	0.11
Kastanozem	KSpcn-vr+VR[illegible]p-cc+LPca/2P	KS		1,004.04	0.02
Kastanozem	K[illegible]pcp-[illegible]2G	KS		5,630.60	0.12
Kastanozem	KSpcp-lo+CHvr-lo/2	KS		6,102.88	0.12
Kastanozem	[illegible]cp-lo+CLptp-lo/2	KS		8,374.82	0.17
Kastanozem	K[illegible]pcp-lo+CLptp-sk/2	KS		17,740.35	0.36
Kastanozem	KSpcp-lo+CLptp-sk/2G	KS		2,495.42	0.05
Kastanozem	KSpcp-lo+CLsk-ptp/2G	KS		2,639.23	0.05
Kastanozem	KSpcp-lo+LPca-qv+RGlep/2G	KS		3,414.55	0.07
Kastanozem	KSpcp-lo+LPrz-ca/2	KS		18,716.43	0.38
Kastanozem	KSpcp-lo+LPrz-ca+CLptp/2	KS		6,287.20	0.13
Kastanozem	KSpcp-lo+LPrz-ca+VRlep/2	KS		787.14	0.02
Kastanozem	KSpcp-lo+LPsk-rz/2	KS		17,521.46	0.36
Kastanozem	KSpcp-lo+LPsk-rz/2G	KS		1,586.55	0.03
Kastanozem	KSpcp-lo+LPsk-rz/2P	KS		31,356.44	0.64
Kastanozem	KSpcp-lo+LPsk-rz+VRlep/2	KS		2,314.44	0.05
KS	-	-		1,453.62	0.03
Kastanozem	KSpcp-lv/2G	KS		5,319.96	0.11
Kastanozem	KSpcp-lv+CHcc-lo/2P	KS		4,425.97	0.09
Kastanozem	KSpcp-lv+CHpcp-lv/2G	KS		10,861.18	0.22
Kastanozem	KSpcp-lv+CLptp-lo/2	KS		15.76	0

Consulta Pública

Kastanozem	KSpcp-lv+CLptp-sk/2G	KS		7,845.06	0.16
Kastanozem	KSpcp-sk/2G	KS		2,679.08	0.05
Kastanozem	KSpcp-sk/2P	KS		221.62	0
Kastanozem	KSpcp-sk+CHcc-lo/2P	KS		5,249.98	0.11
Kastanozem	KSpcp-sk+LPrz-ca/3P	KS		4,792.27	0.1
Kastanozem	KSpcp-sk+PHpcp-sk+RGsk/3P	KS		8.88	0
Kastanozem	KSpcp-sl+LPrz-ca/3P	KS		3,435.62	0.07
Kastanozem	KSpcp-sl+LPsk-ca/3G	KS		207.88	0
Kastanozem	KSpcp-sl+LPsk-rz/3P	KS		681.63	0.0
Kastanozem	-	KS		11,680.06	0.24
Kastanozem	KSpcp-vr+VRpcp-pe/2G	KS		1,022.82	0.02
Kastanozem	KSqc-lv+VRcc-pe/2	KS		8,9 .25	0.18
Kastanozem	KSsi-pcp+CLptp-lo/2	KS		9,836.1	0.2
Kastanozem	KSvr-ce+VRso-cc/3	KS		958.60	0.04
Kastanozem	KSvr-so+CHcc-lv/3	KS		4 98.03	0.09
Kastanozem	KSvr-so+VRsz-ca/3	KS		3,454.83	0.07
Leptosol	LPca-ai+VRlep-ca/2G	LP		78.38	0
Leptosol	LPca-ar/1	LP		2,368.12	0.05
Leptosol	LPca-lo+CLlep-lo/2	LP		5,357.34	0.11
Leptosol	LPca-lo+CLskp-lo/2	LP		1,167.91	0.02
Leptosol	LPca-lo+RGlep-ca/2	LP		10,588.87	0.22
Leptosol	-	LP		699.61	0.01
Leptosol	-	LP		344.96	0.01
Leptosol	LPeu-ar/1	LP		1,279.30	0.03
Leptosol	LPeu-hu+VRlep-ca/2	LP		3,299.72	0.07
Leptosol	LPeu-lo/2	LP		2,092.09	0.04
Leptosol	-	LP		1,948.26	0.04
Leptosol	LPeu-lo+RGca-lo/2	LP		1,156.56	0.02
Leptosol	LPeu-oh+RGlep-eu/2	LP		3,402.99	0.07
Leptosol	LPeu-oh/2	LP		13,034.77	0.27
Leptosol	-	LP		817.53	0.02
Leptosol	LPjk-ca+LPrz-ca/2G	LP		3,089.91	0.06
Leptosol	-	LP		5,167.44	0.11
Leptosol	LPjk-rz+LPli-ca/2G	LP		3,521.41	0.07
Leptosol	-	LP		9,542.06	0.19
Leptosol	LPjk-sr+LPli-ca/2G	LP		9,835.25	0.2
Leptosol	-	LP		2,036.77	0.04
Leptosol	LPli-ca+LPrz-hu/2P	LP		3,492.92	0.07
Leptosol	LPli-ca+LPsk-eu/2G	LP		2,543.47	0.05
Leptosol	LPli-ca+LPsk-rz/2G	LP		9,797.64	0.2
Leptosol	LPli-ca+LPsk-rz/2P	LP		4,904.97	0.1
Leptosol	LPli-ca+LPsk-rz/3P	LP		468.89	0.01
Leptosol	LPli-ca+PHlep-sk/2G	LP		2,394.10	0.05
Leptosol	LPli-ca+RGlep-ca/1P	LP		1,482.55	0.03
Leptosol	LPli-eu+LPsk-mo/2	LP		345.22	0.01
Leptosol	LPli-sk+LPsk-eu/1G	LP		622.04	0.01
Leptosol	LPli-sk+LVlep-hu/2P	LP		1.22	0

Consulta Pública

Leptosol	LPli-sk+PHlep-ar/1P	LP		14,954.07	0.31
Leptosol	LPmo-ca/2	LP		6,661.05	0.14
Leptosol	LPmo-ca+CLlep-lo/2	LP		5.28	0
Leptosol	LPmo-lo/2	LP		1,098.42	0.02
Leptosol	LPrz-ca/2	LP		467.43	0.01
Leptosol	-	LP		2,095.14	0.04
Leptosol	LPrz-ca+CHcc-lep/2	LP		1,542.61	0.03
Leptosol	LPrz-ca+CHlep-lo/2	LP		4,250.48	0.09
Leptosol	LPrz-ca+CHlep-lv/2G	LP		445.94	0.0
Leptosol	LPrz-ca+CHlep-sk/2	LP		687.19	0.01
Leptosol	LPrz-ca+CLlep-lo+KSlep/2	LP		4,318.28	0.09
Leptosol	LPrz-ca+LPli-sk/2G	LP		63[illegible]83	0.01
Leptosol	LPrz-ca+RGlep-ca/2G	LP		3,384.9[illegible]	0.07
Leptosol	LPrz-ca+RGlep-sk/2P	LP		[illegible]847.1	0.02
Leptosol	LPrz-hu/2	LP		[illegible]28.32	0
Leptosol	-	LP		159.65	0
Leptosol	LPrz-hu+LPli-sk/2G	LP		1,241.26	0.03
Leptosol	LPrz-hu+LVlep-sk/2G	LP		1,328.88	0.03
Leptosol	LPrz-hu+RGlep-ca/2P	LP		15,967.66	0.33
Leptosol	LPrz-hu+VRlep-ca/2	LP		2,219.11	0.05
Leptosol	LPrz-lo/2	LP		272.04	0.01
Leptosol	LPsk-ca/2	LP		0.04	0
Leptosol	-	LP		568.66	0.01
Leptosol	LPsk-ca+KScc-lep+RGlep/3P	LP		6,266.19	0.13
Leptosol	LPsk-ca+LPli-ca/2G	LP		1,373.76	0.03
Leptosol	LPsk-ca+LPli-ca/2G	LP		3,066.04	0.06
Leptosol	LPsk-ca+RGlep-ca/2G	LP		6,511.65	0.13
Leptosol	LPsk-ca+RGlep-lo/2G	LP		28.98	0
Leptosol	LPsk-ca+RGlep-sk/2	LP		0	0
Leptosol	LPsk-eu/2	LP		3,942.90	0.08
Leptosol	LPsk-eu+LPli-eu/1	LP		949.52	0.02
Leptosol	LPsk-eu+LPli-sk/2G	LP		1,083.92	0.02
Leptosol	LPsk-eu+RGlep-sk/2P	LP		5,981.37	0.12
Leptosol	LPsk-mo+LPli-hu/1G	LP		125.85	0
Leptosol	LPsk-mo+LPli-hu+PHlep/2G	LP		1,696.00	0.03
Leptosol	LPsk-rz/2	LP		1,293.54	0.03
Leptosol	-	LP		1,022.61	0.02
Leptosol	-	LP		12,339.37	0.25
Leptosol	LPsk-rz+CHlep-lv/2	LP		449.47	0.01
Leptosol	LPsk-rz+CHlep-sk/2	LP		4,892.88	0.1
Leptosol	LPsk-rz+CHlep-sk/2G	LP		6,927.89	0.14
Leptosol	LPsk-rz+CLlep-lo/2P	LP		4,043.71	0.08
Leptosol	LPsk-rz+CLlep-lo+VRlep/2P	LP		2,817.59	0.06
Leptosol	LPsk-rz+CMsk-ca/2P	LP		873.53	0.02
Leptosol	LPsk-rz+CMsk-qv/3	LP		338.27	0.01
Leptosol	LPsk-rz+KScc-lep/3P	LP		130,445.82	2.66
Leptosol	LPsk-rz+KSlep-lo/2P	LP		5,925.46	0.12

Consulta Pública

Leptosol	LPsk-rz+LPli-ca/2	LP		271.98	0.01
Leptosol	LPsk-rz+LPli-ca+CHlep/2G	LP		5,742.24	0.12
Leptosol	LPsk-rz+LPli-eu/2G	LP		0.85	0
Leptosol	LPsk-rz+LPli-sk/2G	LP		2,087.91	0.04
Leptosol	LPsk-rz+LPli-sk/2P	LP		1,264.81	0.03
Leptosol	LPsk-rz+LVlep-hu/2P	LP		3,781.53	0.08
Leptosol	LPsk-rz+PHlep-ca/2G	LP		256.76	0.01
Leptosol	LPsk-rz+PHlep-ca/2P	LP		1,431.10	0.03
Leptosol	LPsk-rz+PHlep-sk/2P	LP		34,449.88	0.7
Leptosol	LPsk-rz+PHlep-sk+LPrz/2P	LP		9,039.30	0.18
Leptosol	LPsk-rz+RGlep-ca/2G	LP		13,129.99	0.27
Leptosol	LPsk-rz+RGlep-sk/2G	LP		1,1[illegible]35	0.02
Leptosol	LPsk-rz+RGlep-sk/2P	LP		26,389.[illegible]	0.54
Leptosol	LPsk-rz+VRlep-ca/2P	LP		[illegible]970.58	0.12
Leptosol	-	LP		[illegible]43.65	0
Leptosol	-	LP		910.74	0.02
Leptosol	LPsk-sr+RGlep-ca/2P	LP		1,956.57	0.04
Luvisol	LVap-len+VRso-len/2	LV		862.5	0.02
Luvisol	LVca-qs+CMsk-ca/2	LV		8,934.39	0.18
Luvisol	LVcc-ce+CLlv-lo+CHcc/2	LV		8,902.10	0.18
Luvisol	LVcr-je/2	LV		12,269.10	0.25
Luvisol	LVcr-sk+RGlen-ca/2	LV		721.34	0.01
Luvisol	LVha-je/1	LV		556.38	0.01
Luvisol	LVha-je/2	LV		1,084.57	0.02
Luvisol	LVha-lo+VRha-ca/2	LV		1,215.71	0.02
Luvisol	LVha-qv/2	LV		771.47	0.02
Luvisol	-	LV		1,271.39	0.03
Luvisol	LVlen-cc/2G	LV		2,672.54	0.05
Luvisol	-	LV		3,466.68	0.07
Luvisol	LVlen-sk+VRso-len/2G	LV		2,040.27	0.04
Luvisol	-	LV		1,439.81	0.03
Luvisol	LVlen-vr+RGlen-ca/2G	LV		699.38	0.01
Luvisol	LVlen-vr+RGlen-sk/2G	LV		767.54	0.02
Luvisol	LVlen-vr+VRlen-ca+LPsk/2	LV		1,091.70	0.02
Luvisol	LVlen-vr+VRlen-cr/2G	LV		2,342.61	0.05
Luvisol	LVlen-vr+VRso-cr/2G	LV		3,432.69	0.07
Luvisol	LVlen-vr+VRsz-len/2G	LV		9,642.03	0.2
Luvisol	LVlep-cc+CHcc-len/2	LV		2,938.78	0.06
Luvisol	LVlep-cc+CHlep-lv/2G	LV		5,354.37	0.11
Luvisol	LVlep-cr/2G	LV		15.79	0
Luvisol	LVlep-cr+LPca-qv/2G	LV		182.38	0
Luvisol	LVlep-je+VRlep-ca/2G	LV		3,255.25	0.07
Luvisol	LVlep-sk+LPli-eu/2	LV		1.96	0
Luvisol	LVlep-vr+RGlep-ca/2G	LV		1,709.16	0.03
Luvisol	LVlep-vr+VRlep-ca/2	LV		248.03	0.01
Luvisol	LVlep-vr+VRlep-ca/2G	LV		5,870.76	0.12
Luvisol	LVvr-can+VRlep-ca/3G	LV		1,298.47	0.03

Consulta Pública

Luvisol	LVvr-cc/2	LV		240.76	0
Phaeozem	PHca-lo+FLca-lo/2	PH		3,077.18	0.06
Phaeozem	PHccn-cm+CHvr-so/2	PH		44,187.45	0.9
Phaeozem	PHccn-lo+CLlv-lo/2	PH		3,968.74	0.08
Phaeozem	PHccn-lv+VRcc-pe/2	PH		76,578.18	1.56
Phaeozem	PHfv-cm+CHcc-lv/3	PH		5,312.95	0.11
Phaeozem	-	PH		131.4	0
Phaeozem	PHlep-ca+LPrz-ca/2	PH		11,179.26	0.23
Phaeozem	PHlep-lv+LPmo-sk/1P	PH		10,264.36	0.2
Phaeozem	PHlep-sk/2G	PH		405.24	0.01
Phaeozem	PHlep-sk+LPrz-hu/2G	PH		8,741.26	0.18
Phaeozem	PHlep-sk+LPrz-hu/2P	PH		54[illegible]87	0.01
Phaeozem	PHlep-sk+LPsk-rz/2P	PH		16,314.[illegible]	0.33
Phaeozem	PHlep-sk+RGlep-ca/2G	PH		[illegible]446.37	0.03
Phaeozem	PHlep-vr+VRpcp-hu/3	PH		[illegible]2.66	0
Phaeozem	PHlep-vr+VRpe-mz+FLsk/3	PH		8.47	0
Phaeozem	PHlv-ca/3	PH		1,858.14	0.04
Phaeozem	PHlv-ca+KSlv-sl/2	PH		12,355.22	0.25
Phaeozem	-	PH		1,165.35	0.02
Phaeozem	-	PH		9,221.77	0.19
Phaeozem	PHpcp-lo+KSpcp-lo+CLlv/2	PH		859.65	0.02
Phaeozem	PHrz-pcp/2G	PH		3,201.82	0.07
Phaeozem	PHrz-si/2	PH		6,352.28	0.13
Phaeozem	PHsi-pcp+LPrz-hu/3P	PH		6,511.25	0.13
Phaeozem	PHvr-sk/3	PH		1,457.76	0.03
Regosol	-	RG		557.39	0.01
Regosol	-	RG		11,523.50	0.24
Regosol	RGeu-lo/2	RG		307.63	0.01
Regosol	RGca-lo+CLha-lo/2	RG		1,165.76	0.02
Regosol	RGca-lo+CLlen-skp/2	RG		2,868.97	0.06
Regosol	RGca-lo+CLptp-lo+VRha/2	RG		1,856.73	0.04
Regosol	RGca-lo+CLsk-lo/2	RG		1,858.53	0.04
Regosol	RGca-lo+CLskp-lo/2	RG		4,025.96	0.08
Regosol	RGeu-lo+CLha-lo/2	RG		613.54	0.01
Regosol	RGeu-lo+LVcc-lo/2	RG		3,505.90	0.07
Regosol	-	RG		1,324.44	0.03
Regosol	RGlen-ca/2G	RG		765.28	0.02
Regosol	RGlen-ca+CLha/3P	RG		580.93	0.01
Regosol	RGlen-ca+CLlen-lv/2	RG		2,496.79	0.05
Regosol	RGlen-ca+CLlen-lv/2G	RG		3,379.72	0.07
Regosol	RGlen-ca+CLlen-so/2	RG		116.97	0
Regosol	RGlen-ca+CLptp-lo/1	RG		2,063.88	0.04
Regosol	RGlen-ca+VRsk-pe/3	RG		932.02	0.02
Regosol	-	RG		1,700.68	0.03
Regosol	RGlen-sk+LVlen-vr/3G	RG		887.38	0.02
Regosol	-	RG		3,250.80	0.07
Regosol	-	RG		5,438.97	0.11

Consulta Pública

Regosol	RGlep-ca/2G	RG		5,856.37	0.12
Regosol	RGlep-ca/2P	RG		780.18	0.02
Regosol	RGlep-ca+CLha-lo/2	RG		9,147.22	0.19
Regosol	RGlep-ca+CLlep-ad/2	RG		1,026.21	0.02
Regosol	RGlep-ca+CLlep-ad/2G	RG		5,938.50	0.12
Regosol	RGlep-ca+CLlep-lo/2G	RG		1,057.05	0.02
Regosol	RGlep-ca+CLlep-sk/1G	RG		519.37	0.01
Regosol	RGlep-ca+CLlep-sk/2	RG		5,199.14	0.11
Regosol	RGlep-ca+CLlep-sk/2G	RG		10,449.64	0.2
Regosol	RGlep-ca+CLlep-so/2	RG		6,939.94	0.14
Regosol	RGlep-ca+CLlv-lo/2G	RG		555.91	0.01
Regosol	RGlep-ca+CLskp-lo/2	RG		4,011.91	0.08
Regosol	RGlep-ca+LPca-qv/2G	RG		647.6	0.01
Regosol	RGlep-ca+LPeu-lo/2	RG		5099.10	0.1
Regosol	RGlep-ca+LPmo-ca/2	RG		6825.45	0.13
Regosol	RGlep-ca+LPrz-ca/2G	RG		1,645.38	0.03
Regosol	RGlep-ca+LPsk-ca/2G	RG		6,899.38	0.14
Regosol	RGlep-ca+LPsk-rz/2G	RG		2,661.03	0.05
Regosol	RGlep-ca+LPsk-rz/2P	RG		20,186.15	0.41
Regosol	RGlep-ca+LVlep-cr/3G	RG		1,390.19	0.03
Regosol	RGlep-ca+LVlep-vr/2G	RG		1,155.12	0.02
Regosol	RGlep-ca+PHrz-ca/2	RG		1,578.95	0.03
Regosol	RGlep-ca+VRlep-ca/2	RG		732.29	0.01
Regosol	RGlep-ca+VRlep-ca/2G	RG		1,323.25	0.03
Regosol	RGlep-ca+VRlep-ca/3G	RG		917.49	0.02
Regosol	RGlep-ca+VRlep-mz/2G	RG		1,815.57	0.04
Regosol	RGlep-ca+VRlep-pe/2G	RG		0.13	0
Regosol	RGlep-ca+VRlep-pe+LPeu/2G	RG		6,847.98	0.14
Regosol	RGlep-ca+VRso-lep+CLlep/2	RG		11,153.61	0.23
Regosol	-	RG		17,271.69	0.35
Regosol	-	RG		5,664.78	0.12
Regosol	RGlep-eu+CLha-lo/2	RG		6,090.98	0.12
Regosol	RGlep-eu+CLlep-lo/2	RG		640.7	0.01
Regosol	RGlep-eu+LPeu-lo/2	RG		13,366.84	0.27
Regosol	RGlep-eu+LPsk-eu/2	RG		1,273.68	0.03
Regosol	RGlep-hu+LPsk-eu/2	RG		2,440.80	0.05
Regosol	-	RG		18,998.88	0.39
Regosol	RGlep-sk/2G	RG		1,606.47	0.03
Regosol	RGlep-sk+LPca/2G	RG		2,416.30	0.05
Regosol	RGlep-sk+LPli-ca/2P	RG		113.85	0
Regosol	RGlep-sk+LPsk-ca/2G	RG		3,635.99	0.07
Regosol	RGlep-so+LPca-qv/2G	RG		915.91	0.02
Regosol	RGlep-so+VRso-lep/2	RG		3,520.43	0.07
Regosol	-	RG		1,706.55	0.03
Regosol	RGsk-ca+CLlep-sk/2G	RG		1,458.71	0.03
Regosol	RGsk-can+CLsk-so/2G	RG		1,648.45	0.03
Regosol	RGsk-lo/2	RG		419.32	0.01

Consulta Pública

Regosol	RGso-ca+VRso-ca/2	RG		4,332.25	0.09
Regosol	RGszn-so+CLlep-so/2	RG		1,340.68	0.03
Suelo cubierto por agua	SA	SA		59,496.02	1.22
Solonchak	SCcc-ce/3	SC		630.28	0.01
Solonchak	SCgl-cc+CLha+VRso/2	SC		865.65	0.02
Solonchak	SCgl-cc+GLeu/1	SC		251.14	0.01
Solonchak	SCgl-ce/3	SC		291.79	0.01
Solonchak	SCgl-mo+CLlv+CHcc/2	SC		41.8	0
Solonchak	SCgl-mo+GLeu/3	SC		255.99	0.0
Solonchak	SCgl-mo+VRsz-cc/3	SC		2,298.62	0.05
Solonchak	SCgl-so/2	SC		119.72	0
Solonchak	SCgl-so/3	SC		2,4[illegible]60	0.05
Solonchak	SCgl-so+GLca/2	SC		3,269.8[illegible]	0.07
Solonchak	SCgl-so+VRso+CHcc/3	SC		[illegible]397.91	0.05
Solonchak	SCgl-so+VRsz/2	SC		[illegible]027.59	0.02
Solonchak	SCgl-so+VRsz-cc/2	SC		743.75	0.02
Solonchak	SCgl-so+VRsz-so/3	SC		1,164.73	0.02
Solonchak	SCso-cc+CHlv-ph/3	SC		5,643.64	0.12
Solonchak	-	SC		1,161.33	0.02
Solonchak	-	SC		1,571.85	0.03
Solonchak	SCso-qc/2	SC		758.33	0.02
Solonchak	SCso-qc/3	SC		3,357.41	0.07
Solonchak	SCso-vr/3	SC		1,024.21	0.02
Solonchak	SCso-vr+VRsz-so/3	SC		11,821.01	0.24
Solonchak	SCst-cc+VRcc+GLeu/[illegible]	SC		1,815.68	0.04
Solonetz	SNgl-vr+VRsz/2	SN		2,367.42	0.05
Stagnosol	STab-eu/2	ST		493.42	0.01
Technosol	TC[illegible]k-ub	TC		42,345.64	0.86
Technosol	TCek[illegible]b+C[illegible]ca-ad/2	TC		12,569.79	0.26
Technosol	TCub	TC		192.2	0
Vertisol	[illegible]ca-mz+KScc-vr/3	VR		378.77	0.01
Vertisol	V[illegible]ca-qz+VRqs-mz/3	VR		153.96	0
Vertisol	VRcc-ai+KScc-vr/3	VR		14,484.81	0.3
Vertisol	VRcc-cr/3	VR		1,194.76	0.02
Vertisol	VRcc-glp+VRsz+CHcc/3	VR		27,330.81	0.56
[illegible]ertisol	VRcc-hu+KSvr-ce/3P	VR		3,962.72	0.08
Vertisol	VRcc-hu+VRpe-mz/3	VR		6,884.96	0.14
Vertisol	VRcc-mz/3	VR		14,871.47	0.3
Vertisol	-	VR		421.55	0.01
Vertisol	VRcc-mz+CHcc/3	VR		7,075.41	0.14
Vertisol	VRcc-mz+CHcc-lv/3	VR		7,918.43	0.16
Vertisol	VRcc-mz+CHcc-lv+VRso/3	VR		5,933.51	0.12
Vertisol	VRcc-mz+CHlv/3	VR		3,211.79	0.07
Vertisol	VRcc-mz+CLha-so/3	VR		668.85	0.01
Vertisol	VRcc-mz+CLlv+CHcc/3	VR		2,052.39	0.04
Vertisol	VRcc-mz+CLlv-oh/3	VR		9,265.24	0.19
Vertisol	VRcc-mz+CLvr-ce/3G	VR		4,094.10	0.08

Consulta Pública

Vertisol	VRcc-mz+KScc-vr/3	VR		6,840.69	0.14
Vertisol	VRcc-mz+KScc-vr/3G	VR		6,690.67	0.14
Vertisol	VRcc-mz+KScc-vr+SCgl/3	VR		9,813.66	0.2
Vertisol	VRcc-mz+PHha+CHcc/3	VR		2,960.87	0.06
Vertisol	VRcc-mz+RGca/3	VR		41,331.26	0.84
Vertisol	VRcc-mz+SCgl-mo/3	VR		4,481.32	0.09
Vertisol	VRcc-pe/3	VR		25,388.05	0.52
Vertisol	-	VR		49.23	0
Vertisol	VRcc-pe+CLha/3	VR		2,640.96	0.0
Vertisol	VRcc-pe+KScc-vr/3	VR		6,514.82	0.13
Vertisol	VRcc-pe+KSvr-lo/3	VR		361.52	0.01
Vertisol	VRcc-pe+RGeu-ce/3	VR		90[illegible]56	0.02
Vertisol	VRcc-qs/3	VR		412.60	0.01
Vertisol	VRcc-qs+CLha-ce/3	VR		[illegible]015.30	0.04
Vertisol	VRcc-qs+CLlv-ce/3	VR		[illegible]14.16	0.01
Vertisol	VRcc-so+CLha-jc/3	VR		4,447.76	0.09
Vertisol	VRha-ca/3	VR		52,846.75	1.08
Vertisol	VRha-ca+CHcc-ce/3	VR		10,990.27	0.22
Vertisol	VRha-ca+CLha-ce/3	VR		9,880.02	0.2
Vertisol	VRha-ca+CLha-so/3	VR		5,382.59	0.11
Vertisol	VRha-ca+CLlv-ce/3	VR		13,507.02	0.28
Vertisol	VRha-ca+CLlv-ce+FLca/3	VR		1,089.51	0.02
Vertisol	VRha-ca+CLlv-qs/3	VR		7,671.85	0.16
Vertisol	VRha-ca+CLlv-so/3	VR		635.96	0.01
Vertisol	VRha-ca+FLca-ce/3	VR		3,231.97	0.07
Vertisol	VRha-ca+KS[illegible]c-ce/3	VR		592.61	0.01
Vertisol	VRha-mo/3	VR		1,605.46	0.03
Vertisol	VRha-mo+CHvr-ai/3	VR		5,236.27	0.11
Vertisol	VRha-mo+CLha-ce/3	VR		664.44	0.01
Vertisol	VRha-mo+CLlv-ce+FLca/3	VR		2,916.71	0.06
Vertisol	VRha-mz/3	VR		5,714.79	0.12
Vertisol	VRha-mz+CLlv-ce/3	VR		1,829.59	0.04
Vertisol	VRha-mz+VRcc+CHcc/3	VR		2,593.20	0.05
Vertisol	VRha-qc/3	VR		7,247.51	0.15
Vertisol	VRha-qc+CLha-lo/3	VR		4,029.84	0.08
Vertisol	VRha-qs+CLlv-qs/3	VR		1,147.03	0.02
Vertisol	-	VR		10,091.56	0.21
Vertisol	VRlen-ca/3G	VR		1,265.17	0.03
Vertisol	VRlen-ca+CLlv-ce/3	VR		1,072.32	0.02
Vertisol	VRlen-ca+CLptp-vr/3	VR		9,799.23	0.2
Vertisol	VRlen-ca+KSlen-vr/3	VR		6,517.94	0.13
Vertisol	VRlen-ca+KSlep-vr/3	VR		4,240.65	0.09
Vertisol	VRlen-ca+LVlen-vr/3	VR		3,407.09	0.07
Vertisol	-	VR		3,003.71	0.06
Vertisol	VRlen-cc+CLlen-jc/3	VR		877.43	0.02
Vertisol	VRlen-cc+CLlen-vr/3G	VR		4,170.85	0.09
Vertisol	VRlen-cc+KSlen-vr/3G	VR		4,392.36	0.09

Consulta Pública

Vertisol	VRlen-cr+CLlen-vr/3	VR		2,189.96	0.04
Vertisol	VRlen-mz+LPrz-qv/3	VR		5,879.51	0.12
Vertisol	-	VR		697.18	0.01
Vertisol	VRlen-pe/3G	VR		1,440.13	0.03
Vertisol	VRlen-pe+LVlen-vr/3	VR		1,035.12	0.02
Vertisol	VRlen-pe+LVlen-vr+FLqv/3	VR		105.46	0
Vertisol	VRlen-pe+PHvr-ca/3	VR		1,285.56	0.03
Vertisol	VRlen-sk+PHlep-vr/3G	VR		472.71	0.01
Vertisol	VRlep-ca+FLca-ce+CLlv/3	VR		1,008.34	0.0
Vertisol	VRlep-ca+KSlep-vr/3G	VR		3,177.06	0.06
Vertisol	VRlep-ca+RGlep-ca/3G	VR		269.6	0.01
Vertisol	-	VR		1,3[illegible]15	0.03
Vertisol	VRlep-pe+CLlep-vr/3	VR		6,623.0[illegible]	0.14
Vertisol	VRlep-pe+LPrz-ca/3	VR		[illegible]725.68	0.04
Vertisol	VRlep-pe+LVlep-vr/3	VR		1,917.49	0.04
Vertisol	VRlep-pe+RGlep-ca/3G	VR		4,111.87	0.08
Vertisol	-	VR		2,882.99	0.06
Vertisol	VRpe-ca/3	VR		8,599.70	0.18
Vertisol	-	VR		1,225.28	0.03
Vertisol	VRpe-ca+CHlen-vr/3	VR		7,603.27	0.16
Vertisol	VRpe-ca+CLha-vr/3	VR		611.04	0.01
Vertisol	VRpe-ca+CLptn-vr/3	VR		4,476.35	0.09
Vertisol	VRpe-ca+CLptp-vr/3	VR		3,624.37	0.07
Vertisol	VRpe-ca+FLca-c[illegible]/3	VR		1,451.58	0.03
Vertisol	VRpe-ca+KSpcn-vr/[illegible]	VR		1,103.26	0.02
Vertisol	VRpe-ca+KSp[illegible]p-vr/3G	VR		961.11	0.02
Vertisol	VRpe-ca+RGsk-[illegible]/3	VR		1,277.94	0.03
Vertisol	VRpe-mz+CLha-vr/3	VR		1,222.09	0.02
Vertisol	VRpe-mz+L[illegible]vr-ce/3	VR		254.72	0.01
Vertisol	VRpe-mz+VRlen-ca/3	VR		811.05	0.02
Vertisol	VR[illegible]-mz+VRlep-sk/3G	VR		4,360.94	0.09
Vertisol	VR[illegible]pe-mz+VRsz-so/3	VR		7,111.73	0.15
Vertisol	VRqs-cc+CHcc-lv/3	VR		43,071.13	0.88
Vertisol	VRqz-qs+SCso-cc/3	VR		740.56	0.02
Vertisol	VRqz-so/3	VR		702.19	0.01
[illegible]ertisol	VRqz-so+SCgln-so/3	VR		8,670.52	0.18
Ver[illegible]sol	VRsk-pe+CLsk-vr/3P	VR		1,040.44	0.02
Vertisol	VRso-ai+LVvr-ccn/2	VR		12,329.60	0.25
Vertisol	VRsoa-len+CLlen-vr/3	VR		7,503.39	0.15
Vertisol	VRso-ca/3	VR		28,390.25	0.58
Vertisol	VRso-ca+CLha-ce/3	VR		546.7	0.01
Vertisol	VRso-ca+CLha-so/3	VR		2,086.62	0.04
Vertisol	VRso-ca+CLha-vr/3	VR		1,482.94	0.03
Vertisol	VRso-ca+CLlv-ce/3	VR		387.83	0.01
Vertisol	VRso-ca+CLlv-so/3	VR		5,170.21	0.11
Vertisol	VRso-ca+KScc-vr/3	VR		1,626.56	0.03
Vertisol	VRso-ca+VRsz-mz/3	VR		5,583.13	0.11

Consulta Pública

Vertisol	VRso-cc/3	VR		21,681.58	0.44
Vertisol	VRso-cc+CHcc/3	VR		2,854.37	0.06
Vertisol	VRso-cc+CHcc-ce/3	VR		20,143.37	0.41
Vertisol	VRso-cc+CHcc-lv/3	VR		31,314.99	0.64
Vertisol	VRso-cc+CHcc-lv+SCgl/3	VR		494.12	0.01
Vertisol	VRso-cc+CHvr/3	VR		4,026.79	0.08
Vertisol	VRso-cc+CLlen-lv/3G	VR		5,234.40	0.11
Vertisol	VRso-cc+CLlen-so/3	VR		4,446.18	0.09
Vertisol	VRso-cc+CLlv-ad/3	VR		6,276.45	0.1
Vertisol	VRso-cc+CLlv-szn/3	VR		3,831.91	0.08
Vertisol	VRso-cc+CLptn-vr/3	VR		3,182.82	0.07
Vertisol	VRso-cc+KScc-vr/3	VR		6,311.26	0.13
Vertisol	VRso-cc+KSlv+CHcc/3	VR		17,054.34	0.35
Vertisol	VRso-cc+KSpcn-vr/3	VR		11,280.35	0.23
Vertisol	VRso-cc+SCgl-cc+CLha/3	VR		364.08	0.01
Vertisol	VRso-cc+SCgln-so+VRsz/3	VR		11,491.20	0.23
Vertisol	VRso-cc+VRgl-mz+CHcc/3	VR		14,406.95	0.29
Vertisol	VRso-cc+VRha-ai/3	VR		8,768.37	0.18
Vertisol	VRso-cc+VRsz-mz/3	VR		9,214.46	0.19
Vertisol	VRso-cc+VRsz-so/3	VR		7,473.20	0.15
Vertisol	VRso-cr/3	VR		1,508.41	0.03
Vertisol	VRso-gl/3	VR		5,579.31	0.11
Vertisol	-	VR		12,677.19	0.26
Vertisol	VRso-len+CLlen-lv/3	VR		2,509.89	0.05
Vertisol	VRso-len+LVlen-vr/3	VR		165.58	0
Vertisol	-	VR		1,568.33	0.03
Vertisol	VRso-lep+RGlep-ca/3	VR		915.02	0.02
Vertisol	VRso-lep+RGlep-ca+CLlep/3	VR		3,190.11	0.07
Vertisol	VRso-mz/3	VR		5,932.72	0.12
Vertisol	VRso-mz+CLha/3	VR		2,138.43	0.04
Vertisol	-	VR		6,112.58	0.12
Vertisol	-	VR		4,311.78	0.09
Vertisol	VRso-pe/3	VR		8,181.69	0.17
Vertisol	VRso-pe+FLsk-ca/3	VR		4,085.36	0.08
Vertisol	VRso-pe+KSpcp-vr/3	VR		3,270.68	0.07
Vertisol	VRso-pe+VRcc-hu/3	VR		2,937.87	0.06
Vertisol	VRsz-ca/3	VR		368.88	0.01
Vertisol	VRsz-ca+CLha-ce/3	VR		2,036.41	0.04
Vertisol	VRsz-ca+CLptp-vr/3	VR		1,342.19	0.03
Vertisol	VRsz-ca+FLca-ce/3	VR		1,882.82	0.04
Vertisol	VRsz-ca+KSso-vr/3	VR		1,284.33	0.03
Vertisol	VRsz-ca+KSvr-so/3	VR		2,861.55	0.06
Vertisol	VRsz-ca+VRso-cr/3	VR		9,025.61	0.18
Vertisol	VRsz-ca+VRso-hu/3	VR		492.89	0.01
Vertisol	VRsz-cc+CLha/3	VR		28,601.70	0.58
Vertisol	VRsz-cc+CLlv-ce/3	VR		5,472.34	0.11
Vertisol	VRsz-cc+SCst-cc+FLca/3	VR		8,075.36	0.16

Consulta Pública

Vertisol	VRsz-cr/3	VR		2,201.61	0.04
Vertisol	-	VR		5,585.83	0.11
Vertisol	VRsz-len+RGlen-so/3	VR		2,265.92	0.05
Vertisol	VRsz-mz/3	VR		3.51	0
Vertisol	VRsz-mz+SCso-vr/3	VR		788.47	0.02
Vertisol	-	VR		8,086.34	0.17
Vertisol	VRszn-ca+CLha-ce/3	VR		1,586.58	0.03
Vertisol	VRszn-ca+CLlv-qs/3	VR		4,006.74	0.08
Vertisol	VRszn-ca+CLlv-szn/3	VR		3,778.79	0.0
Vertisol	VRszn-ca+CLlv-szn+FLca/3	VR		2,524.40	0.05
Vertisol	-	VR		565.63	0.01
Vertisol	VRszn-so+SCgl-so/3	VR		11,9[illegible]2.06	0.24
Vertisol	VRszn-so+SCso-vr/3	VR		11,468.[illegible]	0.23
Vertisol	VRsz-pcn+CLptp-vr/3	VR		[illegible].117.94	0.31
Vertisol	VRsz-pe/3	VR		17,505.96	0.36
Vertisol	VRsz-so/3	VR		62,818.06	1.28
Vertisol	-	VR		961.58	0.02
Vertisol	VRsz-so+CLha-so/3	VR		7,877.97	0.16
Vertisol	VRsz-so+CLha-szn/3	VR		730.33	0.01
Vertisol	VRsz-so+CLlen-lv/3	VR		2,064.73	0.04
Vertisol	VRsz-so+CLlv-so/3	VR		26,042.39	0.53
Vertisol	VRsz-so+CMvr-ca/3	VR		9,035.93	0.18
Vertisol	VRsz-so+FLca-so/3	VR		2,324.84	0.05
Vertisol	VRsz-so+FLso-ca/3	VR		4,974.17	0.1
Vertisol	VRsz-so+LVvr-so/3	VR		6,209.97	0.13
Vertisol	VRsz-son+CLptn-vr/3	VR		6,470.82	0.13
Vertisol	VRsz-son+KScc-vr/3	VR		48,116.49	0.98
Vertisol	VRsz-so+PHpdn-vr/3	VR		2,587.54	0.05
Vertisol	VRsz-so+SCgln-so/3	VR		1,786.65	0.04
Vertisol	VRsz-so+SCgl-so+CHcc/3	VR		1,792.75	0.04
Vertisol	VRsz-so+SCso-cc/3	VR		3,478.25	0.07
Vertisol	VRsz-so+SCso-vr/3	VR		9,907.45	0.2
Vertisol	VRsz-so+VRcc-mz/3	VR		2,518.24	0.05
Vertisol	VRsz-so+VRcc-pe/3	VR		6,221.63	0.13
Vertisol	VRsz-so+VRcr-ca/3	VR		3,761.59	0.08
Vertisol	VRsz-so+VRpe-cc/3	VR		7,872.72	0.16
Vertisol	VRsz-so+VRpe-mz/3	VR		11,791.79	0.24
Vertisol	VRsz-so+VRso+SCso/3	VR		1,438.38	0.03
ND	–	–		126.81	0
			Total:	**4,896,053.89**	**100**

Edafología del Área de Influencia

Tipo de suelo	Clave	Suelo dominante	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
Chernozem	CHcc-fv+KScc-lv/2	CH	171,697.73	95.35	0.06
Chernozem	CHcc-vr+VRcc-pe/3	CH		2,553.74	1.49
Chernozem	CHcc-vr+VRso-cc/3	CH		11,240.25	6.55

Consulta Pública

Chernozem	CHcc-vr+VRso-pe/3	CH		797.46	0.46
Chernozem	CHcc-vr+VRsz-so/3	CH		576.18	0.34
Chernozem	CHgl-so/3	CH		1,719.09	1.00
Chernozem	CHlen-vr+VRlen-cc/3	CH		3,157.70	1.84
Chernozem	CHlv-so/3	CH		9,687.80	5.64
Chernozem	CHpcn-vr+VRcc-pe/2	CH		2,222.27	1.29
Chernozem	CHvr-so+VRso-ca/3	CH		7,959.32	4.64
Calcisol	CLlv-lo+CHcc-vr/2	CL		4,362.98	2.54
Calcisol	CLptp-lo+CHpcp-lv/2	CL		517.97	0.3
Calcisol	CLptp-lo+KSpcp-lo/2	CL		6.56	0.00
Calcisol	CLptp-sk+KSpcp-lo/2G	CL		1,167.54	0.68
Cambisol	CMvr-sz+VRso-cc/3	CM		10,5[illegible]6.53	6.13
Kastanozem	KScc-len/2G	KS		903.9[illegible]	0.53
Kastanozem	KScc-lep+LPrz-ca/2	KS		[illegible]201.50	1.86
Kastanozem	KS	KS		3[illegible]74.00	2.08
Kastanozem	KScc-lv+CHcc-vr/2	KS		7,220.59	4.21
Kastanozem	KScc-vr+VRso-cc/3	KS		353.13	0.21
Kastanozem	KSlen-lv/2G	KS		5.23	0.00
Kastanozem	KSlen-vr+VRlen-ca/2	KS		78.56	0.05
Kastanozem	KSlen-vr+VRlen-cc/2	KS		7,110.22	4.14
Kastanozem	KSpcp-lo/2G	KS		991.69	0.58
Kastanozem	KSpcp-lo+CLptp-sk/2	KS		2,504.47	1.46
Kastanozem	KS	KS		1,453.62	0.85
Kastanozem	KSpcp-lv/2G	KS		2,755.92	1.61
Leptosol	LPjk-ca+LPrz-ca/2G	LP		3,089.91	1.80
Leptosol	LPjk-sr+LPli-ca/2G	LP		9,835.25	5.73
Leptosol	LPli-ca+LPsk-eu/2G	LP		859.30	0.50
Leptosol	LPli-ca+LPsk-rz/2G	LP		2,388.30	1.39
Leptosol	LPli-ca+LPsk-rz/2P	LP		851.70	0.50
Leptosol	LPsk-ca+LPrz-ca/2G	LP		2,751.73	1.60
Phaeozem	PHcn-cm+CHvr-so/2	PH		36,355.78	21.17
Phaeozem	PHcn-lv+VRcc-pe/2	PH		16,558.63	9.64
Regosol	RGlen-ca+CLlen-lv/2G	RG		261.93	0.15
Regosol	RGlep-ca+LPsk-rz/2P	RG		704.78	0.41
Technosol	TCek-ub	TC		218.73	0.13
Vertisol	VRcc-glp+VRsz+CHcc/3	VR		1,250.83	0.73
Vertisol	VRcc-pe/3	VR		3,270.88	1.91
Vertisol	VRpe-ca/3	VR		2,781.10	1.62
Vertisol	VRso-pe/3	VR		1,850.47	1.08
Vertisol	VRsz-so/3	VR		1,924.78	1.12
			Total:	**171,697.73**	**100**

Edafología del Ap

Tipo de suelo	Clave	Suelo dominante	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
Kastanozem	KScc-lv+CHcc-vr/2	KS	8,738.25	2,124.92	24.32
Kastanozem	KSlen-vr+VRlen-cc/2	KS		651.51	7.46

Consulta Pública

Kastanozem	KS	KS		76.31	0.87
Kastanozem	KSpcp-lv/2G	KS		1,681.48	19.24
Leptosol	LPjk-ca+LPrz-ca/2G	LP		17.59	0.20
Leptosol	LPjk-sr+LPli-ca/2G	LP		3,538.47	40.49
Phaeozem	PHccn-cm+CHvr-so/2	PH		614.97	7.04
Vertisol	VRcc-pe/3	VR		33.00	0.38
			Total:	**8,738.25**	**100**

Fisiografía

La fisiografía estudia las formas del relieve y su origen, constituyendo uno de los componentes fundamentales del medio físico debido a que refleja la interacción de procesos geológicos, tectónicos, climáticos y erosivos que han modelado la superficie terrestre a lo largo del tiempo geológico. Las unidades fisiográficas condicionan la distribución de los suelos, el comportamiento hidrológico, la cobertura vegetal y la susceptibilidad a procesos geomorfológicos, por lo que su análisis resulta indispensable para comprender el funcionamiento del entorno donde se desarrollará el proyecto.

En proyectos de infraestructura para la generación de energía eólica, la fisiografía adquiere especial importancia debido a que las características del relieve influyen directamente en el diseño de la infraestructura, la construcción de caminos de acceso, la ubicación de los aerogeneradores y el comportamiento del drenaje superficial. Asimismo, la configuración fisiográfica determina, en gran medida, las condiciones topográficas y geomorfológicas que pueden favorecer o limitar el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

La caracterización fisiográfica se realizó mediante el análisis de la cartografía temática del Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), identificando las provincias fisiográficas presentes dentro de la Región ecológica, el Área de influencia y el Área del proyecto. Posteriormente, mediante técnicas de análisis espacial, se cuantificó la superficie y porcentaje de incidencia de cada unidad fisiográfica.

Consulta Pública

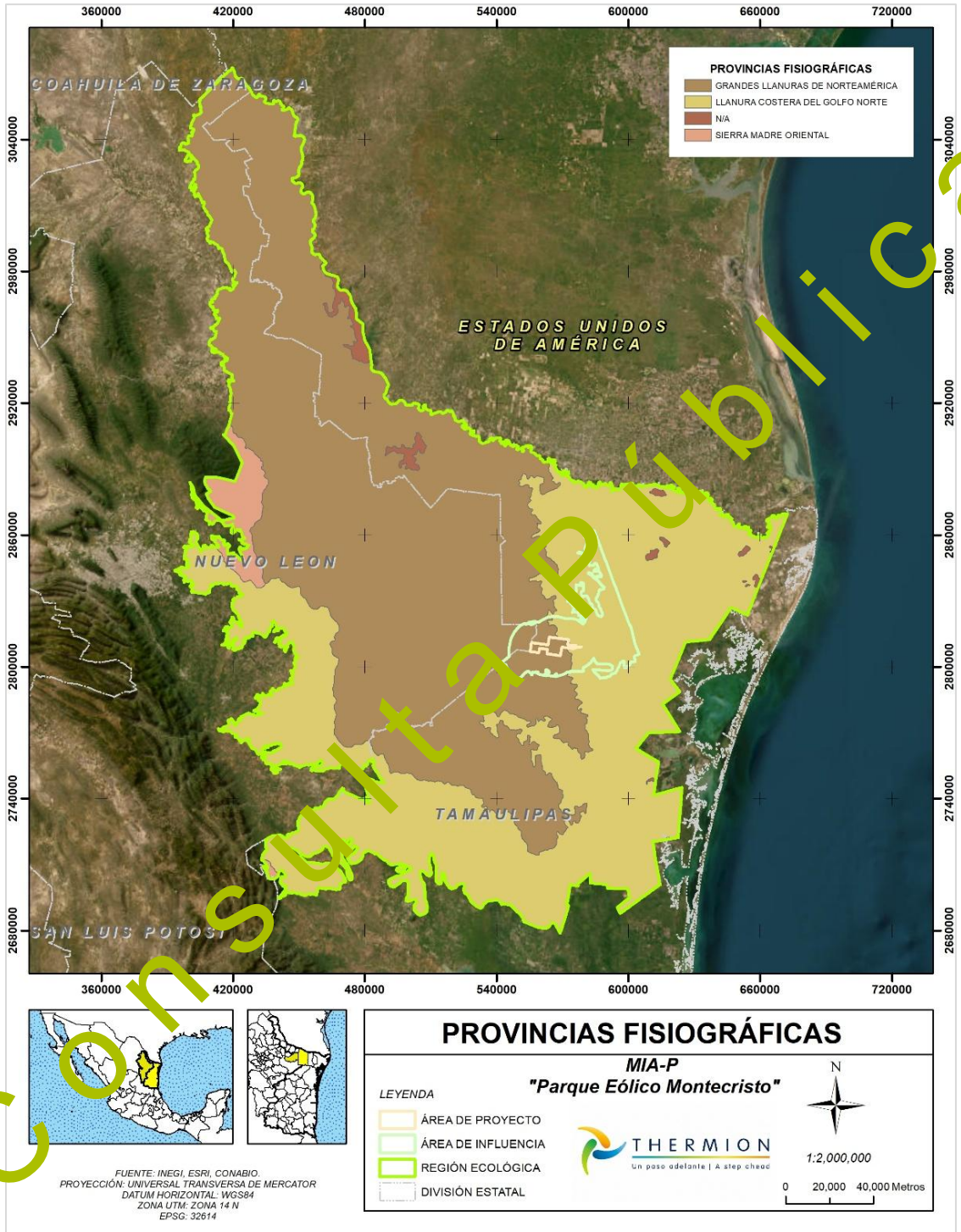


Figura 82. Provincias fisiográficas presentes en la RE, Ai y Ap

Consulta Pública

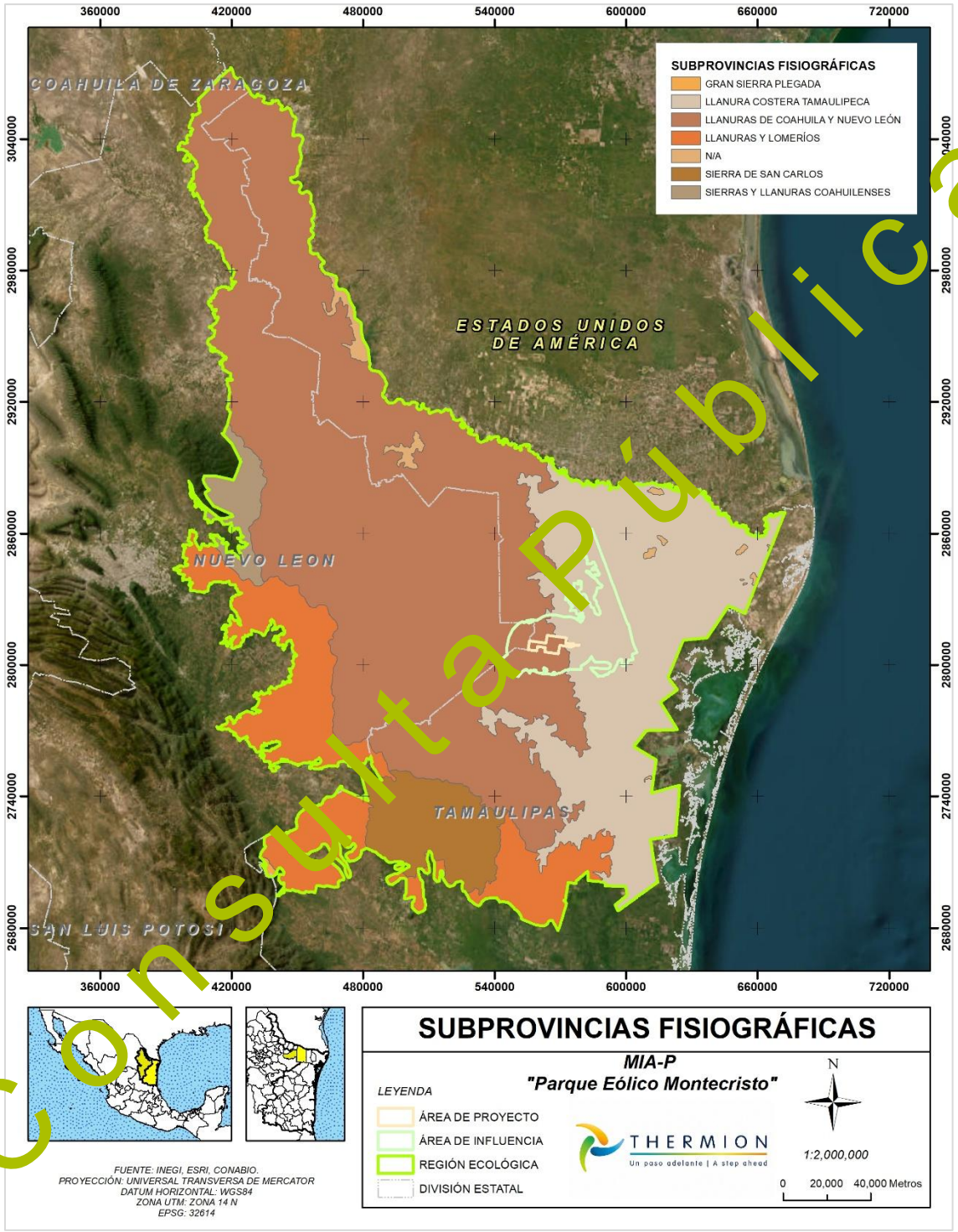


Figura 83. Subprovincias fisiográficas presentes en la RE, Ai y Ap

Consulta Pública

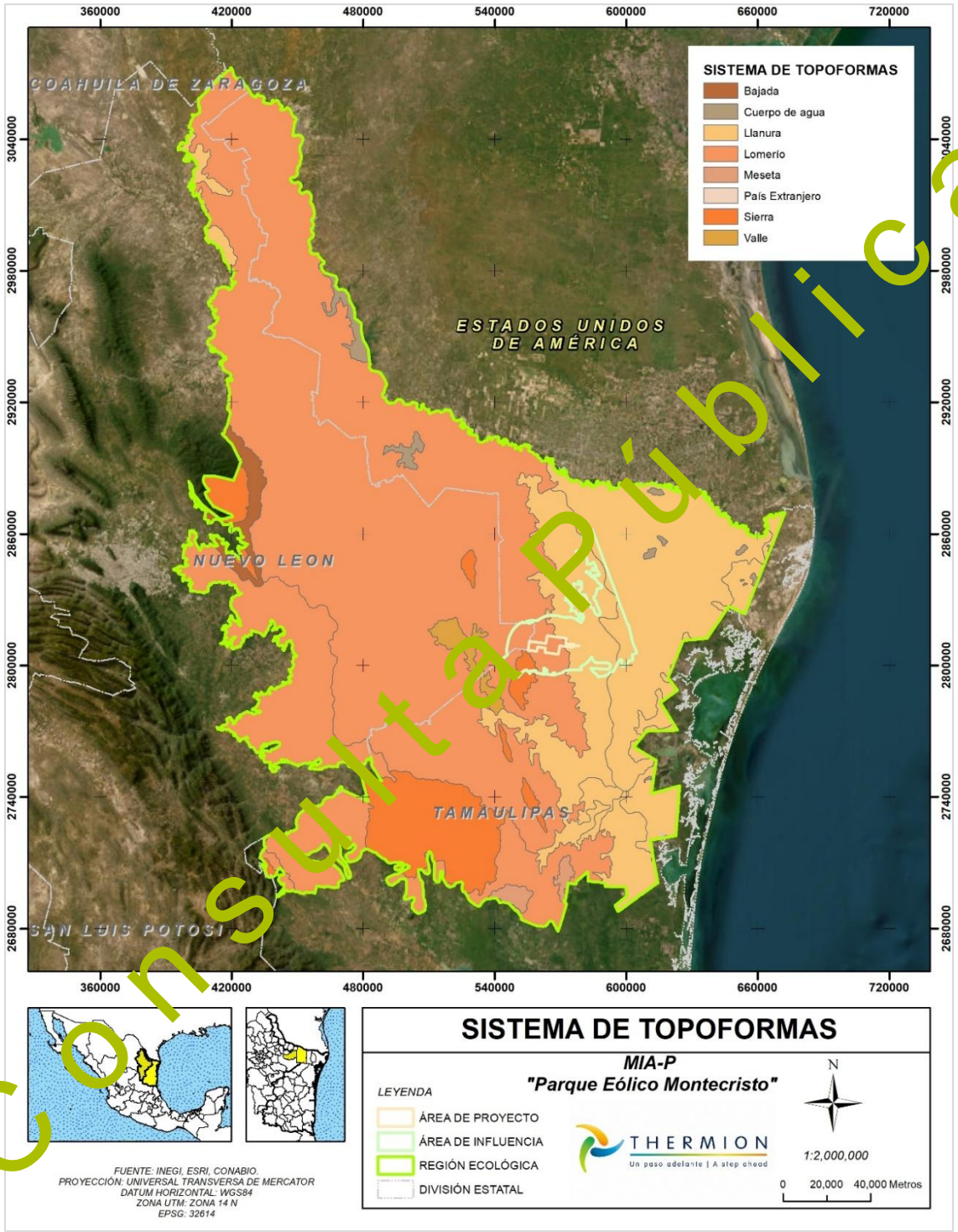


Figura 84. Sistema de topoformas presentes en la RE, Ai y Ap

Región Ecológica

Provincias fisiográficas

Consulta Pública

La Región ecológica comprende tres provincias fisiográficas principales: la Sierra Madre Oriental, las Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte, las cuales reflejan la diversidad geomorfológica existente en el noreste de México.

La provincia Grandes Llanuras de Norteamérica constituye la unidad fisiográfica predominante, al representar 2,719,816.03 ha, equivalentes al 55.55% de la superficie de la Región ecológica. Esta provincia se caracteriza por presentar extensas planicies y lomeríos de pendientes suaves, desarrollados sobre materiales sedimentarios, donde predominan procesos de sedimentación continental y una topografía favorable para el desarrollo de actividades agropecuarias y proyectos de infraestructura de gran extensión.

La Llanura Costera del Golfo Norte representa en conjunto 2,034,858.18 ha, correspondientes al 41.54% de la Región ecológica, distribuidas en tres unidades cartográficas que representan el 23.42%, 13.15% y 4.97%, respectivamente. Esta provincia comprende extensas planicies costeras formadas por depósitos sedimentarios recientes asociados a procesos marinos, fluviales y eólicos, caracterizadas por pendientes reducidas, baja energía del relieve y una importante influencia de los procesos de acumulación sedimentaria.

Por su parte, la Sierra Madre Oriental presenta una participación mucho menor dentro de la Región ecológica, con una superficie conjunta de 99,853.85 ha, equivalente al 2.04% del área analizada. Esta provincia corresponde a un sistema montañoso de origen tectónico, integrado principalmente por rocas sedimentarias plegadas que originan sierras, cañones y valles intermontanos, generando las mayores variaciones altitudinales y topográficas de la región.

Finalmente, se identificó una superficie de 42,521.84 ha (0.87%) sin clasificación fisiográfica disponible dentro de la cartografía utilizada, la cual representa una proporción poco significativa respecto del total de la Región ecológica.

En términos generales, la Región ecológica presenta un claro predominio de ambientes de planicie, ya que las provincias Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte concentran más del 97% de la superficie analizada. Esta condición evidencia que el paisaje regional se encuentra dominado por relieves de baja pendiente y escasa variación altitudinal, mientras que las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental se restringen al sector occidental de la región. La distribución de estas provincias fisiográficas constituye uno de los principales factores que explican la configuración actual del relieve, la distribución de los suelos, la dinámica hidrológica y la cobertura vegetal del área de estudio. Asimismo, proporciona el marco geomorfológico sobre el cual se desarrollan las unidades fisiográficas de menor jerarquía, como las subprovincias y los sistemas de topoformas, cuya descripción permitirá comprender con mayor detalle las condiciones del Área de influencia y del Área del Proyecto.

Consulta Pública

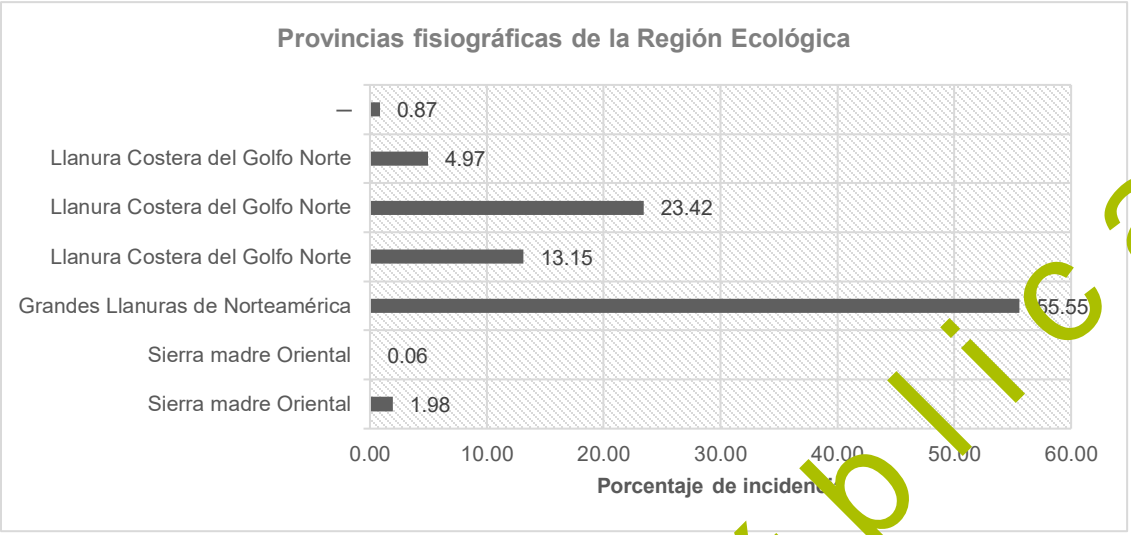


Figura 85. Provincias fisiográficas presentes en Región Ecológica

Subprovincias fisiográficas

Con la finalidad de realizar un análisis fisiográfico más detallado, la Región ecológica se dividió en subprovincias fisiográficas, que representan unidades con características relativamente homogéneas en cuanto a origen, estructura geológica, relieve y procesos de modelado. El análisis cartográfico identificó seis subprovincias: Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Llanura Costera Tamaulipeca, Llanuras y Lomeríos, Sierra de San Carlos, Sierras y Llanuras Coahuilenses y Gran Sierra Plegada, además de una superficie sin clasificación.

La Llanuras de Coahuila y Nuevo León constituye la unidad predominante, con 2,719,816.03 ha (55.55%), caracterizada por extensas planicies sobre materiales sedimentarios, pendientes suaves y escasa disección del relieve, condiciones que favorecen actividades agropecuarias e infraestructura lineal. La Llanura Costera Tamaulipeca ocupa 1,146,467.57 ha (23.42%) y corresponde a una unidad de relieve prácticamente plano y baja pendiente, desarrollada principalmente sobre depósitos marinos y continentales recientes, vinculados con la dinámica sedimentaria del Golfo de México. Por su parte, Llanuras y Lomeríos comprende 643,871.21 ha (13.15%) y representa una transición entre las planicies y las zonas montañosas, con superficies ligeramente onduladas y lomeríos de baja altura que incrementan la diversidad topográfica y favorecen un drenaje más definido.

La Sierra de San Carlos, con 243,523.40 ha (4.97%), constituye un sistema montañoso aislado dentro de la planicie costera, caracterizado por mayores pendientes y variación altitudinal, con influencia en los procesos hidrológicos y geomorfológicos locales. Las Sierras y Llanuras Coahuilenses y la Gran Sierra Plegada presentan una menor representación, con 96,934.86 ha (1.98%) y 2,918.99 ha (0.06%), respectivamente, y corresponden a sectores vinculados con la Sierra Madre Oriental, donde predominan relieves montañosos asociados con procesos tectónicos de plegamiento y levantamiento. Finalmente, 42,521.84 ha (0.87%) carecen de clasificación fisiográfica en la cartografía utilizada.

Consulta Pública

En conjunto, Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Llanura Costera Tamaulipeca y Llanuras y Lomeríos concentran 92.12% de la superficie de la Región ecológica, evidenciando el predominio de planicies y relieves suavemente ondulados. Esta configuración es consistente con las condiciones geológicas, climáticas y edafológicas previamente descritas, caracterizadas por materiales predominantemente sedimentarios, pendientes reducidas y procesos geomorfológicos de baja energía.

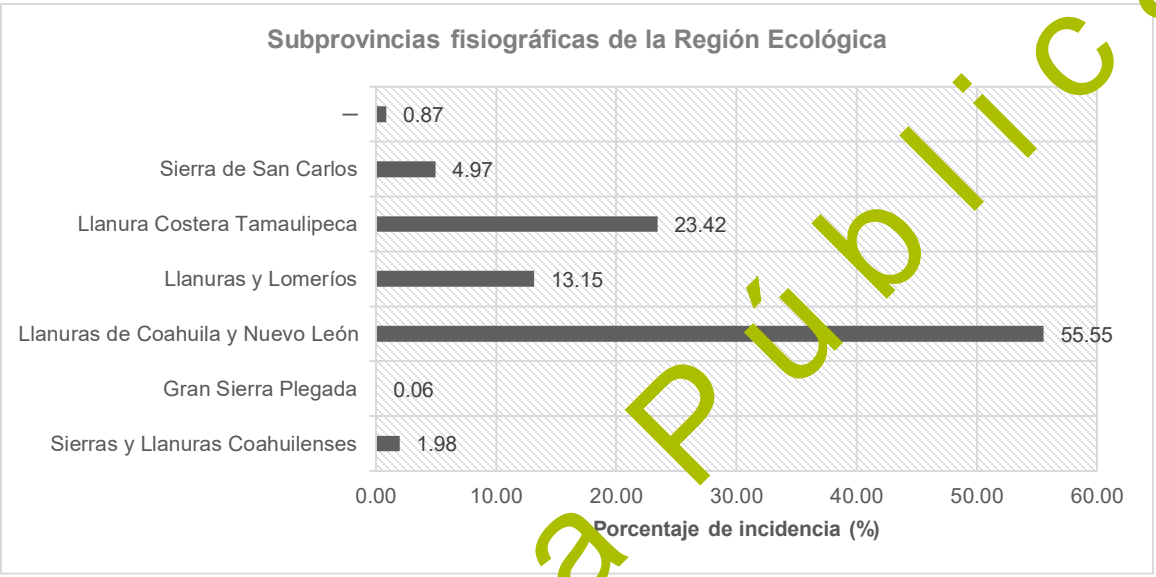


Figura 86. Subprovincias fisiográficas presentes en Región Ecológica

Sistema de topoformas

Los sistemas de topoformas representan el nivel de mayor detalle dentro de la clasificación fisiográfica, ya que describen las formas del relieve resultantes de la interacción entre la estructura geológica, los procesos tectónicos, el intemperismo y la erosión. Estas unidades permiten caracterizar con mayor precisión la configuración del terreno, identificando planicies, lomeríos, sierras, mesetas, bajadas y valles, elementos que condicionan la dinámica hidrológica, la formación de suelos, la distribución de la vegetación y el desarrollo de las actividades humanas.

Desde el punto de vista de la ingeniería ambiental, el análisis de las topoformas resulta de especial importancia para proyectos de infraestructura, debido a que las características del relieve influyen directamente en el diseño de caminos de acceso, la localización de plataformas, la estabilidad de taludes, el comportamiento del drenaje superficial y la susceptibilidad a procesos erosivos.

El análisis cartográfico realizado mediante el Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) permitió identificar dieciséis sistemas de topoformas dentro de la Región ecológica, los cuales reflejan la diversidad geomorfológica presente en el territorio.

Consulta Pública

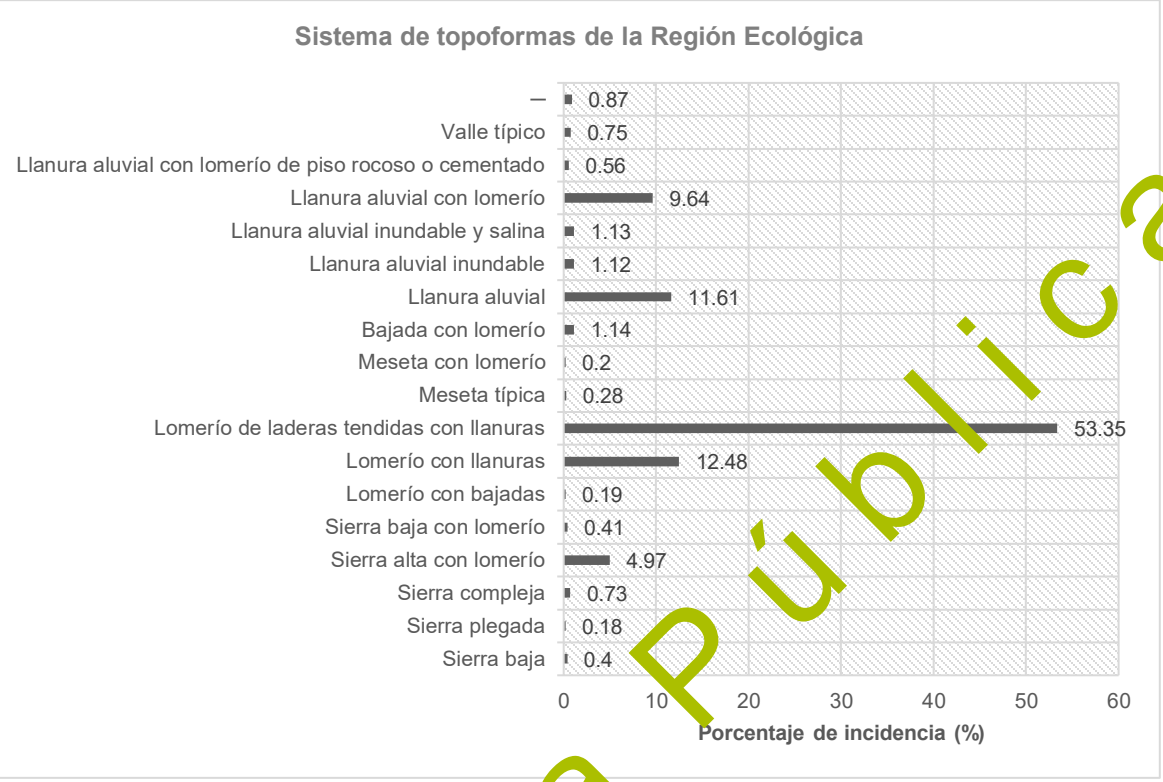


Figura 87. Sistema de topoformas en Región Ecológica

La Región ecológica presenta un claro predominio de formas de relieve de baja energía. El lomerío con laderas tendidas constituye la topoforma principal, con 2,612,091.10 ha (53.35%), caracterizada por elevaciones bajas, pendientes suaves y formas redondeadas asociadas con procesos prolongados de erosión y denudación. Le siguen el lomerío con llanuras, con 611,082.00 ha (12.48%), y las llanuras aluviales, con 568,484.31 ha (11.61%), estas últimas desarrolladas sobre depósitos fluviales recientes y con pendientes reducidas. La llanura aluvial con lomerío representa 471,854.78 ha (9.64%) y constituye una transición entre planicies y lomeríos.

Las topoformas montañosas tienen menor representación: la sierra alta con lomeríos ocupa 243,523.40 ha (4.97 %), principalmente en la Sierra de San Carlos, mientras que la sierra compleja, sierra baja, sierra baja con lomeríos y sierra plegada representan en conjunto aproximadamente 1.72%. Otras unidades, como bajadas, mesetas, llanuras inundables, valles y lomeríos de piso, presentan participaciones individuales inferiores al 1.5 %, aunque contribuyen a la heterogeneidad geomorfológica y generan condiciones particulares de drenaje, infiltración y desarrollo edáfico. Además, 42,521.82 ha (0.87 %) corresponden a superficies sin clasificación.

En conjunto, los lomeríos con laderas tendidas, lomeríos con llanuras y llanuras aluviales concentran aproximadamente el 87 % de la Región ecológica, confirmando el predominio de pendientes suaves y baja variación altitudinal, consistente con las provincias fisiográficas de las Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte. Desde el punto de vista ambiental y constructivo, estas condiciones favorecen redes de drenaje poco encajonadas, procesos erosivos generalmente de baja intensidad y una mayor continuidad de suelos y cobertura vegetal, además de facilitar la

Consulta Pública

construcción de caminos, plataformas y cimentaciones del Parque Eólico Montecristo, con menor necesidad de movimientos de tierra.

Área de Influencia

Provincias fisiográficas

El Área de influencia comprende de dos provincias fisiográficas principales: las Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte, las cuales reflejan la diversidad geomorfológica existente en el noreste de México.

En el Área de influencia la Llanura Costera del Golfo Norte constituye la unidad fisiográfica predominante, representando 112,128.27 Ha, equivalentes al 65.31% de su superficie. Esta provincia se caracteriza por comprender de extensas planicies costeras formadas por depósitos sedimentarios recientes asociados a procesos marinos, fluviales y eólicos, comprendiendo de pendientes reducidas, baja energía del relieve y una importante influencia de los procesos de acumulación sedimentaria.

Mientras que el resto de la superficie lo representa la provincia de Grandes Llanuras de Norteamérica, con 59,569.46 Ha equivalentes al 34.69%. Esta provincia es distintiva por sus extensas planicies y lomeríos de pendientes suaves, desarrollados sobre materiales sedimentarios, predominando procesos de sedimentación continental y una topografía favorable para el desarrollo de actividades agropecuarias y proyectos de infraestructura de gran extensión.

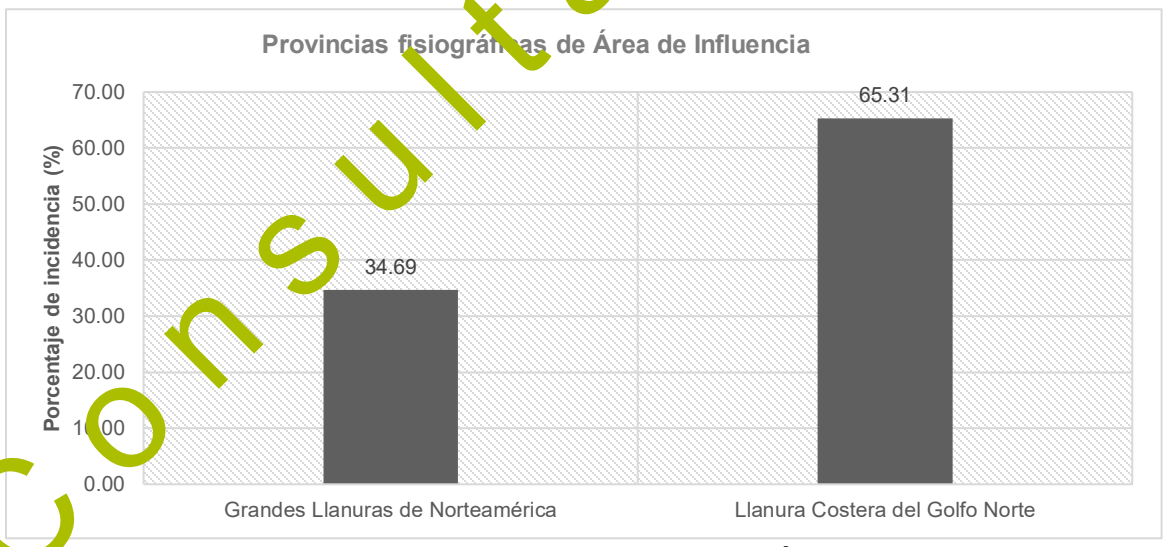


Figura 88. Provincias fisiográficas presentes en Área de Influencia

Subprovincias fisiográficas

En el Área de influencia se identificaron dos subprovincias fisiográficas: Llanuras de Coahuila y Nuevo León y Llanura Costera Tamaulipeca. La primera constituye la unidad fisiográfica predominante, con una superficie de incidencia de 59,569.46 ha, equivalente al 34.69% de la superficie total del Ai. Esta subprovincia se caracteriza por el predominio de extensas superficies de

Consulta Pública

relieve relativamente uniforme, asociadas con ambientes de llanura y con presencia de formas del terreno de baja amplitud.

Por su parte, la Llanura Costera Tamaulipeca representa el 65.31% restante del Área de influencia, correspondiente a aproximadamente 112,128.27 ha de superficie de incidencia. Esta unidad fisiográfica presenta una mayor extensión dentro del área analizada y corresponde a un ambiente predominantemente llano, relacionado con la transición hacia la planicie costera del estado de Tamaulipas.

En conjunto, la distribución fisiográfica del Área de influencia evidencia el predominio de la Llanura Costera Tamaulipeca, aunque existe una participación importante de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León, lo que refleja la presencia de ambas unidades fisiográficas dentro del ámbito territorial considerado.

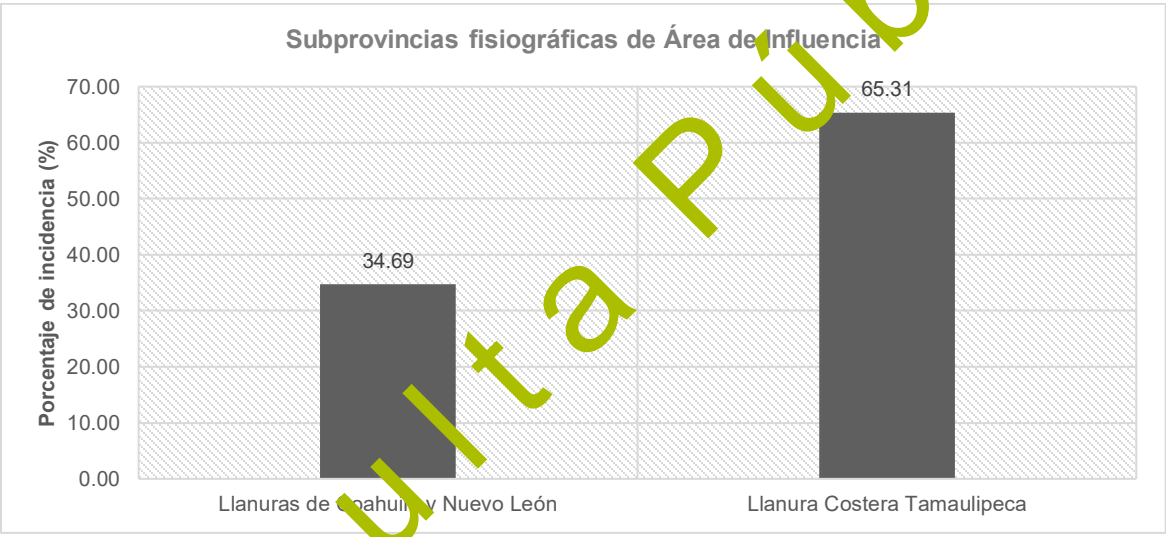


Figura 89. Subprovincias fisiográficas presentes en Área de Influencia

Sistema de topoformas

El Área de influencia presenta un predominio de formas de relieve asociadas a llanuras y lomeríos, que en conjunto representan la mayor parte de su superficie. La unidad de mayor incidencia corresponde a la llanura aluvial con lomerío, con 83,869.04 ha (48.85%), seguida del lomerío de laderas tendidas con llanuras, con 52,257.08 ha (30.44%). Las llanuras aluviales ocupan 28,259.22 ha (16.46%), mientras que la sierra baja con lomerío presenta una menor representación, con 7,312.39 ha (4.26%).

En conjunto, estas unidades reflejan un paisaje dominado por relieves de baja a moderada energía, pendientes generalmente suaves y superficies de carácter predominantemente plano a ligeramente ondulado, con una participación menor de formas serranas. Esta configuración es consistente con las características fisiográficas regionales y constituye un marco favorable para el desarrollo de actividades e infraestructura, aunque las áreas de sierra y lomerío pueden presentar condiciones topográficas y erosivas más variables.

Consulta Pública

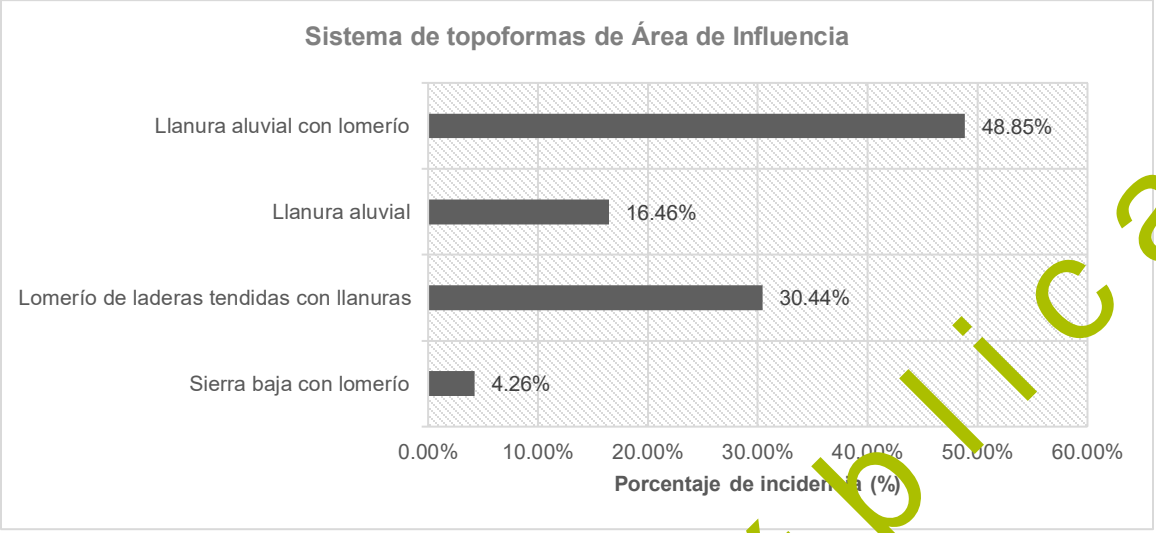


Figura 90. Sistema de topoformas en Área de Influencia

Área de proyecto

Provincias fisiográficas

El Área de proyecto comprende de dos provincias fisiográficas principales: las Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte, las cuales reflejan la diversidad geomorfológica existente en el noreste de México.

A diferencia del Área de influencia, en el área del proyecto la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica concentra la mayor parte de la superficie, con 91.83%, equivalente a 8,024.09 ha. Su configuración territorial está dominada por superficies de relieve predominantemente plano, interrumpidas por lomeríos de poca pendiente. Estas formas del terreno se encuentran asociadas principalmente con materiales de origen sedimentario y con procesos de acumulación continental, dando lugar a condiciones topográficas de baja pendiente que favorecen el establecimiento de actividades agropecuarias y de infraestructura de amplia extensión.

Por su parte, la provincia Llanura Costera del Golfo Norte ocupa el 8.17% restante, correspondiente a 714.16 ha. Su paisaje se encuentra definido por terrenos llanos y de escasa pendiente, en esta provincia predominan depósitos sedimentarios recientes cuyo origen se relaciona con la acción combinada de procesos marinos, fluviales y eólicos, por lo que la configuración del relieve está estrechamente asociada con procesos de transporte y acumulación de sedimentos.

Consulta Pública

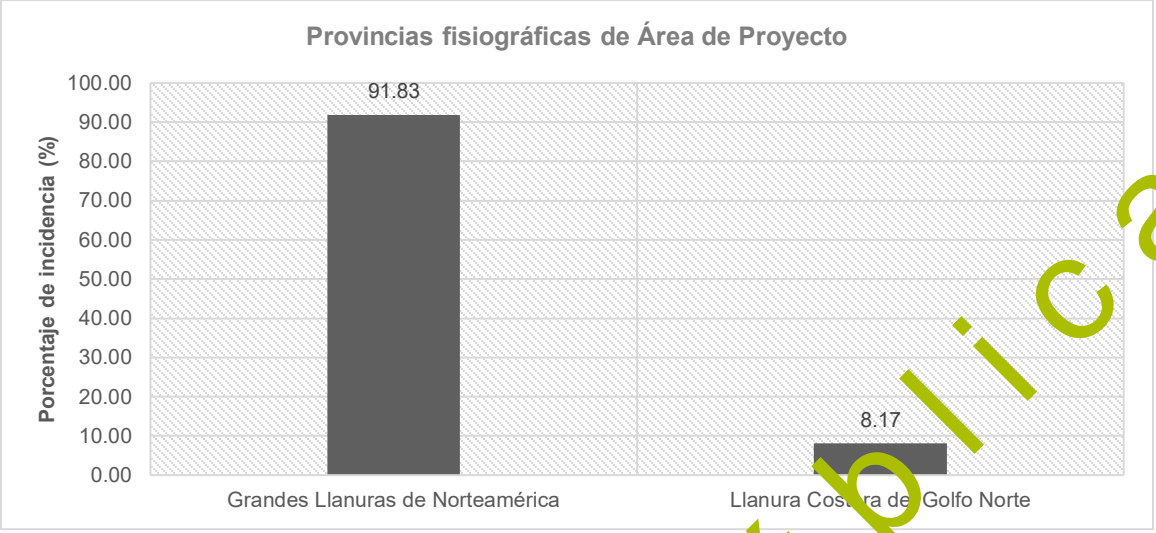


Figura 91. Provincias fisiográficas presentes en Área de Proyecto

Subprovincias fisiográficas

En el Área del proyecto también se identificaron las subprovincias fisiográficas Llanuras de Coahuila y Nuevo León y Llanura Costera Tamaulipeca; sin embargo, su participación relativa presenta una marcada diferencia respecto al Área de influencia. La subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León concentra la mayor parte de la superficie del proyecto, con 8,024.09 ha, equivalentes al 91.83% de la superficie total del Ap.

Esta predominancia indica que las obras y actividades previstas se localizan principalmente dentro de un ámbito fisiográfico correspondiente a superficies de llanura asociadas con la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León. Las características generales del relieve están determinadas por superficies predominantemente planas y de baja variación topográfica, propias de ambientes de llanura.

En contraste, la Llanura Costera Tamaulipeca representa únicamente el 8.17% del Área del proyecto, equivalente a aproximadamente 714.16 ha. Su presencia se limita, por tanto, a una proporción menor de la superficie proyectada, aunque forma parte de la configuración fisiográfica del área.

Consulta Pública

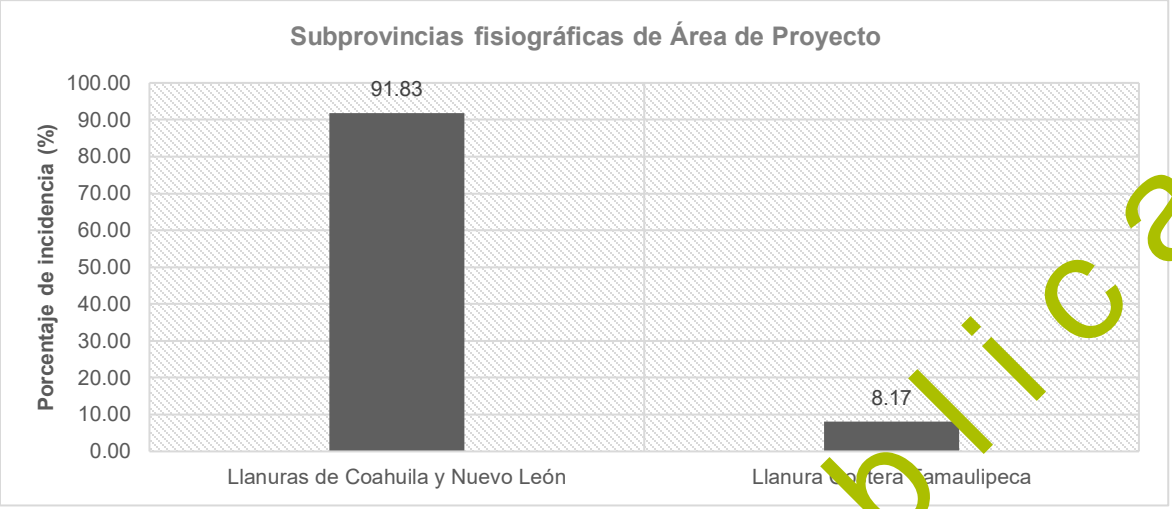


Figura 92. Subprovincias fisiográficas presentes en Área de proyecto

Sistema de topoformas

El Área de proyecto presenta un predominio marcado de formas de lomerío y llanura, aunque la mayor parte de su superficie corresponde al lomerío de laderas tendidas con llanuras, con una incidencia de 8,024.09 ha (92%). Esta unidad se caracteriza por pendientes suaves y relieve ligeramente ondulado, con condiciones generalmente favorables para el establecimiento de infraestructura.

La llanura aluvial con lomerío representa las 714.16 ha restantes (8%), correspondiente a superficies de menor pendiente asociadas con ambientes aluviales y pequeñas elevaciones. En conjunto, el Área de proyecto presenta un relieve predominantemente suave, con una participación reducida de superficies llanas aluviales, lo que indica condiciones topográficas relativamente homogéneas para el desarrollo de las obras del proyecto.

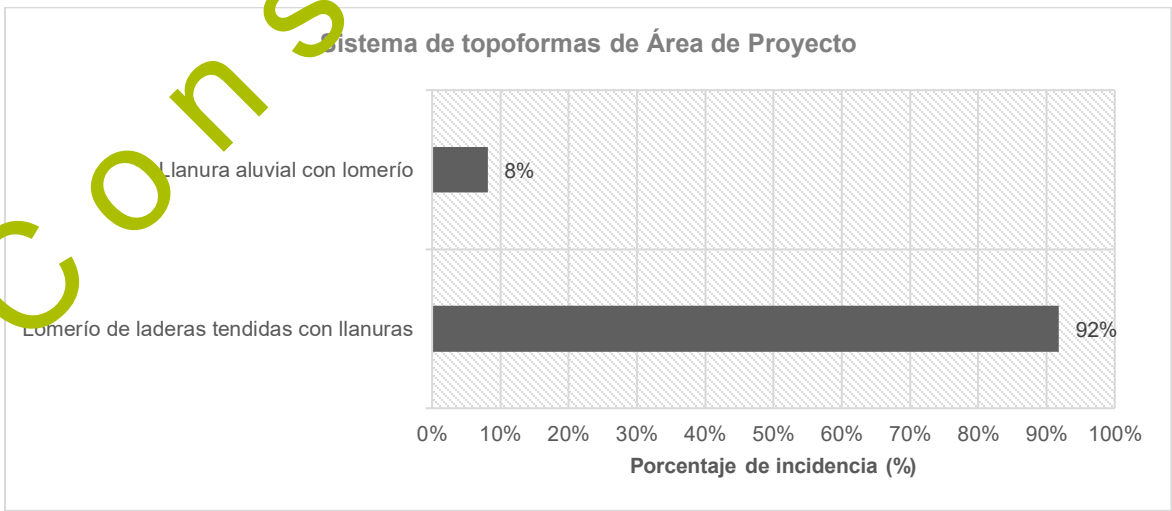


Figura 93. Sistema de topoformas en Área de Proyecto

Consulta Pública

Análisis integral fisiográfico

El análisis comparativo de la fisiografía muestra una reducción progresiva de la diversidad y complejidad fisiográfica conforme disminuye la escala territorial, pasando de una Región ecológica que integra llanuras, lomeríos y sistemas serranos, hacia un Área de influencia y un Área de proyecto progresivamente más homogéneos. Mientras que la RE presenta la coexistencia de las Grandes Llanuras de Norteamérica, la Llanura Costera del Golfo Norte y sectores de la Sierra Madre Oriental, en el Ai desaparecen las unidades montañosas y predominan dos grandes ambientes de llanura. Esta tendencia se acentúa en el Ap, donde predominan las Llanuras de Coahuila y Nuevo León y el sistema de lomerío de laderas tendidas con llanuras.

Desde el punto de vista geomorfológico, el sitio del proyecto se desarrolla en un paisaje predominantemente llano a ligeramente ondulado, con baja amplitud del relieve y superficies de transición entre lomeríos y planicies aluviales. Esta configuración representa, en términos fisiográficos, condiciones favorables para el establecimiento de infraestructura debido al predominio de pendientes suaves y formas de relieve poco accidentadas, que pueden reducir la complejidad asociada con la apertura de caminos, plataformas y áreas de cimentación.

Con relación a las provincias fisiográficas, en la RE se identifican las provincias Grandes Llanuras de Norteamérica, Llanura Costera del Golfo Norte y Sierra Madre Oriental. Las Grandes Llanuras de Norteamérica constituyen la unidad predominante, con poco más de la mitad de la superficie regional, seguida por la Llanura Costera del Golfo Norte. La Sierra Madre Oriental presenta una participación mucho menor, pero incorpora al contexto regional los principales ambientes montañosos.

En el Ai desaparece la Sierra Madre Oriental y permanecen únicamente las Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte. En esta escala predomina la segunda, aunque ambas provincias mantienen una representación importante. Para el Ap, las mismas dos provincias continúan presentes, pero cambia marcadamente su proporción: las Grandes Llanuras de Norteamérica dominan con 91.83 %, mientras que la Llanura Costera del Golfo Norte tiene una participación secundaria de 8.17 %.

Por lo tanto, existe una concentración progresiva del Ap hacia las Grandes Llanuras de Norteamérica, mientras que los ambientes asociados con la Sierra Madre Oriental quedan restringidos al contexto regional y no tienen representación directa en el sitio del proyecto.

En términos generales, la distribución de las provincias fisiográficas evidencia una reducción de la diversidad fisiográfica hacia las escalas de mayor detalle. Mientras que la RE integra ambientes asociados con las Grandes Llanuras de Norteamérica, la Llanura Costera del Golfo Norte y la Sierra Madre Oriental, el AI y el AP se encuentran restringidos a las dos primeras, con un predominio cada vez mayor de las Grandes Llanuras de Norteamérica. Esta configuración indica que el Área del Proyecto se encuentra principalmente vinculada con un contexto fisiográfico de llanura, mientras que la influencia de los sistemas montañosos identificados a escala regional no se extiende directamente hacia el sitio del proyecto.

Consulta Pública

Tabla 126. Provincias fisiográficas de la RE, Ai y Ap

Provincia fisiográfica de Región Ecológica				
Clave Provincia Fisiográfica	**Provincia Fisiográfica**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
V	Sierra madre Oriental	4,896,053.89	96,934.86	1.98
V	Sierra madre Oriental		2,918.99	0.06
VI	Grandes Llanuras de Norteamérica		2,719,816.03	55.55
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte		643,871.21	13.15
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte		1,146,467.57	23.42
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte		243,523.40	4.97
ND	–		42,521.84	0.87
		Total:	**4,896,053.89**	**100**
Provincia fisiográfica de Área de Influencia				
Clave Provincia Fisiográfica	**Provincia Fisiográfica**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
VI	Grandes Llanuras de Norteamérica	171,697.73	59,5[illegible]46	34.69
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte		11[illegible]128.27	65.31
		Total:	**171,[illegible]73**	**100**
Provincia fisiográfica de Área de Proyecto				
Clave Provincia Fisiográfica	**Provincia Fisiográfica**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
VI	Grandes Llanuras de Norteamérica	8,738.25	8,024.09	91.83
VIII	Llanura Costera del Golfo Norte		714.16	8.17
		Total:	**8,738.25**	**100**

Respecto a las subprovincias fisiográficas, en la RE se identifican seis unidades: Llanuras de Coahuila y Nuevo León, Llanura Costera Tamaulipeca, Llanuras y Lomeríos, Sierra de San Carlos, Sierras y Llanuras Coahuilenses y Gran Sierra Plegada. La mayor parte de la superficie corresponde a Llanuras de Coahuila y Nuevo León (55.55 %), seguida por la Llanura Costera Tamaulipeca (23.42 %) y Llanuras y Lomeríos (13.15 %). Las subprovincias serranas presentan una participación menor, pero incorporan al contexto regional unidades de relieve más accidentado y evidencian la diversidad fisiográfica de la RE.

En el Ai la diversidad se reduce a dos subprovincias: Llanura Costera Tamaulipeca (65.31 %) y Llanuras de Coahuila y Nuevo León (34.69 %). La ausencia de las subprovincias serranas y de Llanuras y Lomeríos refleja una mayor homogeneidad fisiográfica respecto a la RE. En el Ap permanecen estas mismas dos unidades, pero con un cambio marcado en su distribución: Llanuras de Coahuila y Nuevo León representa el 91.83 %, mientras que la Llanura Costera Tamaulipeca ocupa el 8.17 %, por lo que el proyecto se encuentra principalmente asociado con la primera.

En términos generales, la distribución de las subprovincias evidencia una reducción progresiva de la diversidad fisiográfica hacia las escalas más locales. Las unidades serranas presentes en la RE no tienen representación directa en el Ai ni en el Ap, mientras que las subprovincias de llanura adquieren un predominio creciente. En particular, la marcada presencia de Llanuras de Coahuila y Nuevo León en el Ap confirma que el proyecto se desarrolla principalmente dentro de un contexto fisiográfico de llanura, con una participación secundaria de la Llanura Costera Tamaulipeca.

Consulta Pública

Tabla 127. Subprovincias fisiográficas de la RE, Ai y Ap

Subprovincia fisiográfica de la Región Ecológica				
Clave Subprovincia Fisiográfica	**Subprovincia Fisiográfica**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
23	Sierras y Llanuras Coahuilenses	4,896,053.89	96,934.86	1.98
28	Gran Sierra Plegada		2,918.99	0.06
31	Llanuras de Coahuila y Nuevo León		2,719,816.03	55.55
36	Llanuras y Lomeríos		643,871.21	13.15
37	Llanura Costera Tamaulipeca		1,146,467.57	23.42
38	Sierra de San Carlos		243,523.10	4.97
ND	–		42,521.84	0.87
		Total:	**4,896,053.89**	**100**
Subprovincia fisiográfica de Área de Influencia				
Clave Subprovincia Fisiográfica	**Subprovincia Fisiográfica**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
31	Llanuras de Coahuila y Nuevo León	171,697.73	59,569.46	34.69
37	Llanura Costera Tamaulipeca		112,128.27	65.31
		Total:	**171,697.73**	**100**
Subprovincia fisiográfica de Área de Proyecto				
Clave Subprovincia Fisiográfica	**Subprovincia Fisiográfica**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
31	Llanuras de Coahuila y Nuevo León	8,738.25	8,024.09	91.83
37	Llanura Costera Tamaulipeca		714.16	8.17
		Total:	**8,738.25**	**100**

En los sistemas de topoformas, la mayor diversidad se presenta en la RE, donde se reconocen sierras, lomeríos, mesetas bajadas, llanuras y valles. Aunque existe una amplia variedad de formas del relieve, predominan claramente las unidades de baja energía. Destacan el lomerío de laderas tendidas con llanuras (53.35 %), el lomerío con llanuras (12.48 %), la llanura aluvial (11.61 %) y la llanura aluvial con lomerío (9.64 %). En conjunto, estas formas evidencian el predominio de superficies suaves y de transición entre lomeríos y planicies.

En el AI se observa una reducción importante de esta diversidad. Se identifican cuatro sistemas de topoformas: sierra baja con lomerío, lomerío de laderas tendidas con llanuras, llanura aluvial y llanura aluvial con lomerío. La unidad predominante es la llanura aluvial con lomerío, seguida por el lomerío de laderas tendidas con llanuras. Por tanto, aunque existe una pequeña representación de relieve serrano, el AI está dominado por formas de llanura y lomerío.

Finalmente, el Ap presenta únicamente dos sistemas de topoformas: lomerío de laderas tendidas con llanuras, que concentra aproximadamente el 92 %, y llanura aluvial con lomerío, con el 8 % restante. Esta distribución confirma la marcada homogeneidad del relieve dentro del área donde se desarrollará el proyecto.

Consulta Pública

En términos fisiográficos, el Parque Eólico Montecristo se localiza en un sector predominantemente dominado por lomeríos de pendientes tendidas y superficies de llanura, sin presencia directa de los sistemas serranos que caracterizan algunos sectores de la RE. La configuración del Ap constituye, por tanto, una expresión local de baja complejidad fisiográfica dentro de un contexto regional más diverso, con condiciones generales de relieve suave que deberán complementarse con el análisis de pendientes, geomorfología, erosión, drenaje y características geotécnicas para determinar las condiciones específicas de implantación de las obras.

Tabla 128. Sistema de topoformas de la RE, Ai y Ap

Sistema de topoformas de la Región Ecológica					
Clave	**Nombre**	**Descripción**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
100-0/01	Sierra	Sierra baja	4,896,053.89	19,819.15	0.4
100-0/04	Sierra	Sierra plegada		8,572.08	0.18
100-0/07	Sierra	Sierra compleja		35,570.46	0.73
102-0/01	Sierra	Sierra alta con lomerío		243,523.40	4.97
102-0/01	Sierra	Sierra baja con lomerío		19,877.88	0.41
204-0/01	Lomerío	Lomerío con bajadas		9,251.59	0.19
205-0/01	Lomerío	Lomerío con llanuras		611,082.00	12.48
205-0/02	Lomerío	Lomerío de laderas tendidas con llanuras		2,612,091.10	53.35
300-0/01	Meseta	Meseta típica		13,761.00	0.28
302-0/01	Meseta	Meseta con lomerío		9,776.63	0.2
402-0/01	Bajada	Bajada con lomerío		55,711.32	1.14
500-0/01	Llanura	Llanura aluvial		568,484.31	11.61
500-3/01	Llanura	Llanura aluvial inundable		55,020.22	1.12
500-5/01	Llanura	Llanura aluvial inundable y salina		55,094.82	1.13
502-0/01	Llanura	Llanura aluvial con lomerío		471,854.78	9.64
502-2/01	Llanura	Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado		27,534.20	0.56
600-0/01	Valle	Valle típico		36,507.10	0.75
ND	—	—		42,521.82	0.87
			Total:	**4,896,053.89**	**100**
Sistema de topoformas de Área de Influencia					
Clave	**Nombre**	**Descripción**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
102-0/01	Sierra	Sierra baja con lomerío	171,697.73	7,312.39	4.26%
205-0/02	Lomerío	Lomerío de laderas tendidas con llanuras		52,257.08	30.44%
500-0/01	Llanura	Llanura aluvial		28,259.22	16.46%
502-0/01	Llanura	Llanura aluvial con lomerío		83,869.04	48.85%
			Total:	**171,697.73**	**100**
Sistema de topoformas de Área de Proyecto					
Clave	**Nombre**	**Descripción**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
205-0/02	Lomerío	Lomerío de laderas tendidas con llanuras	8,738.25	8,024.09	92%
502-0/01	Llanura	Llanura aluvial con lomerío		714.16	8%
			Total:	**8,738.25**	**100**

Presencia de fallas y fracturamientos

Una falla geológica es una fractura en la corteza terrestre donde ha ocurrido un desplazamiento relativo entre los bloques que la conforman. Estas estructuras se originan debido a esfuerzos tectónicos que generan tensiones en la litosfera, provocando el movimiento de las rocas a lo largo de un plano de falla, que es la superficie sobre la cual ocurre el desplazamiento.

Consulta Pública

Existen varios tipos de fallas según la dirección del movimiento de los bloques:

Tabla 129. Tipos de fallas

Tipos de fallas según la dirección del movimiento de los bloques	
Tipo	**Descripción**
Falla normal (directa o de gravedad)	Se produce cuando el bloque superior se desplaza hacia abajo en relación con el bloque inferior. Esto ocurre debido a esfuerzos de tensión que estiran la corteza terrestre, generando un buzamiento del plano de falla hacia el lado hundido. Es común en regiones donde la litosfera se está extendiendo, como en los límites divergentes de placas tectónicas.
Falla inversa	En este caso, el bloque superior se desplaza hacia arriba con respecto al bloque inferior. Se forma como resultado de esfuerzos compresivos, que generan el acortamiento y engrosamiento de la corteza terrestre. Estas fallas son frecuentes en zonas de colisión de placas tectónicas, como en los sistemas montañosos.
Falla lateral o de rumbo	Se caracteriza por un desplazamiento horizontal de los bloques en direcciones opuestas, sin un cambio significativo en la altitud. Este tipo de falla ocurre debido a esfuerzos de cizalla y es común en límites de placas transformantes, como la Falla de San Andrés en California.
Falla rotacional	Se presenta cuando los bloques experimentan un movimiento de rotación en torno a un eje, lo que puede generar estructuras geológicas complejas.

Es importante diferenciar una falla de una fractura, ya que, en esta última, aunque existe una ruptura en la corteza terrestre, no ocurre un desplazamiento entre los bloques. El estudio de fallas geológicas es fundamental en geología estructural, ya que su actividad puede influir en la formación del relieve, la sismicidad y la estabilidad del terreno, aspectos clave para la evaluación de riesgos y la planificación de proyectos de infraestructura.

No se han registrado fallas o fracturas en la RE, Ai y Ap.

Susceptibilidad de la zona

Laderas

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el mapa de susceptibilidad de laderas basado en la inestabilidad del terreno muestra que la región presenta una ligera variabilidad en su estabilidad. Predominan zonas de muy bajo riesgo, más existen áreas puntuales con alta susceptibilidad que requieren una evaluación detallada antes de realizar cualquier obra.

Tabla 130. Indicadores de susceptibilidad de laderas

	Verde (Bajo y Muy bajo): Áreas estables con baja probabilidad de deslizamientos.
	Amarillo (Medio): Regiones con ligera susceptibilidad a deslizamientos, usualmente con pendientes suaves y rocas compactas.
	Naranja (Alto): Zonas con riesgo moderado de deslizamiento, generalmente con suelos menos consolidados y mayor pendiente.
	Rojo (Muy alto): Áreas con alta inestabilidad y alto riesgo de deslizamientos, generalmente asociadas a pendientes pronunciadas, suelos sueltos o alteraciones naturales y humanas.

Para la Región ecológica, el mapa es predominante en áreas de muy baja susceptibilidad a laderas, indicando áreas estables en la mayoría de su extensión, no obstante, se identifican zonas en naranja hacia el sur y oeste del mapa, que son áreas montañosas o de cambios bruscos topográficos,

Consulta Pública

haciendo que su susceptibilidad sea de índice alto. Dentro de estas zonas, se encuentran puntos rojos, indicando un índice muy alto. En el Área de influencia y Área de proyecto, el área es predominantemente de índice muy bajo, con áreas puntuales aisladas de índice alto

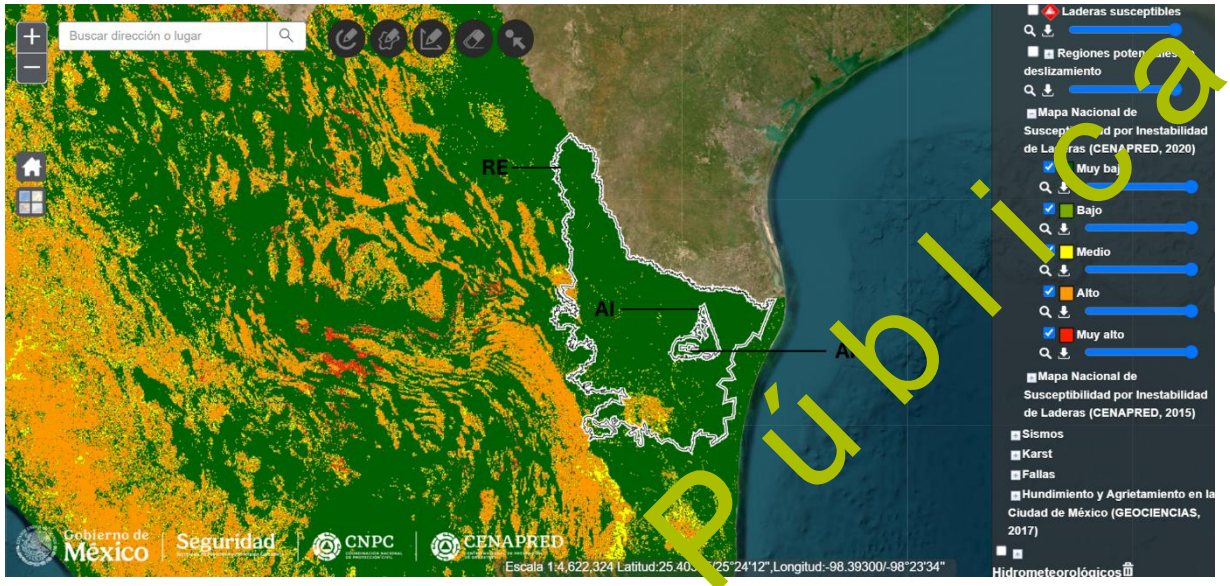


Figura 94. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas (CENAPRED, 2020)

Sismos

Según la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en su Regionalización sísmica para la República Mexicana (2015), la región se divide en cuatro zonas sísmicas:

Tabla 131. Zonas sísmicas de la República Mexicana

Zonas sísmicas de la República Mexicana (Fuente: CFE,2015)	
Zona	**Descripción**
A	(Bajo) Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores
B	(Medio) Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
C	(Alto) Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
D	(Muy alto) Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad

En la RE, Ai y Ap, todas las áreas se encuentran dentro de la zona A, donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.

Consulta Pública

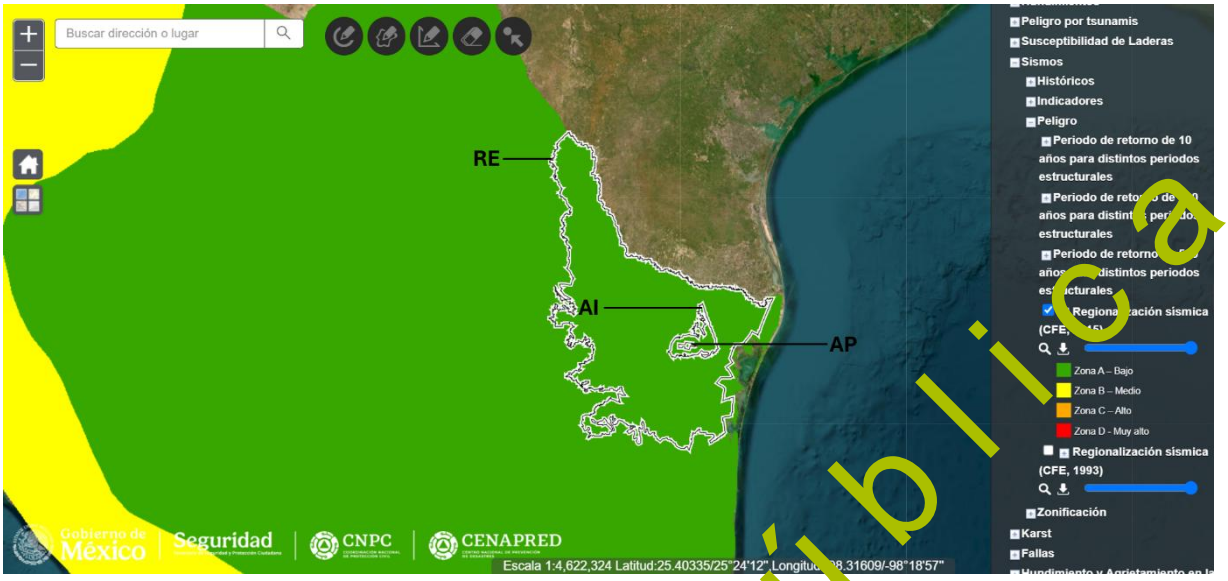


Figura 95. Regionalización sísmica (CFE,2015)

Inundación

Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en el Mapa de Puntos Críticos de Inundación (2024), en la Región ecológica (RE) se encuentran siete puntos críticos de inundación distribuidos en el área, uno en el norte, uno en el este, tres puntos de lado sureste, y dos del lado suroeste. Del lado oeste del RE, justo por fuera de la delimitación se encuentran 14 puntos aglomerados, que bien no se encuentran dentro del RE, puede llegar a afectarlo indirectamente. Dentro del Área de influencia solo se encuentra un punto crítico, mientras que en el Ap no se encuentra ninguno.

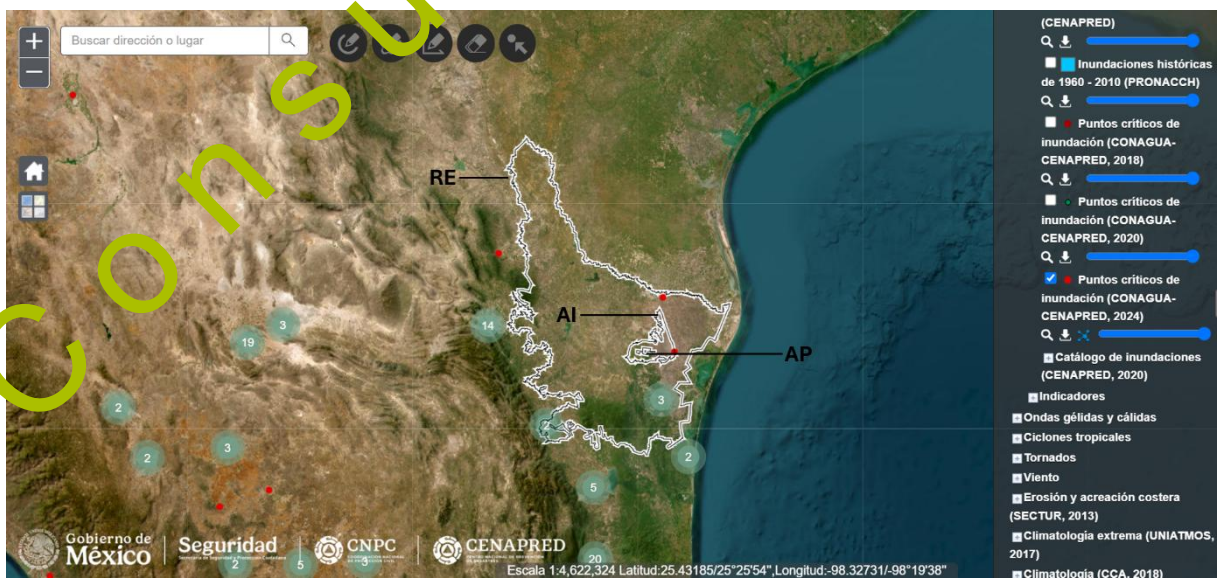


Figura 96. Puntos críticos de inundación (CONAGUA-CENAPRED, 2024)

Consulta Pública

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en su Índice de Vulnerabilidad de Inundación (2017), la RE se encuentra predominantemente en amarillo, donde indica un índice medio de vulnerabilidad, con áreas de índice alto hacia el noreste y sureste. En la Ai, se encuentran zonas con índice alto hacia el noreste, el resto del área permanece en índice medio. Finalmente, para el Ap, toda el área se encuentra en amarillo, indicando un índice medio de vulnerabilidad de inundación.

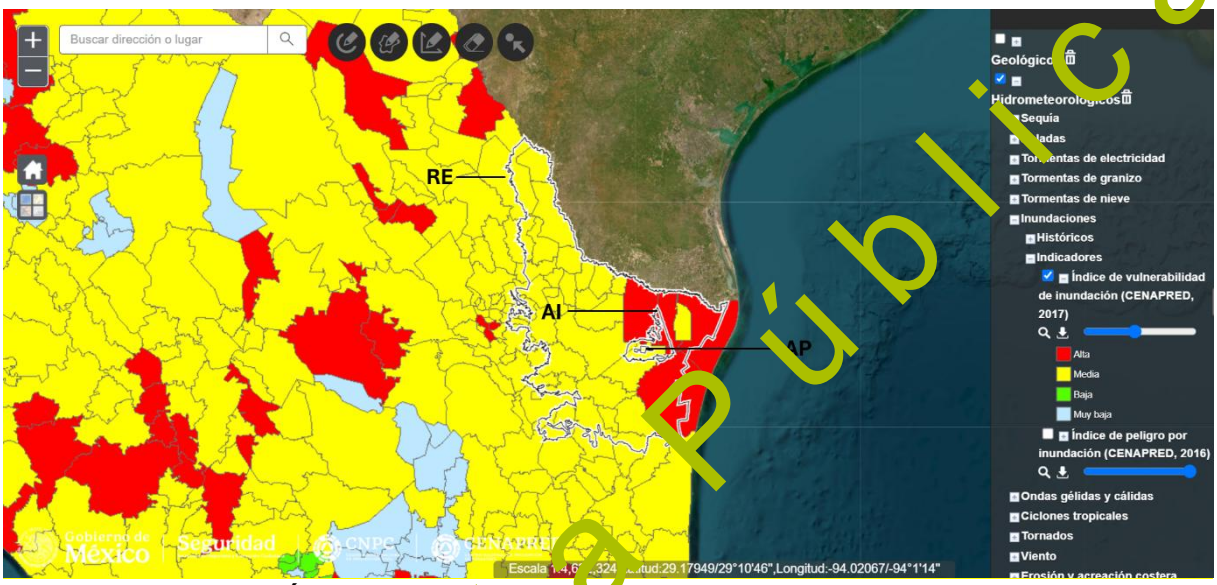


Figura 97. Índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED, 2017)

Frentes fríos o eventos de "Norte"

Uno de los fenómenos meteorológicos más característicos del noreste de México corresponde al paso de frentes fríos asociados con masas de aire polar provenientes de Norteamérica. Durante la temporada comprendida generalmente entre los meses de septiembre y marzo, estos sistemas ocasionan descensos importantes de temperatura, incremento en la velocidad del viento y cambios bruscos en las condiciones atmosféricas.

En Tamaulipas, estos sistemas suelen intensificarse al interactuar con el Golfo de México, dando origen a los denominados eventos de "Norte", caracterizados por la presencia de vientos fuertes y persistentes que pueden mantenerse durante varias horas o incluso días. Debido a que el Parque Eólico Montecristo se desarrolla en una zona abierta con escasos obstáculos topográficos, este fenómeno representa uno de los eventos meteorológicos de mayor relevancia durante la operación del proyecto, por lo que deberá considerarse en la planeación de las actividades de mantenimiento y en los protocolos de seguridad para el personal.

En las zonas del proyecto toda el área es de nivel bajo en grado de peligro por bajas temperaturas.

Consulta Pública

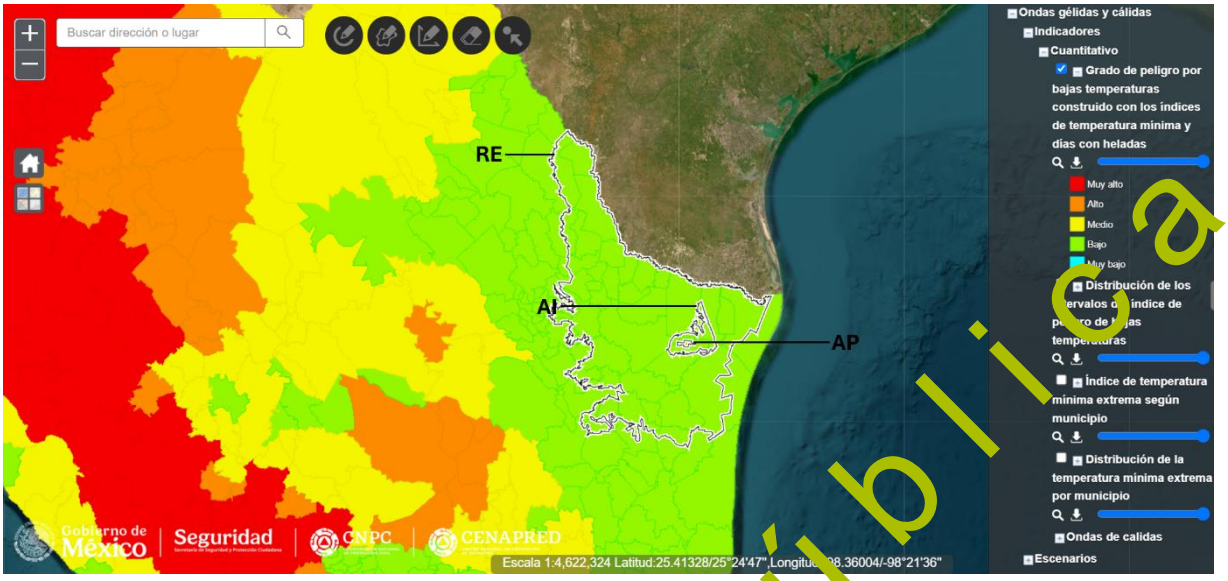


Figura 98. Riesgo por frentes fríos

Tormentas eléctricas

Durante la temporada de lluvias es común la formación de tormentas convectivas asociadas al calentamiento superficial y al ingreso de humedad proveniente del Golfo de México. Estos eventos pueden generar precipitaciones intensas de corta duración, actividad eléctrica atmosférica y rachas de viento, condiciones que representan un riesgo para las actividades que se desarrollan a cielo abierto y para la operación de equipos de gran altura.

En el RE el riesgo por tormentas eléctricas es predominantemente muy bajo, con regiones de índice bajo al norte, en el Ai igualmente varía entre muy bajo y bajo, y en el Ap es de índice muy bajo.

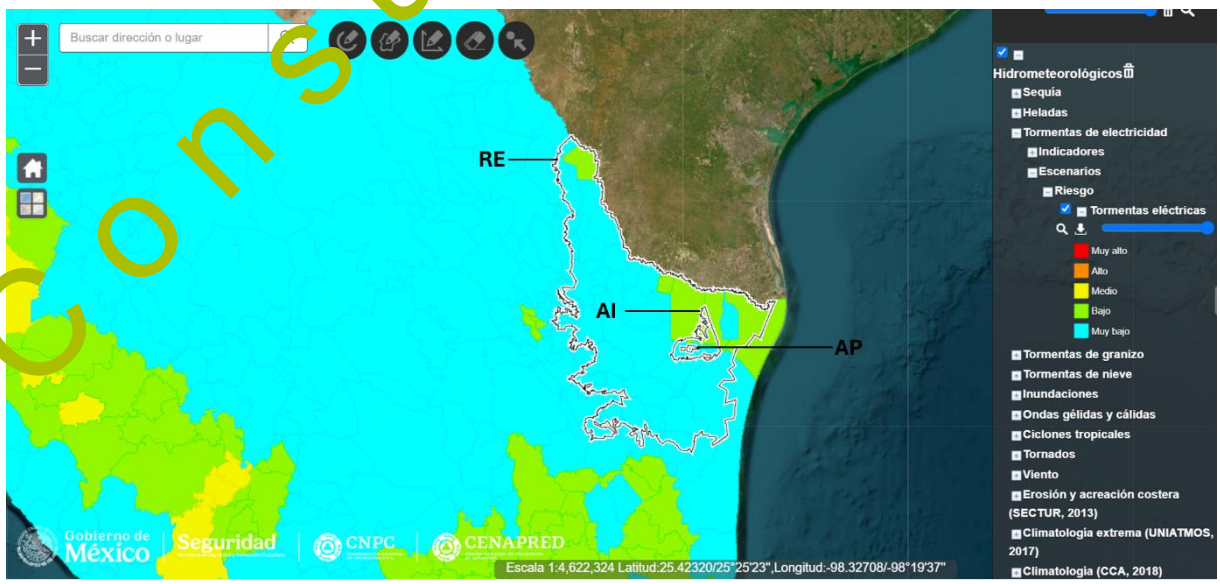


Figura 99. Riesgo por tormentas eléctricas

Consulta Pública

Ondas de calor

Durante los meses de primavera y verano pueden presentarse ondas de calor asociadas a sistemas de alta presión que favorecen la permanencia de temperaturas elevadas durante varios días consecutivos. Estas condiciones incrementan la evapotranspiración, reducen la humedad del suelo y pueden generar estrés térmico en el personal que realiza actividades al aire libre, por lo que resulta necesario implementar medidas de prevención y protección durante los periodos de mayor temperatura.

La RE es predominantemente de nivel muy bajo, con zonas al este de medio a alto, suceso que ocurre igualmente en el AI, mientras que la Ap es completamente de nivel muy bajo.

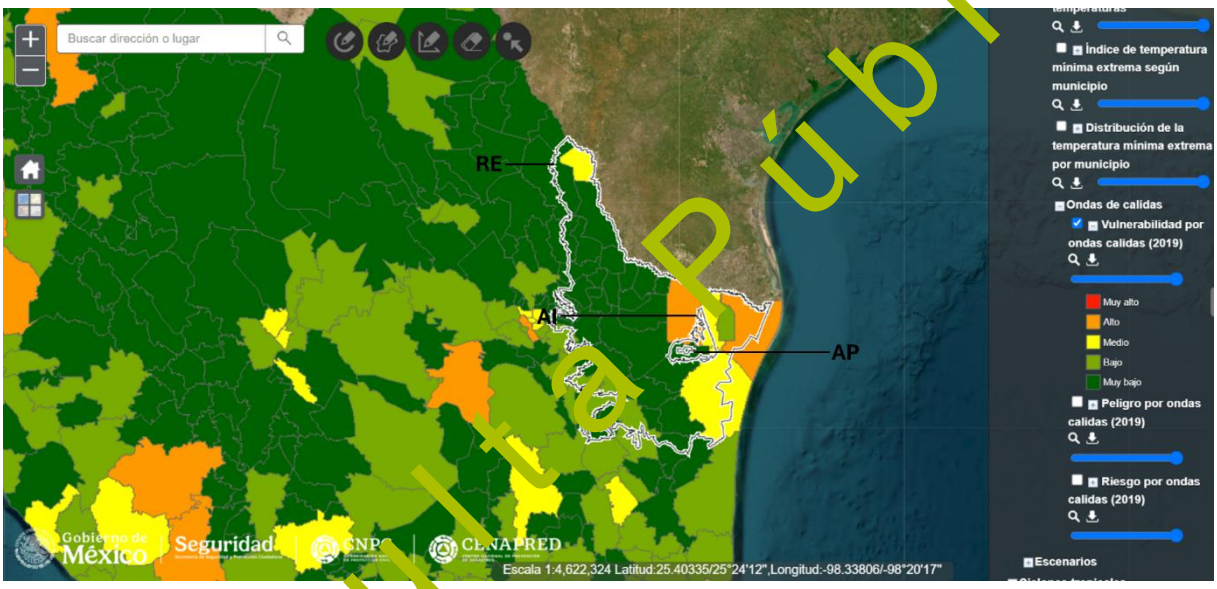


Figura 100. Vulnerabilidad por ondas cálidas (2019)

Sequías

Considerando el predominio de climas secos y semiáridos en el área del proyecto, los periodos de sequía constituyen un fenómeno recurrente dentro de la región. La disminución prolongada de las precipitaciones reduce la disponibilidad de humedad en el suelo, limita el desarrollo de la vegetación e incrementa la susceptibilidad a procesos erosivos y a la generación de partículas de polvo durante las actividades constructivas. Asimismo, las condiciones de sequía pueden favorecer el incremento del riesgo de incendios en la vegetación natural durante la temporada de estiaje.

En la RE se encuentran zonas que van desde muy baja a muy alta, en la Ai es predominante de índice muy bajo, con zonas al norte de índice medio y alto, mientras que el Ap es de índice muy bajo.

Consulta Pública

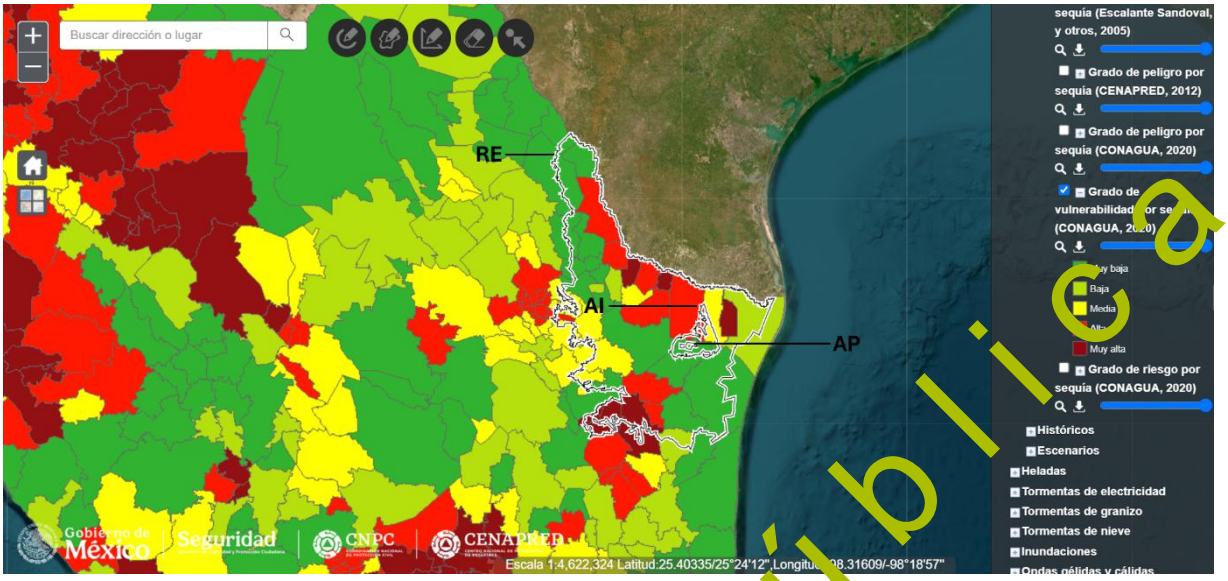


Figura 101. Grado de vulnerabilidad por sequía (CONAGUA, 2020)

Tormenta de granizo

El riesgo por caída de granizo tanto en RE, Ai y Ap, es de muy bajo, patrón característico para el norte del país.

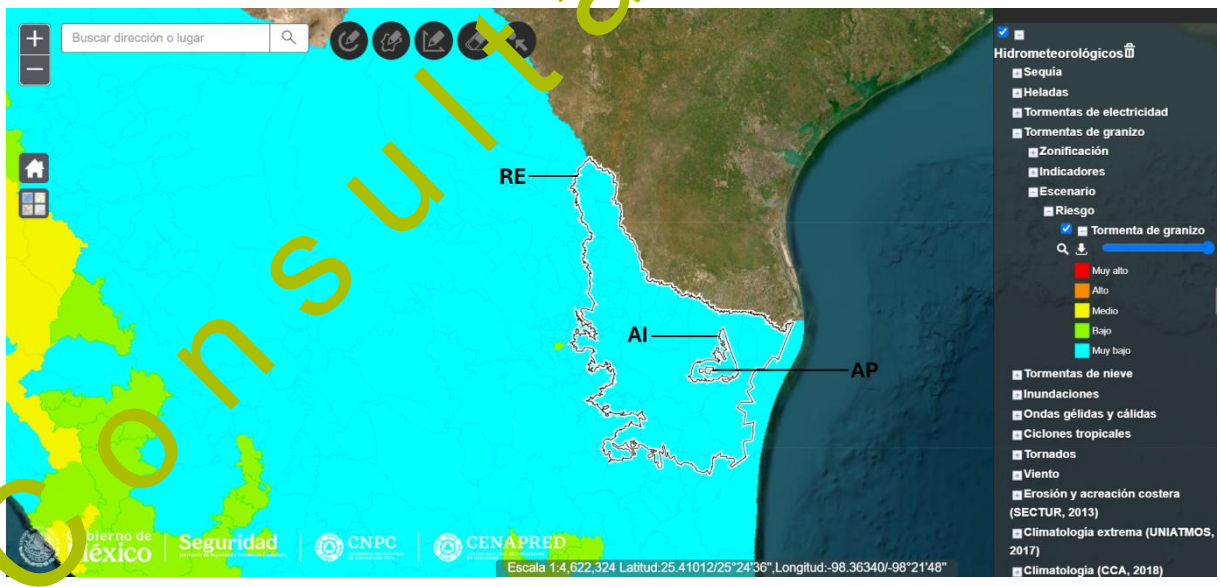


Figura 102. Riesgo por tormenta de granizo

Nevadas

En el RE, el riesgo por caída de tormentas de nieve (Nevadas) es de predominantemente bajo a muy bajo, con áreas medias, en el Ai es de bajo a muy bajo y en el Ap es muy bajo.

Consulta Pública

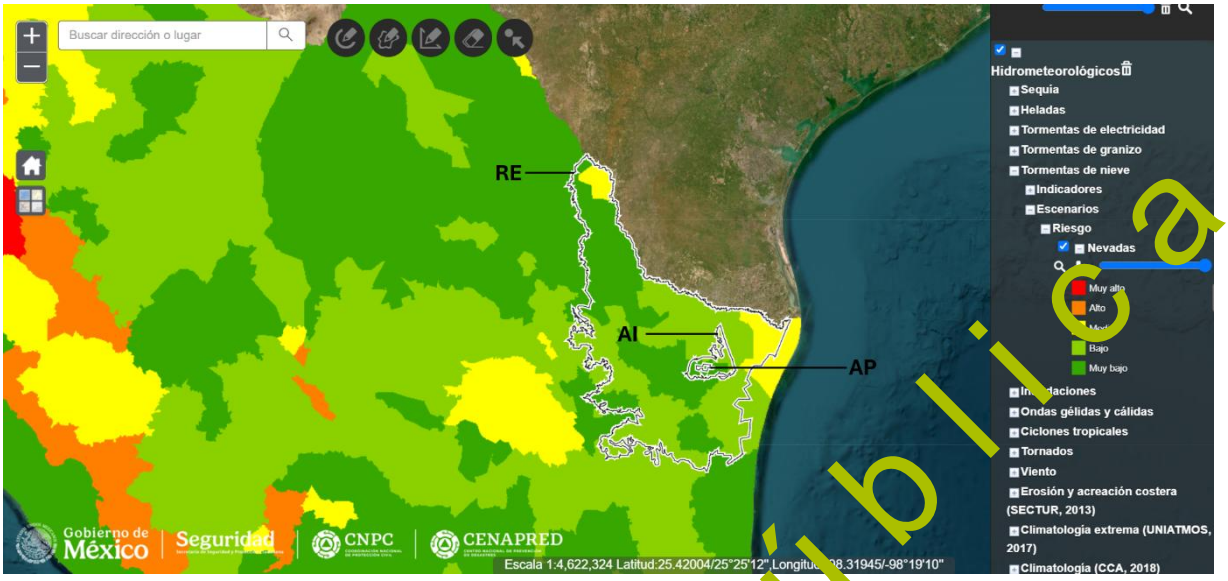


Figura 103. Riesgo por nevada

Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia la distribución, movimiento y propiedades del agua en la Tierra, incluyendo su interacción con el medio ambiente y los ecosistemas.

Hidrología superficial

Regiones Hidrológico-Administrativas

En México la planeación hidráulica toma como unidades geográficas trece regiones hidrológico-administrativas definidas por la Comisión Nacional del Agua. Cada región está constituida por una o varias cuencas; de esta manera se garantiza que la cuenca hidrológica se constituya como la base de la administración del agua (CNA, 2002). Estas 13 regiones mayores creadas para facilitar el esfuerzo de descentralización de funciones, a su vez se agrupan en 37 regiones hidrológicas para hacer más eficaz la administración de los recursos hidráulicos. La agrupación de las cuencas se basa principalmente en rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región hidrológica se distingue por su tipo de relieve y escurrimientos, presentando características similares en su drenaje.

En resumen, se tiene en el país un total de 314 cuencas hidrológicas, agrupadas en 37 regiones hidrológicas y a su vez en 13 regiones administrativas (CNA/SEMARNAP, 1996).

Consulta Pública

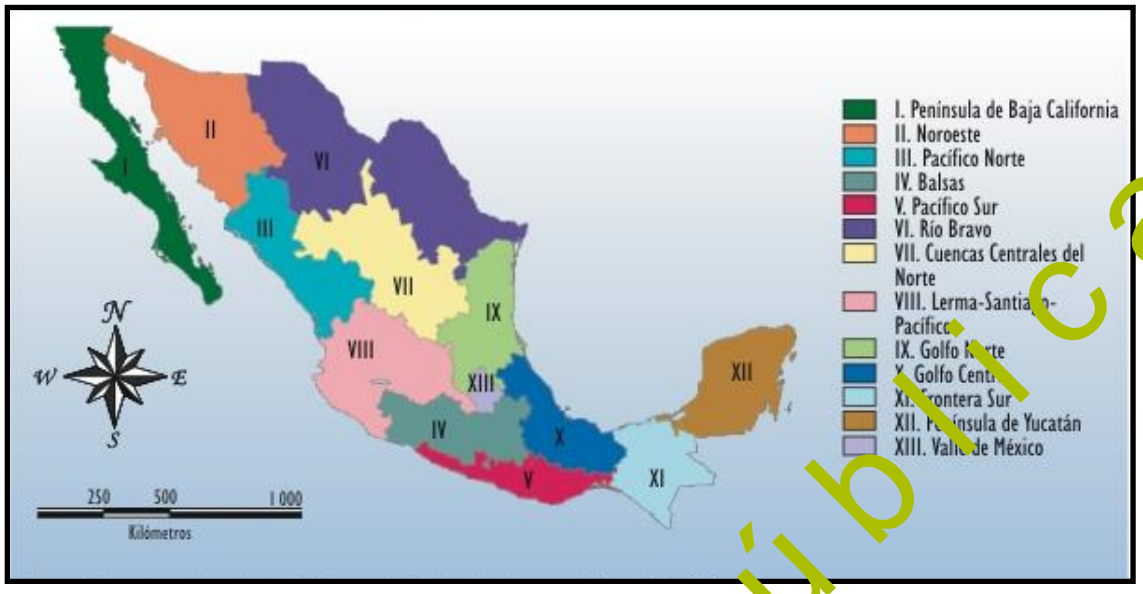


Figura 104. Regiones hidrológico-administrativas México. 2002
Fuente: Compendio Básico del Agua en México. 2002.

El Parque Eólico Montecristo se localiza dentro de las Regiones Hidrológico-Administrativa IX Golfo Norte y VI Río Bravo.

Consulta Pública

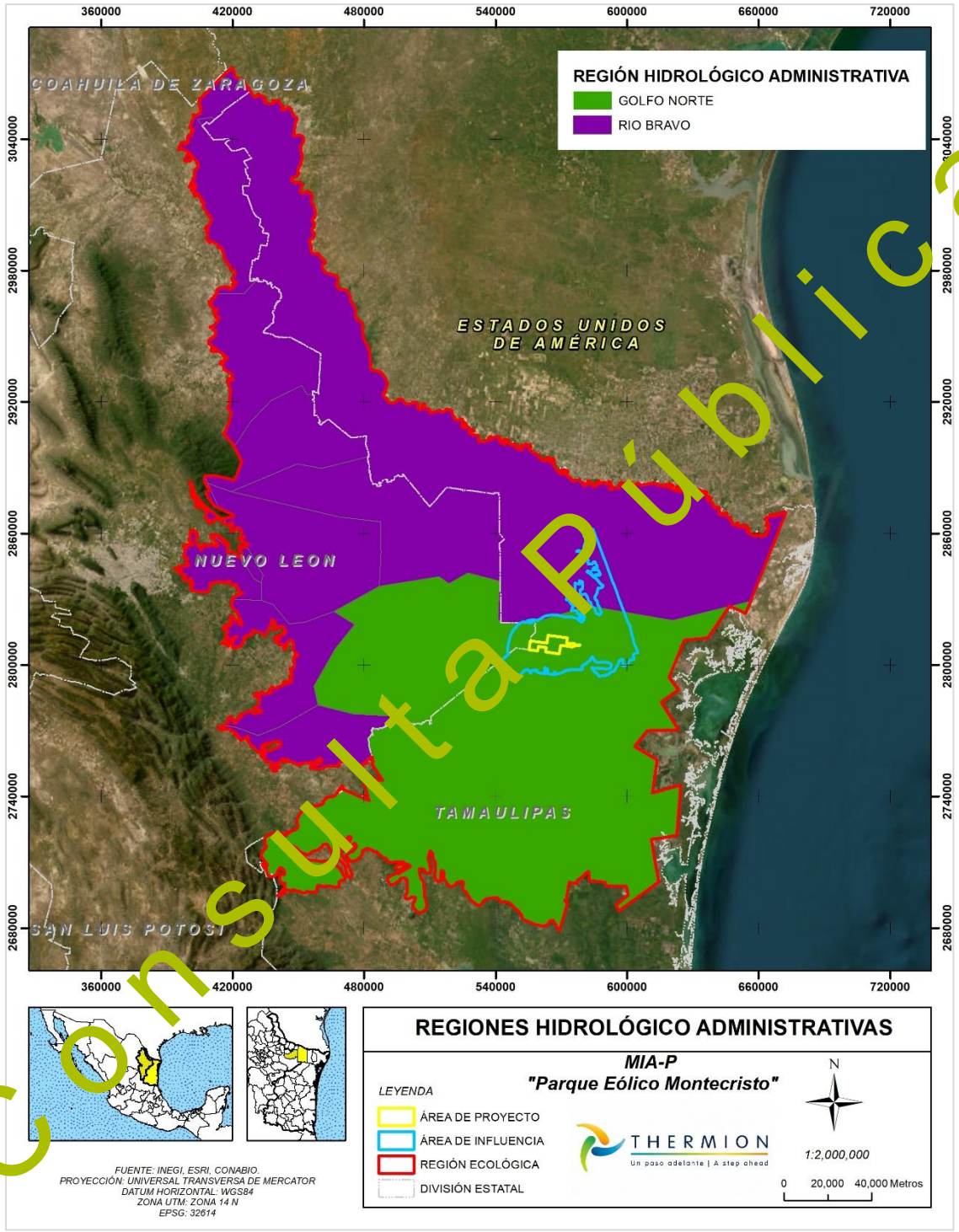


Figura 105. Regiones Hidrológico Administrativas presentes en la RE, Ai y Ap

La Región Hidrológico-Administrativa IX Golfo Norte comprende la mayor parte del estado de Tamaulipas y porciones de los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí. Esta región constituye una de las principales unidades de administración del agua en el noreste del país y se

Consulta Pública

caracteriza por integrar cuencas que drenan hacia el Golfo de México, donde convergen condiciones climáticas que van desde ambientes semiáridos en el interior hasta zonas subhúmedas en la franja costera. La disponibilidad de los recursos hídricos está determinada por la variabilidad de la precipitación, la presencia de importantes sistemas fluviales y el aprovechamiento de acuíferos regionales.

Dentro de esta región hidrológico-administrativa se localizan los acuíferos Bajo Río Bravo (2801) y Méndez–San Fernando (2802), ambos presentes en el área de estudio y clasificados por la Comisión Nacional del Agua con disponibilidad de agua subterránea. Estas unidades hidrogeológicas constituyen las principales fuentes de abastecimiento para los usos agrícola, pecuario, urbano e industrial en el norte de Tamaulipas, por lo que su conservación resulta fundamental para el desarrollo regional.

La ubicación del proyecto dentro de la Región Hidrológico-Administrativa IX Golfo Norte permite contextualizar las condiciones hidrológicas regionales y establecer el marco de referencia para el análisis de las cuencas hidrológicas, subcuencas, corrientes superficiales y cuerpos de agua presentes en el Área de influencia del proyecto. Asimismo, proporciona la base administrativa bajo la cual se regula el aprovechamiento de las aguas nacionales y la gestión integral del recurso hídrico conforme a la legislación vigente.

La Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo constituye una de las regiones más importantes del país, al contar con la mayor superficie territorial, caracterizado por dos grandes barreras orográficas en sus extremos: Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental. Tiene una extensión territorial de 358,870 km2, equivalente al 19.9% de la superficie de la República Mexicana, limita al norte con los Estados Unidos de América, país con quien se comparte la administración de la cuenca del Río Bravo por medio del Tratado Internacional de Aguas.

Colinda con diferentes RHA, entre ellas, la RHA IX Golfo Norte. La región comprende en su totalidad al estado de Nuevo León y parcialmente a las entidades de Coahuila de Zaragoza, Chihuahua y Tamaulipas.

Regiones Hidrológicas

Las regiones hidrológicas constituyen unidades territoriales de referencia para el análisis y manejo de los recursos hídricos superficiales, delimitadas con base en características hidrográficas que permiten agrupar sistemas de drenaje con relaciones funcionales dentro de un mismo ámbito territorial. Estas unidades proporcionan un marco espacial para comprender la distribución y dinámica de los escurrimientos superficiales, así como la interacción entre las diferentes corrientes y cuerpos de agua que integran el sistema hidrológico regional.

Desde el punto de vista ambiental, el análisis de las regiones hidrológicas permite establecer el contexto hidrográfico regional en el que se desarrolla el proyecto, considerando la relación entre el relieve, la red de drenaje y los procesos de escurrimiento superficial. Asimismo, permite identificar la vinculación territorial del proyecto con los principales sistemas hidrológicos y constituye una referencia para el análisis posterior de cuencas, subcuencas y demás unidades de menor jerarquía.

Consulta Pública

La delimitación de las regiones hidrológicas se realizó mediante el análisis de la cartografía oficial integrada en el Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), determinando las unidades presentes y cuantificando su superficie de incidencia dentro de la Región ecológica, Área de influencia y Área del proyecto.

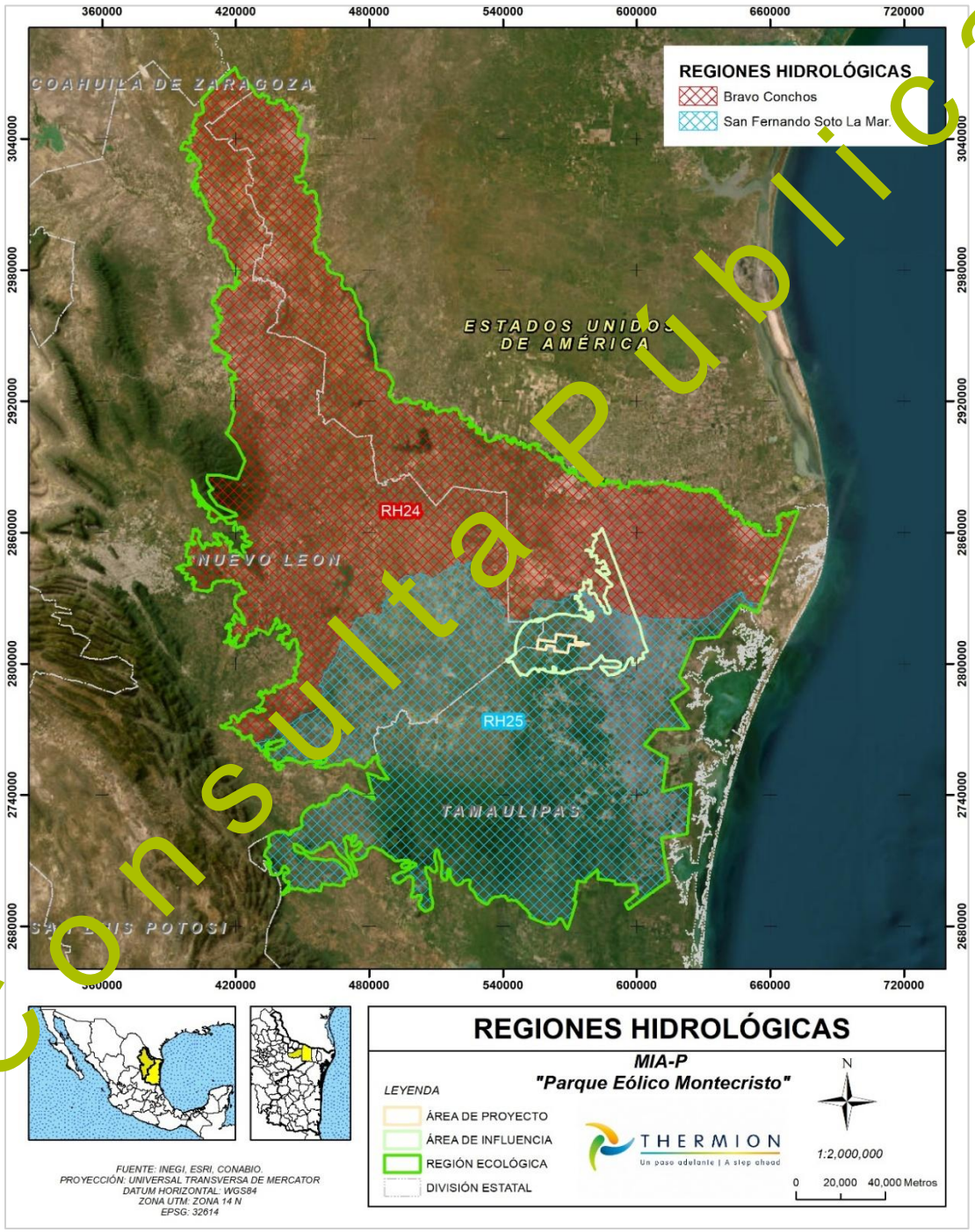


Figura 106. Regiones Hidrológicas presentes en la RE, Ai y Ap.

Consulta Pública

En el área de estudio se identifican las regiones hidrológicas RH24 Bravo-Conchos y RH25 San Fernando-Soto la Marina. Ambas presentan incidencia dentro de la Región ecológica y el Área de influencia, mientras que en el Área del proyecto únicamente se presenta la RH25 San Fernando-Soto la Marina. Esta distribución permite establecer que el proyecto se encuentra directamente vinculado con el sistema hidrológico correspondiente a la RH25, mientras que la RH24 forma parte del contexto hidrológico regional y del área de influencia.

La RH24 Bravo-Conchos comprende una extensa superficie del norte de México y se encuentra conformada por un sistema de corrientes superficiales asociado principalmente al río Bravo y a sus principales tributarios. Esta región presenta condiciones climáticas predominantemente áridas y semiáridas, por lo que los escurrimientos superficiales se encuentran estrechamente relacionados con la ocurrencia estacional de las precipitaciones y con la variabilidad de las condiciones hidrológicas. Su red hidrográfica constituye un componente relevante para el manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos de la región, particularmente en actividades agrícolas, urbanas y productivas.

En el contexto del área de estudio, la RH24 Bravo-Conchos presenta incidencia únicamente en la Región Ecológica y el Área de Influencia, sin formar parte del Área del Proyecto. Su presencia permite reconocer la interacción del área de estudio con sistemas de drenaje de escala regional y establecer el contexto hidrológico dentro del cual se desarrolla el proyecto.

La Región Hidrológica RH25 San Fernando-Soto la Marina se localiza en el noreste de México y comprende una amplia porción del estado de Tamaulipas. Se caracteriza por integrar un sistema de escurrimientos superficiales que drena hacia el Golfo de México, conformado por diversos ríos, arroyos y cuerpos de agua asociados a las cuencas de los ríos San Fernando y Soto la Marina. Las condiciones hidrológicas de esta región están determinadas por la distribución espacial y temporal de la precipitación, así como por las características del relieve, el clima y la capacidad de almacenamiento e infiltración de los terrenos.

En el contexto del área de estudio, la RH25 San Fernando-Soto la Marina presenta incidencia tanto en la Región Hidrológica como en el Área de Influencia y el Área de Proyecto, por lo que constituye la unidad hidrológica de mayor relevancia para caracterizar el comportamiento del escurrimiento superficial asociado al proyecto. Su presencia permite establecer el marco regional de drenaje y la relación del área de proyecto con las corrientes y sistemas de escurrimiento superficiales presentes en su entorno.

Cuencas Hidrológicas

Las cuencas hidrológicas constituyen las unidades territoriales fundamentales para el análisis del comportamiento del agua superficial, ya que corresponden a superficies delimitadas por divisorias topográficas dentro de las cuales el escurrimiento converge de manera natural hacia un mismo cauce o cuerpo receptor. Estas unidades integran los procesos de captación, almacenamiento, conducción y descarga del agua de lluvia, por lo que representan la base para la planeación, administración y manejo sustentable de los recursos hídricos.

Desde el punto de vista ambiental, el análisis de las cuencas hidrológicas permite comprender la dinámica regional del escurrimiento superficial, la conectividad entre los sistemas fluviales y la

Consulta Pública

relación existente entre el relieve, la geología, los suelos y la vegetación. Asimismo, proporciona el contexto hidrológico necesario para evaluar la interacción del proyecto con los procesos naturales de drenaje y la posible influencia sobre los cuerpos de agua presentes en el área de estudio.

La delimitación de las cuencas hidrológicas se realizó mediante el análisis de la cartografía oficial integrada en el Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), cuantificando la superficie de incidencia de cada cuenca dentro de la Región ecológica, el Área de influencia y el Área del Proyecto.

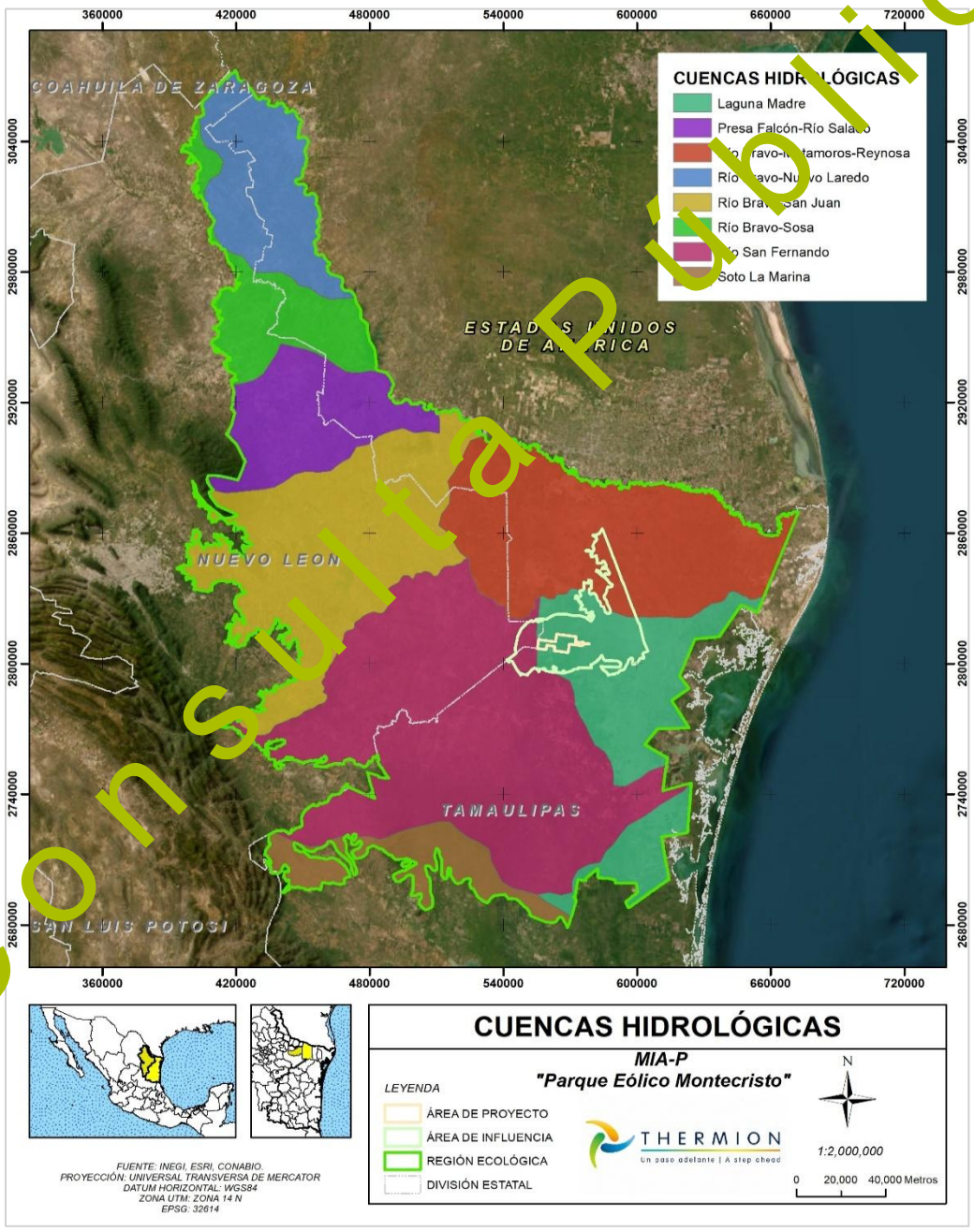


Figura 107. Cuencas Hidrológicas presentes en la RE, Ai y Ap

Consulta Pública

Región Ecológica

La Región ecológica comprende ocho cuencas hidrológicas pertenecientes a las Regiones Hidrológicas 24 Bravo-Conchos y 25 San Fernando-Soto La Marina. Esta distribución refleja la complejidad hidrológica del noreste de México y la interacción entre los sistemas de drenaje asociados al río Bravo, el río San Fernando, el río Soto la Marina y la Laguna Madre.

La cuenca de mayor representación corresponde al Río San Fernando (RH25D), con una superficie de 1,330,025.87 ha, equivalente al 27.17% de la Región ecológica. Esta cuenca constituye el principal sistema de drenaje regional y concentra una importante red de corrientes superficiales que desembocan hacia la Laguna Madre y el Golfo de México.

En segundo término, se encuentra la cuenca Río Bravo–San Juan (RH24B), con 892,880.49 ha (18.24%), seguida por la cuenca Río Bravo–Matamoros–Reynosa (RH24A), que representa 849,259.70 ha (17.35%). Ambas forman parte del sistema hidrológico del río Bravo, uno de los sistemas fluviales más importantes del norte del país por su relevancia ambiental, económica y estratégica.

La cuenca Laguna Madre (RH25C) ocupa 585,248.88 ha, correspondientes al 11.95% de la Región ecológica. Esta unidad comprende los escurrimientos que drenan directamente hacia la Laguna Madre, uno de los sistemas lagunares costeros más extensos e importantes de México por su alta productividad biológica y relevancia ecológica.

Las cuencas Río Bravo–Sosa (RH24C) y Río Bravo–Nuevo Laredo (RH24E) representan 7.32% y 7.18% de la superficie regional, respectivamente, mientras que la cuenca Presa Falcón–Río Salado (RH24D) aporta 5.86% y la cuenca Río Soto La Marina (RH25B) representa 4.94% del territorio analizado. En conjunto, estas unidades complementan la red hidrológica regional y contribuyen al funcionamiento integral de los sistemas de escurrimiento del noreste del país.

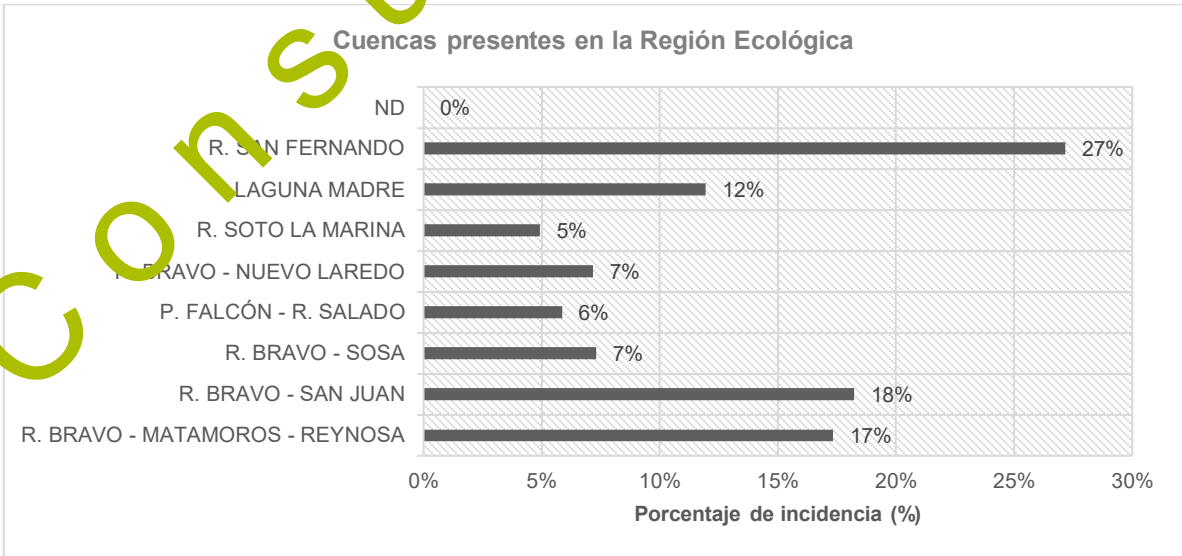


Figura 108. Cuencas presentes en la Región Ecológica

Consulta Pública

Área de Influencia

El Área de influencia se localiza dentro de tres cuencas hidrológicas. La de mayor representación corresponde a Laguna Madre (RH25C), con una superficie de incidencia de 122,529.29 ha, equivalente al 71% del área analizada. El resto de las cuencas identificadas son, la Río Bravo–Matamoros–Reynosa (RH24A), con una superficie de 31,788.61 ha, equivalente al 19% del área analizada, y la Río San Fernando (RH25D), que representa 17,379.83 ha, equivalente al 27.16%.

La distribución observada evidencia que el entorno inmediato del proyecto se localiza en una zona de transición entre los sistemas de drenaje asociados al río Bravo, la Laguna Madre y el río San Fernando, condición que refleja la complejidad hidrológica característica de la planicie costera del norte de Tamaulipas.

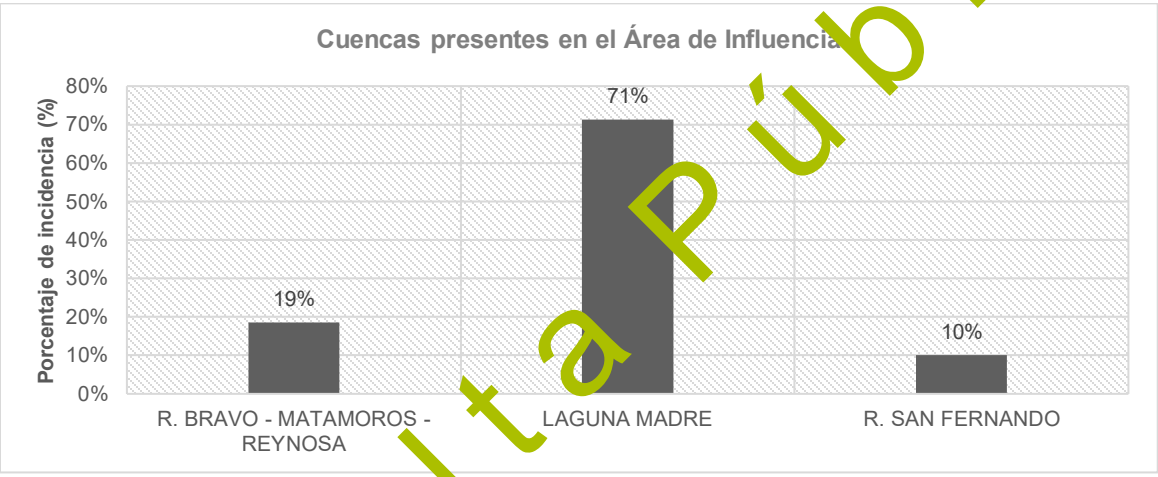


Figura 109. Cuencas presentes en el Área de Influencia

Área del Proyecto

El Área del Proyecto presenta una distribución homogénea, donde el 100% de su superficie de 8,738.25 ha lo constituye la RH25C Laguna Madre, esta condición indica que los escurrimientos superficiales generados dentro del polígono drenan hacia el sistema lagunar.

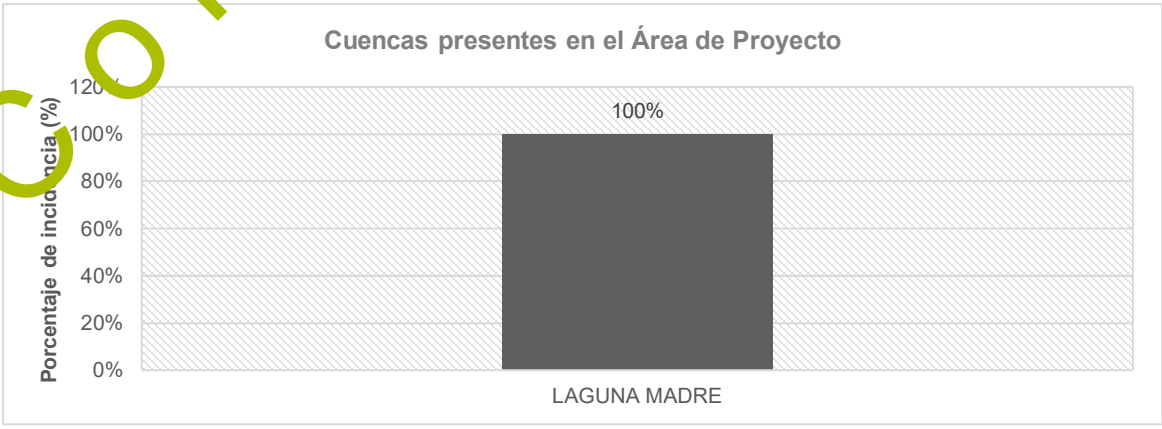


Figura 110. Cuencas presentes en el Área del Proyecto

Consulta Pública

Subcuencas Hidrológicas

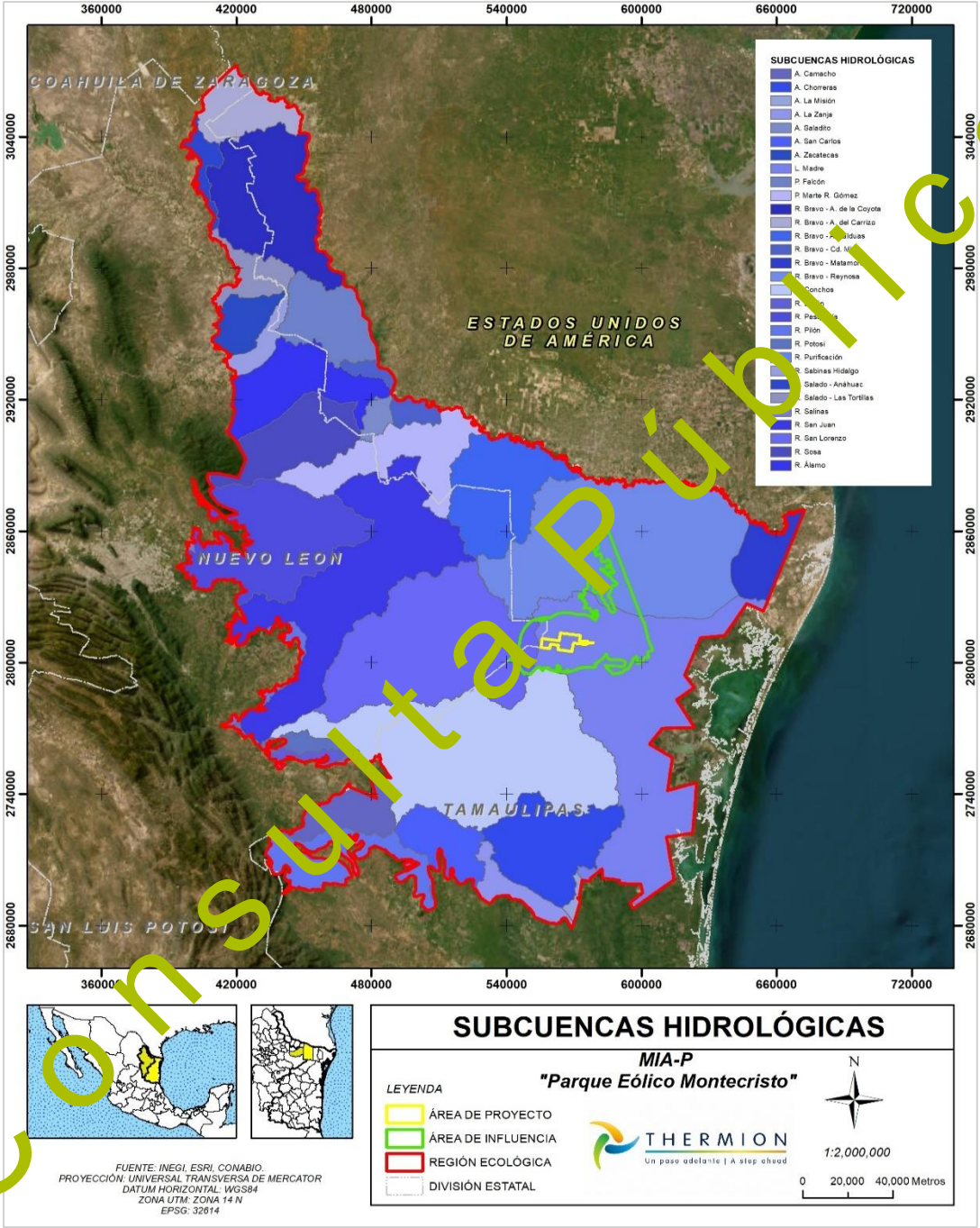


Figura 111. Subcuencas Hidrológicas presentes en la RE, Ai y Ap

Las subcuencas hidrológicas constituyen subdivisiones de las cuencas hidrográficas y representan unidades territoriales de menor extensión en las que el escurrimiento superficial converge hacia un cauce principal o afluente específico. Estas unidades permiten analizar con mayor detalle el comportamiento hidrológico del territorio, ya que integran las áreas de captación, almacenamiento y

ConsultaPública

conducción del agua de lluvia, reflejando las condiciones particulares del relieve, la geología, los suelos y la cobertura vegetal.

Desde el punto de vista ambiental, el análisis de las subcuencas resulta de especial importancia debido a que permite comprender la dinámica local del drenaje superficial, identificar las direcciones preferenciales del escurrimiento y evaluar la interacción potencial entre las obras del proyecto y los sistemas hidrológicos presentes en el área de estudio. Asimismo, constituyen la unidad básica para la planeación y manejo integral del recurso hídrico, al representar sectores con características hidrológicas relativamente homogéneas.
La delimitación de las subcuencas se realizó mediante el análisis de la cartografía oficial del Sistema para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), determinando la superficie de incidencia de cada unidad dentro de la Región ecológica, el Área de influencia y el Área del Proyecto.

Región Ecológica

La Región ecológica comprende 30 subcuencas hidrológicas, todas pertenecientes a sistemas de drenaje exorreicos, es decir, cuyos escurrimientos desembocan finalmente en el Golfo de México a través de los principales sistemas fluviales del noreste del país.

Las subcuencas de mayor representación corresponden al Río Conchos (RH25Db), con una superficie de 580,675.60 ha, equivalente al 11.86% de la Región ecológica, seguida de la subcuenca Laguna Madre (RH25Ca) con 577,537.61 ha (11.80%) y Río Bravo–Reynosa (RH24Ab) con 576,960.77 ha (11.78%). Estas tres unidades concentran aproximadamente el 35.44% de la superficie regional y constituyen los principales sistemas de captación y conducción del escurrimiento superficial dentro del área de estudio.

También destacan las subcuencas Río San Lorenzo (RH25Dc) con 442,507.80 ha (9.04%), Río San Juan (RH24Bb) con 433,506.25 ha (8.85%), Río Pesquería (RH24Bc) con 280,527.75 ha (5.73%) y Río Bravo–Arroyo de la Coyota (RH24Ea) con 260,432.37 ha (5.32%), las cuales complementan la red hidrográfica regional y participan activamente en el transporte de escurrimientos hacia las cuencas principales. El resto de las subcuencas presentan participaciones individuales inferiores al 5%, correspondiendo principalmente a tributarios secundarios de los sistemas hidrológicos del río Bravo, río San Fernando, río Soto La Marina y Laguna Madre. En conjunto, estas unidades conforman una red de drenaje ampliamente distribuida que contribuye al funcionamiento hidrológico regional y a la recarga de los sistemas superficiales y subterráneos.

Consulta Pública

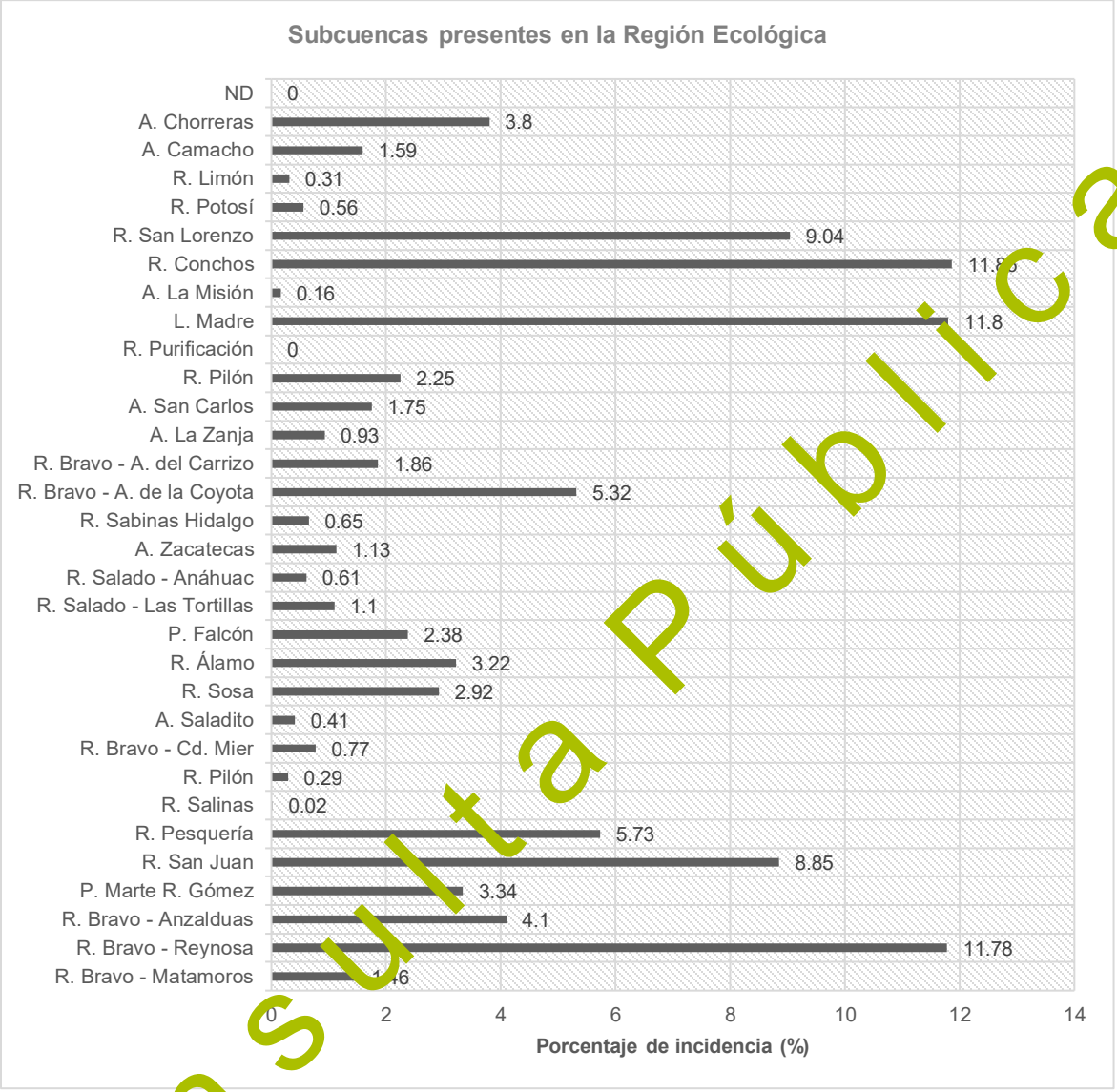


Figura 112. Subcuencas presentes en la Región Ecológica

Área de influencia

El Área de influencia comprende de cuatro subcuencas hidrológicas, lo que representa una reducción considerable respecto a la diversidad observada en la RE. La subcuenca Laguna Madre constituye la unidad predominante, ocupando 122,529.29 ha, representativas del 71.36% de la superficie del Ai. La subcuenca Río Bravo-Reynosa (RH24Ab) representa 31,788.61 ha (18.51%), mientras que la Río San Lorenzo (RH25Dc) representa 17,104.62 ha (9.96%). La subcuenca con menor representación en el Ai es la Río Conchos, contando con solo 275.21 ha (0.16%).

Consulta Pública

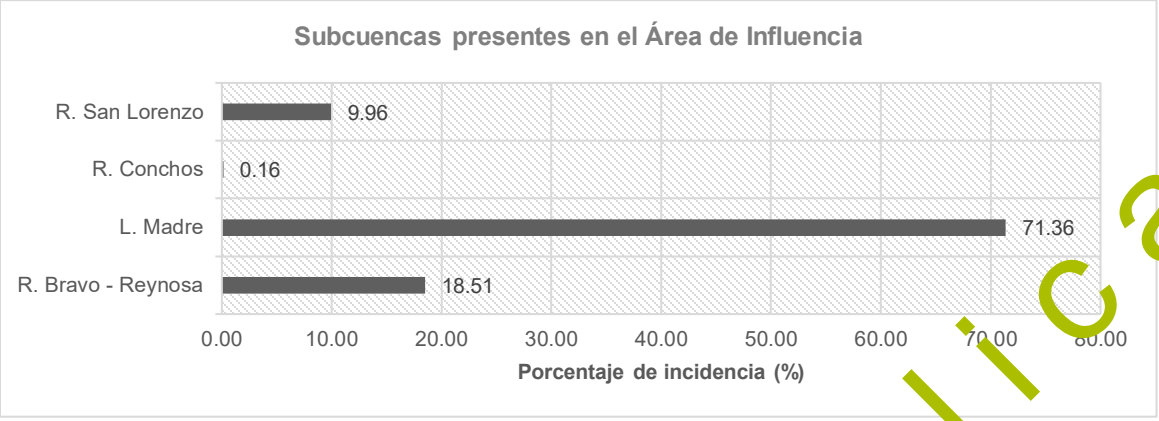


Figura 113. Subcuencas presentes en el Área de Influencia

Área de Proyecto

El Área del Proyecto presenta una distribución homogénea, donde el 100% de su superficie de 8,738.25 ha lo constituye la RH25Ca Laguna Madre.

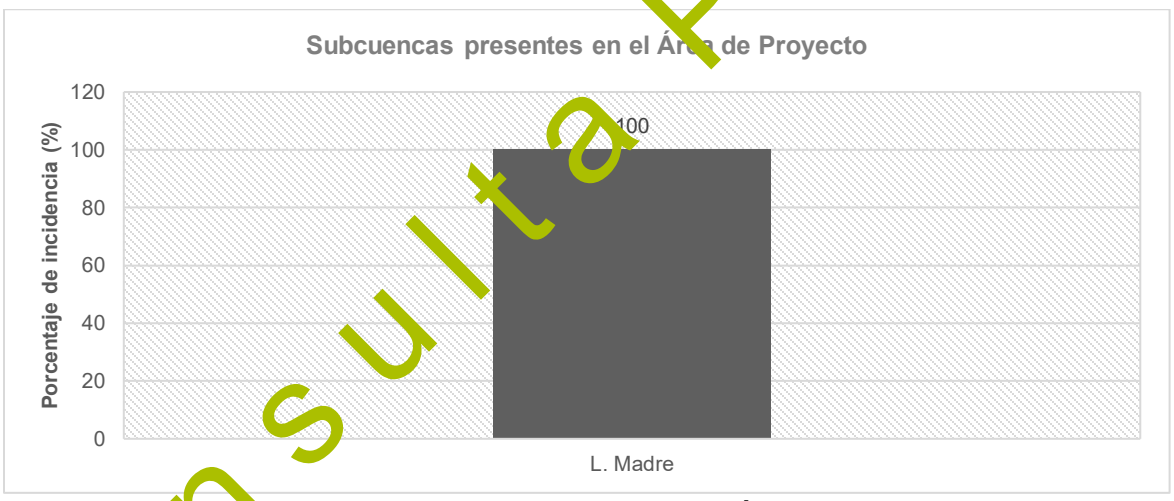


Figura 114. Subcuencas presentes en el Área de Proyecto

Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua constituyen elementos relevantes para la caracterización hidrológica del territorio, debido a su función en el almacenamiento temporal o permanente de agua, la regulación del escurrimiento superficial y el mantenimiento de procesos ecológicos asociados a los sistemas acuáticos y terrestres adyacentes. Su distribución y características permiten identificar zonas con potencial importancia para la dinámica hidrológica local y regional, así como posibles áreas susceptibles a inundación o acumulación temporal de agua.

Para el presente análisis, se realizó la identificación y caracterización de los cuerpos de agua presentes en la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área de Proyecto, considerando su tipo, superficie y grado de incidencia dentro de cada unidad territorial. Esta comparación permite

Consulta Pública

reconocer la distribución de los elementos hidrológicos y determinar aquellos que presentan una relación espacial directa con el área donde se desarrollará el proyecto.

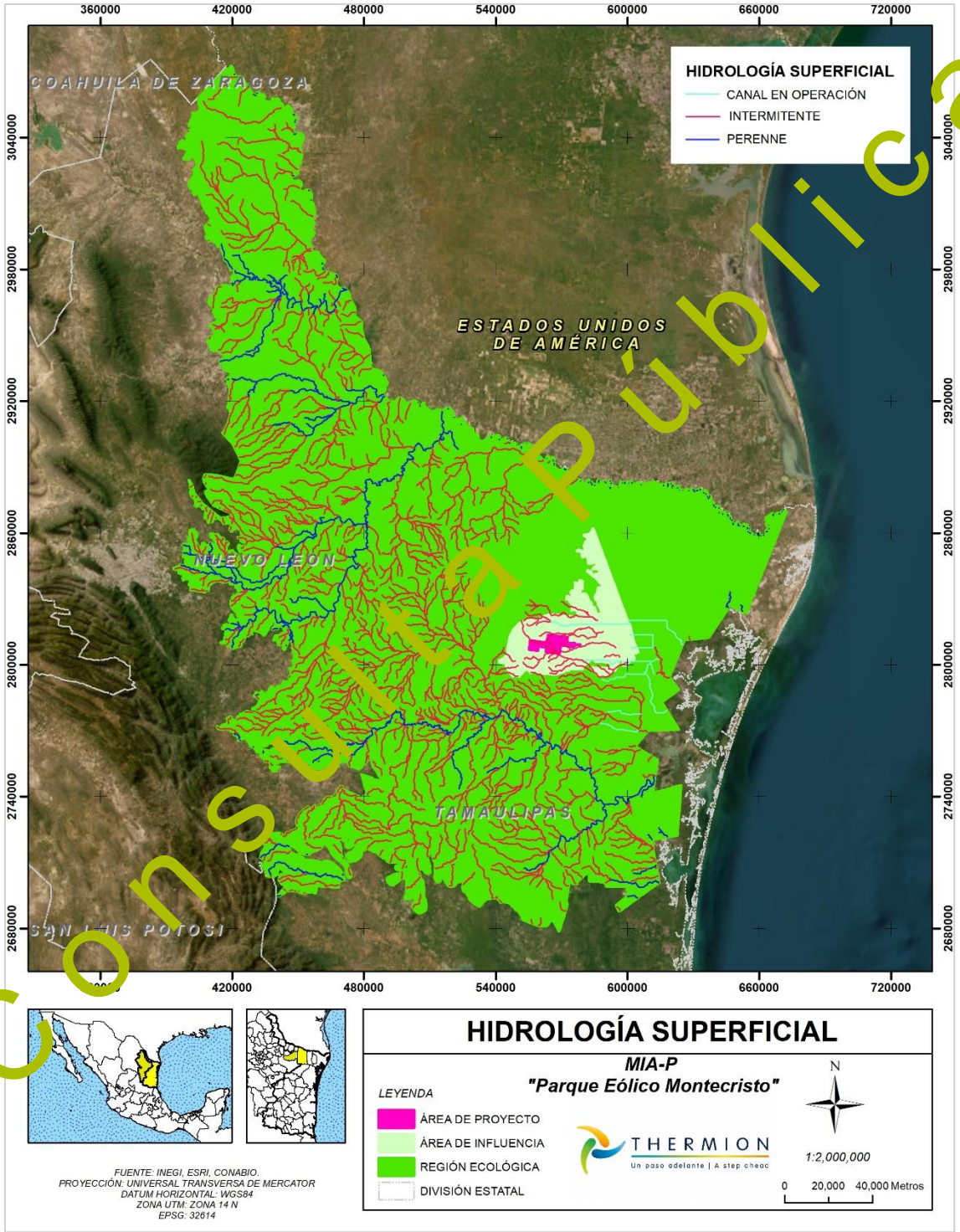


Figura 115. Hidrología superficial presente en la RE, Ai y Ap

Consulta Pública

Región Ecológica

La Región ecológica (RE) cuenta con 437 cuerpos de agua, de los cuales 304 son cuerpos de agua intermitente (69.57%), 102 son cuerpos de agua permanente (23.34%), 12 son corrientes permanentes (2.75%) siete son esteros (1.60%), cuatro son canales (0.92%), tres son corrientes intermitentes (0.69%), dos son estanques y zonas sujetas a inundación (0.46%) y uno es un claro (0.23%).

Entre los principales elementos hidrológicos de la RE sobresalen las corrientes permanentes del río Bravo, río San Juan, río Conchos, río Pesquería, río Potosí, río El Salado, río Burgos, río Cabezones, río Pilón y río Pablillo, además de las corrientes intermitentes del río La Pita y del arroyo El Diablo. También se identifican canales artificiales, como los canales El Diablo, Guadalupe y Las Blancas, así como esteros, entre los que destacan El Gato, El Tule y La Resaca.

En cuanto a los cuerpos de agua de mayor extensión, destacan las presas Marte R. Gómez, Internacional Falcón, El Cuchillo, José López Portillo y Las Blancas, además de lagunas de importancia regional como Las Conchas, Llano Grande, La Alberca, San Isidro, Los Pretiles y Plan Salado. La RE también alberga una gran cantidad de bordos de almacenamiento, tanto permanentes como intermitentes, que funcionan principalmente como infraestructura para actividades agropecuarias y representan sitios de disponibilidad de agua para fauna silvestre y procesos ecológicos locales.

Tabla 132. Cuerpos de agua presentes en la Región Ecológica

Cuerpos de agua presentes en la Región Ecológica				
Nombre	**Tipo**	**Superficie de geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia (%)**
A. El Diablo	Corriente intermitente	4,896,053.89	132.094	0.00002698
Bordo Agua Fría	Cuerpos de agua intermitente		10.904	0.00000223
Bordo Agua Negra	Cuerpos de agua intermitente		14.099	0.00000288
Bordo Alfredo Garza Ríos	Cuerpos de agua intermitente		11.567	0.00000236
Bordo Alto Pelón	Cuerpos de agua intermitente		1.457	0.0000003
Bordo Ancones	Cuerpos de agua intermitente		5.558	0.00000114
Bordo Bartolo	Cuerpos de agua intermitente		1.361	0.00000028
Bordo Bazán	Cuerpos de agua intermitente		11.418	0.00000233
Bordo Bordo El Verde	Cuerpos de agua intermitente		0.42	0.00000009
Bordo Catorce de Mayo	Cuerpos de agua permanente		8.522	0.00000174
Bordo Februno	Cuerpos de agua intermitente		4.549	0.00000093
Bordo Cenizas	Cuerpos de agua intermitente		60.322	0.00001232
Bordo Cerritos	Cuerpos de agua intermitente		23.891	0.00000488
Bordo Charco Largo	Cuerpos de agua intermitente		4.568	0.00000093
Bordo Charco Redondo	Cuerpos de agua intermitente		39.984	0.00000817
Bordo Chemo	Cuerpos de agua permanente		9.778	0.000002
Bordo Concha	Cuerpos de agua intermitente		5.136	0.00000105
Bordo Corina	Cuerpos de agua intermitente		4.808	0.00000098
Bordo Cruz Verde	Cuerpos de agua intermitente		5.254	0.00000107
Bordo Cuevas	Cuerpos de agua intermitente		40.477	0.00000827
Bordo Culebrillas	Cuerpos de agua intermitente		4.69	0.00000096

Consulta Pública

Bordo de Arriba	Cuerpos de agua intermitente		4.55	0.00000093
Bordo de Enmedio	Cuerpos de agua intermitente		10.017	0.00000205
Bordo de La Orilla	Cuerpos de agua intermitente		2.639	0.00000054
Bordo de Matracas	Cuerpos de agua permanente		4.081	0.00000083
Bordo de San José	Cuerpos de agua intermitente		24.613	0.00000503
Bordo Don Margarito	Cuerpos de agua permanente		17.261	0.0000035
Bordo El Abandonado	Cuerpos de agua intermitente		8.104	0.00000166
Bordo El Abra	Cuerpos de agua permanente		8.97	0.00000183
Bordo El Águila	Cuerpos de agua intermitente		3.592	0.0000073
Bordo El Berrendo	Cuerpos de agua intermitente		12.383	0.00000253
Bordo El Calabozo	Cuerpos de agua intermitente		8.001	0.00000163
Bordo El Camino	Cuerpos de agua permanente		13.466	0.00000275
Bordo El Canelo	Cuerpos de agua intermitente		1.836	0.00000037
Bordo El Cañón	Cuerpos de agua intermitente		4.6[illegible]4	0.00000095
Bordo El Caracol	Cuerpos de agua permanente		17.7[illegible]2	0.00000362
Bordo El Carmen	Cuerpos de agua intermitente		15.582	0.00000318
Bordo El Carrizo	Cuerpos de agua intermitente		15.129	0.00000309
Bordo El Carrizo	Cuerpos de agua permanente		4.4	0.0000009
Bordo El Chapopote	Cuerpos de agua intermitente		5.997	0.00000122
Bordo El Chapote	Cuerpos de agua permanente		44.069	0.000009
Bordo El Chivo	Cuerpos de agua intermitente		10.991	0.00000224
Bordo El Cono	Cuerpos de agua intermitente		10.713	0.00000219
Bordo El Consuelo	Cuerpos de agua permanente		18.396	0.00000376
Bordo El Corral Desbaratado	Cuerpos de agua intermitente		51.334	0.00001048
Bordo El Coyote	Cuerpos de agua intermitente		3.316	0.00000068
Bordo El Cristalito	Cuerpos de agua intermitente		4.384	0.0000009
Bordo El Cuatezón	Cuerpos de agua intermitente		33.85	0.00000691
Bordo El Cuervo	Cuerpos de agua intermitente		6.621	0.00000135
Bordo El Derramadero	Cuerpos de agua intermitente		37.82	0.00000772
Bordo El Desagüe	Cuerpos de agua intermitente		149	0.00003043
Bordo El Diablo	Cuerpos de agua intermitente		2.086	0.00000043
Bordo El Dieciseis	Cuerpos de agua intermitente		22.956	0.00000469
Bordo El Enano	Cuerpos de agua intermitente		7.403	0.00000151
Bordo El Encerrado	Cuerpos de agua permanente		8.138	0.00000166
Bordo El Estero	Cuerpos de agua intermitente		21.68	0.00000443
Bordo El Faro	Cuerpos de agua permanente		35.107	0.00000717
Bordo El Freno	Cuerpos de agua intermitente		20.135	0.00000411
Bordo El Frijol	Cuerpos de agua intermitente		2.55	0.00000052
Bordo El Garabato	Cuerpos de agua intermitente		9.11	0.00000186
Bordo El Gato	Cuerpos de agua intermitente		62.554	0.00001278
Bordo El General	Cuerpos de agua permanente		61.019	0.00001246
Bordo El Granjeno	Cuerpos de agua intermitente		2.282	0.00000047
Bordo El Grullo	Cuerpos de agua intermitente		0.728	0.00000015
Bordo El Guayacán	Cuerpos de agua permanente		18.861	0.00000385
Bordo El Huisache	Cuerpos de agua intermitente		50.942	0.0000104
Bordo El Huisachito	Cuerpos de agua intermitente		12.242	0.0000025
Bordo El Indio	Cuerpos de agua intermitente		81.927	0.00001673

Consulta Pública

Bordo El Laguito	Cuerpos de agua permanente		40.894	0.00000835
Bordo El León	Cuerpos de agua intermitente		5.009	0.00000102
Bordo El Llano	Cuerpos de agua intermitente		25.503	0.00000521
Bordo El Lobo	Cuerpos de agua permanente		0.795	0.00000016
Bordo El Lucero	Cuerpos de agua intermitente		14.272	0.00000292
Bordo El Machete	Cuerpos de agua intermitente		3.028	0.00000062
Bordo El Mantillo	Cuerpos de agua intermitente		6.684	0.00000137
Bordo El Metate	Cuerpos de agua intermitente		22.414	0.00000458
Bordo El Mezquitito	Cuerpos de agua intermitente		28.949	0.00000591
Bordo El Mirador	Cuerpos de agua permanente		94.765	0.00001936
Bordo El Módulo	Cuerpos de agua intermitente		22.59	0.00000461
Bordo El Muerto	Cuerpos de agua intermitente		4.881	0.000001
Bordo El Muerto	Cuerpos de agua permanente		18.718	0.00000382
Bordo El Nene	Cuerpos de agua intermitente		2.196	0.00000045
Bordo El Oaxaqueño	Cuerpos de agua intermitente		4.407	0.00000901
Bordo El Pedernal	Cuerpos de agua intermitente		12.707	0.0000026
Bordo El Pilón	Cuerpos de agua intermitente		27.723	0.00000566
Bordo El Pingüino	Cuerpos de agua permanente		9.958	0.00000203
Bordo El Potrero Grande	Cuerpos de agua intermitente		8.922	0.00000182
Bordo El Prieto	Cuerpos de agua intermitente		0.498	0.0000001
Bordo El Puerto	Cuerpos de agua intermitente		5.626	0.00000115
Bordo El Purgatorio	Cuerpos de agua intermitente		1.29	0.00000026
Bordo El Ramireño	Cuerpos de agua intermitente		9.535	0.00000195
Bordo El Rancho	Cuerpos de agua intermitente		10.935	0.00000223
Bordo El Retiro	Cuerpos de agua intermitente		7.11	0.00000145
Bordo El Roble	Cuerpos de agua permanente		4.074	0.00000083
Bordo El Rocío	Cuerpos de agua intermitente		8.726	0.00000178
Bordo El Rumaniaje	Cuerpos de agua intermitente		18.178	0.00000371
Bordo El Salado	Cuerpos de agua intermitente		11.487	0.00000235
Bordo El Salitre	Cuerpos de agua permanente		10.652	0.00000218
Bordo El Salto	Cuerpos de agua intermitente		8.43	0.00000172
Bordo El Sauz	Cuerpos de agua intermitente		8.04	0.00000164
Bordo El Seso	Cuerpos de agua intermitente		5.393	0.0000011
Bordo El Tejón	Cuerpos de agua intermitente		3.437	0.0000007
Bordo El Toro	Cuerpos de agua intermitente		8.747	0.00000179
Bordo El Tule	Cuerpos de agua intermitente		7.883	0.00000161
Bordo El Turco	Cuerpos de agua permanente		26.476	0.00000541
Bordo El Venadito	Cuerpos de agua intermitente		2.601	0.00000053
Bordo El Viejo	Cuerpos de agua permanente		6.516	0.00000133
Bordo El Yerbanis	Cuerpos de agua intermitente		1.186	0.00000024
Bordo El Zacate	Cuerpos de agua permanente		32.678	0.00000667
Bordo El Zancudo	Cuerpos de agua intermitente		27.454	0.00000561
Bordo Esquina Azufrosa	Cuerpos de agua intermitente		15.351	0.00000314
Bordo Gatos Güeros	Cuerpos de agua intermitente		35.188	0.00000719
Bordo Golondrinas	Cuerpos de agua intermitente		1.77	0.00000036
Bordo Grande	Cuerpos de agua intermitente		9.667	0.00000197
Bordo Grande	Cuerpos de agua permanente		8.028	0.00000164

Consulta Pública

Bordo Grangenosa	Cuerpos de agua intermitente		1.724	0.00000035
Bordo Granjeritos	Cuerpos de agua intermitente		1.745	0.00000036
Bordo Guadalupe	Cuerpos de agua intermitente		46.218	0.00000944
Bordo Guadalupe	Cuerpos de agua permanente		51.869	0.00001059
Bordo Guajillo	Cuerpos de agua intermitente		2.085	0.00000043
Bordo Güicho	Cuerpos de agua intermitente		6.434	0.00000131
Bordo Hondo	Cuerpos de agua intermitente		1.729	0.00000035
Bordo José Luis	Cuerpos de agua intermitente		6.875	0.0000014
Bordo Juárez	Cuerpos de agua intermitente		10.211	0.00000209
Bordo Justo	Cuerpos de agua intermitente		0.686	0.00000014
Bordo La Amistad	Cuerpos de agua intermitente		9.104	0.00000186
Bordo La Amoladera	Cuerpos de agua permanente		9.357	0.00000191
Bordo La Avispa	Cuerpos de agua intermitente		13.876	0.00000283
Bordo La Ballena	Cuerpos de agua intermitente		8.91	0.00000182
Bordo La Bonanza	Cuerpos de agua intermitente		28.176	0.00000575
Bordo La Bota	Cuerpos de agua intermitente		9.019	0.00000184
Bordo La Brita	Cuerpos de agua intermitente		9.673	0.00000198
Bordo La Burra	Cuerpos de agua intermitente		10.195	0.00000208
Bordo La Cadera	Cuerpos de agua intermitente		17.825	0.00000364
Bordo La Cadillosa	Cuerpos de agua intermitente		8.583	0.00000175
Bordo La Calavera	Cuerpos de agua intermitente		15.672	0.0000032
Bordo La Campana	Cuerpos de agua intermitente		1.996	0.00000041
Bordo La Canela	Cuerpos de agua intermitente		13.646	0.00000279
Bordo La Capilla	Cuerpos de agua intermitente		6.357	0.0000013
Bordo La Carbonera	Cuerpos de agua intermitente		47.803	0.00000976
Bordo La Carretera	Cuerpos de agua intermitente		2.794	0.00000057
Bordo La Casita	Cuerpos de agua intermitente		8.809	0.0000018
Bordo La Ceja	Cuerpos de agua permanente		99.776	0.00002038
Bordo La Colorada	Cuerpos de agua intermitente		2.838	0.00000058
Bordo La Coma	Cuerpos de agua intermitente		12.07	0.00000247
Bordo La Comedia	Cuerpos de agua intermitente		9.865	0.00000201
Bordo La Compañia	Cuerpos de agua intermitente		3.201	0.00000065
Bordo La Computa	Cuerpos de agua intermitente		9.429	0.00000193
Bordo La Comunidad	Cuerpos de agua intermitente		11.642	0.00000238
Bordo La Comunidad	Cuerpos de agua permanente		2.153	0.00000044
Bordo La Contra	Cuerpos de agua intermitente		6.333	0.00000129
Bordo La Corona	Cuerpos de agua intermitente		11.568	0.00000236
Bordo La Coyota	Cuerpos de agua permanente		6.696	0.00000137
Bordo La Cucharilla	Cuerpos de agua intermitente		3.016	0.00000062
Bordo La Desgracia	Cuerpos de agua intermitente		1.03	0.00000021
Bordo La Enrramada	Cuerpos de agua intermitente		6.744	0.00000138
Bordo La Escalera	Cuerpos de agua intermitente		13.887	0.00000284
Bordo La Escondida	Cuerpos de agua intermitente		6.74	0.00000138
Bordo La Esquina	Cuerpos de agua intermitente		5.671	0.00000116
Bordo La Gaviota	Cuerpos de agua permanente		18.612	0.0000038
Bordo La Gloria	Cuerpos de agua intermitente		4.286	0.00000088
Bordo La Gruñidora	Cuerpos de agua intermitente		3.066	0.00000063

Consulta Pública

Bordo La Hormiga	Cuerpos de agua intermitente		1.187	0.00000024
Bordo La Isla	Cuerpos de agua intermitente		2.639	0.00000054
Bordo La Isla	Cuerpos de agua permanente		93.51	0.0000191
Bordo La Jabalina	Cuerpos de agua intermitente		21.965	0.00000449
Bordo Lajeros	Cuerpos de agua intermitente		15.779	0.00000322
Bordo La Jornada	Cuerpos de agua intermitente		9.216	0.00000188
Bordo La Joya	Cuerpos de agua intermitente		3.986	0.00000081
Bordo La Joyita	Cuerpos de agua permanente		34.824	0.00000711
Bordo La Labor	Cuerpos de agua intermitente		1.823	0.00000037
Bordo La Laguna	Cuerpos de agua intermitente		16.976	0.00000347
Bordo La Lana	Cuerpos de agua permanente		23.003	0.0000047
Bordo La Mariguana	Cuerpos de agua intermitente		2.934	0.0000006
Bordo La Marranera	Cuerpos de agua intermitente		3.592	0.00000073
Bordo La Mascota	Cuerpos de agua permanente		19.67	0.00000402
Bordo La Méndez	Cuerpos de agua intermitente		15.41	0.00000315
Bordo La Nueva	Cuerpos de agua intermitente		1.61	0.00000033
Bordo La Nueva Pizarra	Cuerpos de agua intermitente		12.088	0.00000247
Bordo La Paisanera	Cuerpos de agua intermitente		1.934	0.0000004
Bordo La Palangana	Cuerpos de agua permanente		11.867	0.00000242
Bordo La Palma	Cuerpos de agua intermitente		43.914	0.00000897
Bordo La Palma	Cuerpos de agua permanente		55.993	0.00001144
Bordo La Palmita	Cuerpos de agua intermitente		11.566	0.00000236
Bordo La Paloma	Cuerpos de agua intermitente		6.27	0.00000128
Bordo La Parida	Cuerpos de agua intermitente		1.883	0.00000038
Bordo La Patria	Cuerpos de agua intermitente		7.417	0.00000151
Bordo La Pesadita	Cuerpos de agua intermitente		4.931	0.00000101
Bordo La Peseta	Cuerpos de agua permanente		5.981	0.00000122
Bordo La Pistola	Cuerpos de agua intermitente		27.23	0.00000556
Bordo La Pizarra	Cuerpos de agua intermitente		30.709	0.00000627
Bordo La Playa	Cuerpos de agua intermitente		28.788	0.00000588
Bordo La Presa del Frijol	Cuerpos de agua intermitente		10.982	0.00000224
Bordo La Presa Grande	Cuerpos de agua intermitente		397.57	0.0000812
Bordo La Presa Grande	Cuerpos de agua permanente		15.632	0.00000319
Bordo La Presa Seca	Cuerpos de agua intermitente		6.907	0.00000141
Bordo La Presita	Cuerpos de agua intermitente		1.005	0.00000021
Bordo La Purísima	Cuerpos de agua intermitente		45.557	0.0000093
Bordo La Retama	Cuerpos de agua intermitente		7.266	0.00000148
Bordo La Reventada	Cuerpos de agua intermitente		2.868	0.00000059
Bordo Largo	Cuerpos de agua intermitente		5.452	0.00000111
Bordo La Salada	Cuerpos de agua intermitente		18.686	0.00000382
Bordo Las Amarillas	Cuerpos de agua intermitente		4.754	0.00000097
Bordo Las Anacahuas	Cuerpos de agua intermitente		3.471	0.00000071
Bordo Las Ánimas	Cuerpos de agua intermitente		4.688	0.00000096
Bordo Las Barretas	Cuerpos de agua intermitente		3.912	0.0000008
Bordo Las Blancas	Cuerpos de agua intermitente		19.376	0.00000396
Bordo Las Cabras	Cuerpos de agua intermitente		25.571	0.00000522
Bordo Las Caleras	Cuerpos de agua intermitente		17.18	0.00000351

Consulta Pública

Bordo Las Comas	Cuerpos de agua intermitente		3.317	0.00000068
Bordo Las Conchas	Cuerpos de agua intermitente		4.783	0.00000098
Bordo Las Cuatas	Cuerpos de agua intermitente		71.194	0.00001454
Bordo La Senda	Cuerpos de agua intermitente		4.751	0.00000097
Bordo Las Enramadas	Cuerpos de agua intermitente		27.02	0.00000552
Bordo Las Enramadas	Cuerpos de agua permanente		5.922	0.00000121
Bordo Las Escobas	Cuerpos de agua intermitente		29.797	0.00000609
Bordo Las Flores	Cuerpos de agua intermitente		11.675	0.00000238
Bordo Las Gallinas	Cuerpos de agua intermitente		5.714	0.00000117
Bordo Las Golondrinas	Cuerpos de agua intermitente		3.555	0.00000073
Bordo Las Güeras	Cuerpos de agua intermitente		0.993	0.0000002
Bordo Las Hermanas	Cuerpos de agua intermitente		9.017	0.00000184
Bordo Las Lomas	Cuerpos de agua intermitente		28.763	0.00000587
Bordo Las Lomas	Cuerpos de agua permanente		4.6	0.00000095
Bordo Las Norias	Cuerpos de agua intermitente		4.2	0.00000087
Bordo La Soledad	Cuerpos de agua intermitente		9.995	0.00000204
Bordo Las Once Lomas	Cuerpos de agua intermitente		2.91	0.00000059
Bordo Las Orejas	Cuerpos de agua intermitente		17.034	0.00000348
Bordo Las Ovejas	Cuerpos de agua intermitente		14.122	0.00000288
Bordo Las Palmas	Cuerpos de agua intermitente		38.795	0.00000792
Bordo Las Presas de Santos	Cuerpos de agua intermitente		1.68	0.00000034
Bordo Las Pulgas	Cuerpos de agua intermitente		7.988	0.00000163
Bordo Las Tunas	Cuerpos de agua intermitente		231.257	0.00004723
Bordo Las Venadas	Cuerpos de agua intermitente		1.75	0.00000036
Bordo Las Viboritas	Cuerpos de agua intermitente		13.357	0.00000273
Bordo La Tijera	Cuerpos de agua intermitente		3.026	0.00000062
Bordo La Tortuga	Cuerpos de agua permanente		12.7	0.00000259
Bordo La Urraca	Cuerpos de agua intermitente		0.983	0.0000002
Bordo La Ventura	Cuerpos de agua permanente		8.2	0.00000167
Bordo La Vía	Cuerpos de agua intermitente		16.591	0.00000339
Bordo La Viborita	Cuerpos de agua permanente		2.947	0.0000006
Bordo La Vulega	Cuerpos de agua intermitente		9.2	0.00000188
Bordo La Zapata	Cuerpos de agua permanente		3.717	0.00000076
Bordo Levanta	Cuerpos de agua intermitente		32.762	0.00000669
Bordo Llano	Cuerpos de agua intermitente		1.039	0.00000021
Bordo Locha	Cuerpos de agua intermitente		4.734	0.00000097
Bordo Loma Prieta	Cuerpos de agua intermitente		3.612	0.00000074
Bordo Los Barriles	Cuerpos de agua permanente		21.243	0.00000434
Bordo Los Borregos	Cuerpos de agua intermitente		47.641	0.00000973
Bordo Los Comales	Cuerpos de agua permanente		14.081	0.00000288
Bordo Los Corrales	Cuerpos de agua intermitente		24.711	0.00000505
Bordo Los Costales	Cuerpos de agua intermitente		6.284	0.00000128
Bordo Los Cuates	Cuerpos de agua intermitente		5.47	0.00000112
Bordo Los Cueros	Cuerpos de agua intermitente		1.884	0.00000038
Bordo Los Elotes	Cuerpos de agua intermitente		30.913	0.00000631
Bordo Los Escarbaderos	Cuerpos de agua permanente		54.934	0.00001122
Bordo Los Garcia	Cuerpos de agua intermitente		7.877	0.00000161

Consulta Pública

Bordo Los Garza	Cuerpos de agua permanente		16.228	0.00000331
Bordo Los Gavilanes	Cuerpos de agua intermitente		0.441	0.00000009
Bordo Los Huizaches	Cuerpos de agua intermitente		4.763	0.00000097
Bordo Los Indios	Cuerpos de agua intermitente		30.707	0.00000627
Bordo Los Ingenieros	Cuerpos de agua intermitente		4.366	0.00000089
Bordo Los Laureles	Cuerpos de agua intermitente		23.188	0.0000047
Bordo Los Leones	Cuerpos de agua intermitente		33.089	0.00000676
Bordo Los Melones	Cuerpos de agua intermitente		14.913	0.00000305
Bordo Los Morados	Cuerpos de agua intermitente		9.179	0.0000187
Bordo Los Olmos	Cuerpos de agua intermitente		14.311	0.00000292
Bordo Los Pilares	Cuerpos de agua intermitente		3.749	0.00000077
Bordo Los Piloncillos	Cuerpos de agua intermitente		3.233	0.00000066
Bordo Los Placeres	Cuerpos de agua intermitente		13.171	0.00000269
Bordo Los Ramónes	Cuerpos de agua permanente		9.8[illegible]3	0.000002
Bordo Los Romanes	Cuerpos de agua intermitente		[illegible]6.9[illegible]8	0.00000755
Bordo Los Ruíz	Cuerpos de agua intermitente		7.765	0.00000159
Bordo Los Sauces	Cuerpos de agua intermitente		27.027	0.00000552
Bordo Los Tejones	Cuerpos de agua intermitente		3.687	0.00000075
Bordo Los Tules	Cuerpos de agua intermitente		4.682	0.00000096
Bordo Los Villegas	Cuerpos de agua intermitente		8.091	0.00000165
Bordo Magueyitos	Cuerpos de agua intermitente		8.148	0.00000166
Bordo Mateo	Cuerpos de agua intermitente		27.02	0.00000552
Bordo Melchor Ocampo	Cuerpos de agua intermitente		13.421	0.00000274
Bordo Mimbroso	Cuerpos de agua intermitente		6.248	0.00000128
Bordo Monte de Huma	Cuerpos de agua permanente		54.025	0.00001103
Bordo Noria Puerca	Cuerpos de agua intermitente		0.729	0.00000015
Bordo Novedades	Cuerpos de agua intermitente		0.008	0
Bordo Nuevo	Cuerpos de agua intermitente		24.288	0.00000496
Bordo Nuevo	Cuerpos de agua permanente		4.923	0.00000101
Bordo Paragüito	Cuerpos de agua intermitente		3.964	0.00000081
Bordo Peñitas	Cuerpos de agua permanente		35.212	0.00000719
Bordo Potreritos	Cuerpos de agua intermitente		32.16	0.00000657
Bordo Potrero de En[illegible]edio	Cuerpos de agua intermitente		2.704	0.00000055
Bordo Presa C[illegible]orada	Cuerpos de agua intermitente		10.725	0.00000219
Bordo [illegible]esa El Gobierno	Cuerpos de agua permanente		47.834	0.00000977
Bo[illegible]do Pre[illegible]a Grande	Cuerpos de agua intermitente		67.582	0.0000138
Bordo [illegible]resa Grande	Cuerpos de agua permanente		48.751	0.00000996
Bordo Presa Nueva	Cuerpos de agua permanente		8.341	0.0000017
B[illegible]do Punta de La Loma	Cuerpos de agua intermitente		7.325	0.0000015
Bordo Rancherías	Cuerpos de agua intermitente		6.513	0.00000133
Bordo Rancho Nuevo	Cuerpos de agua permanente		37.771	0.00000771
Bordo Real de Matías	Cuerpos de agua intermitente		3.575	0.00000073
Bordo Retamitas	Cuerpos de agua intermitente		16.285	0.00000333
Bordo Reventado	Cuerpos de agua intermitente		8.011	0.00000164
Bordo Sacahuiste	Cuerpos de agua intermitente		32.333	0.0000066
Bordo Salinillas	Cuerpos de agua permanente		9.433	0.00000193
Bordo San Albino	Cuerpos de agua intermitente		13.64	0.00000279

Consulta Pública

Bordo San Ángel	Cuerpos de agua intermitente		6.516	0.00000133
Bordo San Antonio	Cuerpos de agua intermitente		5.415	0.00000111
Bordo San Bernardo	Cuerpos de agua intermitente		9.52	0.00000194
Bordo San Blas	Cuerpos de agua intermitente		30.04	0.00000614
Bordo San Cristóbal	Cuerpos de agua permanente		15.736	0.00000321
Bordo Sandía	Cuerpos de agua permanente		4.531	0.00000092
Bordo San Eduardo	Cuerpos de agua permanente		5.8	0.00000118
Bordo San Isidro	Cuerpos de agua intermitente		9.42	0.00000192
Bordo San Jesús	Cuerpos de agua intermitente		3.314	0.00000068
Bordo San José	Cuerpos de agua intermitente		8.761	0.00000179
Bordo San José	Cuerpos de agua permanente		12.804	0.00000262
Bordo San Juan	Cuerpos de agua intermitente		15.57	0.00000318
Bordo San Juana	Cuerpos de agua intermitente		32.52	0.00000664
Bordo San Manuel	Cuerpos de agua permanente		2.2[illegible]	0.00000046
Bordo San Pablo	Cuerpos de agua intermitente		12.[illegible]2	0.00000254
Bordo Santa Anita	Cuerpos de agua intermitente		9.083	0.00000186
Bordo Santa Bárbara	Cuerpos de agua permanente		9.365	0.00000191
Bordo Santa Cruz	Cuerpos de agua intermitente		6.793	0.00000139
Bordo Santa María	Cuerpos de agua permanente		0.703	0.00000014
Bordo Santa Regina	Cuerpos de agua intermitente		7.601	0.00000155
Bordo Santa Rita	Cuerpos de agua intermitente		4.759	0.00000097
Bordo Santo Tomas	Cuerpos de agua intermitente		5.722	0.00000117
Bordo Sardinas	Cuerpos de agua intermitente		3.348	0.00000068
Bordo Sartenejo	Cuerpos de agua permanente		18.647	0.00000381
Bordos Briseño	Cuerpos de agua intermitente		1.975	0.0000004
Bordos El Puerto	Cuerpos de agua permanente		4.83	0.00000099
Bordos Las Comitas	Cuerpos de agua intermitente		4.285	0.00000088
Bordo Tanquecillos	Cuerpos de agua intermitente		12.513	0.00000256
Bordo Tanque Viejo	Cuerpos de agua intermitente		4.529	0.00000093
Bordo Tiutimio	Cuerpos de agua permanente		8.872	0.00000181
Bordo Tolentino	Cuerpos de agua intermitente		1.867	0.00000038
Bordo Tórtola	Cuerpos de agua intermitente		1.257	0.00000026
Bordo Trampa de Salinas	Cuerpos de agua intermitente		15.072	0.00000308
Bordo Uña de Gato	Cuerpos de agua intermitente		1.929	0.00000039
Bordo Venaderos	Cuerpos de agua intermitente		40.826	0.00000834
Bordo Viejo	Cuerpos de agua intermitente		6.764	0.00000138
Bordo Vista Hermosa	Cuerpos de agua intermitente		23.012	0.0000047
Bordo Zanjón	Cuerpos de agua intermitente		1.21	0.00000025
Canal El Diablo	Canales		32.47	0.00000663
Canal Guadalupe	Canales		31.225	0.00000638
Canal Las Blancas	Canales		0.995	0.0000002
Estero El Gato	Esteros		86.108	0.00001759
Estero El Ombligo	Esteros		27.472	0.00000561
Estero El Palmito	Esteros		9.957	0.00000203
Estero El Puente	Esteros		0.64	0.00000013
Estero El Tule	Esteros		106.573	0.00002177
Estero La Resaca	Esteros		338.731	0.00006918

Consulta Pública

Laguna Blanca	Cuerpos de agua intermitente		105.828	0.00002161
Laguna Codornices	Cuerpos de agua intermitente		80.148	0.00001637
Laguna Corona	Cuerpos de agua permanente		19.598	0.000004
Laguna de Sulfatos	Cuerpos de agua permanente		31.222	0.00000638
Laguna El Acero	Cuerpos de agua intermitente		201.451	0.00004115
Laguna El Catán	Cuerpos de agua permanente		1	0.0000002
Laguna El Moro	Cuerpos de agua intermitente		80.227	0.00001639
Laguna El Negro	Cuerpos de agua permanente		406.189	0.00008296
Laguna El Pretil	Cuerpos de agua intermitente		84.763	0.00001731
Laguna La Alberca	Cuerpos de agua intermitente		533.737	0.00010901
Laguna La Atravesada	Cuerpos de agua intermitente		10.319	0.00000211
Laguna La Barranquita	Cuerpos de agua intermitente		55.266	0.00001129
Laguna La Calavera	Cuerpos de agua intermitente		75.448	0.00001541
Laguna La Escondida	Cuerpos de agua intermitente		146.[illegible]34	0.00002985
Laguna La Grulla	Cuerpos de agua intermitente		[illegible]	0.00001204
Laguna La India	Cuerpos de agua permanente		19.18	0.00000392
Laguna Las Conchas	Cuerpos de agua intermitente		2059.105	0.00042056
Laguna Las Jaras	Cuerpos de agua intermitente		281.115	0.00005742
Laguna La Zorra	Cuerpos de agua intermitente		104.477	0.00002134
Laguna Llano Grande	Cuerpos de agua intermitente		734.285	0.00014997
Laguna Llano Salado	Cuerpos de agua intermitente		290.228	0.00005928
Laguna Los Caballos	Cuerpos de agua intermitente		56.111	0.00001146
Laguna Los Pretiles	Cuerpos de agua permanente		501.194	0.00010237
Laguna Madre	Cuerpos de agua permanente		56.581	0.00001156
Laguna Plan Salado	Cuerpos de agua intermitente		436.754	0.00008921
Laguna Salada	Cuerpos de agua intermitente		66.861	0.00001366
Laguna San Isidro	Cuerpos de agua intermitente		519.82	0.00010617
Laguna Seca	Cuerpos de agua intermitente		84.475	0.00001725
Laguna Tío Castillo	Cuerpos de agua intermitente		1.783	0.00000036
Laguna Tres Mezquites	Cuerpos de agua intermitente		300.739	0.00006142
Laguna Tres Palos	Cuerpos de agua intermitente		16.053	0.00000328
Laguna Vaso La Mesa	Cuerpos de agua permanente		28.736	0.00000587
Presa Aguaeguta	Cuerpos de agua permanente		186.03	0.000038
Presa El Cuchillo	Cuerpos de agua permanente		5669.553	0.00115798
Presa El Enano	Cuerpos de agua intermitente		11.946	0.00000244
Presa El Porvenir	Cuerpos de agua permanente		101.459	0.00002072
Presa El Salitre	Cuerpos de agua permanente		1.612	0.00000033
Presa Fray Servando Teresa de	Cuerpos de agua permanente		58.781	0.00001201
Presa Gral Mariano González V.	Cuerpos de agua permanente		61.215	0.0000125
Presa Grande	Cuerpos de agua intermitente		16.857	0.00000344
Presa Grande	Cuerpos de agua permanente		8.978	0.00000183
Presa Ingeniero Jóse S Noriega	Cuerpos de agua permanente		413.511	0.00008446
Presa Internacional Falcón	Cuerpos de agua permanente		11809.382	0.00241202
Presa Internacionl Falcon	Cuerpos de agua permanente		1.056	0.00000022
Presa Jóse López Portillo	Cuerpos de agua permanente		1612.805	0.00032941
Presa La Loba	Cuerpos de agua permanente		177.489	0.00003625
Presa La Pedregosa	Cuerpos de agua intermitente		22.768	0.00000465

Consulta Pública

Presa Las Blancas	Cuerpos de agua permanente		1107.732	0.00022625
Presa Las Colonias	Cuerpos de agua permanente		112.929	0.00002307
Presa Las Golondrinas	Cuerpos de agua permanente		44.357	0.00000906
Presa Loma Cortada	Cuerpos de agua permanente		19.985	0.00000408
Presa Loma Larga	Cuerpos de agua permanente		37.153	0.00000759
Presa Los Cristales	Cuerpos de agua permanente		69.266	0.00001415
Presa Los Monfort	Cuerpos de agua intermitente		81.41	0.00001663
Presa Los Olmos	Cuerpos de agua permanente		217.654	0.00004446
Presa Magdaleno Águilar	Cuerpos de agua permanente		12.506	0.00000255
Presa Maria Soto La Marina	Cuerpos de agua permanente		191.915	0.00003922
Presa Marte R Gomez	Cuerpos de agua permanente		12701.487	0.00259423
Presa Nueva	Cuerpos de agua intermitente		45.897	0.00000937
Presa Real de Borbón	Cuerpos de agua permanente		150.787	0.0000308
Presa Santa Rosa	Cuerpos de agua intermitente		194.719	0.00003977
Presas Las Cuatas	Cuerpos de agua permanente		14.693	0.000003
Río Bravo	Corriente permanente		1828.396	0.00037344
Río Bravo	Cuerpos de agua intermitente		163.851	0.00003347
Río Bravo	Cuerpos de agua permanente		24.501	0.000005
Río Bravo	Estanque		93.49	0.00001909
Río Burgos	Corriente permanente		12.711	0.0000026
Río Cabezones	Corriente permanente		5.065	0.00000103
Río Conchos	Corriente permanente		228.443	0.00004666
Río El Salado	Corriente permanente		64.766	0.00001323
Río La Pita	Corriente intermitente		100.458	0.00002052
Río Pablillo	Corriente permanente		21.442	0.00000438
Río Pesquería	Corriente permanente		183.343	0.00003745
Río Pilón	Corriente permanente		9.923	0.00000203
Río Potosí	Corriente permanente		131.654	0.00002689
Río San Juan	Corriente permanente		1054.524	0.00021538
Río San Juan	Zona sujeta a inundación		0.457	0.00000009
Río San Juan	Corriente permanente		331.928	0.0000678
-	Canales		14.503	0.00000296
-	Claro		478.119	0.00009765
-	Corriente intermitente		84.882	0.00001734
-	Corriente permanente		70.718	0.00001444
	Cuerpos de agua intermitente		14494.435	0.00296043
-	Cuerpos de agua permanente		1223.531	0.0002499
-	Estanque		40.898	0.00000835
-	Esteros		42.342	0.00000865
-	Zona sujeta a inundación		35119.494	0.00717302

Área de Influencia

En el Área de influencia se identificaron 15 registros asociados a cuerpos y zonas de agua, de los cuales 12 corresponden a bordos de carácter intermitente, además de tres registros sin nombre específico (ND) correspondientes a un cuerpo de agua intermitente, un cuerpo de agua permanente y una zona sujeta a inundación.

Consulta Pública

Los bordos identificados presentan superficies relativamente pequeñas, entre 0.42 y 3.35 ha, destacando Bordo Sardinas (3.35 ha) y Bordo La Tijera (3.03 ha) como los de mayor superficie. En conjunto, los bordos representan aproximadamente 18.36 ha, mientras que el cuerpo de agua intermitente sin nombre presenta una superficie considerablemente mayor, de 185.29 ha. Asimismo, se registra un cuerpo de agua permanente de 23.35 ha y una zona sujeta a inundación de 212.36 ha, siendo esta última la categoría con mayor superficie dentro de los registros analizados.

En términos de incidencia, los cuerpos y zonas de agua presentan porcentajes muy reducidos respecto a la superficie total del Ai. La mayor incidencia corresponde a la zona sujeta a inundación (0.12368%), seguida del cuerpo de agua intermitente sin nombre (0.10792%) y el cuerpo de agua permanente (0.01360%). Entre los bordos, el mayor porcentaje corresponde a Bordo Sardinas (0.00195%), seguido de Bordo La Tijera (0.00176%). En conjunto, estos resultados indican que los cuerpos de agua ocupan una proporción muy pequeña de la superficie del Área de Influencia, aunque constituyen elementos relevantes para la caracterización de la dinámica hidrológica local.

Tabla 133. Cuerpos de agua presentes en el Área de Influencia

Cuerpos de agua presentes en el Área de Influencia				
Nombre	**Tipo**	**Superficie geométrica (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia (%)**
Bordo Bartolo	Cuerpos de agua intermitente	171,697.73	1.36	0.00079277
Bordo Bordo El Verde	Cuerpos de agua intermitente		0.42	0.00024459
Bordo El Ebano	Cuerpos de agua intermitente		1.06	0.00061663
Bordo El Purgatorio	Cuerpos de agua intermitente		1.29	0.00075156
Bordo Granjeritos	Cuerpos de agua intermitente		1.75	0.00101655
Bordo La Presita	Cuerpos de agua intermitente		1.00	0.00058512
Bordo La Tijera	Cuerpos de agua intermitente		3.03	0.0017624
Bordo La Urraca	Cuerpos de agua intermitente		0.98	0.00057259
Bordo San Antonio	Cuerpos de agua intermitente		1.00	0.00058018
Bordo Sardinas	Cuerpos de agua intermitente		3.35	0.00195013
Bordo Tolentino	Cuerpos de agua intermitente		1.87	0.00108752
Bordo Tórtola	Cuerpos de agua intermitente		1.26	0.000732
ND	Cuerpos de agua intermitente		185.29	0.10791639
ND	Cuerpos de agua permanente		23.35	0.01359863
ND	Zona sujeta a inundación		212.36	0.12368345

Área del Proyecto

En el Área de Proyecto se identificó un cuerpo de agua intermitente sin nombre registrado (ND). La geometría asociada presenta una superficie total de 8,738.25 ha, de la cual 20.90 ha inciden directamente dentro del Área de Proyecto, equivalente al 0.2392% de su superficie. Esta incidencia representa una proporción reducida del área total del proyecto; no obstante, el cuerpo de agua constituye un elemento relevante para la caracterización de las condiciones hidrológicas locales, particularmente por su carácter intermitente y su posible relación con los patrones de escurrimiento superficial.

Consulta Pública

Tabla 134. Cuerpos de agua presentes en el Área de Proyecto

Cuerpos de agua presentes en el Área de Proyecto				
Nombre	**Tipo**	**Superficie de geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia (%)**
ND	Cuerpos de agua intermitente	8,738.25	20.90	0.23920212

Hidrología subterránea

La hidrología subterránea comprende el estudio del origen, almacenamiento, circulación y descarga del agua presente en el subsuelo, la cual constituye una de las principales fuentes de abastecimiento para las actividades humanas y desempeña un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio hidrológico de los ecosistemas. El comportamiento del agua subterránea depende de la interacción entre las características geológicas, la estructura del subsuelo, la permeabilidad de los materiales, la topografía, el clima y los procesos naturales de recarga derivados de la infiltración de la precipitación y del intercambio con los cuerpos de agua superficiales.

El Área de Proyecto presenta condiciones hidrogeológicas relativamente homogéneas, debido a que el 100% de su superficie, equivalente a 8,738.25 ha, se localiza dentro del acuífero Méndez–San Fernando (2802), el cual cuenta con disponibilidad de agua subterránea de acuerdo con la información oficial de CONAGUA. Esta condición permite utilizar una misma unidad hidrogeológica como referencia para evaluar la relación del proyecto con el recurso hídrico subterráneo.

Desde el punto de vista geológico, el comportamiento del agua subterránea está condicionado principalmente por depósitos aluviales cuaternarios, conglomerados del Neógeno y unidades sedimentarias de areniscas y lutitas de edad terciaria. Los materiales aluviales y conglomeráticos pueden presentar condiciones favorables para la infiltración y circulación del agua debido a su carácter granular, aunque su permeabilidad puede variar en función de la granulometría, compactación y contenido de materiales finos. En contraste, las lutitas generalmente presentan menor permeabilidad y pueden limitar localmente el movimiento vertical del agua.

El relieve del Ap, dominado en aproximadamente 92% por lomerío de laderas tendidas con llanuras y en 8% por llanura aluvial con lomerío, se caracteriza por pendientes suaves y baja variación topográfica. Estas condiciones pueden favorecer la infiltración de la precipitación, particularmente donde existen materiales aluviales permeables. No obstante, la recarga efectiva también está condicionada por las propiedades de los suelos, que, en el proyecto están caracterizados por Kastanozems, Leptosoles, Phaeozems y Vertisoles.

En conjunto, el Área de proyecto se caracteriza por un sistema hidrogeológico sedimentario, relativamente homogéneo y con disponibilidad de agua subterránea, donde la infiltración y circulación están determinadas por las características de los depósitos geológicos, los suelos y el relieve. Si bien no se identifican condiciones que impliquen por sí mismas una alteración significativa del acuífero, la prevención de derrames y el manejo adecuado de sustancias potencialmente contaminantes constituyen los principales aspectos a considerar para conservar la calidad del recurso subterráneo.

Consulta Pública

Acuíferos

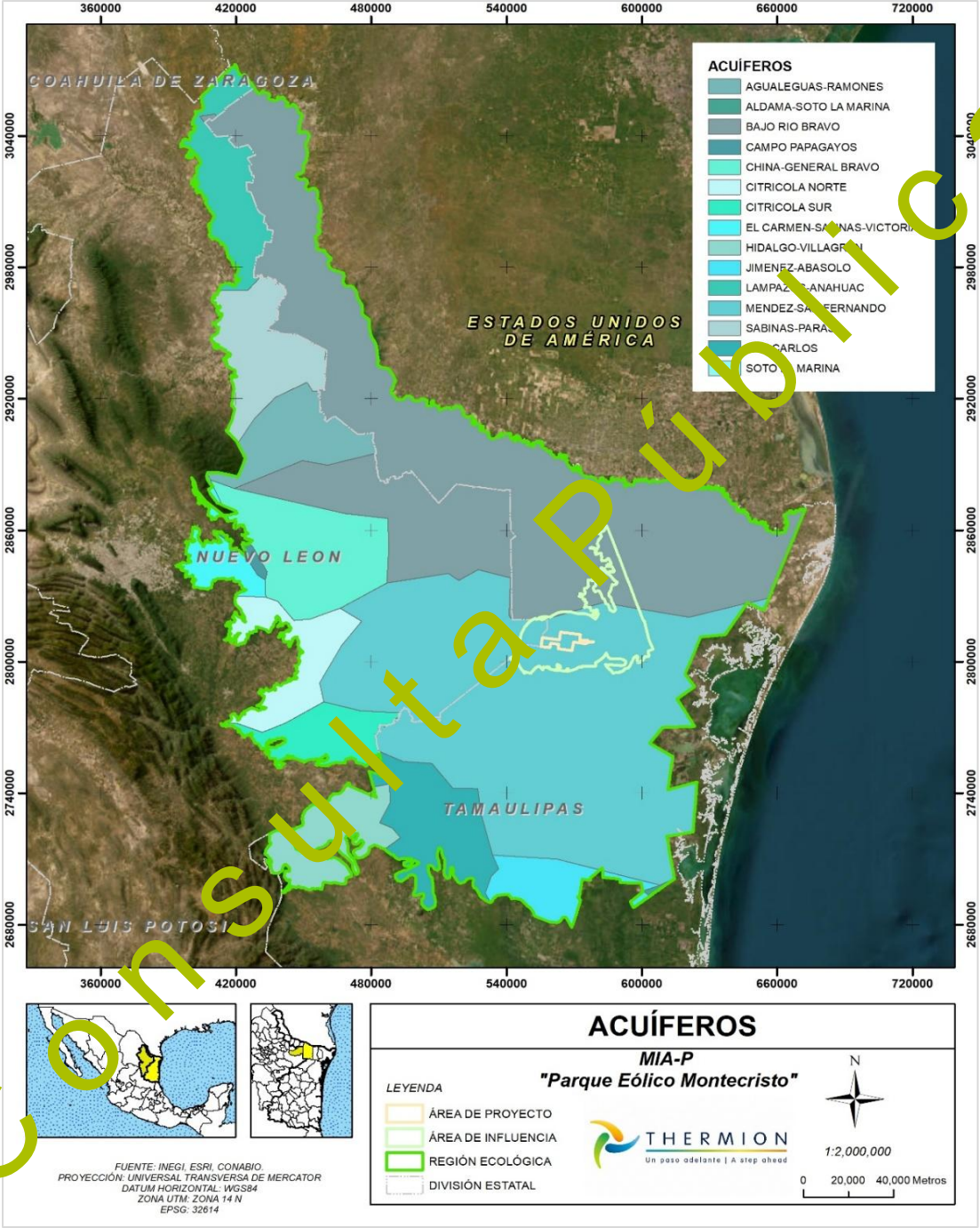


Figura 116. Acuíferos presentes en la RE, Ai y Ap.

Los acuíferos constituyen las principales unidades de almacenamiento y circulación del agua subterránea, desempeñando un papel fundamental en el abastecimiento de agua para uso público, agrícola, industrial y ambiental. Su comportamiento depende de factores como la geología, la permeabilidad de los materiales, la estructura del subsuelo, las condiciones climáticas y la infiltración

Consulta Pública

proveniente de la precipitación y de los escurrimientos superficiales. En consecuencia, la caracterización de los acuíferos presentes en el área de estudio resulta indispensable para comprender la dinámica hidrogeológica regional y evaluar la interacción potencial del proyecto con el recurso hídrico subterráneo.

Referente a las fuentes de información cartográficas, se utilizaron los mapas temáticos escala 1:250,000, editados por el INEGI (1982), además de los correspondientes a las Regiones Hidrológicas, Cuencas, Subcuencas, hidrología superficial y subterránea (Corrientes de agua intermitentes, perennes, flujos y dirección de agua, etc.). Con respecto a las fuentes documentales, se consultaron los Diarios oficiales de la Federación en materia de agua, anuarios estadísticos, documentos proporcionados por la CONAGUA referente a inundaciones que se han presentado en la zona de estudio.

Región Ecológica

La Región ecológica comprende un total de 15 acuíferos, distribuidos en el norte y centro del estado de Tamaulipas y una porción del estado de Nuevo León. Esta diversidad hidrogeológica refleja la amplia extensión territorial de la Región ecológica y la presencia de distintas condiciones geológicas y fisiográficas que controlan el almacenamiento y flujo del agua subterránea.

Los acuíferos de mayor representación corresponden al Bajo Río Bravo (2801) y Méndez–San Fernando (2802), con superficies de incidencia de 1,699,869.23 ha (34.72%) y 1,569,162.39 ha (32.05%), respectivamente. En conjunto, ambos acuíferos abarcan aproximadamente el 66.77 % de la Región ecológica, constituyendo las principales unidades hidrogeológicas del área de estudio. En menor proporción se presentan los acuíferos China–General Bravo (1913), San Carlos (2804), Sabinas–Parás (1902), Lampazos–Anáhuac (1903), Agualeguas–Ramones (1905), Citrícola Norte (1912), Hidalgo–Villagrán (2803), Citrícola Sur (1914), Jiménez–Abasolo (2805), Campo Papagayos (1920), El Carmen–Salinas–Victoria (1924), Soto La Marina (1915) y Aldama–Soto La Marina (2809), cuya participación individual es inferior al 6% de la superficie regional.

Respecto a su condición administrativa, la Región ecológica integra acuíferos tanto con disponibilidad como sin disponibilidad de agua subterránea. Entre los primeros destacan Bajo Río Bravo, Méndez–San Fernando, China–General Bravo, San Carlos, Lampazos–Anáhuac y Agualeguas–Ramones; mientras que Sabinas–Parás, Citrícola Norte, Citrícola Sur, El Carmen–Salinas–Victoria e Hidalgo–Villagrán se reportan sin disponibilidad, lo que refleja distintos niveles de aprovechamiento y presión sobre el recurso hídrico en la región.

Consulta Pública

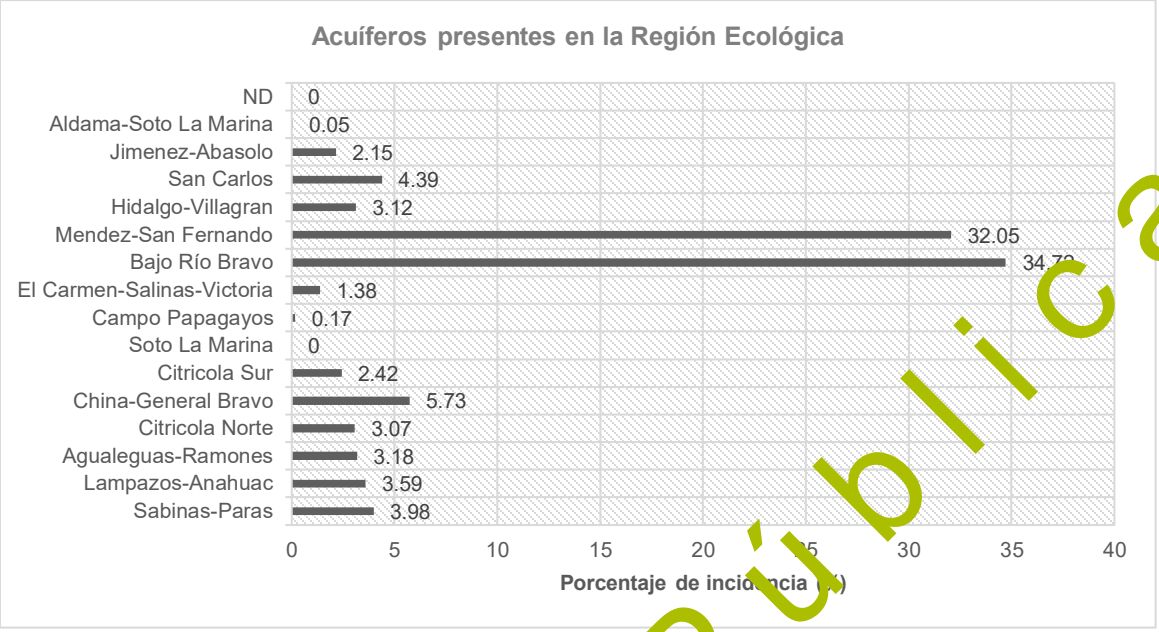


Figura 117. Acuíferos presentes en la Región Ecológica

Área de Influencia

El Área de influencia se encuentra comprendida únicamente dentro de dos acuíferos: Méndez–San Fernando (2802) y Bajo Río Bravo (2801), ambos clasificados por CONAGUA con disponibilidad de agua subterránea. El acuífero Méndez-San Fernando constituye la unidad predominante al representar 137,205.88 ha (79.91 %), mientras que el acuífero Bajo Río Bravo ocupa 34,491.85 ha (20.09 %) del área analizada.

La distribución observada evidencia que el entorno inmediato del proyecto se localiza completamente dentro de acuíferos con disponibilidad, condición favorable desde el punto de vista de la gestión del recurso hídrico, aunque ello no implica que el proyecto requiera o justifique un aprovechamiento de agua subterránea distinto al autorizado por la autoridad competente.

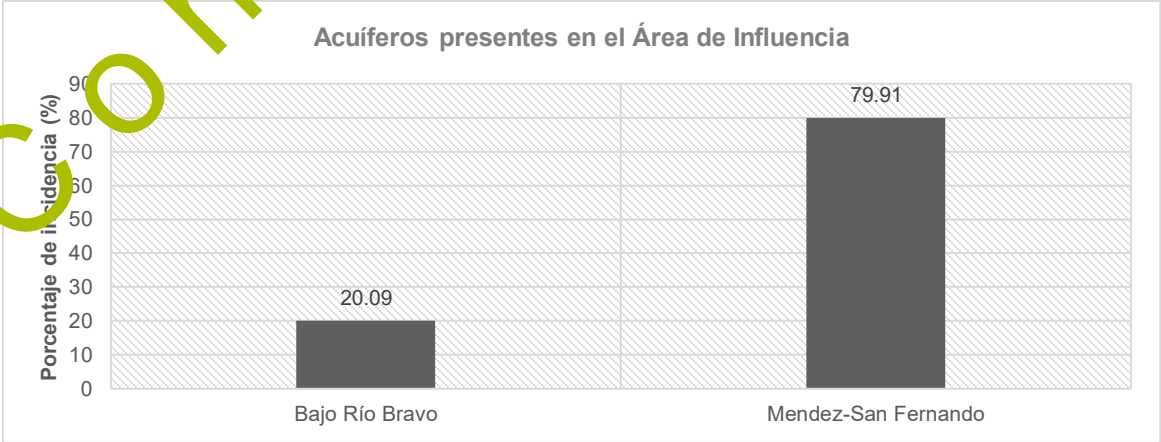


Figura 118. Acuíferos presentes en el Área de Influencia

Consulta Pública

Área del Proyecto

El Área del proyecto presenta una condición hidrogeológica aún más homogénea. El 100% de su superficie se localiza dentro del acuífero Méndez–San Fernando (2802), el cual cuenta con disponibilidad de agua subterránea, de acuerdo con la información oficial de CONAGUA. La totalidad el proyecto se desarrollará sobre una misma unidad hidrogeológica, lo que favorece una mayor homogeneidad en las condiciones del subsuelo y simplifica la evaluación de los posibles efectos sobre el recurso hídrico subterráneo.

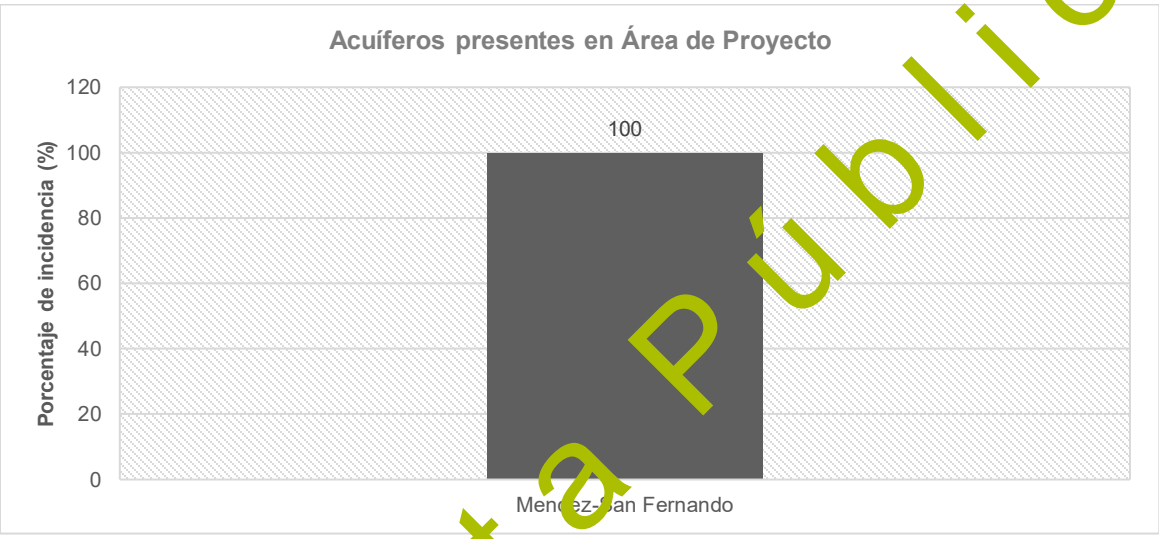


Figura 119. Acuíferos presentes en el Área del Proyecto

A continuación, se describirán los acuíferos con mayor superficie de incidencia dentro de la Región ecológica, Área de influencia y Área del proyecto.

Acuífero Bajo Río Bravo (2801)

El Acuífero Bajo Río Bravo (clave 2801) constituye el acuífero con mayor extensión dentro de la Región ecológica (34.72%), lo que evidencia su importancia como una de las principales reservas de agua subterránea del norte del estado de Tamaulipas.

Consulta Pública

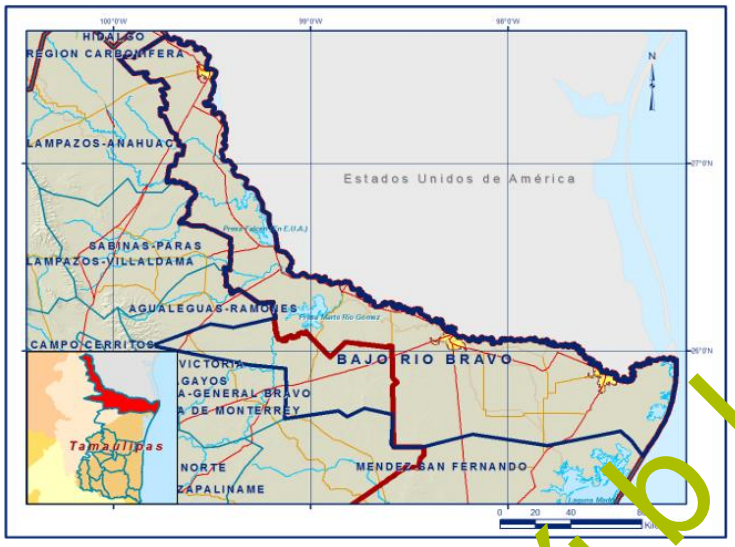


Figura 120. Acuífero Bajo Río Bravo

De acuerdo con la información oficial de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), este acuífero presenta disponibilidad de agua subterránea, por lo que constituye una fuente importante de abastecimiento para los diferentes usos del recurso hídrico en la región, principalmente los asociados a las actividades agrícolas, pecuarias, urbanas e industriales. Su presencia se encuentra estrechamente relacionada con los depósitos sedimentarios de la planicie costera del Golfo Norte, donde predominan materiales con características que favorecen el almacenamiento y la circulación del agua subterránea.

Calidad del agua

La calidad del agua subterránea en el acuífero Bajo Río Bravo (2801) presenta una variabilidad importante, la cual está condicionada por las características geológicas de los materiales que conforman el acuífero, la profundidad de extracción, la cercanía al cauce del río Bravo y los procesos naturales de disolución de minerales.

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual del acuífero elaborada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2024), las mejores condiciones de calidad del agua se localizan en los depósitos aluviales asociados al cauce actual del río Bravo, donde históricamente se han registrado aguas con menor contenido de sales y mejor productividad. Conforme aumenta la distancia respecto al río y la profundidad de explotación, la calidad del agua presenta un deterioro gradual, incrementándose la concentración de sólidos disueltos totales (STD), principalmente por la presencia de sodio y cloruros, así como por procesos naturales de disolución mineral y la influencia de retornos de riego agrícola.

Los estudios hidrogeoquímicos citados por CONAGUA indican que la salinidad del agua subterránea puede variar desde aproximadamente 600 mg/L hasta valores superiores a 11,000 mg/L de sólidos disueltos totales, dependiendo de la unidad hidrogeológica explotada y de la profundidad del aprovechamiento. Asimismo, gran parte de las aguas destinadas a uso agrícola se clasifican como

Consulta Pública

C4-S2 y C4-S3, lo que indica una elevada salinidad y contenido de sodio, limitando su utilización para riego sin un manejo adecuado.

Profundidad del nivel freático

La profundidad al nivel freático presenta variaciones espaciales asociadas a las condiciones geológicas y geomorfológicas del acuífero. En la porción correspondiente al sistema Reynosa–Matamoros, el nivel estático es predominantemente somero, localizándose generalmente a profundidades menores de 10 metros, mientras que las menores profundidades se registran en áreas cercanas al cauce del río Bravo, donde el nivel freático puede encontrarse entre 4 y 6 metros de profundidad.

En contraste, en la zona denominada Sur de Reynosa, correspondiente al acuífero desarrollado principalmente en las formaciones Goliad y Lissie, el agua subterránea se localiza a mayores profundidades, generalmente entre 15 y 50 metros, observándose las mayores profundidades hacia el poniente de la región y niveles relativamente más someros en las cercanías del canal Rodhe.

Estas diferencias responden a la configuración estratigráfica del acuífero y a la presencia de unidades hidrogeológicas semiconfinadas, así como a la variabilidad en la extracción de agua subterránea.

Disponibilidad

Conforme a la Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Bajo Río Bravo (2801) elaborada por la Comisión Nacional del Agua, el acuífero presenta una recarga media anual de 198.5 hm³, una descarga natural comprometida de 9.7 hm³ y un volumen de extracción concesionado de 94.952 hm³ anuales. Como resultado del balance hídrico, la disponibilidad media anual asciende a 93.847952 hm³, lo que indica que actualmente existe disponibilidad de agua subterránea para el otorgamiento de nuevas concesiones sin comprometer el equilibrio del acuífero.

En el contexto del proyecto Parque Eólico Montecristo, las actividades previstas no contemplan la explotación permanente del acuífero para la operación del parque. El consumo de agua durante la etapa de construcción será temporal y se abastecerá mediante fuentes autorizadas, por lo que no se prevé una afectación significativa sobre la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo en el acuífero Bajo Río Bravo (2801).

Acuífero Méndez–San Fernando (2802)

El acuífero Méndez–San Fernando (2802) se localiza en la porción centro-norte del estado de Tamaulipas y constituye una de las principales unidades hidrogeológicas de la región. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), ocupa una superficie aproximada de 19,064 km², comprendiendo la totalidad de los municipios de San Fernando, Méndez, Burgos y Cruillas, así como porciones de los municipios de Matamoros, en Tamaulipas, y China y General Terán, en el estado de Nuevo León. Sus límites fisiográficos están definidos por la Región Hidrológica Bajo Río Bravo al norte, la Laguna Madre al oriente y los municipios de Soto la Marina, Jiménez y Cruillas hacia el sur, mientras que al poniente colinda con los municipios de Burgos y Méndez.

Consulta Pública

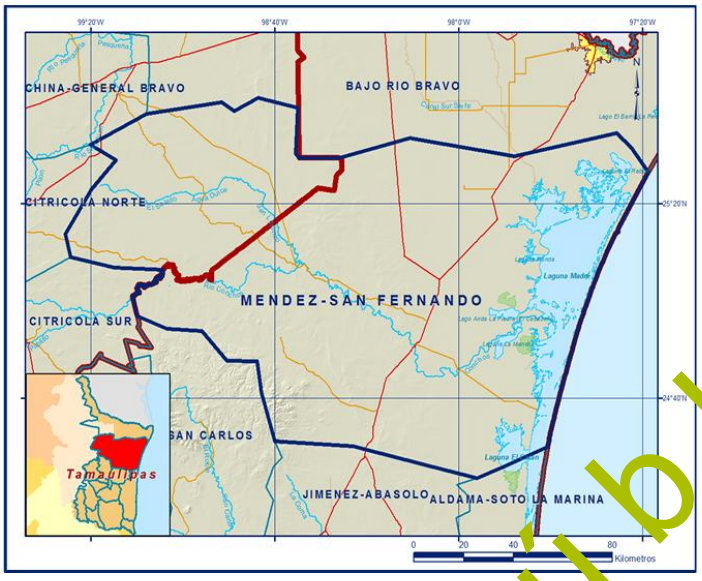


Figura 121. Acuífero Méndez–San Fernando

Desde el punto de vista fisiográfico, el acuífero se ubica dentro de la Llanura Costera del Golfo Norte, en el ámbito de la Cuenca de Burgos, caracterizada por un relieve de pendientes suaves que ascienden gradualmente hacia el occidente y que es interrumpido localmente por pequeñas elevaciones asociadas a las estribaciones de la Sierra de San Carlos. Esta configuración favorece que el flujo regional del agua subterránea tenga una dirección predominante de oeste hacia este, descargando finalmente hacia la planicie costera y la Laguna Madre.

Geológicamente, el acuífero está constituido por una secuencia de rocas sedimentarias que abarcan desde el Cretácico hasta depósitos cuaternarios, predominando lutitas, areniscas, conglomerados, gravas y depósitos aluviales. Estas unidades presentan distintos grados de permeabilidad, permitiendo el desarrollo de acuíferos libres, semiconfinados y confinados, dependiendo de la litología y de las condiciones de depósito de los sedimentos. Las principales zonas de recarga se localizan en los afloramientos de materiales permeables y en las áreas donde predominan depósitos aluviales y formaciones calcáreas.

En términos hidrogeológicos, el acuífero constituye una fuente importante de abastecimiento para usos público-urbano, agrícola, pecuario y doméstico en la región. Los aprovechamientos se desarrollan principalmente en sedimentos terciarios y cuaternarios, con profundidades variables que generalmente oscilan entre 40 y 150 m, aunque existen captaciones de mayor profundidad en algunos sectores. De acuerdo con la evaluación técnica de CONAGUA, el acuífero presenta condiciones generales de equilibrio y disponibilidad de agua subterránea, sin evidencias de sobreexplotación regional.

Para el Proyecto Parque Eólico Montecristo, este acuífero resulta de gran importancia ya que forma parte de toda la extensión del Área del proyecto, por lo que su caracterización permite establecer las condiciones hidrogeológicas existentes y evaluar la posible interacción del proyecto con el recurso hídrico subterráneo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Consulta Pública

Calidad del agua

La calidad del agua subterránea en el acuífero Méndez–San Fernando (2802) presenta una marcada variabilidad espacial, resultado de la interacción del agua con las diferentes unidades geológicas que conforman el acuífero y de la presencia de depósitos evaporíticos y sedimentos marinos. De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual elaborada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2024), las concentraciones de sólidos disueltos totales (SDT) varían ampliamente, registrándose valores desde aproximadamente 342 mg/L hasta 11,122 mg/L, lo que refleja diferencias importantes en la salinidad del agua subterránea dentro del acuífero. Asimismo, las concentraciones de calcio, magnesio, sodio, sulfatos y cloruros evidencian la influencia de la litología y de procesos naturales de disolución de minerales.

El monitoreo hidrogeoquímico más reciente citado por CONAGUA indica que los sólidos disueltos totales oscilan entre 500 y 9,000 mg/L. En los municipios de Burgos, Cruillas, Méndez y San Fernando se presentan condiciones variables de salinidad, observándose las concentraciones más elevadas en algunos sectores de los municipios de Méndez y San Fernando. Los análisis realizados indican que las aguas extraídas de aprovechamientos profundos presentan interacción con depósitos evaporíticos, mientras que en los aprovechamientos someros predominan procesos de interacción con depósitos calcáreos y caliches característicos de la región.

Profundidad del nivel freático

La profundidad al nivel freático dentro del acuífero Méndez–San Fernando presenta una importante variación espacial asociada a la topografía y a las condiciones hidrogeológicas locales. Los registros piezométricos muestran profundidades que van desde condiciones brotantes hasta aproximadamente 50 metros, aunque predominan niveles entre 0 y 20 metros de profundidad.

De manera general, el nivel estático presenta una tendencia a incrementar su profundidad de oriente hacia poniente, mientras que en la franja costera y en las inmediaciones de la Laguna Madre se observan los niveles más someros, con profundidades cercanas a 4 metros. En contraste, hacia la porción occidental del acuífero, particularmente en las zonas de Burgos, Cruillas y áreas próximas a la Sierra de San Carlos, los niveles estáticos alcanzan profundidades del orden de 12 a 20 metros, asociadas al relieve regional. Asimismo, se identifica una influencia importante del río Conchos (San Fernando), cuya presencia favorece niveles freáticos relativamente someros en un corredor de aproximadamente 10 km a ambos lados de su cauce.

Disponibilidad

Con base en la Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Méndez–San Fernando (2802) elaborada por la Comisión Nacional del Agua, el acuífero presenta una recarga media anual de 50.1 hm³, una descarga natural comprometida de 14.1 hm³ y un volumen de extracción concesionado de 23.189382 hm³ anuales. Como resultado del balance hídrico, la disponibilidad media anual asciende a 12.810618 hm³, lo que indica que actualmente el acuífero dispone de un volumen susceptible de concesionarse sin comprometer el equilibrio hidrológico del sistema.

Consulta Pública

En el caso del Parque Eólico Montecristo, las actividades del proyecto no contemplan la explotación permanente del acuífero durante su etapa de operación. El agua requerida para la construcción será de carácter temporal y provendrá de fuentes legalmente autorizadas, por lo que no se prevé una afectación significativa sobre la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo en el acuífero Méndez–San Fernando (2802).

Geohidrología

La geohidrología estudia la relación existente entre las características geológicas del subsuelo y el comportamiento del agua subterránea, analizando los procesos de infiltración, almacenamiento, circulación y descarga que ocurren dentro de las diferentes unidades litológicas. Su objetivo es comprender el funcionamiento hidrogeológico del territorio mediante la identificación de las formaciones geológicas que actúan como acuíferos, acuitardos o acuícludos, así como los mecanismos que controlan la recarga y el movimiento regional del agua subterránea.

El Área de Proyecto presenta condiciones geohidrológicas relativamente homogéneas, debido a que el 100% de su superficie, equivalente a 8,738.25 ha, se localiza en el acuífero Méndez–San Fernando (2802), el cual cuenta con disponibilidad de agua subterránea. Esta condición permite considerar una unidad hidrogeológica predominante para el análisis de la interacción entre el proyecto y el recurso subterráneo. La geología está constituida principalmente por depósitos aluviales cuaternarios, conglomerados del Neógeno y areniscas y lutitas terciarias. Los materiales aluviales y conglomeráticos pueden favorecer la infiltración y circulación del agua, mientras que las lutitas presentan menor permeabilidad y pueden limitar localmente el flujo vertical. El predominio de lomeríos de laderas tendidas con llanuras (92%) y llanuras aluviales con lomerío (8%) genera un relieve de baja pendiente que favorece la infiltración, condicionada a su vez por las propiedades de los suelos, principalmente Kastanozems y Leptosoles.

En términos geohidrológicos, la recarga se relaciona principalmente con la infiltración de la precipitación en los materiales permeables. Los principales aspectos de atención durante el desarrollo del proyecto corresponden al manejo de combustibles, aceites, lubricantes y residuos, así como a excavaciones y cimentaciones que pudieran modificar localmente las condiciones de infiltración. Por ello, el control de derrames y el manejo adecuado de sustancias potencialmente contaminantes serán medidas relevantes para preservar la calidad del acuífero.

Análisis integral hidrológico

El análisis hidrológico muestra que el Área de Proyecto se encuentra íntegramente dentro de la Región Hidrológica RH25 San Fernando-Soto la Marina, específicamente en la cuenca Laguna Madre (RH25C) y la subcuenca Laguna Madre (RH25Ca), ambas con una incidencia del 100% sobre el polígono. Esta configuración establece una unidad hidrográfica homogénea para el proyecto, cuyo drenaje superficial se integra al sistema asociado a la Laguna Madre. La subcuenca presenta un carácter exorreico, por lo que el escurrimiento superficial mantiene conexión con sistemas de drenaje externos hacia zonas receptoras de menor elevación.

A escala del Área de Influencia, la configuración es más diversa, ya que intervienen las cuencas R. Bravo-Matamoros-Reynosa (RH24A), Laguna Madre (RH25C) y R. San Fernando (RH25D). La mayor participación corresponde a Laguna Madre, con aproximadamente 71%, seguida por R.

Consulta Pública

Bravo-Matamoros-Reynosa con 19% y R. San Fernando con 10%. A nivel de subcuencas, predominan L. Madre (RH25Ca), R. San Lorenzo (RH25Dc), R. Bravo-Reynosa (RH24Ab) y, de manera marginal, R. Conchos (RH25Db). Todas se clasifican como exorreicas, evidenciando una red de drenaje superficial integrada y con conexión hacia sistemas hidrológicos regionales.

En la Región Ecológica, la distribución hidrológica es considerablemente más amplia, con participación de las regiones hidrológicas RH24 Bravo-Conchos y RH25 San Fernando-Soto la Marina. Las principales cuencas corresponden a R. San Fernando (RH25D), R. Bravo-Matamoros-Reynosa (RH24A), Laguna Madre (RH25C) y R. Bravo-San Juan (RH24B), mientras que las subcuencas muestran una extensa diversificación espacial. El predominio de unidades exorreicas indica que el territorio regional presenta una red de escurrimiento con capacidad de transferencia de agua hacia sistemas fluviales y lagunares de mayor jerarquía.

Respecto a los cuerpos de agua superficiales, en el Área de Proyecto se identificó únicamente un registro cartográfico de cuerpo de agua intermitente, de nombre no determinado (ND), con una incidencia de 20.90 ha, equivalente al 0.24% del polígono. Su carácter intermitente indica una presencia condicionada principalmente por eventos de precipitación y escurrimiento temporal. En el Área de Influencia se identifican diversos bordos intermitentes, además de superficies clasificadas como cuerpos de agua permanentes e intermitentes y zonas sujetas a inundación, aunque con incidencias individuales reducidas. A escala regional existe una red mucho más extensa y heterogénea, integrada por bordos, lagunas, presas, esteros, canales y corrientes permanentes e intermitentes.

En conjunto, la información indica que el Área de Proyecto presenta una condición hidrológica superficial relativamente homogénea, al encontrarse completamente contenida en la cuenca y subcuenca Laguna Madre. La presencia de un cuerpo de agua intermitente dentro del polígono y la naturaleza exorreica de la unidad hidrográfica evidencian la existencia de procesos de escurrimiento superficial temporal y conexión con el sistema hidrológico regional. No obstante, la incidencia espacial de los cuerpos de agua identificados es reducida, por lo que la mayor parte del Área de Proyecto no corresponde directamente a superficies ocupadas por cuerpos de agua cartografiados. A escala del Área de Influencia y la Región Ecológica, la mayor diversidad de cuencas, subcuencas y cuerpos de agua refleja la complejidad del sistema hidrológico regional y su conectividad con los sistemas Bravo-Conchos y San Fernando-Soto la Marina.

Aire

La atmósfera constituye uno de los componentes fundamentales del medio abiótico, ya que participa en los procesos de intercambio de energía y materia que regulan el clima, el ciclo hidrológico y las condiciones ambientales de los ecosistemas. Sus características físicas y químicas influyen directamente en la dispersión de contaminantes, el transporte de humedad, la generación de fenómenos meteorológicos y el comportamiento de los vientos, factores que deben ser considerados durante la evaluación ambiental de proyectos de infraestructura.

La calidad del aire de una región está determinada por la concentración de contaminantes atmosféricos presentes como resultado de fuentes naturales y antropogénicas, así como por las condiciones meteorológicas que favorecen o limitan su dispersión. Entre los principales factores que

Consulta Pública

intervienen en este proceso destacan la velocidad y dirección del viento, la estabilidad atmosférica, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación y la topografía del terreno.

En el caso del Parque Eólico Montecristo, el componente atmosférico adquiere una relevancia particular debido a que el recurso eólico constituye el insumo energético principal para la operación del proyecto. En este sentido, además de evaluar las condiciones de calidad del aire existentes, resulta necesario caracterizar el régimen de vientos predominante en la zona, considerando su comportamiento espacial y temporal, así como su influencia sobre la dispersión de emisiones durante las etapas de preparación del sitio y construcción. El área de estudio se localiza en una región predominantemente rural del norte del estado de Tamaulipas, caracterizada por una baja densidad poblacional, ausencia de corredores industriales de gran magnitud y una limitada concentración de fuentes fijas emisoras de contaminantes atmosféricos. Las principales emisiones existentes provienen de actividades agropecuarias, tránsito vehicular sobre caminos rurales y carreteras, así como de la resuspensión natural de partículas ocasionada por la acción del viento sobre superficies descubiertas.

Durante la etapa de construcción del proyecto se prevé la generación temporal de emisiones de polvo y gases de combustión derivados de la operación de maquinaria pesada y del tránsito de vehículos, las cuales tendrán un carácter localizado y de corta duración. En contraste, durante la etapa de operación y mantenimiento, el parque eólico no contempla procesos industriales ni equipos de combustión permanentes que generen emisiones atmosféricas significativas, por lo que su contribución a la contaminación del aire será prácticamente nula.

Con base en lo anterior, el presente apartado desarrolla la caracterización del medio atmosférico mediante el análisis de la calidad del aire regional, las condiciones del régimen de vientos y los principales factores meteorológicos que influyen en el comportamiento atmosférico del área donde se pretende desarrollar el Parque Eólico Montecristo

Calidad del aire

La calidad del aire se define como el estado de la atmósfera en función de la concentración de contaminantes presentes y de su capacidad para mantener condiciones adecuadas para la salud humana, los ecosistemas y el desarrollo de las actividades productivas. Dicha calidad está influenciada por factores naturales, como las condiciones meteorológicas, la topografía y la cobertura vegetal, así como por las emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles, de área y fuentes naturales.

Entre los principales contaminantes criterio considerados para evaluar la calidad del aire se encuentran las partículas suspendidas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), el dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono (CO), el ozono (O_3) y el plomo (Pb), cuya concentración es regulada en México mediante las Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental y calidad del aire.

El área donde se desarrollará el Parque Eólico Montecristo se localiza en una región predominantemente rural del norte del estado de Tamaulipas, caracterizada por una baja densidad poblacional, extensas superficies destinadas a actividades agropecuarias y vegetación natural, así como por la ausencia de complejos industriales, centrales termoeléctricas o corredores urbanos con

Consulta Pública

elevada intensidad vehicular que constituyan fuentes importantes de emisión de contaminantes atmosféricos.

En consecuencia, las principales fuentes de emisión presentes en la zona corresponden al tránsito de vehículos sobre carreteras y caminos rurales, la operación de maquinaria agrícola, las actividades pecuarias, la resuspensión natural de partículas ocasionada por la acción del viento sobre superficies descubiertas y, de manera estacional, la generación de emisiones derivadas de quemas agrícolas autorizadas o incendios de vegetación. Las condiciones meteorológicas predominantes, particularmente la presencia de velocidades de viento moderadas a altas y la escasa presencia de obstáculos topográficos, favorecen la dispersión de los contaminantes atmosféricos, reduciendo la probabilidad de acumulación de emisiones en un mismo sitio. Asimismo, la cobertura vegetal existente contribuye a la captura de partículas suspendidas y al mantenimiento de condiciones ambientales favorables.

Tabla 135. Fuentes contaminantes atmosféricas principales

Tipo de fuente	Actividad	Contaminantes principales	Alcance o influencia
Fuentes móviles	Tránsito de vehículos en carreteras federales, estatales, caminos rurales y caminos parcelarios	CO, NOx, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, COV	Local, asociado principalmente a las vías de comunicación.
Maquinaria agrícola	Preparación de terrenos, siembra, cosecha y mantenimiento de cultivos	NOx, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CO_2	Estacional y de baja intensidad, dependiendo del ciclo agrícola.
Actividades pecuarias	Manejo de ganado y corrales	Material particulado, CH_4, NH_3, olores	Local, principalmente en unidades de producción pecuaria.
Resuspensión de polvo	Acción del viento sobre caminos sin pavimentar, parcelas agrícolas y superficies con escasa cobertura vegetal	PM_{10} y $PM_{2.5}$	Regional durante periodos secos y de mayor velocidad del viento.
Quemas agropecuarias	Quema de residuos agrícolas o pastizales autorizadas	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CO, NOx, COV	Temporal y estacional, dependiendo del manejo agrícola y condiciones climáticas.
Incendios de vegetación	Incendios naturales o inducidos	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CO, NOx, COV	Ocasional, con influencia variable según su magnitud.
Fuentes naturales	Erosión eólica de suelos y transporte de polvo	Material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)	Regional, favorecida por periodos secos y fuertes vientos.

De acuerdo con la información disponible sobre la calidad del aire en el estado de Tamaulipas, las redes de monitoreo atmosférico se concentran principalmente en las zonas metropolitanas e industriales, por lo que no existen estaciones de monitoreo de calidad del aire ubicadas dentro del Área del Proyecto o en sus inmediaciones. En consecuencia, la caracterización del medio atmosférico se realiza considerando el contexto territorial, el uso actual del suelo, las fuentes potenciales de emisión y las condiciones meteorológicas predominantes, las cuales permiten inferir que la calidad del aire en el sitio corresponde a un ambiente con baja presión antropogénica y escasa generación de contaminantes.

Consulta Pública

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se prevé una generación temporal de emisiones de polvo (PM_{10} y $PM_{2.5}$) asociadas al movimiento de tierras, habilitación de caminos, excavaciones, tránsito de maquinaria y transporte de materiales, así como emisiones de gases de combustión provenientes de motores de combustión interna que utilizan diésel o gasolina. Sin embargo, estas emisiones serán puntuales, de corta duración y estarán limitadas al frente de trabajo correspondiente, además de que serán mitigadas mediante la aplicación de medidas de control, tales como el riego periódico de caminos, el mantenimiento preventivo de la maquinaria, el cubrimiento de materiales susceptibles de generar polvo y el control de velocidades de circulación.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el Parque Eólico Montecristo no generará emisiones atmosféricas derivadas de procesos industriales o de combustión, ya que la producción de energía eléctrica mediante aerogeneradores aprovecha la energía cinética del viento sin requerir la quema de combustibles fósiles. En consecuencia, las emisiones atmosféricas durante esta etapa se limitarán al tránsito ocasional de vehículos de mantenimiento, cuya contribución será mínima y de carácter local. Con base en las características ambientales del área de estudio, las fuentes de emisión existentes y la naturaleza del proyecto, se concluye que el sitio presenta condiciones favorables de calidad del aire, sin evidencia de fuentes relevantes de contaminación atmosférica. Asimismo, se prevé que las emisiones generadas durante la construcción serán temporales, localizadas y mitigables, mientras que durante la operación del parque eólico no se producirán emisiones atmosféricas significativas, por lo que no se esperan afectaciones permanentes a la calidad del aire regional.

Normatividad en materia de calidad del aire

La evaluación de la calidad del aire en México se encuentra regulada mediante la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Cambio Climático, así como por diversas Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Salud, las cuales establecen los valores límite permisibles para los contaminantes criterio, con el propósito de proteger la salud de la población y preservar la calidad ambiental.

En el caso del Parque Eólico Montecristo, las disposiciones normativas constituyen el marco de referencia para la caracterización del medio atmosférico y la evaluación de los impactos potenciales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Tabla 136. Fuentes contaminantes principales

Instrumento	Descripción	Aplicación al proyecto
LGEEPA	Establece las bases para la preservación y protección del ambiente, incluyendo la prevención y control de la contaminación atmosférica.	Marco jurídico general para la evaluación ambiental del proyecto.
Ley General de Cambio Climático	Promueve la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y el desarrollo de tecnologías limpias.	La generación de energía eólica contribuye a disminuir emisiones respecto a fuentes convencionales.
NOM-020-SSA1-2014	Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en aire ambiente y criterios para su evaluación.	Referencia para la calidad del aire regional.
NOM-021-SSA1-1993	Valor límite permisible para monóxido de carbono (CO) en aire ambiente.	Referencia para emisiones provenientes de fuentes móviles.

Consulta Pública

Instrumento	Descripción	Aplicación al proyecto
NOM-022-SSA1-2019	Valor límite permisible para dióxido de azufre (SO_2) en aire ambiente.	Evaluación de emisiones de combustión.
NOM-023-SSA1-2021	Valor límite permisible para dióxido de nitrógeno (NO_2) en aire ambiente.	Evaluación de emisiones generadas por motores de combustión.
NOM-025-SSA1-2021	Valores límite permisibles para partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en aire ambiente y criterios para su evaluación.	Principal referencia para el control de emisiones de polvo durante la construcción.
NOM-085-SEMARNAT-2011	Límites máximos permisibles de emisión provenientes de equipos de combustión fija.	Aplicable únicamente si durante el proyecto se emplean equipos estacionarios de combustión.

Considerando la naturaleza del Parque Eólico Montecristo, las principales emisiones atmosféricas se presentarán únicamente durante la etapa de preparación del sitio y construcción, asociadas al movimiento de tierras, tránsito de maquinaria y transporte de materiales. Dichas emisiones corresponderán principalmente a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), así como a gases de combustión generados por motores diésel y de gasolina.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el proyecto no contempla procesos industriales, calderas, hornos, turbinas de combustión ni otras fuentes fijas de emisión, por lo que la generación de contaminantes atmosféricos será prácticamente nula, limitándose al tránsito ocasional de vehículos para labores de inspección y mantenimiento.

Régimen de vientos

El viento constituye uno de los principales elementos meteorológicos que intervienen en el comportamiento de la atmósfera y en los procesos físicos que ocurren sobre la superficie terrestre. Su origen se encuentra asociado a las diferencias de presión atmosférica generadas por el calentamiento desigual de la superficie terrestre, lo que produce desplazamientos horizontales de masas de aire cuya intensidad y dirección son modificadas por factores como el relieve, la rugosidad del terreno, la cobertura vegetal, la latitud y la circulación atmosférica regional.

Desde el punto de vista ambiental, el régimen de vientos desempeña un papel fundamental en la dispersión de contaminantes atmosféricos, el transporte de humedad, la regulación de la temperatura, los procesos de evapotranspiración y la dinámica de erosión eólica, influyendo directamente en el funcionamiento de los ecosistemas y en la calidad del aire. Asimismo, el conocimiento de la velocidad, dirección y frecuencia de los vientos resulta indispensable para evaluar el comportamiento de las emisiones atmosféricas y para establecer medidas de prevención y mitigación durante las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto.

En el caso de los proyectos de generación eléctrica mediante energía eólica, el régimen de vientos adquiere una importancia estratégica, ya que constituye el recurso energético primario que determina la viabilidad técnica, energética y económica del proyecto. Por ello, la caracterización del viento debe considerar no únicamente la velocidad media, sino también la dirección predominante, la variabilidad estacional, la frecuencia de ocurrencia y la influencia de las condiciones fisiográficas del sitio, aspectos que permiten estimar el potencial eólico disponible y optimizar la ubicación de los aerogeneradores.

Consulta Pública

El Parque Eólico Montecristo se localiza en el norte del estado de Tamaulipas, dentro de una región caracterizada por superficies de relieve predominantemente plano, interrumpidas por lomeríos de poca pendiente donde las condiciones topográficas favorecen el desarrollo de flujos de aire relativamente uniformes y con escasas barreras naturales que modifiquen significativamente su comportamiento. Estas características, en conjunto con la influencia de la circulación atmosférica regional del Golfo de México y las condiciones climáticas semiáridas predominantes, contribuyen a la presencia de condiciones favorables para el desarrollo del recurso eólico, cuya caracterización específica se presenta en los apartados siguientes. La caracterización del régimen de vientos del área de estudio se realizó con base en la información meteorológica y eólica disponible para la zona, considerando la velocidad y dirección predominantes, su distribución temporal y espacial, así como la influencia de las condiciones fisiográficas sobre el comportamiento del flujo de aire. Esta información constituye la base para evaluar el potencial eólico del sitio y para establecer las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollará el proyecto, además de servir como referencia para el análisis de impactos asociados a la dispersión de emisiones y al funcionamiento de los aerogeneradores durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

III.8. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

III.8.1 Condición ambiental actual de la Región Ecológica delimitada e indicar el grado de conservación o deterioro de esta

Para el diagnóstico del Re se utilizaron los indicadores por componente ambiental. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2005, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México).

La definición formal de indicador es: “Relativo a indicar. Dar a entender o significar una cosa con indicios o señales. Señalar, advertir, manifestar, apuntar, mostrar”. En otras palabras, la información clave que usamos para conocer algo de forma frecuentemente, tomar una decisión, es un indicador. Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Relevantes: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Fiables: Representativos del impacto que se quiere medir
- Exclusivos: Es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores
- Realizables: Identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

Los componentes de la RE descritos en los apartados anteriores, dan un amplio panorama de las condiciones actuales en el área del proyecto antes de su ejecución, para identificar y describir de

Consulta Pública

manera concreta la estructura y la función de los ecosistemas, la dinámica de los componentes bióticos, abióticos, así como la parte social, que potencialmente pudieran ser afectadas por la ejecución del proyecto.

Por lo antes mencionado, se elaboró una lista de indicadores ambientales del estado de la RE, la cual se muestra en la siguiente tabla en la que se hace una descripción del estado actual de cada uno de los componentes ambientales para el medio físico, biótico y socioeconómico.

Tabla 137. Componentes considerados para el diagnóstico ambiental

Componente ambiental	Descripción
Clima	De acuerdo con el análisis espacial realizado, predominan ampliamente los climas secos y semiáridos. Las unidades BS1(h')w, BS1(h')(x'), BSo(h')(x') y A(C)w(x' representan conjuntamente la mayor parte de la superficie regional, alcanzando aproximadamente el 95% de la Región ecológica. En el AP el clima BS1(h')(x') representa el 58.06% de la superficie total del proyecto, constituyendo la unidad dominante, mientras que el clima BS1(h')w ocupa el 41.94 % restante. El Área del proyecto presenta una relativa homogeneidad térmica, al encontrarse completamente comprendida dentro del tipo semiárido cálido; no obstante, se identifican diferencias en el régimen de precipitación entre las dos unidades climáticas que la conforman. Las condiciones propias de los climas predominantes favorecen una elevada radiación solar, temperaturas cálidas durante gran parte del año y un balance hídrico deficitario, lo que limita el desarrollo de vegetación de alta densidad y propicia el establecimiento de matorrales, pastizales y comunidades vegetales adaptadas a condiciones xéricas. De igual forma, la combinación de superficies abiertas, escasa rugosidad del terreno y la influencia de sistemas atmosféricos regionales favorece la presencia de regímenes de viento relativamente constantes, característica que representa uno de los principales atributos naturales para el aprovechamiento del recurso eólico en esta región del estado de Tamaulipas.
Atmósfera	El área donde se desarrollará el proyecto se localiza en una región predominantemente rural del norte del estado de Tamaulipas, caracterizada por una baja densidad poblacional, extensas superficies destinadas a actividades agropecuarias y vegetación natural, así como por la ausencia de complejos industriales, centrales termoeléctricas o corredores urbanos con elevada intensidad vehicular que constituyan fuentes importantes de emisión de contaminantes atmosféricos. En la RE existen asentamientos humanos y gran tráfico vehicular en ciudades como Reynosa, Río Bravo y Nuevo Laredo; sin embargo, estas no se encuentran cercanas al AP. En consecuencia, las principales fuentes de emisión presentes en la zona corresponden al tránsito de vehículos sobre carreteras y caminos rurales, la operación de maquinaria agrícola, las actividades pecuarias, la resuspensión natural de partículas ocasionada por la acción del viento sobre superficies descubiertas y, de manera estacional, la generación de emisiones derivadas de quemas agrícolas autorizadas o incendios de vegetación. Las condiciones meteorológicas predominantes, particularmente la presencia de velocidades de viento moderadas a altas y la escasa presencia de obstáculos topográficos, favorecen la dispersión de los contaminantes atmosféricos, reduciendo la probabilidad de acumulación de emisiones en un mismo sitio. Asimismo, la cobertura vegetal existente contribuye a la captura de partículas suspendidas y al mantenimiento de condiciones ambientales favorables.

Consulta Pública

Suelo	El Área de proyecto comprende de dos provincias fisiográficas principales: las Grandes Llanuras de Norteamérica y la Llanura Costera del Golfo Norte, las cuales reflejan la diversidad geomorfológica existente en el noreste de México. La mayor parte del AP se encuentra conformada por depósitos aluviales cuaternarios, así como conglomerados del Neógeno. Asimismo, se identifican importantes extensiones de unidades sedimentarias constituidas por areniscas y lutitas, correspondientes principalmente a materiales terciarios. La predominancia de depósitos sedimentarios indica que el proyecto se desarrollará sobre materiales geológicos que han sido modelados por procesos de sedimentación de larga duración y que, en términos generales, presentan continuidad espacial dentro del sitio del proyecto. Desde el punto de vista geotécnico, estas unidades constituyen materiales ampliamente distribuidos en la planicie costera del noreste de México y representan el sustrato natural sobre el cual se desarrollan los suelos actuales. Sus características físicas influyen directamente en la capacidad portante del terreno, la infiltración del agua, el comportamiento frente a procesos erosivos y el diseño de las obras civiles requeridas para la instalación del parque eólico. En el AP se identifican diversas unidades geológicas producto de la evolución tectónica y sedimentaria de la región. Estas unidades están constituidas principalmente por rocas sedimentarias representadas por areniscas, lutitas, calizas, conglomerados y sus diferentes asociaciones litológicas, además de depósitos aluviales cuaternarios y, de manera localizada, rocas ígneas extrusivas. En conjunto, comprenden materiales cuya edad geológica abarca desde el Jurásico hasta el Cuaternario, reflejando la compleja historia geológica del noreste de México. El Área de proyecto presenta una composición edafológica más homogénea respecto a la Región ecológica y el Área de influencia, con predominio de cuatro grupos de suelo. Los Kastanozems constituyen el grupo dominante, con 51.89% de la superficie, seguidos por Leptosoles (40.70%) y, en menor proporción, Phaeozems (7.04%) y Vertisoles (0.38%). En términos generales, el Área de proyecto se encuentra dominada por suelos asociados con ambientes secos, destacando la amplia presencia de Kastanozems, mientras que los Leptosoles representan una proporción importante de la superficie y se relacionan con condiciones de escasa profundidad efectiva y/o presencia de material rocoso. La presencia secundaria de Phaeozems y Vertisoles complementa la composición edafológica local, evidenciando una menor diversidad de grupos de suelo en comparación con las unidades territoriales de mayor extensión.
Hidrología superficial	La Región ecológica comprende ocho cuencas hidrológicas pertenecientes a las Regiones Hidrológicas 24 Bravo-Conchos y 25 San Fernando-Soto La Marina. Esta distribución refleja la complejidad hidrológica del noreste de México y la interacción entre los sistemas de drenaje asociados al río Bravo, el río San Fernando, el río Soto la Marina y la Laguna Madre. El Área del Proyecto presenta una distribución homogénea, donde el 100% de su superficie de 8,738.25 ha lo constituye la RH25C Laguna Madre, esta condición indica que los escurrimientos superficiales generados dentro del polígono drenan hacia el sistema lagunar.

Consulta Pública

	La Región ecológica (RE) cuenta con 437 cuerpos de agua, de los cuales 304 son cuerpos de agua intermitente (69.57%), 102 son cuerpos de agua permanente (23.34%), 12 son corrientes permanentes (2.75%) siete son esteros (1.60%), cuatro son canales (0.92%), tres son corrientes intermitentes (0.69%), dos son estanques y zonas sujetas a inundación (0.46%) y uno es un claro (0.23%).En el Área de Proyecto se identificó un cuerpo de agua intermitente sin nombre registrado (ND). La geometría asociada presenta una superficie total de 8,738.25 ha, de la cual 20.90 ha inciden directamente dentro del Área de Proyecto, equivalente al 0.2392% de su superficie. Esta incidencia representa una proporción reducida del área total del proyecto; no obstante, el cuerpo de agua constituye un elemento relevante para la caracterización de las condiciones hidrológicas locales, particularmente por su carácter intermitente y su posible relación con los patrones de escurrimiento superficial.
Hidrología subterránea	La Región ecológica comprende un total de 15 acuíferos, distribuidos en el norte y centro del estado de Tamaulipas y una porción del estado de Nuevo León. Esta diversidad hidrogeológica refleja la amplia extensión territorial de la Región ecológica y la presencia de distintas condiciones geológicas y fisiográficas que controlan el almacenamiento y flujo del agua subterránea. El Área del proyecto presenta una condición hidrogeológica aún más homogénea. El 100% de su superficie se localiza dentro del acuífero Méndez–San Fernando (2802), el cual cuenta con disponibilidad de agua subterránea, de acuerdo con la información oficial de CONAGUA. La totalidad el proyecto se desarrollará sobre una misma unidad hidrogeológica, lo que favorece una mayor homogeneidad en las condiciones del subsuelo y simplifica la evaluación de los posibles efectos sobre el recurso hídrico subterráneo. La calidad del agua subterránea en el acuífero Méndez–San Fernando (2802) presenta una marcada variabilidad espacial, resultado de la interacción del agua con las diferentes unidades geológicas que conforman el acuífero y de la presencia de depósitos evaporíticos y sedimentos marinos. De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual elaborada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2024), las concentraciones de sólidos disueltos totales (SDT) varían ampliamente, registrándose valores desde aproximadamente 342 mg/L hasta 11,122 mg/L, lo que refleja diferencias importantes en la salinidad del agua subterránea dentro del acuífero. Asimismo, las concentraciones de calcio, magnesio, sodio, sulfatos y cloruros evidencian la influencia de la litología y de procesos naturales de disolución de minerales.
Vegetacion	El uso de suelo y vegetación con mayor superficie en la región ecológica (RE) corresponde al Pastizal cultivado, con 1,387,627.09 ha, seguido de la Agricultura de temporal anual, con 849,958.045900 ha, y el Matorral espinoso tamaulipeco, con 718,175.08 ha. En el área de influencia (AI), el uso de suelo y vegetación con mayor superficie corresponde a la Agricultura de temporal anual, con 95,254.37 ha, seguida del Pastizal cultivado, con 33,688.79 ha, y el Matorral espinoso tamaulipeco, con 16,072.92 ha. Por su parte, en el área de proyecto (AP), el Matorral espinoso tamaulipeco presenta la mayor superficie, con 5,555.03 ha, seguido del Pastizal cultivado, con 2,368.04 ha, y el Mezquital xerófilo, con 663.44 ha. En el AP los tipos de vegetación forestal son MET (216.98 ha), seguido de mezquital xerófilo (27.88 ha) y matorral submontano (4.94 ha). En el área del proyecto, el tipo de uso del suelo y vegetación Matorral espinoso tamaulipeco presentó una composición florística conformada por especies distribuidas en los estratos herbáceo y arbustivo; para el Matorral submontano y mezquital xerófilo.

Consulta Pública

	El inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo, arbóreo y cactáceas; para el Pastizal cultivado, el inventario florístico se integró por especies distribuidas en los estratos herbáceo, arbustivo y cactáceas Ninguna de las especies registradas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En términos generales, los resultados muestran diferencias en la riqueza, diversidad y estructura de las comunidades vegetales entre los cuatro tipos de vegetación y las áreas de evaluación. Los mayores valores de riqueza y diversidad se presentaron principalmente en los estratos arbustivos del matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano y mezquital xerófilo, con incrementos de Shannon y reducciones de Simpson hacia la AI y RE. En el pastizal cultivado, el estrato herbáceo presentó un incremento marcado de riqueza y diversidad hacia la RE, acompañado de altos valores de equitatividad. Por otra parte, los estratos arbóreo y de cactáceas mostraron mayor variación entre AP, AI y RE, con incrementos de diversidad principalmente hacia la AI o RE. En conjunto, las diferencias entre el Área del Proyecto, Área de Influencia y Región Ecológica evidencian variaciones en la composición y estructura de las comunidades, con respuestas particulares según el tipo de vegetación y estrato evaluado.
Fauna	Respecto a la fauna registrada de los diferentes grupos faunísticos muchas de estas especies son altamente tolerantes a la presencia humana, en su mayoría son especies abundantes (detectables en grandes números de individuos) y otras poco comunes (detectables en pocos números de individuos) en todo el rango de su distribución. Durante los monitoreos realizados en la RE se registró un total de 147 especies distribuidas en cuatro tipos de vegetación y pertenecientes a los siguientes grupos faunísticos: 102 aves, 29 mamíferos (incluyendo el registro de especies de murciélagos), 11 reptiles y cinco anfibios, mientras que en el AP se registró un total de 86 especies distribuidas en cuatro tipos de vegetación y pertenecientes a los siguientes grupos faunísticos: 60 aves, 18 mamíferos (incluyendo el registro de especies de murciélagos), seis reptiles y dos anfibios. De acuerdo con las especies registradas durante los monitoreos en la RE, AI y AP no se detectaron especies endémicas de México; sin embargo, si se registraron cinco especies consideradas exóticas – invasoras. Debido a que de las aves se registró la mayor riqueza también se observaron más especies bajo protección, tan solo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron en la RE siete especies, todas en el estatus de Protección Especial (Pr). Posteriormente se registró el grupo de los reptiles con cuatro especies en la NOM-059, dos en estatus de Protección Especial (Pr) y dos en estatus de Amenazadas (A); seguidamente se observó a los anfibios, de los cuales se registraron dos especies en el estatus de Protección Especial (Pr) y finalmente del grupo de mamíferos se registró únicamente una especie como Amenazada (A). En el AP no se registraron especies protegidas.
Paisaje	Las fuentes de deterioro identificadas al interior de la RE podrían estar asociadas a perturbaciones antrópicas como fragmentación, cambios en el régimen hidrológico, conversión a zonas agrícolas y para la ganadería, contaminación o invasión de especies exóticas, las cuales representan amenazas reales y documentadas para estos ecosistemas.

Consulta Pública

	En Tamaulipas confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, lo que favorece la presencia de una amplia diversidad de ecosistemas a distintas latitudes. Esta riqueza, sumada a la compleja topografía accidentada del territorio, otorga a México un elevado número de especies endémicas (Espinosa et al., 2008).
Socioeonómico	El sitio del proyecto actualmente se encuentra inmerso en un espacio que ha sido sujeto a estrés por las actividades de carácter agropecuario realizados en el entorno, aunado a su vez a que en el espacio se ha detonado el Corredor Energético Fronterizo, lo cual ha permitido el asentamiento de otros proyectos de carácter eólico, por lo cual la nueva reconversión del uso de suelo permitirá una dinámica económica de recuperación para los predios agostados por la ganadería y la agricultura lo cual se beneficia en cuanto al empleo y la economía local ya que los impactos identificados mismos que son señalados en el capítulo 4 establecen una incidencia de carácter positivo y el provisionamiento de actividades económicas inducidas que van desde la renta o alquiler de propiedad donde se valoriza su potencial eólico, el aumento de oportunidades laborales directas e indirectas, la rehabilitación y mantenimiento de caminos y vialidades de circulación en las áreas con detonante eólico, como lo es el proyecto y a su vez permitirá suministrar energía al sector local de los giros comercial, industrial y de servicios beneficiando así el ingreso per cápita de la región y las dinámicas social-económica-energética de la zona norte del estado de Tamaulipas.

El funcionamiento de la RE está determinado por el equilibrio entre los componentes ambientales mencionados con anterioridad, ya que cuando alguno de ellos aumenta o disminuye, causa efectos en los demás componentes en mayor o menor grado. Esto resulta fundamental para predecir los impactos sobre unidades funcionales, determinando el impacto potencial de la disminución del tamaño de una población del ecosistema y de su efecto en un desbalance trofodinámico, en la anulación de su capacidad natural de regeneración, en la creación de nuevos nichos ecológicos, etc. Actualmente la RE presenta, en general, un mejor estado de conservación a pesar de estar fragmentado, sin embargo, debido a su tamaño permite amplia disponibilidad de hábitats evidenciado por los valores más altos de diversidad y riqueza en la mayoría de los estratos. Incluso las zonas agrícolas son importantes hábitat para la fauna silvestre, viéndose favorecidas; por ejemplo, especies migratorias de aves.

Es posible que un proyecto no destruya completamente uno o algunos ecosistemas, ni anule sus interrelaciones, pero sí puede causar problemas de aislamiento o de fragmentación, lo que puede llevar a incrementar los índices de mortalidad, de desaparición de especies sensibles, de disminución de poblaciones de especies en estatus de protección (amenazada o en peligro de extinción), o degradación o destrucción de hábitats remanentes.

La implementación del presente Proyecto permitirá incentivar la ejecución de programas y planes de trabajo orientados a mantener la armonía entre los componentes de la RE, área de influencia y el área del Proyecto, asegurando la dinámica de las interrelaciones y flujos entre las condiciones físicas y biológicas del sitio, los factores abióticos y el medio socioeconómico; además, se desarrollará con la profundidad y el tiempo necesarios para que las proyecciones a mediano y largo plazo consideren los procesos permanentes o secuenciales propios del entorno, como los períodos de lluvia y de estiaje, garantizando así una visión integral y sostenible.

Consulta Pública

Tabla 138. Matriz de identificación de factores ambientales que podrían ser modificados por el cambio climático y el proyecto

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
Vegetación	Vegetación forestal	Disminución de la riqueza específica del sitio.	Alto: impacto severo, irreversible si se pierden especies endémicas.	Número de especies presentes vs. línea base*	Bajo: ≥ 80% de especies originales Medio: 50–79% Alto: < 50%
		Cambios de la composición original.	Medio: reversible parcialmente con revegetación.	Índice de similitud florística (ej. Sørensen)	Bajo: ≥ 0.8 Medio: 0.5–0.79 Alto: < 0.5
		Disminución en el tamaño poblacional.	Medio-Alto: puede ser reversible con restauración, pero crítico si se afectan especies clave.	Densidad de individuos/ha	Bajo: ≥ 70% del valor de referencia* Medio: 40–69% Alto: < 40%
	Vegetación no forestal	Disminución de la riqueza específica por desmonte.	Alto: impacto severo, irreversible si se pierden especies endémicas.	Número de especies en áreas desmontadas vs. conservadas	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Cambios de la composición original por la remoción de la cubierta vegetal no forestal (desmonte).	Medio: reversible parcialmente con revegetación.	% de cobertura no forestal	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Disminución en el tamaño poblacional.	Medio-Alto: puede ser reversible con restauración, pero crítico si se afectan especies clave.	Abundancia relativa de especies clave	Bajo: ≥ 60% del valor de referencia* Medio: 30–59% Alto: < 30%
Fauna	Hábitats	Afectación directa y deterioro de los hábitats faunísticos.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	% de superficie con condiciones adecuadas	Bajo: ≥ 60% del valor de referencia* Medio: 30–59% Alto: < 30%
		Disminución de superficie con condiciones adecuadas para ser utilizada como hábitat.			

Consulta Pública

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
		Déficit de desplazamiento.	Medio-Alto: reversible parcialmente, pero con riesgo de pérdida de conectividad.	Continuidad de hábitat (Índice de conectividad)	Bajo: ≥ 0.7 Medio: 0.4–0.69 Alto: < 0.4
	Anfibios y reptiles	Afectación de hábitat.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	Abundancia y riqueza de especies vs. línea base*	Bajo: ≥ 60% del valor de referencia* Medio: 30–59% Alto: < 30%
		Desplazamiento de especies.	Medio-Alto: reversible parcialmente, pero con riesgo de pérdida de conectividad.	% de registros en hábitats originales	Bajo: ≥ 70% del valor de referencia* Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Atropellamiento de especies.	Medio: local, reversible con medidas de mitigación.	Número de individuos atropellados/km de vía	Bajo: ≤ 2 Medio: 3–5 Alto: > 5
	Aves	Afectación de hábitat.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	Abundancia y riqueza de especies vs. línea base*	Bajo: ≥ 80% Medio: 50–79% Alto: < 50%
		Uso de infraestructura como área de anidación.	Moderada–alta: local, parcialmente reversible, si se implementan medidas de control	Uso de infraestructura como área de anidación.	Bajo: ≤ 20% Medio: 21–50% Alto: > 50%
		Colisión por infraestructura presente cercana.	Medio-Alto: local pero recurrente, reversible con infraestructura adaptada.	Número de colisiones registradas/mes	Bajo: ≤ 2 Medio: 3–5 Alto: > 5
	Mamíferos	Afectación de hábitat.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	Abundancia y riqueza de especies vs. línea base*	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Desplazamiento de especies.	Medio-Alto: reversible parcialmente, pero con riesgo de pérdida de conectividad.	% de registros en hábitats originales	Bajo: ≥ 70% del valor de referencia

Consulta Pública

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
					Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Atropellamiento de especies.	Medio: local, reversible con medidas de mitigación.	Número de individuos atropellados/km de vía	Bajo: ≤ 2 Medio: 3–5 Alto: > 5
	Movilidad de las especies	Efecto barrera por la infraestructura.	Alto: regional, irreversible si no se diseñan pasos de fauna.	Índice de conectividad de paisaje	Bajo: ≥ 0.7 Medio: 0.4–0.69 Alto: < 0.4
		Limitación de la movilidad por alta actividad humana	Alta: local a regional, parcialmente reversible si se implementan medidas de mitigación	% de rutas de movilidad funcionales	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
	Hábitos y comportamientos de las especies	Afectación del comportamiento por altos niveles de ruido	Medio: reversible cuando cese la actividad	Nivel de ruido (dB) vs. umbral tolerado de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
		Afectación del comportamiento por alta actividad humana.		Frecuencia de avistamientos en horarios críticos	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
Aire	Calidad del aire	Emisión de gases por parte de equipos, maquinaria y vehículos.	Medio: regional, reversible con control de emisiones.	Concentración de CO, NOx, SO_2 (ppm)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Incremento en cantidad de partículas suspendidas por circulación de maquinaria y vehículos y movimiento de tierras.	Medio-Alto: afecta salud humana y ecosistemas, reversible con mitigación.	PM_{10} / $PM_{2.5}$ (µg/m³)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%

Consulta Pública

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
	Confort sonoro	Generación de ruido por parte de la maquinaria	Medio: local, reversible al parar la actividad.	Nivel de ruido (dB) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
		Generación de ruido durante la construcción de infraestructura		Nivel de ruido (dB) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
Agua	Drenaje superficial	Infiltración de combustibles/sustancias químicas en caso de derrames accidentales.	Alto: impacto severo, difícilmente reversible.	Concentración de hidrocarburos o metales en agua (mg/L)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Alteración de la calidad de las aguas superficiales por vertidos y/o arrastres.	Alto: regional, reversible solo con tratamiento intensivo.	Índice de calidad del agua (ICA)	Buena: ≥ 80 Regular: 50–79 Mala: < 50
	Calidad del agua	Potabilización de agua	Medio-Alto: afecta salud humana directamente	Parámetros de la Norma NOM-127--SSA1-2021	Bajo: ≥ 90% del límite permisible Medio: 60–89% Alto: < 60%
	Cuerpos de agua	Contaminación por vertidos y/o arrastres	Alto: irreversible si afecta acuíferos.	Presencia de coliformes fecales (NMP/100 ml)	Bajo: ≥200 Medio: 201-1000 Alto: < 1000
	Disponibilidad del agua	Acceso a agua potable para la población	Alto: impacto social crítico.	Litros/habitante/día	Bajo: ≥ 100 Medio: 50-99 Alto: < 50
Suelos	Calidad del suelo	Alteración en las propiedades del suelo	Medio-Alto: reversible parcialmente con restauración.	% de parámetros físico-químicos de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Bajo: ≥ 80% Medio: 50–79% Alto: < 50%
		Contaminación por residuos	Alto: irreversible si se infiltra en acuíferos.	Concentración de metales pesados (mg/kg)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo

Consulta Pública

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
					Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Derrames por el almacenamiento de materiales y residuos peligrosos	Medio: reversible con manejo adecuado.	Presencia de hidrocarburos en suelo (mg/kg)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Generación de residuos de manejo especial producto del desazolve	Medio: reversible con manejo adecuado.	Volumen de residuos generados (kg/mes)	Bajo: ≥ 20% de capacidad de manejo Medio: 21–50% Alto: < 50%
		Perdida de la fertilidad por remoción de la capa superficial	Alto: irreversible si se pierde capa superficial	% de materia orgánica en capa superficial	Bajo: ≥ 3% Medio: 1-2.9% Alto: < 1%
	Relieve-topografía	Alteración de las geoformas y topología natural de los terrenos.	Alto: irreversible, afecta paisaje.	% de superficie con relieve natural conservado	Bajo: ≥ 80% Medio: 50–79% Alto: < 50%
	Compactación	Perdida de vegetación forestal Perdida de vegetación no forestal Tránsito constante de vehículos y maquinaria pesada	Medio-Alto: reversible parcialmente con técnicas de recuperación.	Índice de compactación (g/cm³)	Bajo: ≥ 1.4 Medio: 1.41-1.6 Alto: < 1.6
	Erosión	Pérdida de vegetación forestal Pérdida de vegetación no forestal Perdida de fertilidad por remoción de la capa superficial rica en materia orgánica	Alto: irreversible si se pierde suelo fértil.	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Bajo: ≥ 5 Medio: 6-10 Alto: < 10

Consulta Pública

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
		Tránsito constante de vehículos y maquinaria pesada			
Contaminación sonora/lumínica	Ruido diurno	Alteración por maquinaria presente en el sitio	Medio: local, reversible al cesar actividad.	Nivel de ruido (dB) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
	Intrusión lumínica	Contaminación lumínica por la iluminación nocturna del proyecto	Medio-Alto: afecta fauna nocturna, reversible con medidas de control.	Nivel de luminancia (lux) en áreas sensibles de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008	Bajo: ≥ 10 lux Medio: 11-30 lux Alto: < 30 lux
Paisaje	Paisaje intrínseco	Presencia de maquinaria	Medio: local, reversible	% de área afectada visualmente	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
		Desorden general por obra			
		Aumento de la presencia escénica	Alto: Regional, irreversible	% de infraestructura visible en el paisaje	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
		Aumento de la infraestructura y sus servicios			
	Potencial de vistas	Incremento de actividades antropogénicas	Medio-Alto: local, parcialmente reversible	% de vistas alteradas	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
	Fondo escénico	Alteración del paisaje por la infraestructura de los aerogeneradores y sus servicios	Alto: Regional, irreversible.	% de fondo escénico modificado	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
	Singularidad o rareza	Alteración visual por la instalación de la infraestructura y obras asociadas	Alto: irreversible, afecta patrimonio visual	% de elementos singulares afectados	Bajo: ≥ 10 % Medio: 11-30 % Alto: < 30 %
	Actuaciones humanas	Presencia de actividades antropogénicas	Medio: local, reversible	Frecuencia de actividades visibles	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%

Consulta Pública

Componente	Factor ambiental	Impacto Ambiental	Nivel de significancia	Indicador de fragilidad	Umbral de fragilidad
Socioeconómico	Actividades comerciales	Incidencia del proyecto y su funcionamiento sobre las economías locales	Medio-Alto: regional, reversible parcialmente.	% de comercios afectados	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
	Generación de empleos	Aumento en la generación de empleos locales	Bajo: positivo, reversible.	Número de empleos generados	Bajo: ≥ 100 Medio: 50–99 Alto: < 50
	Infraestructura y servicios	Aumento en infraestructura y servicios	Bajo-Medio: positivo, reversible.	% de población beneficiada	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Potabilización de agua	Medio-Alto: crítico si no se cumple.	Parámetros de la Norma NOM-127--SSA1-2021	Bajo: ≥ 90% del límite permisible Medio: 60–89% Alto: < 60%
		Calidad del agua	Alto: afecta salud pública.		
		Disponibilidad del agua (evitar el desabasto de agua)	Alto: Impacto social severo	Litros/habitante/día	Bajo: ≥ 100 Medio: 50-99 Alto: < 50
***Valor de referencia y Línea base se refiere al primer registro obtenido durante el primer mes de muestreo.**					

Consulta Pública

III.8.2 Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas

El retiro de vegetación por el establecimiento del proyecto afectará directamente varios servicios ambientales, que son los beneficios que los ecosistemas brindan a las personas y al entorno.

La LGEEPA en su Artículo 3°, Fracción XXXVI señala que se entenderá por *Servicios ambientales: Los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano* (DOF, 2021). La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), en su Artículo 7, Fracción LXI, define como *Servicios ambientales: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano* (DOF, 2021). Finalmente, de acuerdo con la definición de la SEMARNAT (2016), los servicios ambientales son: *los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable*.

Los servicios ambientales son catalogados conforme a lo señalado por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) en:

- *Servicios de soporte o apoyo:* son los que mantienen los procesos de los ecosistemas y son necesarios para la producción y presencia de los otros servicios, sus beneficios son indirectos y se dan a través de periodos muy largos.

- *Servicios de regulación*: Son los que mantienen los procesos y funciones naturales del ecosistema.

- *Servicios de provisionamiento*: son aquellos recursos tangibles renovables o no renovables obtenidos de los ecosistemas y que pueden ser consumidos y finitos.

- *Servicios culturales*: estos son los beneficios tangibles o intangibles del ecosistema que resultan de la percepción y apreciación del hombre y pueden estar ligados o no a expresiones culturales, espirituales y de cosmovisión.

Para el presente apartado se realizó una identificación de los servicios ambientales que podrían ser afectados por las actividades del proyecto, para lo que se consideró la reclasificación de usos de suelo y tipos de vegetación primaria y secundaria presentes en la RE, Ai y AP. Con ello se observó que la vegetación presente en el AP corresponde a pastizal cultivado, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano y mezquital xerofilo en menor medida.

Estos tipos de vegetación ofrecen servicios ambientales como hábitat clave de especies de flora y fauna adaptadas a climas húmedos y secos, fuentes de alimento, refugio y zonas de crianza para las diferentes especies de fauna, son sitios de regulación hídrica y climática, protección de suelos y recarga de acuíferos del sitio. De igual forma, el uso del agua es uno de los servicios utilizados como provisión de agua y hábitat de especies acuáticas.

Consulta Pública

En total se identificaron 14 servicios ambientales, considerados en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, SEMARNAT y el Millenium Ecosystem Assessment (MEA; 2005). En la Tabla siguiente se enlistan los servicios ambientales con la categoría o tipo de servicio que presta, así como la magnitud de afectación por unidad de área.

Tabla 139. Servicios ambientales identificados en el AP, Ai y RE, demanda y categoría, que podrían ser afectados por el proyecto debido al retiro de vegetación

Servicios ambientales (MEA, 2005 y SEMARNAT, 2006)	Categoría o tipo de servicio				Sitio de Afectación por actividades	Magnitud de afectación del servicio ambiental/ unidad de área (MEA, 2005)
	Soporte o Apoyo	Regulación	Provisión	Cultural		
Ciclo de nutrientes: Generación de oxígeno	X				AI	Baja
Ciclo de nutrientes: Captura de carbono		X			AP	Media
Formación de suelos: Control de la erosión y generación, conservación y recuperación de suelos	X				AP	Baja
Producción primaria: Polinización de plantas	X				AP	Baja
Regulación climática					AP	Media
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales		X			AP	Baja
Regulación de enfermedades: Control biológico de plagas		X			RE	Baja
Agua dulce: Provisión y Regulación de agua en calidad y cantidad suficientes		X	X		AP, AI, RE	Baja
Madera y fibras: Degradación de desechos orgánicos			X		AP	Media
Estético: Belleza del paisaje				X	AP, AI, RE	Medio
Educación				X	AP, AI, RE	Baja
Recreación				X	AP, AI, RE	Baja
Protección de la biodiversidad, ecosistemas y las formas de vida	X				AP	Baja
RE: Región Ecologica, AI: Area de Influencia, AP: Área del proyecto						

Consulta Pública

A continuación, se describe cada uno de los servicios ambientales localizados de acuerdo con lo observado en campo y trabajo de gabinete, así como la situación actual de los servicios respecto al área del proyecto, AI y RE, los cuales requieren atención prioritaria y cuáles es la contribución al calentamiento global:

1. Servicio ambiental: Ciclo de nutrientes (MEA, 2005), Generación de oxígeno (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	Se refiere al almacenamiento de carbono a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis y liberando en este proceso oxígeno (O_2) hacia la atmósfera. La vegetación absorbe el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico junto con elementos del suelo y aire; sin embargo, es difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	La atención de este servicio ambiental en el área del proyecto no es de carácter prioritario. Aunque se relaciona de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, se asume que la afectación por la eliminación de la cubierta forestal es baja, de acuerdo con el siguiente argumento: los estratos mejor representados son el arbustivo y el herbáceo, los cuales son integrados por individuos de escaso desarrollo de 3 a 5 m de altura para el estrato arbustivo y menores a un metro para el estrato herbáceo. Asimismo, dentro del área del proyecto se desarrollarán actividades de rescate, reubicación y conservación de diversas especies de importancia forestal, que busca la protección de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, entre otras actividades. Todas las especies de vegetación contribuyen con la generación de oxígeno; sin embargo, la mayor superficie del AP está ocupada por pastizal cultivado y su aporte a la generación de oxígeno es relativamente menor en comparación con otros ecosistemas.
Contribución al calentamiento global	• Aunque la reducción de O_2 no incrementa directamente el efecto invernadero (el oxígeno no es un gas de efecto invernadero), su disminución refleja la pérdida de capacidad fotosintética y, por ende, la pérdida de captura de CO_2. • Menos vegetación significa menos oxígeno producido y menos carbono fijado, lo que indirectamente contribuye al calentamiento global. • A nivel local, la reducción de O_2 puede afectar la calidad del aire y la salud de las comunidades, mientras que a nivel global se traduce en menor resiliencia frente al cambio climático.
2. Servicio ambiental: Ciclo de nutrientes (MEA, 2005), Captura de carbono (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	La generación constante y masiva de emisiones de CO_2 por el ser humano que no son absorbidas en su totalidad por los procesos naturales ha provocado una mayor acumulación de este gas en la atmósfera. Por lo anterior, la captura de carbono adquiere una importancia crucial: puede contribuir a remediar el calentamiento de la Tierra porque evita la acumulación de CO_2 en la atmósfera. Sin embargo, su efecto benéfico dependerá del tiempo que el carbono se mantenga almacenado en plantas, árboles o productos de madera, pues cuando éstos se queman o descompongan, el elemento regresará a la atmósfera en forma de emisiones de CO_2.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Debido a la remoción de la vegetación, se estima que habrá una afectación al servicio ambiental de captura de carbono de los componentes naturales. En los ecosistemas áridos y semiáridos, la capacidad de captura de carbono es de 80 Ton/CO_2/ha. El pastizal cultivado (que es la abarca la mayor superficie del AP) contribuye de manera mínima a la captura de carbono, pero el MET si presenta una mayor aportación. El área forestal afectada por el proyecto se considera bajo; sin embargo, aunque la mayor superficie del AP está ocupada por pastizal cultivado, la ejecución del proyecto

Consulta Pública

	podría poner en riesgo el servicio ambiental y es de atención prioritaria. Para contrarrestar esto, se deberán desarrollarán actividades de rescate, reubicación, reforestación y conservación de diversas especies de importancia forestal, que busca la protección de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, entre otras actividades. De acuerdo con lo mencionado, el presente servicio se considera de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• La vegetación forestal fija carbono, contribuyendo a la estabilidad de ecosistemas áridos. Los pastizales almacenan carbono en biomasa subterránea y suelos áridos, siendo reservorios importantes. Finalmente, almacenar carbono ayuda a reducir la concentración de gases de efecto invernadero, mitigando el calentamiento global. • La vegetación forestal favorece la regulación hídrica y protección de suelos, ya que mantiene el equilibrio hidrológico en humedales, evitando inundaciones y sequías extremas, protege contra la erosión y actúa como barrera frente a tormentas y huracanes; estos servicios reducen la vulnerabilidad de comunidades humanas al cambio climático. • Contribuyen a la conservación de biodiversidad, ya que proveen de hábitat a especies endémicas y migratorias, muchas de ellas clave en cadenas tróficas; la pérdida de estas comunidades no solo libera carbono, sino que también reduce la resiliencia de ecosistemas frente al cambio climático.
3. Servicio ambiental: Formación de suelos (MEA, 2005), control de la erosión y generación, conservación y recuperación de suelos (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	El suelo es un elemento clave al formar parte de los ecosistemas, se clasifica como servicios de soporte, regulación y provisión principalmente. El suelo provee una gran variedad de microambientes para que es fundamental en los ciclos biogeoquímicos. Este elemento tiene un papel importante en el ciclo hidrológico, ya que el agua que almacena representa cerca del 90% que es aprovechada por los cultivos alrededor del mundo, junto con la capacidad del suelo para absorber y emitir calor, lo convierten en un importante regulador climático. Otro servicio ambiental que provee el suelo es el de provisión, ya que es el sustrato para la obtención de cultivos comestibles para forraje, fibras y combustible, se estima que 95% de los alimentos se producen directa o indirectamente en los suelos; actúa como la veta de materiales utilizados en la construcción (arenas, gravas y arcillas) y para diversos objetos (piedras y metales preciosos).
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Uno de los problemas principales relacionado con los suelos, es la degradación ocasionada principalmente por las actividades humanas, como el cambio de uso del suelo asociada al desarrollo urbano e industrial (SEMARNAT, 2003). La degradación de la tierra en áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas ocurre de forma gradual y provoca la pérdida de productividad del suelo y adelgazamiento de la cubierta vegetal debido a las actividades humanas y las variaciones climáticas, como sequías prolongadas e inundaciones. Los tipos de suelo presentes en la RE tienen propiedades que contribuyen a los cambios de humedad. Los suelos vertisoles se desarrollan sobre materiales finos en ambientes con relieve plano o ligeramente ondulado, por lo que son comunes en planicies aluviales y zonas de acumulación sedimentaria; los Solonchak son comunes en ambientes costeros, marismas y planicies lagunares, donde la dinámica hidrológica y la influencia marina favorecen la concentración de sales en el perfil del suelo; los chernozems y phaeozems se caracterizan por presentar horizontes superficiales ricos en materia orgánica, color oscuro y buena estructura granular, se desarrollan en vegetación de pastizal o matorral y presentan condiciones

Consulta Pública

	relativamente favorables para actividades agrícolas, debido a su fertilidad natural y capacidad de retención de humedad. El cambio de uso de suelo para la construcción del proyecto generará una afectación directa sobre la formación y conservación de los suelos.
Contribución al calentamiento global	• El suelo es un elemento clave en el cambio climático, debido a la gran capacidad de almacenamiento del carbono, ya que se ha estimado que contiene mucho más carbono que el que se encuentra en la vegetación y en la atmósfera. • Cuando se interrumpe la formación de suelos por retiro de vegetación, se reduce la capacidad de almacenar carbono en la materia orgánica. • La degradación del suelo libera CO_2 previamente fijado y disminuye la capacidad de actuar como sumidero, esto convierte al suelo en una fuente de emisiones contribuyendo al aumento de gases de efecto invernadero. • La erosión expone la materia orgánica y acelera su descomposición, liberando CO_2 a la atmósfera. • La pérdida de suelos fértiles reduce la capacidad de los ecosistemas para sostener vegetación, lo que disminuye la captura futura de carbono. A largo plazo, la degradación del suelo genera un círculo vicioso: menos vegetación → menos captura de carbono → más emisiones.
4. Servicio ambiental: Producción de plantas (MEA, 2003). Polinización de plantas y reproducción vegetal (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	Las plantas nos proporcionan alimento, medicinas, madera, combustible, fibras, entre otras cosas. También son capaces de captar la energía del sol para fabricar materia orgánica y liberar oxígeno por lo que son indispensables para la vida de todos los organismos. Uno de los mecanismos de reproducción vegetal es mediante el traslado del polen desde las anteras o partes masculinas de una flor, hasta los estigmas, o partes femeninas, ya sea de la misma planta o de otras plantas que se encuentren a cierta distancia, por lo cual, algunas especies funcionan como medio de traslado, lo cual les da importancia en el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas a través de su participación en la polinización. Otro de los mecanismos de dispersión de semillas es por medio de aves y mamíferos a través de sus excretas y de forma remanente en sus cuerpos, dispersándolas por movimientos o sacudidas hasta caer al suelo. Estos procesos de polinización y reproducción vegetal sirven de alimento a muchos organismos, de forma que se benefician de forma similar la flora y fauna. El mantenimiento de muchas de las especies de flora que se encuentran en el área del proyecto, Ai y la RE se debe al continuo proceso de polinización y a la dispersión de semillas por medio de mamíferos. Debido a ello, se crea una cadena alimenticia desde la planta-insecto-aves, planta-mamífero y/o planta-ave, lo que contribuye a la diversidad de especies y beneficia tanto a plantas, insectos, aves y mamíferos de la zona.
Vinculación con el área del proyecto, Ai y/o RE	Las actividades de construcción reducirán la abundancia de la flora silvestre, pero no reducirán la diversidad de especies; además, las mismas especies de flora se localizan de manera más abundante en otros sitios del Ai y RE. Por lo anterior mencionado, el presente servicio no se considera de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• La producción de biomasa vegetal implica la captura de CO_2 atmosférico y su almacenamiento en tejidos vegetales. • Cuando se reduce la producción de plantas (por retiro de vegetación o degradación del suelo), disminuye la capacidad de los ecosistemas para actuar como sumideros de carbono, esto se traduce en mayor concentración de CO_2 en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero. • Además, la pérdida de biomasa reduce la disponibilidad de materia orgánica para el ciclo de nutrientes, debilitando la resiliencia frente al cambio climático.

Consulta Pública

5. Servicio ambiental: Regulación climática (MEA, 2005), Regulación del clima (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	La regulación del clima es uno de los servicios ambientales fundamentales que depende del tipo de vegetación, principalmente bosques y selvas. La eliminación de la cobertura boscosa y su reemplazo por casi cualquier otro uso de suelo —pastizales, por ejemplo— dan como resultado una disminución en la cantidad de energía solar absorbida por la superficie terrestre y produce una reducción en la tasa de evapotranspiración, así como turbulencias y movimiento vertical de las corrientes de aire. Estos cambios pueden afectar la formación de nubes y la cantidad de precipitación que recibe una cuenca o región, por lo que se rompe el ciclo hidrológico y puede provocar cambios permanentes en el clima regional, incluidos un aumento en la temperatura (por falta de nubes y corrientes de convección), una reducción en la cantidad de lluvia y en casos extremos, un aumento del riesgo de incendios forestales. La temperatura y el clima de la tierra están determinados, entre otros factores, por la presencia en la atmósfera de los "gases de invernadero": bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Estos gases tienen la capacidad de absorber y reemitir el calor (radiación infrarroja) que reciben de la superficie calentada por el sol. Aunque la biomasa de la vegetación de zonas áridas presentes en el AP, Ai y RE es menor que la de manglares o selvas, los suelos áridos pueden almacenar carbono por siglos, contribuyendo a la mitigación del calentamiento global. Por ejemplo, el Matorral Espinoso Tamaulipeco, donde su capacidad de captura de carbono es menor que la de humedales, aún es relevante en zonas semiáridas donde otros ecosistemas tienen baja productividad. La regeneración del matorral espinoso se ha identificado como estrategia de restauración climática en el noreste de México. Por lo tanto, a pesar de que este servicio ambiental es de gran relevancia, su valoración resulta subjetiva ya que los parámetros para determinar la influencia de los recursos forestales del predio sobre la regulación microclimática requiere de un monitoreo constante y periódico, cuyos alcances se miden en años, lo cual dificulta su análisis técnico.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Se puede anticipar que exista disminución en este servicio ambiental debido a las actividades de preparación del sitio, construcción y operación en el área del proyecto, además, la combustión producida por el futuro uso de maquinaria en general generará gases de efecto invernadero (GEI), los cuales alteran la regulación del clima. Sin embargo, en el área de la RE se mantendrán las condiciones, por lo cual, la atención de este servicio ambiental no se considera de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• La pérdida de vegetación y suelos reduce la capacidad de los ecosistemas para capturar y almacenar carbono, lo que incrementa la concentración de CO_2 en la atmósfera. • Se disminuye la capacidad de amortiguar el calor y la humedad, generando microclimas más cálidos y secos, lo que intensifica fenómenos como el efecto isla de calor, aumentando la vulnerabilidad de las comunidades y especies.
6. Servicio ambiental: Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	La degradación ambiental de los ecosistemas también se debe a eventos naturales como incendios forestales, deslizamientos de tierra o fenómenos meteorológicos extremos como sequías, huracanes, tornados o inundaciones, entre otros; incluso la sinergia de estos eventos con las actividades humanas puede agravar la situación de los ecosistemas. La deforestación es uno de estos eventos y tiene un fuerte

Consulta Pública

	impacto en la captación del agua, ya que impide la recarga de los mantos acuíferos y provoca que el agua escape de la cuenca a la que se asocia. Este fenómeno puede propiciar inundaciones como sequías (como sucede con más frecuencia en varios estados de México y en otras partes del mundo). En cuencas deforestadas, el agua deja de infiltrarse hacia el subsuelo por la falta de árboles y de vegetación, lo que provoca un aumento significativo del escurrimiento pluvial y, por lo tanto, del caudal de los ríos y de la rapidez con que se eleva su nivel justo después de una tormenta, lo cual incrementa el riesgo de que ocurran inundaciones. Por otra parte, dado que disminuye la recarga de los mantos acuíferos, durante la época de secas, el nivel de las corrientes es más bajo y hay menos agua disponible.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	La construcción de nuevas infraestructuras deben contemplar un diseño resistente para el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales en caso de presentarse, por lo que la infraestructura que contempla el proyecto considera esto y contará con las medidas precautorias para hacer frente a estos fenómenos naturales. Este servicio será afectado de acuerdo con las dimensiones de remoción de vegetación estimadas para el proyecto. Con base en lo mencionado, este servicio depende de las modificaciones en las áreas que serán impactadas por el proyecto y que comprometan la integridad del ecosistema. Mientras no exista alguna modificación considerable, el servicio ambiental no será de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• Al perder vegetación y capacidad de infiltración, aumenta la escorrentía superficial y se reduce la recarga de acuíferos, esto genera mayor vulnerabilidad a inundaciones y sequías, fenómenos que se intensifican con el cambio climático. • Al perder las barreras naturales, los fenómenos extremos (que son más frecuentes por el cambio climático) generan mayor daño y liberan más emisiones indirectas (por la implementación de infraestructura, combustión de materiales, pérdida de biomasa). • La ausencia de amortiguamiento natural obliga a depender más de infraestructura artificial, que suele tener una huella de carbono elevada en su construcción y mantenimiento.
7. **Servicio ambiental: Regulación de enfermedades (MEA, 2005), Control biológico de plagas (SEMARNAT, 2006)**	
Descripción del servicio	La importancia principal de este servicio ambiental es debido al sostenimiento de la diversidad de especies de fauna y flora, que favorece el control biológico de plagas, ya que mantiene un equilibrio en la cadena alimenticia. Algunos ejemplos son las aves que se alimentan de insectos, las serpientes que se alimentan de ratones y las aves carroñeras que realizan la limpieza de aquellos organismos que se mueren, lo que favorece el control en la dinámica de la población. Los servicios relacionados con el control biológico y la regulación de enfermedades son un valioso aporte a los ecosistemas. Dentro de los cultivos se presentan interacciones bióticas complejas, las cuales permiten que las diversas poblaciones de microrganismos como organismos de mayor tamaño, se mantengan en niveles estables y desarrollen actividades de parasitismo, mutualismo, comensalismo y depredación, entre otros; ello dinamiza el flujo de energía y de nutrientes, la dispersión de semillas y la polinización. Algunos microorganismos desempeñan un papel importante como reguladores de poblaciones de otros organismos (generalmente, de otros artrópodos); este es el principio del control biológico de plagas. Estas interacciones bióticas son de gran relevancia para el bienestar humano; en particular, para la producción agropecuaria, pues a menudo se presentan ataques tanto de plagas como de enfermedades, causados por un desbalance o una reducción de la biodiversidad (Corredor et al., 2012). Los perros domésticos, son los principales

Consulta Pública

	transmisores de patógenos virales (rabia, del moquillo y del parvovirus) a poblaciones de otros carnívoros silvestres en Latinoamérica (Deem et al., 2001).
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Respecto al control de plagas participan diferentes especies de fauna en el AP, Ai y RE, de todos los grupos faunísticos como principales agentes de control biológico, lo que ayuda en la regulación de las poblaciones involucradas. Un ejemplo de control biológico en el área son las serpientes de cascabel de la familia Viperidae, que desempeña un papel ecológico muy importante ya que depreda pequeños mamíferos roedores, que a su vez perjudican los sistemas de agrocultivo, lo que beneficia de manera directa e indirecta a los humanos. Así mismo, la presencia de las aves que se alimentan de semillas ayuda de forma indirecta en la dispersión de semillas; además, algunas especies de reptiles también son presa de otros organismos como las aves rapaces del sitio. La presencia de aves carroñeras como los zopilotes (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*) y coyotes (*Canis latrans*) resulta importante, ya que se alimentan de organismos muertos que encuentran en el área de influencia, que, de otra forma, serían un reservorio para la propagación de diferentes enfermedades. Los murciélagos insectívoros son importantes controladores de especies de invertebrados que pueden volverse perjudiciales para cultivos, o bien; representan vectores de diversas enfermedades. Gran parte de la diversidad de aves, anfibios y reptiles que transitan en el AP y en el SAR, funcionarán como control biológico y ayudaran a mantener el equilibrio ecológico, por tal motivo, se deberá evitar la presencia de especies exóticas e invasoras y la caza de las especies nativas. Este servicio no es de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• La pérdida de vegetación y biodiversidad reduce la capacidad de los ecosistemas para regular poblaciones de vectores, lo que aumenta la incidencia de enfermedades. • El cambio climático intensifica la dispersión de vectores hacia nuevas áreas, generando mayor presión sanitaria, esto implica mayor uso de infraestructura médica, energía y químicos (insecticidas, fumigaciones), todos con alta huella de carbono. • Indirectamente, la degradación de este servicio incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero y la vulnerabilidad social frente al cambio climático.
8. **Servicio ambiental: Purificación de agua, agua dulce (MEA, 2005), Provisión y Regulación del agua en calidad y cantidad suficiente (SEMARNAT, 2006)**	
Descripción del servicio	Tener acceso al agua potable es un derecho fundamental e imprescindible para el bienestar de la población. El consumo de agua no potable puede traer consigo la presencia de diversas enfermedades como el cólera y la tifoidea, entre otras (CONAGUA, 2014; CONAGUA, 2015) causantes de morbilidad y muerte en los países en desarrollo. Para evitar los problemas de salud a la población, se procura que el agua suministrada se someta a procesos de desinfección y/o potabilización que le garanticen las características adecuadas para su uso y consumo. La regulación de la calidad del agua es uno de los servicios ambientales más importantes ya que de ella se benefician flora y fauna silvestre, fauna doméstica y seres humanos. La calidad del agua es una medida de las propiedades físicas, químicas y biológicas del líquido (Peters et al., 2009) que resulta fundamental conocer para aprovechar adecuadamente y de forma segura el líquido. Los estándares específicos del agua se definen en función de los usos que pretende dársele (p. ej. agua potable, para el uso agrícola o industrial). Sin embargo, las aguas disminuyen su calidad cuando pueden contaminarse con compuestos químicos que empeoran su condición, lo cual afecta la vida silvestre e impiden su uso para consumo humano (Barba, 2002; Gómez et al., 2013). Además, las descargas de

Consulta Pública

	aguas residuales que se vierten a ríos, arroyos, lagunas y que desembocan en las zonas costeras pueden también afectar la calidad del agua, provocando enfermedades gastrointestinales, irritación en la piel e infecciones en ojos y oídos (Conagua, 2015; Laureano-Nieves, 2005). El presente servicio ambiental está relacionado en función con la vegetación forestal como reguladora del agua y garantías de su disponibilidad y calidad. La unidad física básica en la regulación del agua es la cuenca. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca al igual que la cantidad y calidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve, pendiente, tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, del conjunto de los ecosistemas que la conforman.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Este servicio beneficia al área del proyecto y a la región involucrada de distintas formas, una de ellas es en el agua dulce que drena el área de la RE, otra forma es en el consumo de agua dulce por la fauna silvestre y doméstica a través de cuerpos de agua dulce temporales y/ permanentes, naturales y/o de construidos y de los cuales, también se ve beneficiado el ser humano. El AP se localiza dentro del acuifero Méndez–San Fernando. Este se distribuye principalmente en la región costera y subcostera del noreste del estado de Tamaulipas, abarcando sectores asociados a la planicie litoral y a sistemas sedimentarios relacionados con ambientes fluviales y lagunares. La recarga del acuífero ocurre principalmente a través de la infiltración de agua de lluvia y mediante aportaciones provenientes de escurrimientos superficiales y de los sistemas hidrológicos regionales. En algunas zonas cercanas a cuerpos lagunares o ambientes costeros, el comportamiento hidrogeológico puede verse influenciado por la interacción entre el agua subterránea y los sistemas lagunares o marinos, lo cual puede generar procesos de salinización o mezcla de aguas. Al igual que el acuífero Bajo Río Bravo, el acuífero Méndez–San Fernando se encuentra clasificado con disponibilidad de agua subterránea, lo que indica que existe un volumen potencial de extracción bajo condiciones de manejo regulado del recurso hídrico.
Contribución al calentamiento global	• La disponibilidad de agua dulce se ve afectada por cambios en el ciclo hidrológico derivados del aumento de temperaturas. • Sequías más intensas y variabilidad en lluvias reducen la capacidad de los ecosistemas de mantener reservas de agua, esto genera presión sobre fuentes alternativas (desalinización, bombeo profundo), que suelen tener altas emisiones de CO_2. • El calentamiento global altera la disponibilidad de agua, generando escasez en algunas regiones y exceso en otras (inundaciones). • La contaminación se agrava con temperaturas más altas y menor capacidad de dilución en cuerpos de agua. • El servicio ecosistémico se debilita, aumentando la dependencia de soluciones tecnológicas intensivas en energía.
9. Servicio ambiental: Alimentos (MEA, 2005)	
Descripción del servicio	La ganadería y agricultura son de los servicios ambientales más importantes en la zona. Esto ha provocado la expansión de la frontera agropecuaria lo cual no sólo tiene consecuencias ecológicas adversas, también afecta el bienestar social y económico de las comunidades que dependen de ellas. Dicho servicio ambiental es uno de los proveedores de alimentación a todo el mundo.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Por la infraestructura prevista para el proyecto no pretende la expansión de la frontera agrícola, y por el contrario as actividades de conservación y reforestación pretenden contribuir a la recarga de acuíferos, agua que es utilizada en los distritos de riego de la RE, por lo que este servicio ambiental no es de atención prioritaria.

Consulta Pública

Contribución al calentamiento global	• La producción agrícola intensiva de cultivos como maíz, soya y trigo requieren fertilizantes nitrogenados y maquinaria agrícola que liberan CO_2 y óxidos de nitrógeno. • La deforestación y cambio de uso de suelo ocasionados por la expansión de áreas agrícolas, especialmente para soya y maíz, implica pérdida de bosques que son sumideros de carbono. • El transporte y logística para el traslado de granos desde zonas productoras hasta centros de consumo y exportación genera emisiones significativas, especialmente si se hace por carretera. • El procesamiento y almacenamiento respecto a la energía usada en molinos, silos y plantas de transformación también contribuye a la huella de carbono.
10. Servicio ambiental: Madera y fibras (MEA, 2005), Degradación de desechos orgánicos (SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	Los ecosistemas proporcionan una amplia diversidad de materias primas como fibras y madera para la construcción, que se derivan directamente de especies vegetales tanto silvestres como cultivadas y que son muy importantes para las actividades comerciales y de subsistencia en comunidades rurales. En las últimas décadas, las plantas se han utilizado cada vez más para la producción de energía renovable como biocombustibles. A su vez, la degradación de la dendra hojarasca al ser un desecho de las plantas produce un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica que actúan como esponjas para el agua de lluvia, permitiendo su lenta filtración hacia el subsuelo, la captación de agua adicional mediante la condensación de la neblina y un aumento en la recarga de los mantos acuíferos.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	La vegetación presente dentro de la RE corresponde a agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual, pastizales cultivados e inducidos, asentamientos humanos, vegetación primaria y secundaria arbustiva de matorral espinoso tamaulipeco, mezquital xerófilo, matorral submontano en zonas cercanas al AP. Aunque la vegetación es poco densa en algunas zonas, propicia materia orgánica que se genera con las hojas, ramas y troncos de algunas especies de plantas, esto favorece la retención de agua en el suelo, la estabilización de los suelos y la degradación de los residuos funcionan como fertilizantes naturales y evitan la erosión de los suelos. Por otra parte, las especies de interés forestal que provienen de estos ecosistemas son utilizados por la madera en forma de brazuelos, tablas y tablones, postes para cerca, pero principalmente lo utilizan como leña para la preparación de alimentos o calefacción del hogar. Si bien, es un recurso ecosistémico, si se debe vigilar su extracción y debe procurarse que el aprovechamiento forestal se realice de manera sustentable y se eviten las prácticas que afecten de manera irreversible la existencia. Este servicio no es de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• Los bosques actúan como sumideros de carbono, reduciendo la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. • El uso de madera en construcción puede sustituir materiales intensivos en energía (como acero o cemento), disminuyendo emisiones. • Cuando hay degradación, la deforestación y explotación no sostenible liberan el carbono almacenado en la biomasa y el suelo, esto incrementa las emisiones de CO_2 y reduce la capacidad de los ecosistemas para mitigar el cambio climático.
11. Servicio ambiental: Estético (MEA, 2005), Belleza del paisaje (SEMARNAT, 2006)	

Consulta Pública

Descripción del servicio	Los ecosistemas se integran en diversas formas, expresiones y escenarios naturales que la mayoría de las veces generan espacios para nuestra recreación y el disfrute de los diferentes paisajes y escenarios naturales, por lo que constituye uno de los servicios ambientales más evidentes para el ser humano. La naturaleza también es la fuente más importante de nuestra creatividad intelectual y artística. El servicio ambiental que aporta la belleza escénica crea un equilibrio fundamental con el ser humano. Además, se vincula con la conservación de las áreas naturales tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están, en la medida en que puede generar un encadenamiento de actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Con la construcción del proyecto el paisaje sufrirá alteraciones, modificando algunos elementos característicos del paisaje como las panorámicas locales en determinadas direcciones, debido a las construcciones, edificaciones y caminos nuevos en el paisaje; sin embargo, estos efectos solo serán observados en determinadas áreas. En la RE, en general se mantendrá el paisaje dominante. Debido a las actividades de durante la preparación del sitio, construcción y operación, existe un incremento en la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, por lo cual, el almacenamiento de todos los tipos de residuo genera una contaminación visual y en el caso de no ser manejados adecuadamente y de no llevar una correcta disposición, se podría ocasionar un desencadenamiento de problemas ambientales en los cuales se incluye una contaminación visual y un deterioro estético en el sitio del proyecto. Así mismo, actualmente existen zonas impactadas por las actividades agrícolas y de ganadería, por lo que dicho servicio ambiental se considera de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	• La contemplación de paisajes naturales conduce al bienestar humano ya que reduce el estrés, mejora la salud mental y fortalece vínculos sociales. • La belleza escénica promueve el turismo sostenible atrayendo visitantes y generando ingresos que pueden financiar la conservación, caso contrario, la degradación ambiental disminuye la llegada de visitantes, afectando economías locales. • La valoración estética motiva a comunidades y gobiernos a proteger ecosistemas, creando conciencia ambiental, lo que indirectamente ayuda a mitigar el cambio climático al conservar sumideros de carbono. • La deforestación, contaminación o urbanización desordenada deterioran la belleza escénica, reduciendo el valor cultural y económico. • La pérdida de paisajes estéticos reduce la motivación social para conservar ecosistemas, lo que puede acelerar procesos de degradación y contribuir indirectamente al calentamiento global.
12. Servicio ambiental: Educación (MEA, 2005)	
Descripción del servicio	De acuerdo a los servicios ambientales que prestan los ecosistemas, la educación se agrupa dentro de los servicios culturales debido a que no toda la sociedad tiene conocimiento de la importancia de la naturaleza en el entorno, el propósito de este servicio es dar a conocer la calidad y tipos de los servicios ambientales que se prestan a la sociedad mediante procesos educativos ambientales que aportan a la conservación natural y al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que atienden. Además de las instituciones encargadas de investigar y conservar áreas naturales, parques y reservas, es indispensable que las comunidades que habitan estos sitios naturales también participen en las actividades de educación, conservación y restauración del medio ambiente.

Consulta Pública

Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Se tiene conocimiento que en las áreas comprendidas dentro de la RE y zonas aledañas al sitio de proyecto, no hay actividades de investigación, sin embargo, existen ranchos cinegéticos en donde puede generarse información de la fauna presente y la calidad del ecosistema, por ejemplo. La educación de manera general ocurre en los asentamientos humanos dentro de la RE mientras que en el AP se fomentará a través de la sensibilización y capacitación para el desarrollo sostenible buscando que las personas adquieran habilidades, se formen o actualicen conocimientos y se concienticen en aquellos temas necesarios para responder a proyecto. Este servicio no es de atención prioritaria.
Contribución al calentamiento global	El servicio ambiental de educación contribuye al cambio climático de manera indirecta: no genera emisiones por sí mismo, pero es una herramienta clave para reducirlas al formar ciudadanos conscientes, capaces de adoptar prácticas sostenibles y presionar por políticas climáticas más responsables. • La educación ambiental permite que las personas comprendan las causas y consecuencias del cambio climático, lo que fomenta cambios en hábitos de consumo y transporte; también proporciona habilidades para implementar soluciones prácticas, como eficiencia energética, agricultura sostenible o gestión de residuos. • La educación ayuda a la reducción de emisiones indirectas al educar sobre eficiencia energética y movilidad sostenible, se disminuye el uso de combustibles fósiles. • Las escuelas y universidades pueden ser centros de resiliencia climática, enseñando a enfrentar sequías, inundaciones y otros fenómenos, también fomenta investigación en energías renovables y sistemas de producción menos contaminantes. • El empoderamiento social favorece que las comunidades estén informadas para la toma de decisiones más sostenibles en agricultura, transporte y consumo.
13. Servicio ambiental: Recreación (MEA, 2005; SEMARNAT, 2006)	
Descripción del servicio	La recreación es un servicio ambiental que se vincula con la belleza y estética de un sitio, lo que propicia programas para la conservación de las áreas naturales, tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están, en la medida en que puede desencadenar actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad. Este servicio ambiental está ligado a la conservación y el disfrute de un patrimonio heredado, porque está constituido por una amplia gama de recursos naturales, por ejemplo, los ríos, montañas, lagos, bosques y la biodiversidad; los cuales tienen un significativo valor económico que pocas veces es reconocido por la población pero que se encuentra ciertamente ligado con el turismo ecológico. Es importante, en este sentido, que la infraestructura, además de sujetarse a programas de conservación del entorno, integre de manera armoniosa y considere la arquitectura tradicional de la región, debido a que un ecosistema es un sistema vivo en el que todos sus elementos, biológicos e inertes están vinculados e interrelacionados.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	Los ecosistemas del AP, Ai y de la RE constituyen un entorno natural aun cuando se encuentra fragmentado, ya que incluso las zonas agrícolas representan paisajes de gran belleza y todos son un elemento fundamental para el bienestar humano. El uso cultural para realizar diversas actividades recreativas como la caza cinegética o deportiva y la observación de aves son relevantes para para la RE, es por ello, que sería importante considerar, la instalación de carteles sobre la información biológica y relevante sobre las diversas especies que son de importancia y que hay que conservar en el AP . este servicio no es de atención prioritaria.

Consulta Pública

Contribución al calentamiento global	• El ecoturismo y turismo de naturaleza generan ingresos y empleos, incentivando la conservación de ecosistemas. • Conciencia ambiental: La recreación en paisajes naturales fomenta el aprecio por la biodiversidad y motiva la protección de áreas verdes. • Mitigación indirecta del cambio climático: Al promover la conservación de bosques y matorrales, se mantienen sumideros de carbono y se reducen emisiones.
14. **Servicio ambiental: Biodiversidad (MEA, 2005), Protección de la biodiversidad, ecosistemas y las formas de vida (SEMARNAT, 2006)**	
Descripción del servicio	La extinción local de distintas especies, además de tener repercusiones en la biodiversidad, también puede provocar la degradación o desaparición de los servicios ambientales en un ecosistema. Uno de los servicios ambientales que proporcionan bosques y selvas es la conservación de la biodiversidad. La biodiversidad está relacionada con los diferentes organismos vivos que se encuentran en los ecosistemas, ya sean terrestres, marinos, aéreos o acuáticos. Este servicio ambiental se relaciona directamente con la protección de especies de flora y fauna con alto valor de importancia, ya sea de tipo legal, ecológico e incluso cultural, así como en la conservación de los ecosistemas. La presencia de especies exóticas invasoras es considerada como una de las mayores amenazas para la conservación de especies, hábitat y procesos ecológicos, ya que es responsable de un elevado número de daños ambientales.
Vinculación con el área del proyecto, AI y/o RE	En el AP, AI y RE convergen ecosistemas agrícolas, de matorrales espinosos, matorrales espinosos con espinas laterales (matorral tamaulipeco). En cuanto a la diversidad de fauna silvestre, la RE alberga 147 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 102 son de aves, 11 de reptiles, 29 de mamíferos y cinco de anfibios; comparado con el AI que se registró 121 especies, de las cuales 80 son aves, 26 mamíferos, 11 reptiles y cuatro anfibios y en el AP se registraron 60 especies de aves, 18 de mamíferos, seis de reptiles y dos de anfibios, dando un total de 86 especies. De lo anterior se concluye que todas las especies presentes en el AP se encuentran en la RE; por lo que no se compromete la diversidad de fauna silvestre siempre y cuando se implementen las medidas adecuadas para la fauna que se registre durante el proyecto. También se han registrado dentro de la RE siete especies de aves, dos de anfibios, dos de reptiles y un mamífero bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que en el AP no se registraron especies protegidas. Cabe mencionar la importancia de un programa de Protección de fauna y flora como medida de prevención, al inicio de las actividades del proyecto, encargado de monitorear, rescatar y reubicar los organismos que son susceptibles a los cambios en el ecosistema, por lo que la ejecución del proyecto no debería de comprometer la integridad de los individuos de fauna y flora silvestre del área. Debido a que en el sitio existen ecosistemas que fungen como hábitat y alimentación de una gran diversidad de aves y otros tipos de especies, este servicio ambiental se considera de atención prioritaria, por lo que es necesario dar seguimiento a las actividades de protección de fauna y flora.
Contribución al calentamiento global	• Protección de recursos, ya que conserva suelos fértiles, agua limpia y polinizadores, esenciales para la seguridad alimentaria frente al cambio climático. • La biodiversidad sustenta medicinas, alimentos y materiales, además de valores culturales y espirituales. • Cuando se pierde biodiversidad se libera carbono, por lo que la deforestación y degradación de ecosistemas liberan grandes cantidades de CO_2.

Consulta Pública

	• Ecosistemas menos diversos son más vulnerables a sequías, plagas y fenómenos extremos, amplificando los efectos del cambio climático. • La pérdida de especies clave (como polinizadores) afecta la producción agrícola y la seguridad alimentaria. • La pérdida de biodiversidad y el cambio climático se retroalimentan, agravando ambos problemas.

También se describieron las tendencias o riesgos que podrían llegar a presentarse en el sitio del proyecto relacionado con desastres naturales ante el cambio climático.

La Región Ecológica y el proyecto se ubica en la zona A de la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, la cual es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. Se puede apreciar que el área de estudio está libre de una actividad sísmica intensa, donde los sismos que han ocurrido en otras partes del país se asocian principalmente con las grandes fallas geológicas, donde se presentan los eventos sísmicos de magnitudes entre 5, 6 y 7. 1 en la escala de Richter.

Según datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres Naturales (CENAPRED) parte de la zona de estudio no se tiene susceptibilidad a los deslizamientos, a los derrumbes ni a movimientos de roca, por lo que el proyecto se encuentra en susceptibilidad "baja". De igual forma, en la región donde se pretende establecer el proyecto no se encuentra ningún volcán y se localiza en la zona sísmica "A" que indica bajo según el mapa de "Zonas sísmicas y principales volcanes en México".

Es bien sabido que el cambio climático intensifica tanto sequías como inundaciones, generando riesgos directos que pueden ser operativos, dado que todo proyecto depende de la disponibilidad de agua y seguridad de infraestructura; ambientales, ya que genera degradación de suelos, contaminación y pérdida de biodiversidad; y sociales, inherentemente se produce una afectación a las comunidades locales y mayor vulnerabilidad socioeconómica.

Considerando estos riesgos, a continuación, se desglosan una serie de tendencias que podrían desencadenarse en el área del proyecto, producto del cambio climático.

1. Aumento de temperatura: México se ha calentado más rápido que el promedio mundial, lo que intensifica fenómenos extremos.
2. Sequías más frecuentes y prolongadas: El norte y centro del país presentan estrés hídrico creciente, afectando la disponibilidad de agua y por ende, la agricultura. Con esto aumenta la competencia por los recursos hídricos entre diferentes sectores (agricultura, industria, población).
3. Inundaciones más intensas: En las zonas costeras y regiones con lluvias torrenciales, los ciclones y tormentas generan inundaciones más severas y recurrentes. Esto desencadenaría daños a la infraestructura del proyecto (carreteras, instalaciones, drenajes).
4. Variabilidad climática: Mayor irregularidad en patrones de lluvia, con temporadas de sequía seguidas de lluvias extremas.

Consulta Pública

Tabla 140. Tendencias o riesgos en el área del proyecto relacionado con desastres naturales ante el cambio climático

Riesgos	Tendencia climática	Impacto en el proyecto	Consecuencias principales
Sequías prolongadas	Alta en zonas áridas y semiáridas	Alto	Escasez de agua para los distintos procesos de construcción en el proyecto. Así mismo, pérdida de productividad agrícola y degradación de suelos. Sin embargo, el proyecto solamente considera el uso de agua durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
Inundaciones intensas	Alta en regiones con lluvias torrenciales	Alto/medio	Daños a infraestructura, contaminación de cuerpos de agua por el arrastre de residuos y afectación de caminos
Variabilidad climática (sequía seguida de lluvias extremas)	Media-Alta	Medio-Alto	Desajuste en ciclos agrícolas, pérdida de biodiversidad y mayor vulnerabilidad social ante los eventos climáticos.
Eventos extremos (tormentas)	Media	Alto	Daños severos a instalaciones, infraestructura, interrupción de actividades del proyecto, afectaciones a las comunidades de fauna, flora y humanas.

Los Ciclones Tropicales constituyen uno de los riesgos principales en la Cuenca del Atlántico, que incluye al Golfo de México y al Mar Caribe (Rubiera, 2003).

La RE del proyecto se localiza en la planicie costera del Golfo de México, en el noreste del estado de Tamaulipas, región que históricamente ha sido influenciada por la trayectoria de ciclones tropicales que se desarrollan en el Atlántico tropical y el Golfo de México. Debido a su ubicación dentro de la franja latitudinal donde suelen desplazarse estos sistemas, el área presenta susceptibilidad moderada a la influencia directa o indirecta de tormentas tropicales y huracanes.

Además de los ciclones tropicales, la región también se ve influenciada por frentes fríos provenientes del norte del continente, que durante la temporada invernal generan eventos conocidos localmente como “nortes”, caracterizados por vientos fuertes del norte y noreste, descenso abrupto de temperatura, incremento del oleaje y precipitaciones ocasionales. Estos eventos meteorológicos son comunes en la costa del Golfo de México y pueden presentarse varias veces durante la temporada invernal.

En conjunto, la presencia histórica de ciclones tropicales y la recurrencia de frentes fríos indican que el la RE se encuentra expuesto a fenómenos meteorológicos extremos que pueden modificar temporalmente las condiciones hidrometeorológicas del área, influyendo en procesos como escurrimientos superficiales, inundaciones temporales, erosión costera y dinámica sedimentaria en ambientes lagunares y costeros, los cuales para el caso del proyecto, con las adecuaciones y consideraciones se puede mitigar y prevenir el impacto de estos fenómenos.

De acuerdo con lo obtenido de la capa de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación del INEGI, en la RE se encuentra en un sitio con tipos de vegetación en estado primario, estado secundario, así

Consulta Pública

como usos de suelo distintos al forestal y destacan: Agricultura De Riego Anual (RA), Agricultura De Temporal Anual (TA),, Cuerpo De Agua (H_2O), Asentamientos Humanos (AH), Vegetación Secundaria Arbustiva De Matorral Espinoso Tamaulipeco (VSa/MET), Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), Pastizal cultivado (PC), Pastizal inducido (PI), Mezquital xerófilo (MKX) y matorral submontano (MSM), entre otros.

En la RE predominan las zonas donde se realizan actividades agrícolas y pecuarias para la subsistencia de los habitantes locales como par producción nacional y exportación, por lo que actualmente el espacio presenta gran presión antrópica. No obstante, las condiciones de la región son idóneas para favorecer el desarrollo de estos tipos de vegetación, permitiendo que grandes extensiones de tierra presenten vegetación secundaria.

La RE, Ai y AP presentan un grado de conservación moderado, manteniendo la estructura vertical característica de cada comunidad, con valores de diversidad que indican funcionalidad ecológica y procesos de regeneración activos.

Las fuentes de deterioro identificadas al interior del AP podrían estar asociadas a perturbaciones antrópicas como fragmentación, cambios en el régimen hidrológico, contaminación o invasión de especies exóticas, las cuales representan amenazas reales y documentadas para estos ecosistemas.

Al igual que para la vegetación, la presión antrópica principalmente por el cambio de uso de suelo y aprovechamiento no controlado de los recursos forestales son factores que influyen en el grado de conservación del ecosistema y la fauna presente, los cuales también provocan la contaminación del aire a causa de vehículos y maquinaria, contaminación de los cuerpos de agua, cambio de uso de suelo para reconversión agrícola y pecuaria (predominante en el área), uso de plaguicidas e insecticidas de riesgo químico y biológico, incremento de la contaminación por ruido y el transporte de agentes patógenos por la presencia de especies exóticas invasoras y el ganado.

Respecto a la fauna registrada de los diferentes grupos faunísticos muchas de estas especies son altamente tolerantes a la presencia humana, en su mayoría son especies abundantes (detectables en grandes números de individuos) y otras poco comunes (detectables en pocos números de individuos) en todo el rango de su distribución.

Actualmente algunas de las especies registradas se encuentran vulnerables o en protección especial y están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. Cabe mencionar que ninguna de las especies presentes que registraron las mayores abundancias, se encuentra bajo protección en ninguna de las normativas que aplican (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la IUCN y los apéndices de la CITES).

La importante diversidad de seres vivos en general requiere de condiciones específicas en sus hábitats para sobrevivir, por lo cual el factor climático incide en gran manera la permanencia de las especies de los diversos grupos faunísticos que tienen como hábitat la RE. A nivel estatal, Tamaulipas presenta una diversidad climática ya que se clasifica como cálido subhúmedo, que abarca la mayor parte del territorio; pero también se clasifica como seco y semiseco, seguido del cálido húmedo en menor proporción.

Consulta Pública

En Tamaulipas confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, lo que favorece la presencia de una amplia diversidad de ecosistemas a distintas latitudes. Esta riqueza, sumada a la compleja topografía accidentada del territorio, otorga a México un elevado número de especies endémicas (Espinosa et al., 2008).

Las especies indicadoras son organismos cuya presencia, ausencia o abundancia reflejan el estado de salud de un ecosistema, es por ello que, funcionan como sensores biológicos porque son especialmente sensibles a cambios físicos, químicos o biológicos en su entorno. Su estudio permite evaluar la calidad ambiental y detectar perturbaciones antes de que sean visibles en el ecosistema.

De forma general, los anfibios han sido propuestos como especies centinelas e indicadoras de la calidad ambiental debido a sus características ecológicas y biológicas. A pesar de ser un grupo muy diverso y presentar una amplia distribución, las poblaciones en diferentes regiones del mundo están disminuyendo e incluso extinguiéndose. La presencia de estas especies aporta elementos para la realización de estudios de calidad del ambiente de ecosistemas asociados con problemáticas ambientales complejas, empleando un conjunto de biomarcadores a diferentes niveles de organización, utilizando anuros autóctonos como bioindicadores y parte del diagnóstico integral del estado de salud de los individuos.

Estas especies indicadoras son sensibles al ambiente, es decir, reaccionan rápidamente a cambios producidos por la contaminación, temperatura, humedad o disponibilidad de recursos, por lo que permiten anticipar riesgos ecológicos y orientar a medidas de conservación.

En el caso particular de las aves, las especies de la familia Accipitridae registradas en la RE, Ai y AP prefieren el dosel de la vegetación; sin embargo, también buscan otras estructuras antrópicas como los postes eléctricos para acechar a sus presas desde las alturas. Los murciélagos pueden volar también a grandes alturas durante la migración, pero durante el forraje prefieren áreas bajas donde se encuentran los insectos. La mariposa monarca igualmente para la migración suele volar a grandes alturas aprovechando las corrientes de aire, mientras que para el descanso, pernocta y alimentación bajan a la vegetación. El resto de las especies (incluyendo los otros grupos faunísticos) tiene una distribución vertical heterogénea.

Todas las especies registradas en la RE cumplen funciones ecológicas esenciales, ya que muchas de ellas (de los diferentes grupos faunísticos) se alimentan de insectos y actúan como controladoras naturales de poblaciones que podrían afectar la zona agrícola, otras consumen carroña y contribuyen al reciclaje de nutrientes al eliminar restos orgánicos y evitar la proliferación de patógenos, mientras que las que se alimentan de semillas favorecen la restauración de ecosistemas al dispersarlas y las que consumen polen aseguran la reproducción de las plantas. En conjunto, estas especies no solo aprovechan los recursos disponibles, sino que participan activamente en las relaciones tróficas y brindan servicios ambientales que garantizan la variabilidad genética, la sucesión de especies y la resiliencia de los ecosistemas en áreas amplias.

En el caso de las aves, así como de los mamíferos medianos y grandes que poseen un rápido desplazamiento, realizan movimientos diarios de varios kilómetros entre los sitios de descanso, refugio y alimentación, lo que les permite aprovechar distintos recursos distribuidos en el territorio; mientras que los reptiles, anfibios y pequeños mamíferos de desplazamiento lento suelen permanecer en áreas más reducidas, condicionadas principalmente por la disponibilidad de alimento

Consulta Pública

y refugio, lo que refleja la diversidad de estrategias de movilidad y uso del hábitat entre los distintos grupos de fauna.

Ecosistemas ambientalmente sensibles

Los ecosistemas ambientalmente sensibles son aquellos que, por su fragilidad ecológica, biodiversidad única o funciones ecológicas críticas, requieren especial atención en su conservación y manejo. En México, este concepto es particularmente relevante porque el país es considerado megadiverso, albergando cerca del 10% de la biodiversidad mundial, lo que implica una enorme responsabilidad en su protección.

La importancia de estos ecosistemas se asocia a diferentes valores, tales como: a) biodiversidad, son sitios con presencia de especies endémicas o bajo algún estatus de protección; b) servicios ecosistémicos, mantienen procesos naturales esenciales como los ciclos de nutrientes, polinización, regulación hídrica, regulación del clima, protección de suelos, recarga de acuíferos y mantienen la calidad del agua, entre otros servicios; c) bienestar humano, proveen alimentos, medicinas y recursos, además de sostener actividades culturales y económicas; y d) resiliencia climática, es decir, ayudan a mitigar los efectos del cambio climático, como sequías e inundaciones.

Dentro de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la RE, algunos se consideran ecosistemas ambientalmente sensibles en México, principalmente porque son frágiles, cumplen funciones ecológicas críticas y están altamente amenazados por actividades humanas, tales como:

- Ecosistemas acuáticos continentales (ríos, lagos, cenotes): Los ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, presas, humedales) son altamente sensibles por su papel en la regulación hidrológica, provisión de agua y hábitat de especies acuáticas. Son considerados ecosistemas sensibles, ya que mantienen la biodiversidad al ser hábitat de aves acuáticas, peces y anfibios; proveen agua dulce, regulan el microclima y purifican el agua; son vulnerables a la contaminación, sobreexplotación y cambios en el uso de suelo, por esto y más favorecen el bienestar de comunidades locales (Biodiversidad, 2026).

- Matorral espinoso tamaulipeco: se extiende desde la planicie costera del Golfo de México hasta la ribera sur de Texas en Estados Unidos de América, sin embargo debido a la ganadería y agricultura principalmente esta vegetación se encuentra altamente. Su vegetación consiste en árboles de porte medio alto y arbustos, localmente se denomina matorral espinoso o matorral subinerme. El MET está compuesto por alrededor de 60 especies leñosas, muchas de ellas importantes para la producción forestal y silvopastoril (madera, postes, leña, forraje, etcétera). Además son una fuente de forraje elemental para la ganadería extensiva.

En el caso de los asentamientos humanos y las áreas agrícolas (de riego y de temporal) no se consideran ecosistemas sensibles, caso contrario sí son relevantes en términos de impacto ambiental debido la presión que ejercen sobre los ecosistemas naturales.

La conservación de los ecosistemas es un tema central en el contexto de cambio climático. Por una parte, los ecosistemas se ven afectados por el cambio climático, y por otra, juegan un papel muy importante en la regulación del clima y en el secuestro de carbono de la atmósfera. El cambio

Consulta Pública

climático, junto con la destrucción del hábitat, la contaminación, la sobreexplotación, el desarrollo urbano y la presencia de especies invasoras son algunas de las causas de la pérdida de la diversidad biológica.

El impacto del cambio climático puede provocar cambios en la distribución de especies, disrupciones en las redes tróficas, alteraciones en la sincronía de los ciclos de vida, lo cual puede afectar la funcionalidad y la resiliencia de los ecosistemas. Generar conocimiento sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad es fundamental para desarrollar políticas y acciones que permitan atenuar dichos impactos.

La Dirección de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica (DVAE) contribuye al cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales en materia de cambio climático y biodiversidad, a través del conocimiento científico sobre la conservación de ecosistemas, con una perspectiva de "Adaptación basada en Ecosistemas" (AbE), y sobre los impactos del cambio climático en los hábitats y las especies que habitan en ellos. El enfoque AbE menciona de que los ecosistemas saludables y el mantenimiento de sus servicios ambientales, reducen la vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades humanas, secuestran y almacenan carbono, lo cual constituye un vínculo con la mitigación al cambio climático.

Para dar una correcta evaluación de los ecosistemas considerados sensibles, se identificaron los impactos asociados a las actividades que se desarrollarán por el establecimiento del Proyecto. Estos impactos se analizaron sobre los componentes y factores ambientales, que pueden ser modificados por el cambio climático o que serán afectados inherentemente por las actividades del proyecto.

Los factores ambientales son las dimensiones específicas del entorno natural y social que pueden ser alteradas por un proyecto, cada factor representa un componente del sistema (vegetación, fauna, aire, agua, suelo, paisaje, sociedad) cuya fragilidad indica qué tan vulnerable es frente a impactos, por lo que la finalidad es presentar indicadores que reflejen el nivel de fragilidad de cada factor y sus umbrales, de manera que se pueda evaluar los impactos y orientar las medidas de prevención, mitigación o compensación. La clave es que un indicador de fragilidad debe reflejar la vulnerabilidad de un sistema frente a presiones externas y su capacidad de recuperación.

También se le asignó un nivel de significancia de cada impacto ambiental, que se mide considerando la magnitud del impacto (leve, moderado, severo), extensión espacial (local, regional), duración temporal (corto, mediano, largo plazo) y reversibilidad (reversible, parcialmente reversible, irreversible), con lo que se puede clasificar cada impacto en bajo, medio o alto nivel de significancia.

Esto se puede consultar en el capítulo IV de la presente MIA.

Consulta Pública

III.9 REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI

En la siguiente tabla se presenta el reporte general de incidencias:

Incidencia	Elemento del Proyecto que incide										Superficie de incidencia (m^2)	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Uso de Suelo y Vegetación											**4,135,446.30**	**4.732579219**
Matorral espinoso tamaulipeco	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	2,169,870.66	2.483186581
Mezquital xerófilo	Si	Si	No	No	Si	Si	No	No	No	Si	278,81[illegible]43	0.319070077
Matorral submontano	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	Si	49,464.47	0.05660683
Pastizal cultivado	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	1,637,[illegible]99.76	1.873715732
Áreas de importancia ambiental											**8,[illegible]62.30**	**9.49**
AICA	No aplica										0	0
Ramsar	No aplica										0	0
RTP	No aplica										0	0
RHP	No aplica										0	0
ANP federal	No aplica										0	0
ANP estatal	No aplica										0	0
ANP municipal	No aplica										0	0
UAB 109	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	4,135,446.30	4.732579219
UGA APS-172 (POER Cuenca de Burgos)	Si										550,377.00	0.629848041
UGA PRO-329 (POER Cuenca de Burgos)											359,170.00	0.411031931
UGA PRO-331 (POER Cuenca de Burgos)											1,254,291.00	1.435402877
UGA PRO-365 (POER Cuenca de Burgos)											236,839.00	0.271037089
UGA PRO-392 (POER Cuenca de Burgos)											1,734,769.00	1.985258933
UMA El Novillo											22,470.00	0.025714529
Corrientes y cuerpos de agua											**16,554,755.83**	**18.94516037**
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	No aplica										0	0
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	8,085.53	0.009253031
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	No aplica										0	0
Acuífero Méndez-San Fernando	Si										4,135,446.30	4.732579219
Cuerpos de agua intermitentes											4,885.00	0.005590364
Subcuenca RH25Ca											4,135,446.00	4.732578871
Cuenca RH25C											4,135,446.00	4.732578871
RH25											4,135,447.00	4.732580015
Ecosistemas relevantes											**263**	**0.000300976**

Consulta Pública

Humedales	No aplica	263	0.000300976
Otro (especificar)		**4,135,446.00**	**4.73**
Localidades con población indígena	No aplica	0	0
Ecorregión Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo	No aplica	4,135,446.00	4.732578871

	Abreviaturas:
	Elemento del proyecto que incide
A	Torre meteorológica
B	Calzada (caminos)
C	Oficinas
D	Plataforma almacén
E	Plataformas de montaje
F	Cimentaciones de plataformas
G	Retornos
H	SAE
I	Subestación eléctrica
J	Plataforma de concreto
K	Derecho de vía

Consulta Pública

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
SECTOR ENERGÍA – EÓLICA

PARQUE EÓLICO MONTECRISTO

Capítulo IV

ConsultaPública

THERMION

Un paso adelante | A step ahead

CONTENIDO

IV.1 INDICAR LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN 5
IV.1.1 Identificación de actividades de impacto 6
IV.1.2 Identificación de indicadores de impacto y componentes ambientales que se verán afectados 7
IV.1.3 Matriz de interacción 8
IV.1.4 Caracterización de impactos 9
IV.1.5 Identificación de impactos negativos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales 13
IV.1.6 Justificación de la metodología 14
IV.2 IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA PARA EL POSTERIOR ANÁLISIS DE IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL PROYECTO 15
IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 22
IV.3.1 Actividades de impacto por etapa de proyecto 22
IV.3.2 Selección de componentes y subcomponentes ambientales 24
IV.3.3 Indicadores de impacto 25
IV.3.4 Resultados de la Matriz de interacción simple 27
IV.3.5 Resultados de la Matriz calificación de impactos 50
IV.3.4.1 Resultado de la valoración 110
IV.3.4.2 Distribución por etapa del Proyecto 111
IV.3.4.3 Análisis de los impactos severos 112
IV.3.4.4 Análisis de impactos moderados 113
IV.3.4.5 Conclusiones 114
IV.3.6 Caracterización de impactos ambientales 114
IV.3.7 Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 124
IV.3.7.1 Indicadores de cumplimiento de las medidas propuestas 136
IV.3.7.2 Justificación de programas ambientales propuestos 156
IV.3.7.3 Estimación económica de las medidas y programas ambientales propuestos 157
IV.4 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES, CONSIDERANDO CÓMO SE SUMAN LOS IMPACTOS DEL PROYECTO A LOS IMPACTOS EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SUS EFECTOS, ASÍ COMO EL RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS. INCLUIR EN LOS ANEXOS ESPECÍFICOS POR SECTOR, EL ANÁLISIS COMPLETO DE TALES IMPACTOS Y DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS. 158
IV.4.1 Impactos ambientales significativos 159
IV.4.2 Impactos ambientales acumulativos 163
IV.4.3 Impactos ambientales sinérgicos 172
IV.4.4 Impactos ambientales residuales 176
IV.5 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LA EXTENSIÓN E INTENSIDAD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES ANTES SEÑALADOS Y SUS EFECTOS. 182

Consulta Pública

IV.5.1 Criterios considerados para la delimitación 182
IV.5.2 Integración espacial de los criterios 184
IV.5.3 Área de Influencia resultante 185
IV.6 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL 189
IV.6.1 Programa de Restauración 189
IV.6.2 Programa de Reforestación como medida de compensación 190
IV.6.3 Selección de las superficies para compensación 191
IV.6.4 Equivalencia ambiental de la compensación 191

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de impacto 9
Tabla 2. Proyectos autorizados en materia de impacto ambiental en la Región Ecológica 16
Tabla 3. Caracterización de los impactos ambientales asociados con las obras y actividades existentes en la Región Ecológica y su relación con el Proyecto. 18
Tabla 4. Actividades generadoras de impacto por etapa del proyecto. 22
Tabla 5. Componentes ambientales considerados para la evaluación de impactos 24
Tabla 6. Indicadores de impacto. 25
Tabla 7. Matriz de interacción simple para la etapa de preparación del sitio. 28
Tabla 8. Matriz de interacción simple para la etapa de construcción. 32
Tabla 9. Matriz de interacción simple para la etapa de operación y mantenimiento. 36
Tabla 10. Matriz de interacción simple para la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración 40
Tabla 11. Interacciones en las diferentes etapas del proyecto. 44
Tabla 12. Número de interacciones por apartado 47
Tabla 13. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de preparación del sitio. 51
Tabla 14. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de construcción. 66
Tabla 15. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de operación y mantenimiento. 78
Tabla 16. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración. 83
Tabla 17. Impactos ambientales significativos identificados. 93
Tabla 18. Número de interacciones por categoría de acuerdo con Conesa 110
Tabla 19. Número de interacciones por etapa con base en la metodología de Conesa 111
Tabla 20. Número de interacciones severas identificadas 112
Tabla 21. Descripción de los impactos ambientales significativos 116
Tabla 22. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 125
Tabla 23. Indicadores de cumplimiento de las medidas propuestas. 137
Tabla 24. Programas ambientales propuestos 157
Tabla 25. Costo estimado de ejecución de medidas y programas ambientales 158
Tabla 26. Identificación y determinación de los impactos ambientales significativos del Proyecto 162
Tabla 27. Relación de proyectos autorizados en materia de impacto ambiental en la Región Ecológica. 164
Tabla 28. Proyectos autorizados localizados dentro del Área de Influencia y su proximidad al Área del Proyecto. 164
Tabla 29. Principales proyectos e infraestructura eléctrica autorizados en el entorno del Parque Eólico Montecristo y su distancia al Área del Proyecto 165

Consulta Pública

Tabla 30. Síntesis de impactos acumulativos 168
Tabla 31. Síntesis de impactos sinérgicos 175
Tabla 32. Síntesis de impactos residuales 180
Tabla 33. Criterios de delimitación del Área de influencia. 185
Tabla 34. Superficie por tipo de vegetación destinadas a la reforestación. 190
Tabla 35. Medidas de compensación y restauración ambiental 192

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología llevada a cabo para la evaluación de los impactos ambientales 6
Figura 2. Interacciones positivas y negativas en las diferentes etapas del proyecto 45
Figura 3. Interacciones negativas en las diferentes etapas del proyecto 46
Figura 4. Número de interacciones por apartado 47
Figura 5. Número de interacciones por componente 48
Figura 6. Clasificación de las interacciones valoradas mediante la metodología de Conesa 110
Figura 7. Número de interacciones por etapa con base en la metodología de Conesa 111
Figura 8. Proyectos autorizados en materia de impacto ambiental relacionados con el proyecto que inciden en la Región Ecológica 171
Figura 9. Delimitación del Área de influencia del proyecto 187
Figura 10. Área de influencia del proyecto 188

Consulta Pública

IV.1 INDICAR LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN

Para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados al **Parque Eólico Montecristo**, se estableció un procedimiento secuencial que permite relacionar las obras y actividades que integran el Proyecto con los componentes ambientales susceptibles de afectación, considerando las condiciones ambientales existentes en la **Región Ecológica (RE)** y las particularidades de cada una de las etapas de desarrollo del Proyecto.

La evaluación comprende las etapas de **Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, Desmantelamiento, Abandono y Restauración del sitio** de manera que son consideradas tanto las modificaciones derivadas de la implantación física de las obras e infraestructura como aquellas que puedan manifestarse durante su funcionamiento y, posteriormente, al término de su vida útil.

Como base para la identificación de los impactos se consideró la caracterización y diagnóstico ambiental desarrollados para la RE, así como las condiciones particulares del área de emplazamiento del Proyecto. Esta información constituye la línea base ambiental respecto de la cual se identificarán las modificaciones potencialmente atribuibles al Proyecto, permitiendo diferenciar sus efectos de aquellos procesos de transformación y presiones ambientales que actualmente se presentan en el territorio.

La metodología de evaluación se desarrolló mediante un proceso secuencial e integrado que parte de la **caracterización y diagnóstico ambiental de la RE**, como referencia para establecer la línea base y reconocer los procesos de transformación y presiones ambientales existentes. Posteriormente, se realizó la **identificación de las obras y actividades susceptibles de generar impactos**, seguida de la selección de los **componentes, subcomponentes e indicadores ambientales** potencialmente afectados. A partir de estos elementos se elaboró una **matriz de interacción proyecto-ambiente**, mediante la cual se identificaron las relaciones potenciales de causa-efecto que fueron caracterizadas y valoradas mediante la **metodología de Conesa**. Los resultados obtenidos permitieron realizar la **jerarquización de los impactos** y su posterior **análisis espacial y contextual dentro de la RE**, a efecto de identificar aquellos impactos **negativos significativos, acumulativos y sinérgicos**. Finalmente, considerando la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación, se determinaron los **impactos residuales** que pudieran permanecer después de su implementación. La secuencia metodológica descrita se presenta en la siguiente figura.

Consulta Pública

Figura 1. Metodología para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales del Parque Eólico Santa Gertrudis



Figura 1. Metodología llevada a cabo para la evaluación de los impactos ambientales

IV.1.1 Identificación de actividades de impacto

Una vez establecidas las condiciones ambientales de referencia de la RE, y a partir de las características técnicas del Proyecto, se identificaron las obras y actividades correspondientes a cada una de las etapas consideradas para su desarrollo, correspondientes a **preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio**, que presenten capacidad para modificar, directa o indirectamente algún componente ambiental. Para ello, las obras que integran el Proyecto fueron desagregadas en las actividades específicas necesarias para su ejecución, operación, mantenimiento, cierre, desmantelamiento, abandono y restauración, de manera que la evaluación se realice sobre las **acciones concretas generadoras de cambio** y no exclusivamente sobre la denominación general de cada obra o componente.

En el presente estudio, se entiende por indicador de impacto ambiental a los elementos cuantificables que, en su conjunto, son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador "con" y "sin" proyecto, lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales. Así mismo, son "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Ramos, 1987). Por ello, permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento del proyecto.

Consulta Pública

La identificación de los indicadores de impacto ambiental para el proyecto se realizó con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra.
- Ser medibles en términos cuantitativos.
- Ser excluyente (que no exista sobreposición entre ellos).
- De fácil identificación.

IV.1.2 Identificación de indicadores de impacto y componentes ambientales que se verán afectados

Posteriormente, con base en la caracterización ambiental de la RE y del área de emplazamiento del Proyecto, se identificaron los componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de interacción con las actividades previstas. Para cada uno de ellos se establecerán indicadores ambientales que permitan reconocer y evaluar los cambios potenciales derivados de la ejecución del Proyecto, considerando los medios **abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico**, según corresponda.

Los componentes ambientales fueron identificados de acuerdo con los siguientes criterios:

1) Ser representativos de la RE, y, por tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto y sus actividades sobre el medio.
2) Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
3) Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
4) Que sean ubicables, es decir, de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo.
5) Que sean mesurables, es decir, de fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y se tendrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos.

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las acciones del proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter de endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación

Consulta Pública

- Insustituibilidad: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

IV.1.3 Matriz de interacción

Una vez identificadas las acciones del Proyecto y los componentes ambientales potencialmente receptores de sus efectos, se elaborará una **matriz de interacción proyecto-ambiente**, mediante la cual se confrontarán las acciones correspondientes a cada etapa con los componentes, subcomponentes e indicadores ambientales seleccionados. Esta matriz permitirá identificar las relaciones potenciales de **causa-efecto** y determinar las interacciones que deberán someterse posteriormente al proceso de caracterización y valoración.

La matriz de interacción simple (proyecto-ambiente) consiste en la elaboración de una plantilla en donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje vertical (columnas) y en el eje horizontal (filas) se ubican los factores ambientales con sus respectivos indicadores de impacto que se encontraron presentes en el área en que incidirá el proyecto y sus actividades.

Los criterios de la matriz de interacción simple son los siguientes:

a: la interacción entre factores ambientales y la acción generará un impacto adverso de bajo grado a la RE.
A: si se considera que la interacción generará un impacto adverso de alto grado a la RE.
b: si se considera que la interacción será benéfica de bajo grado.
B: si se considera que la interacción será benéfica de alto grado
Sin letra: si considera que no existe efecto alguno por la interacción, se considera nula o despreciable.

Posteriormente se analizan los resultados obtenidos en la plantilla, se descartan las interacciones nulas y se procede mediante la metodología de la matriz de Importancia de Conesa a caracterizar y evaluar la importancia de afectación de las interacciones identificadas.

De esta manera, se generó la **Matriz de Importancia de Conesa** para el Proyecto, mediante la cual se asignó un valor de importancia a cada una de las interacciones previamente identificadas entre las actividades del Proyecto y los componentes, subcomponentes e indicadores ambientales. Los resultados obtenidos constituyen la base para la **jerarquización de los impactos ambientales**, permitiendo diferenciar aquellos que, por sus características, requieran un análisis particular dentro del contexto ambiental y territorial de la RE.

Consulta Pública

IV.1.4 Caracterización de impactos

Las interacciones identificadas serán caracterizadas y evaluadas mediante la **metodología de Conesa**, considerando los atributos de **Naturaleza, Intensidad, Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Sinergia, Acumulación, Efecto, Periodicidad y Recuperabilidad**. La valoración conjunta de estos atributos permitirá obtener la importancia de cada impacto ambiental y establecer su jerarquización, considerando las características particulares de las obras y actividades que integran el Parque Eólico Montecristo, así como las condiciones ambientales de la RE en la que se inserta.

El procedimiento para la evaluación del impacto ambiental elaborado por Conesa (1997) consiste en la elaboración de una plantilla en donde las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto se colocan en el eje vertical (columnas) de la matriz y en el eje horizontal (filas) se ubican los indicadores de los diferentes factores ambientales que se encontraron presentes en el área en que incidirá el proyecto y sus actividades, por lo que funcionan como indicadores de los impactos. De tal modo, se considera lo siguiente:

Un "Indicador de Impacto Ambiental" es la propiedad de algún elemento ambiental que puede ser medida cualitativa o cuantitativamente respecto al nivel de cambio de su estado natural, derivado de la influencia directa o indirecta de un agente de cambio. Por su parte, las "Actividades impactantes o Agente de Cambio" se define como cualquier actividad desarrollada que cause un cambio del estado natural de algún o algunos de los elementos que conforman los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental en el que incide.

En cada celda de interacción entre factor ambiental y actividades del proyecto se coloca la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial plasmado en el cuadro siguiente, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los once primeros símbolos anteriores.

De estos once símbolos, el primero corresponde al signo o naturaleza de este, reflejando los diez siguientes, los indicadores que caracterizan dicho efecto o interacción.

Tabla 1. Valores de impacto

Naturaleza		**Intensidad (grado de destrucción)**	
Impacto beneficioso	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		**MOMENTO (MO)**	
Puntual	1	Largo	1
Parcial	2	Medio	2
Extensa	4	Inmediato	4
Crítica	(+4)	Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE)		**REVERSIBILIDAD**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2

Consulta Pública

Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (S)		**ACUMULACIÓN (AC)**	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		**PERIODICIDAD (PR)**	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		**IMPORTANCIA (I)**	
Recuperable inmediato	1	I=+-(3 I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR +MC)	
Recuperable medio plazo	2		
Mitigable o compensable	4		
Irrecuperable	8		

La importancia del impacto de esta técnica es la estimación mediante la cual mide cualitativamente el impacto ambiental, en función del grado de incidencia o intensidad de una alteración producida, así como la caracterización del efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

A continuación, se describe el significado de los símbolos mencionados que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

a) **Signo:** hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

b) **Intensidad (I):** este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, el ámbito específico que actúa. El índice de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

c) **Extensión (EX):** se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter *Puntual* (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será *Total* (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto *Parcial* (2) y *Extenso* (4).

En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Si, además de crítico, el efecto es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa a la operación o proceso de la actividad que da lugar al efecto, anulando la causa que lo produce.

Consulta Pública

d) **Momento (MO):** plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo trascurrido sea nulo, el momento será *Inmediato*; si es inferior a un año, *Corto plazo*, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de uno a cinco años, *Mediano plazo* (2); si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, *Largo plazo* con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor cuatro unidades por encima de las especificadas.

e) **Persistencia (PE):** se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

f) **Reversibilidad (RV):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos un valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son idénticos a los asignados en el parámetro anterior.

g) **Recuperabilidad (MC):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) si lo es de manera inmediata, o (2) si lo es a mediano plazo; si la recuperación es parcial, el efecto es mitigable, y toma el valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

h) **Sinergia (SI):** este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a lo que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Consulta Pública

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

i) **Acumulación (AC):** este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

j) **Efecto (EF):** este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este criterio permite identificar la relación causa–efecto entre la actividad del Proyecto y la modificación ambiental generada. Se consideraron **efectos directos** aquellos que se manifiestan en el mismo sitio y tiempo en que se ejecuta la acción que los origina, mientras que los **efectos indirectos** corresponden a aquellos que se presentan posteriormente en el tiempo o a cierta distancia del punto donde se genera la acción, como consecuencia de procesos ambientales intermedios. Para su valoración mediante la metodología de Conesa se asignó un valor de **4 a los efectos directos** y de **1 a los efectos indirectos**.

Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 será cuando sea directo.

k) **Periodicidad (PR):** la periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se le asigna un valor (4), a los periódicos (2), y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

l) **Importancia del Impacto (I):** ya se ha apuntado que la importancia del impacto, es decir, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental considerados.

I=+- [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]

Consulta Pública

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.
Presenta valores intermedios (entre 40 y 60 cuando se va alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles. Los impactos moderados presentan una importancia entre 26 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 51 y 75 y críticos cuando el valor sea superior al 75 (Conesa, 1997).

Positivo (+)	
Compatibles (-)	≤ 25
Moderados (-)	26 a 50
Severos (-)	51 a 75
Críticos (-)	>75

De esta manera se generó la *Matriz de Importancia de Conesa* para el proyecto, en la cual se da una valoración de importancia a los impactos por las interacciones señaladas entre las actividades del proyecto con los atributos de los subcomponentes.

A partir de los resultados obtenidos se determinará la importancia de las interacciones identificadas, lo que permitirá diferenciar y jerarquizar los impactos ambientales en función de características tales como su intensidad, extensión espacial, temporalidad, permanencia, reversibilidad, recuperabilidad y capacidad de interactuar con otros procesos ambientales. Esta jerarquización permite concentrar el análisis en aquellos impactos que, por sus características y por la sensibilidad del componente ambiental involucrado, requieran una atención particular.

En esta etapa se efectúa un **análisis espacial y contextual de los impactos**, mediante el cual se contrastan los resultados de la valoración con la condición actual de los componentes ambientales dentro de la RE, su sensibilidad y capacidad de recuperación, así como con la presencia de otros agentes de presión existentes o previsibles. Asimismo, se analiza la posible concurrencia espacial y temporal de dichos agentes con las obras y actividades del Proyecto, con la finalidad de determinar si las modificaciones identificadas pueden incrementar presiones existentes, afectar componentes ambientalmente relevantes o generar efectos que trasciendan el ámbito inmediato de las obras.

IV.1.5 Identificación de impactos negativos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales

Para la identificación de los **impactos negativos significativos** se considera de manera conjunta la importancia obtenida mediante la metodología de Conesa y las características ambientales particulares del componente afectado. En consecuencia, la significancia no es determinada exclusivamente a partir de un umbral numérico, sino mediante la integración de criterios relacionados

Consulta Pública

con la **intensidad y extensión del cambio, permanencia, reversibilidad y recuperabilidad del efecto; sensibilidad, fragilidad y relevancia ambiental del componente; condición actual y grado de transformación del medio; presencia de elementos ambientalmente sensibles; distribución espacial del componente dentro de la RE; y concurrencia con otros agentes de presión**. Este análisis permite identificar aquellos impactos negativos que, independientemente de su clasificación individual dentro de la matriz, puedan ocasionar modificaciones relevantes en la calidad, estabilidad o funcionalidad de los componentes ambientales de la RE.

Para la identificación de **impactos acumulativos**, se analiza si los efectos derivados del Proyecto pueden adicionarse progresivamente a modificaciones existentes sobre un mismo componente ambiental, considerando tanto los efectos generados por las propias obras y actividades del Parque Eólico Montecristo como aquellos asociados con otras actividades que incidan sobre el mismo ámbito territorial y ambiental.

Por su parte, el análisis de **impactos sinérgicos** considera aquellas interacciones en las que la acción simultánea o sucesiva de distintos agentes de cambio pueda producir un efecto conjunto superior al que resultaría de considerar cada uno de ellos de manera independiente. Este análisis permite reconocer aquellos componentes ambientales sobre los cuales exista una convergencia de presiones que pudiera incrementar su susceptibilidad o modificar su capacidad de respuesta.

La determinación de la significancia ambiental no depende exclusivamente del valor numérico obtenido mediante la metodología de Conesa. Los resultados son complementados mediante un **análisis espacial y contextual**, considerando las características del componente afectado, su condición actual, sensibilidad ambiental, distribución dentro de la RE, capacidad de recuperación, grado de transformación existente y la concurrencia con otros agentes de presión. De esta manera, la valoración cuantitativa constituye una herramienta para la jerarquización de los impactos, mientras que la determinación de su relevancia ambiental se sustentará en el análisis integral de las condiciones particulares en las que éstos puedan manifestarse.

Finalmente, una vez identificados y evaluados los impactos ambientales y establecidas las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensaciones aplicables, se determinan aquellos efectos que puedan permanecer aun después de la implementación de dichas medidas. Estos efectos son considerados **impactos residuales** y son analizados en función de su importancia, permanencia y posibilidad de recuperación del componente ambiental afectado, a efecto de determinar la necesidad de establecer medidas adicionales o complementarias.

IV.1.6 Justificación de la metodología

La metodología de **Conesa** fue seleccionada debido a que permite realizar una evaluación sistemática y comparable de las interacciones entre las actividades del Proyecto y los componentes ambientales, incorporando atributos relacionados no solamente con la intensidad y alcance espacial y temporal del impacto, sino también con su **reversibilidad, recuperabilidad, sinergia y acumulación**.

Su aplicación resulta adecuada para el Parque Eólico Montecristo debido a que el Proyecto comprende obras e infraestructura de carácter **temporal y permanente**, distribuidas espacialmente

Consulta Pública

en el territorio, cuyas interacciones ambientales varían en función de la etapa en que se desarrollan. En este sentido, la metodología permite valorar individualmente los efectos derivados de las diferentes acciones del Proyecto y posteriormente analizarlos de manera integrada, considerando su comportamiento dentro de la RE.

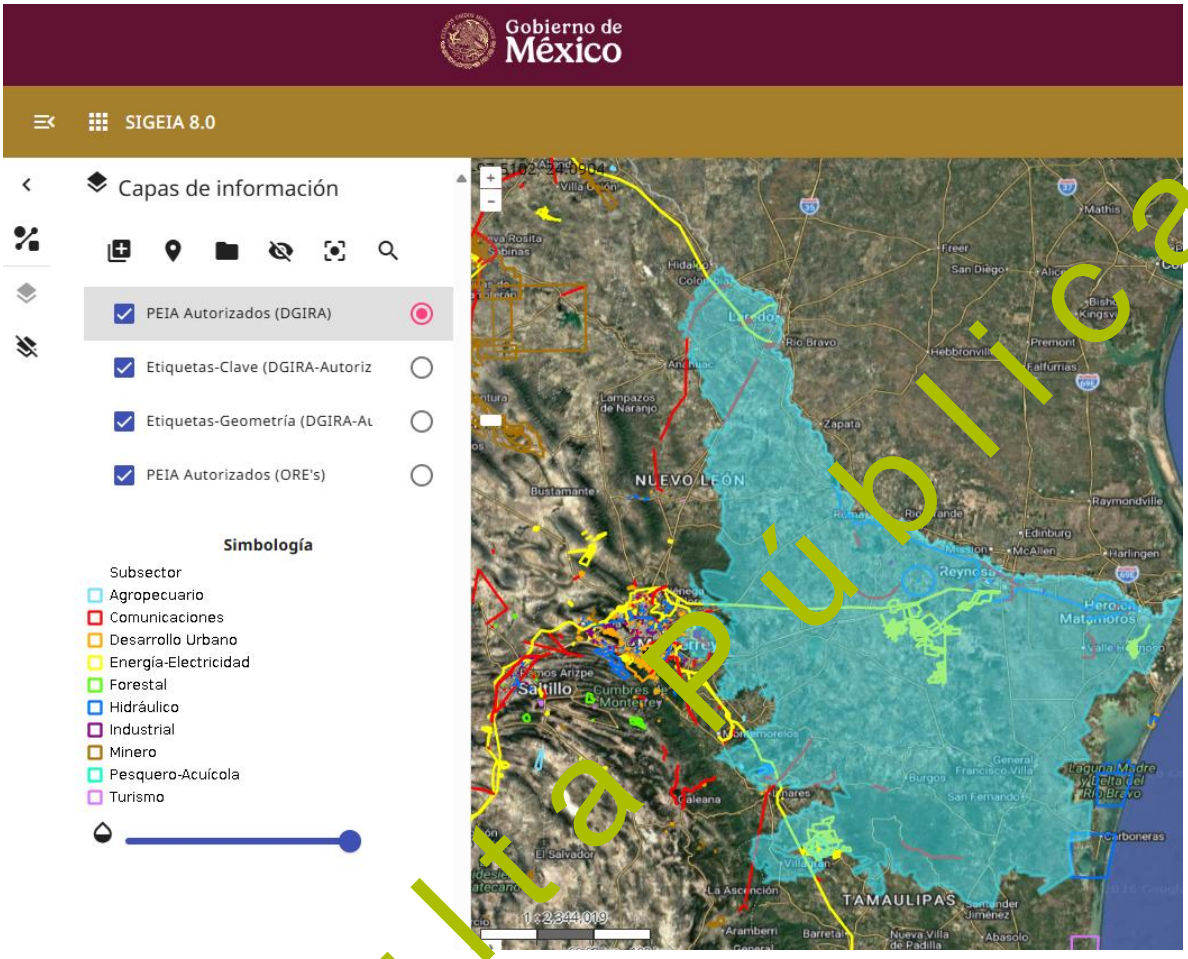
La combinación de la **matriz de interacción proyecto-ambiente**, la valoración de importancia mediante la **metodología de Conesa** y el análisis específico de los **impactos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales** permitirá contar con una evaluación integral de los efectos ambientales potenciales del Proyecto y constituirá la base para la definición de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación que correspondan.

IV.2 IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA PARA EL POSTERIOR ANÁLISIS DE IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL PROYECTO

La RE en la que se inserta el Parque Eólico Montecristo presenta un grado de intervención asociado al desarrollo histórico y actual de diferentes actividades productivas, infraestructura de comunicaciones, generación y transmisión de energía eléctrica, aprovechamiento y conducción de recursos hídricos, actividades industriales, desarrollo urbano, aprovechamientos mineros e infraestructura vinculada con el sector hidrocarburos. Estas actividades constituyen agentes de transformación que han incidido, con diferente intensidad y extensión, sobre los componentes ambientales que integran la RE.

Con la finalidad de identificar los impactos ambientales existentes que pudieran resultar relevantes para la posterior evaluación del Proyecto, se realizó una consulta del **Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)**, considerando los proyectos localizados dentro de los límites de la RE. A partir de los resultados obtenidos se efectuó una depuración de la información, excluyendo aquellos proyectos cuya situación dentro del procedimiento de evaluación no correspondiera a proyectos autorizados, así como aquellos cuyas características y efectos ambientales no presentaran correspondencia con los componentes e impactos potencialmente asociados al Parque Eólico Montecristo.

Consulta Pública



Como resultado de este análisis se conformó una base de datos de proyectos autorizados dentro de la RE, los cuales fueron agrupados de acuerdo con el subsector y la naturaleza de las obras y actividades que los integran. La identificación de estos proyectos no implica, por sí misma, la existencia de efectos acumulativos o sinérgicos con el Parque Eólico Montecristo; su incorporación en este apartado tiene como finalidad establecer el **contexto de intervención y las presiones ambientales existentes dentro de la RE**. La posible concurrencia espacial y temporal de sus efectos con los generados por el Proyecto será analizada posteriormente, considerando su ubicación, características y los componentes ambientales potencialmente compartidos.

Tabla 2. Proyectos autorizados en materia de impacto ambiental en la Región Ecológica

Subsector	Número de proyectos	Participación
Comunicaciones	44	28.90%
Energía–Electricidad	38	25.00%
Industrial	28	18.40%
Hidráulico	18	11.80%
Desarrollo Urbano	11	7.20%
Energía–Petróleo	4	2.60%
Minero	4	2.60%
Forestal	3	2.00%

Consulta Pública

Subsector	Número de proyectos	Participación
Agropecuario	1	0.70%
Energía–Gaseras	1	0.70%
Total	**152**	**100%**

Los resultados muestran que las principales obras y actividades identificadas dentro de la RE corresponden a los subsectores de **comunicaciones (28.9 %), energía eléctrica (25.0 %), industrial (18.4 %) e hidráulico (11.8 %)**, los cuales en conjunto representan aproximadamente el **84.2 %** de los registros considerados. Esta distribución evidencia que la RE se encuentra sometida a diferentes tipos de intervención, entre las que destacan la construcción y modernización de infraestructura carretera y ferroviaria; líneas de transmisión eléctrica; centrales de generación de energía, incluidos parques eólicos; infraestructura industrial; obras hidráulicas; desarrollos urbanos; y obras asociadas con la exploración, conducción, procesamiento y distribución de hidrocarburos.

Desde el punto de vista ambiental, las obras y actividades existentes dentro de la RE presentan mecanismos de afectación parcialmente coincidentes, particularmente aquellos relacionados con la **ocupación y transformación del territorio, remoción o modificación de la cobertura vegetal, alteración y compactación del suelo, fragmentación de hábitat, modificación de los patrones de escurrimiento, generación de ruido, emisiones y residuos, incremento del tránsito vehicular, modificación del paisaje y perturbación de fauna silvestre**. En particular, para el caso de la infraestructura eólica en el noreste de México, señalan que el cambio de uso del suelo asociado al establecimiento de parques eólicos, vías de acceso y áreas operativas puede modificar la configuración espacial de la vegetación y generar procesos de fragmentación, cuya magnitud se encuentra relacionada con la cantidad y distribución de la cobertura vegetal remanente[1]. Esta condición resulta especialmente relevante para la evaluación del Parque Eólico Montecristo, al proporcionar un antecedente regional para analizar posteriormente la incidencia del Proyecto sobre la vegetación, el hábitat y la configuración territorial de la RE.

Adicionalmente a las obras y proyectos autorizados identificados mediante el SIGEIA, se consideró la presencia de **actividades agropecuarias como uno de los principales agentes de transformación territorial existentes en la RE**. De acuerdo con la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, dentro de la RE se identifican distintas modalidades de agricultura de riego y temporal, así como superficies clasificadas como pastizal cultivado y pastizal inducido.

En conjunto, estas coberturas comprenden aproximadamente **2.33 millones de hectáreas**, equivalentes a alrededor del **47.6 % de la superficie total de la RE**, lo que evidencia una importante transformación histórica del territorio asociada principalmente con usos agropecuarios. Destacan por su extensión el **pastizal cultivado, con aproximadamente 1.39 millones de ha**, y la **agricultura de temporal anual, con aproximadamente 850.49 mil ha**, que constituyen las coberturas antrópicas predominantes dentro de la RE.

La presencia y extensión de estas coberturas resulta relevante para establecer la condición ambiental actual de la RE, debido a que la sustitución y manejo de coberturas naturales para fines

[1] *Mata-Balderas, J. M., Francisco-Santos, J., Treviño-Garza, E., & Mata-Balderas, E. (2024). Landscape and vegetation analysis in an area of wind farms in the northeast of Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente,30 (1). https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.11.081*

Consulta Pública

agropecuarios se relaciona con procesos de **modificación y fragmentación de hábitat, alteración de las propiedades físicas del suelo, modificación de los patrones de escurrimiento superficial, simplificación de la estructura de la vegetación y cambios en la disponibilidad de hábitat para la fauna silvestre**. Por lo anterior, estas actividades serán consideradas como una presión ambiental preexistente en el análisis de los componentes ambientales potencialmente afectados por el Proyecto.

Tabla 3. Caracterización de los impactos ambientales asociados con las obras y actividades existentes en la Región Ecológica y su relación con el Proyecto

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Parques eólicos	Vegetación y hábitat	Pérdida y modificación de cobertura vegetal y hábitat por ocupación de aerogeneradores, plataformas, caminos e infraestructura asociada	Negativo; permanente en superficies de ocupación definitiva y temporal en áreas recuperables; extensión local; intensidad media; efecto directo
	Fauna – aves y murciélagos	Riesgo de mortalidad por colisión con aerogeneradores y posible modificación de patrones locales de desplazamiento	Negativo; permanente durante la operación; extensión local a regional según movilidad de las especies; intensidad variable; efecto directo
	Fauna terrestre	Perturbación, desplazamiento y fragmentación del hábitat	Negativo; temporal a permanente; extensión local; intensidad media; efectos directos e indirectos
	Paisaje	Modificación de la calidad y configuración visual por presencia de aerogeneradores e infraestructura eléctrica	Negativo; permanente durante la vida útil; extensión local a regional; intensidad media a alta; efecto directo
Líneas de transmisión, subestaciones e infraestructura eléctrica	Vegetación y hábitat	Remoción y manejo periódico de vegetación en derechos de vía y superficies de infraestructura	Negativo; temporal a permanente; extensión lineal/local; intensidad media; efecto directo
	Fauna – aves	Riesgo de colisión y, dependiendo de las características de la infraestructura, electrocución	Negativo; permanente durante la operación; extensión lineal; intensidad variable; efecto directo
	Paisaje	Incorporación de infraestructura artificial de carácter lineal y vertical	Negativo; permanente; extensión local a regional; intensidad media; efecto directo
Carreteras, caminos, puentes y ferrocarriles	Vegetación y hábitat	Pérdida, modificación y fragmentación de la cobertura vegetal y del hábitat	Negativo; permanente; extensión lineal/regional; intensidad media a alta; efectos directos e indirectos
	Fauna	Efecto barrera, perturbación y riesgo de atropellamiento	Negativo; permanente durante la operación; extensión lineal; intensidad media; efectos directos e indirectos

Consulta Pública

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
	Suelo	Compactación, pérdida de suelo y modificación de sus propiedades físicas	Negativo; permanente; extensión lineal/local; intensidad media; efecto directo
	Hidrología superficial	Modificación local de patrones de escurrimiento y drenaje	Negativo; temporal o permanente; extensión local; intensidad baja a media; efecto directo
Infraestructura industrial	Aire	Modificación de la calidad del aire por emisiones de procesos, combustión, tránsito y partículas	Negativo; temporal o permanente según la actividad; extensión local; intensidad variable; efecto directo
	Suelo y agua	Riesgo de alteración de la calidad por manejo de sustancias, residuos, descargas o derrames	Negativo; temporal a permanente; extensión puntual/local; intensidad variable; efectos directos e indirectos
	Fauna	Perturbación por ruido, iluminación, tránsito y presencia humana	Negativo; temporal a permanente; extensión local; intensidad baja a media; efecto indirecto
Centrales de generación eléctrica distintas a eólicas	Aire	Emisión de gases y partículas asociadas a procesos de generación, cuando corresponda por tecnología	Negativo; permanente durante la operación; extensión local a regional; intensidad variable; efecto directo
	Suelo y paisaje	Ocupación territorial y modificación de la configuración del paisaje	Negativo; permanente; extensión local; intensidad media; efecto directo
	Ambiente sonoro	Incremento de los niveles de ruido	Negativo; permanente durante la operación; extensión local; intensidad media; efecto directo
Obras hidráulicas	Hidrología superficial	Modificación de escurrimientos, conducción, almacenamiento o disponibilidad del recurso hídrico	Negativo; temporal a permanente; extensión local a regional; intensidad variable; efectos directos e indirectos
	Suelo	Excavación, compactación y transformación de superficies	Negativo; temporal a permanente; extensión puntual o lineal; intensidad media; efecto directo
	Vegetación y fauna	Modificación de cobertura y hábitat asociada a la ocupación de infraestructura	Negativo; temporal a permanente; extensión local; intensidad media; efectos directos e indirectos
Ductos e infraestructura de hidrocarburos	Vegetación y hábitat	Remoción y manejo de vegetación en derechos de vía y áreas operativas	Negativo; temporal a permanente; extensión lineal/local; intensidad media; efecto directo

Consulta Pública

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
	Suelo	Remoción, excavación y compactación; riesgo de contaminación accidental	Negativo; temporal a permanente; extensión lineal/puntual; intensidad variable; efecto directo
	Fauna	Fragmentación y perturbación temporal o permanente del hábitat	Negativo; temporal a permanente; extensión lineal/local; intensidad media; efecto indirecto
	Agua	Riesgo de alteración de la calidad por eventos accidentales	Negativo; eventual; extensión puntual a local; intensidad variable; efecto directo
Minería y bancos de materiales	Geomorfología y suelo	Modificación del relieve, pérdida de suelo y generación de procesos erosivos	Negativo; permanente; extensión local; intensidad alta; efecto directo
	Vegetación y hábitat	Pérdida o modificación de cobertura vegetal y hábitat	Negativo; temporal a permanente; extensión local; intensidad media a alta; efecto directo
	Aire	Generación de polvo y partículas suspendidas	Negativo; temporal/recurrente durante la actividad; extensión local; intensidad media; efecto directo
Desarrollos urbanos y asentamientos humanos Agricultura	Vegetación y hábitat	Sustitución y fragmentación de coberturas naturales por superficies urbanizadas	Negativo; permanente; extensión local a regional; intensidad media a alta; efectos directos e indirectos
	Suelo	Sellado, compactación e impermeabilización del suelo	Negativo; permanente; extensión local; intensidad alta; efecto directo
	Fauna	Desplazamiento y modificación del hábitat por presencia humana, tránsito, ruido e iluminación	Negativo; permanente; extensión local; intensidad media; efecto indirecto
	Agua	Incremento de escurrimientos superficiales y generación de aguas residuales	Negativo; permanente; extensión local; intensidad variable; efectos directos e indirectos
	Vegetación y hábitat	Sustitución histórica y manejo recurrente de coberturas naturales	Negativo; permanente o de larga duración; extensión regional; intensidad alta; efecto directo
	Suelo	Modificación de estructura y propiedades del suelo por laboreo y manejo productivo	Negativo; recurrente; extensión regional; intensidad media; efecto directo
	Fauna	Simplificación y modificación del hábitat disponible	Negativo; de larga duración; extensión regional; intensidad media; efecto indirecto
Pastizales cultivados e inducidos asociados a	Vegetación y hábitat	Modificación de la composición y estructura de	Negativo; de larga duración; extensión regional; intensidad

Consulta Pública

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
transformación agropecuaria		las comunidades vegetales y del hábitat	media a alta; efectos directos e indirectos
	Suelo	Alteración de las propiedades físicas del suelo asociada al manejo de las superficies	Negativo; recurrente; extensión regional; intensidad media; efecto directo
	Fauna	Modificación de disponibilidad, estructura y continuidad del hábitat	Negativo; de larga duración; extensión regional; intensidad media; efecto indirecto

Como se observa, las presiones ambientales existentes en la RE no responden a una única actividad, sino a la concurrencia histórica y actual de diferentes procesos de transformación territorial. Entre ellos destacan por su distribución las actividades agropecuarias, mientras que la infraestructura carretera, eléctrica, industrial, hidráulica, urbana y de hidrocarburos introduce presiones adicionales de carácter puntual, lineal y regional.

Particularmente, la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI muestra que las superficies correspondientes a agricultura, pastizal cultivado y pastizal inducido abarcan aproximadamente **2.33 millones de ha**, equivalentes a alrededor del **47.6 % de la RE**, lo que permite reconocer a la transformación agropecuaria como uno de los principales procesos de modificación territorial preexistentes. Esta condición resulta relevante principalmente para los componentes vegetación, suelo y fauna, al representar un antecedente de modificación y fragmentación del hábitat sobre el cual se insertan las obras e infraestructura actualmente presentes y las pretendidas por el Proyecto.

En el caso particular de la infraestructura energética, la presencia dentro de la RE de **otros parques eólicos y de infraestructura eléctrica asociada** adquiere especial relevancia para el análisis posterior del Parque Eólico Montecristo, debido a que existen mecanismos potenciales de afectación coincidentes, particularmente sobre fauna voladora, vegetación y hábitat, paisaje y ocupación territorial. No obstante, la sola presencia de estos proyectos dentro de la RE **no permite establecer por sí misma la existencia de impactos acumulativos o sinérgicos**.

La determinación de dicha concurrencia se realizará posteriormente mediante el análisis conjunto de la distribución espacial de los proyectos, la naturaleza y permanencia de sus efectos, los componentes ambientales compartidos y su relación con las áreas de incidencia de los impactos del Parque Eólico Montecristo. Este procedimiento permitirá distinguir las presiones que únicamente forman parte de la condición ambiental actual de la RE de aquellas que efectivamente puedan interactuar con los impactos generados por el Proyecto.

Asimismo, dentro de la RE se identificó la presencia de **localidades urbanas**, las cuales fueron consideradas de manera conjunta como una fuente de presión asociada al desarrollo urbano y a los asentamientos humanos. Para efectos del presente análisis, su evaluación se realizó de forma agrupada, debido a que comparten mecanismos generales de transformación del medio

Consulta Pública

relacionados con la ocupación permanente del territorio, sustitución e impermeabilización del suelo, modificación y fragmentación de hábitats, generación de residuos y aguas residuales, incremento del tránsito vehicular, ruido, iluminación artificial y presencia humana. La relación de localidades identificadas constituye información de soporte para la caracterización de la condición actual de la RE; sin embargo, su presencia no implica por sí misma una interacción acumulativa o sinérgica con el Proyecto.

IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

La identificación de los impactos ambientales asociados al Parque Eólico Montecristo se realizó a partir del análisis de las obras y actividades descritas en el Capítulo I, considerando aquellas acciones con capacidad de producir modificaciones directas o indirectas sobre los componentes y subcomponentes ambientales identificados en la RE.

IV.3.1 Actividades de impacto por etapa de proyecto

Para efectos de la evaluación ambiental, las actividades fueron organizadas conforme a las etapas de **preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio**. Esta desagregación permite identificar de manera específica las acciones generadoras de cambio y establecer posteriormente sus interacciones con los componentes ambientales, evitando evaluar de manera general las obras que integran el Proyecto.

Para las etapas finales del Proyecto, las actividades que en la descripción técnica se encuentran comprendidas dentro del periodo general de abandono, desmantelamiento y restauración fueron diferenciadas de acuerdo con la naturaleza de la acción que será ejecutada. Esta diferenciación se realiza exclusivamente para efectos de la evaluación ambiental y **no modifica el periodo global de 24 meses establecido para dichas actividades al término de la vida útil del Proyecto**. El Capítulo I contempla, entre otras acciones, la desenergización de sistemas, retiro de materiales y residuos, desmontaje de aerogeneradores y equipos eléctricos, desmantelamiento del BESS, demolición de cimentaciones, retiro de infraestructura y posterior descompactación, restitución del suelo y revegetación.

Tabla 4. Actividades generadoras de impacto por etapa del proyecto

Etapa	Actividades por considerar en la evaluación
Preparación del sitio	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
	Rescate y reubicación de flora
	Delimitación y señalización de áreas de trabajo
	Replanteo topográfico y liberación de frentes
	Habilitación y adecuación inicial de accesos
	Desmonte y limpieza de superficies de intervención
	Despalme y retiro de suelo vegetal
	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes
	Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales

Consulta Pública

Etapa	Actividades por considerar en la evaluación
	Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión
	Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso
	Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales
	Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo
Construcción	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos
	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores
	Montaje de aerogeneradores
	Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra
	Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control
	Construcción e instalación del SAE/BESS
	Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*
	Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias
	Generación y manejo de residuos
Operación y mantenimiento	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
	Reforestación
	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación
	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS
	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control
	Inspección y reparación de aerogeneradores
	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación
	Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios
	Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas
	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos
Desmantelamiento, abandono y restauración del sitio	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos
	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes
	Desmontaje de aerogeneradores
	Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos
	Desmantelamiento del SAE/BESS
	Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda
	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas
	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies

Consulta Pública

Etapa	Actividades por considerar en la evaluación
	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas
	Seguimiento de las superficies restauradas

IV.3.2 Selección de componentes y subcomponentes ambientales

Para el análisis del medio, este fue dividido en dos subsistemas: físico-natural y socioeconómico, ocho apartados: abiótico, biótico, perceptual, población, uso de suelo, actividades económicas, empleo e infraestructura, dieciséis factores y cuarenta y un subfactores. A cada uno de estos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser susceptibles de ser afectados a consecuencia del desarrollo del proyecto durante sus diferentes etapas.

Tabla 5. Componentes ambientales considerados para la evaluación de impactos

Subsistema	Apartado	Componente	Subcomponente
Medio abiótico	Atmósfera	Aire	Calidad del aire
		Ruido	Nivel sonoro
	Geología y geomorfología	Geomorfología	Relieve y microtopografía
	Suelo	Edafología	Propiedades físicas del suelo
		Edafología	Calidad del suelo
		Edafología	Erosión
		Edafología	Compactación
	Hidrología	Hidrología superficial	Escurrimiento superficial
		Hidrología superficial	Cauces y drenaje natural
		Calidad del agua	Calidad del agua superficial
		Hidrología subterránea	Infiltración y recarga
		Calidad del agua	Calidad del agua subterránea
	Flora	Vegetación	Cobertura vegetal
		Vegetación	Estructura de la vegetación
		Vegetación	Composición y diversidad florística
		Vegetación	Fragmentación de la vegetación
		Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo
	Fauna	Fauna terrestre	Hábitat
		Fauna terrestre	Diversidad y abundancia
		Fauna terrestre	Desplazamiento y movilidad
		Fauna terrestre	Especies en categoría de riesgo
		Avifauna	Hábitat
		Avifauna	Diversidad y abundancia
		Avifauna	Desplazamiento y efecto barrera
		Avifauna	Riesgo de colisión

Consulta Pública

Subsistema	Apartado	Componente	Subcomponente
		Avifauna	Especies en categoría de riesgo
		Quirópteros	Hábitat
		Quirópteros	Actividad y desplazamiento
		Quirópteros	Riesgo de colisión y mortalidad
Medio perceptual	Paisaje	Calidad paisajística	Calidad visual
		Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual
		Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto
Medio socioeconómico	Población y economía	Empleo	Generación de empleo
		Economía	Demanda de bienes y servicios
	Infraestructura y servicios	Energía	Generación de energía eléctrica
	Uso del territorio	Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual

Fuente: Elaboración propia

IV.3.3 Indicadores de impacto

Los indicadores de impacto seleccionados se presentan a manera de listado, conforme al subfactor ambiental al cual se le atribuyen.

Tabla 6. Indicadores de impacto

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas
		Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial
	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos
	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos
	Compactación	Superficie de suelo compactada
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento
	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida
	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas
	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística
	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales
Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de fauna
	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves
	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo
	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida
	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento
	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto
Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo

Consulta Pública

IV.3.4 Resultados de la Matriz de interacción simple

A partir de los componentes y subcomponentes ambientales susceptibles de interacción con las obras y actividades del Proyecto, se establecieron **indicadores de impacto ambiental**, entendidos como variables que permiten identificar y representar los cambios potenciales que podrían producirse sobre las condiciones del medio como consecuencia del desarrollo del Parque Eólico Montecristo. Los indicadores fueron seleccionados considerando las características particulares de cada componente ambiental, las condiciones identificadas en la RE, el Área de Influencia (Ai) y el Área del Proyecto, así como la naturaleza de las obras y actividades previstas durante las diferentes etapas de desarrollo.

La selección de los indicadores permite establecer una relación directa entre las **acciones generadoras de cambio y la respuesta potencial del componente ambiental**, facilitando posteriormente la identificación de las interacciones proyecto–ambiente y la caracterización y valoración de los impactos mediante la metodología de Conesa. Asimismo, se consideraron indicadores específicos para aquellos componentes particularmente relevantes en proyectos de generación eólica, entre ellos la **cobertura y fragmentación de la vegetación, modificación del hábitat, desplazamiento de fauna y los riesgos asociados a la interacción de avifauna y quirópteros con los aerogeneradores**.

Para evitar la duplicidad en la identificación de interacciones ambientales, se consideró el **momento de ocurrencia inicial de cada modificación sobre el medio**. En este sentido, cuando una actividad genera la transformación primaria de un componente o subcomponente ambiental, las actividades subsecuentes ejecutadas sobre la misma superficie no fueron consideradas nuevamente como generadoras del mismo efecto, salvo que impliquen un cambio adicional, de diferente naturaleza o intensidad. Bajo este criterio, la afectación directa sobre la vegetación se atribuyó principalmente a las actividades de desmonte y despalme, dado que las acciones posteriores se desarrollarán sobre superficies previamente liberadas. De manera similar, la modificación del uso actual del suelo se asoció con las actividades que representan el inicio material de la ocupación y transformación de las superficies requeridas por el Proyecto.

Consulta Pública

Tabla 7. Matriz de interacción simple para la etapa de preparación del sitio

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Delimitación y señalización de áreas de trabajo	Replanteo topográfico y liberación de frentes	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	Despalme y retiro de suelo vegetal	Habilitación y adecuación inicial de accesos	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	Apertura, ampliación o rehabilitación de brecha y caminos de acceso	Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	A	b	B	Total
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas					a	a	a	A	a	a	a	a	a	8	1	0	0	9
	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión						a	a	a	a	a	a	a	a	8	0	0	0	8
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental				a	a	a	a	A	a	a	a	a	A	8	2	0	0	10
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno						A	a	A		a	A	a		3	3	0	0	6
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial					a	A	a	A	a	a	A	a		5	3	0	0	8
	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos						a		a			a	a	a	5	0	0	0	5
	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos					A	A	a	A	a	b	A	a		3	4	1	0	8
	Compactación	Superficie de suelo compactada						a	a	A	A	a	A	A	a	4	4	0	0	8
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento					a	A	a	A	A	b	A	a		3	4	1	0	8
	Cauces y drenajes naturales	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia						a		a	a	a	a			5	0	0	0	5

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Delimitación y señalización de áreas de trabajo	Replanteo topográfico y liberación de frentes	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	Despalme y retiro de suelo vegetal	Habilitación y adecuación inicial de accesos	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	A	b	B	Total
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial						a		a	a	b	a	a	a	6	0	1	0	7
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración					a	A	a	A	A	a	A	a		4	4	0	0	8
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea													a	1	0	0	0	1
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida			b		A	A								0	2	1	0	3
	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas					A	A								0	2	0	0	2
	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística		b			a	a								2	0	1	0	3
	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales					A	A								0	2	0	0	2
Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados		B												0	0	0	1	1
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida			b		A	A	a	A	a	a	A	a		4	4	1	0	9
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de fauna	b				a	a	a	a			a	a	a	7	0	1	0	8
	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	b			a	A	A	a	a	a	a	A	a	a	7	3	1	0	11

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Delimitación y señalización de áreas de trabajo	Replanteo topográfico y liberación de frentes	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	Despalme y retiro de suelo vegetal	Habilitación y adecuación inicial de accesos	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	A	b	B	Total
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados					a	a					a		a	4	0	0	0	4
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida					A		a	A	a	a	A	a		4	3	0	0	7
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves					a			a			a	a	a	5	0	0	0	5
	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo				a	a		a	a	a	a	a	a	a	9	0	0	0	9
	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada														0	0	0	0	0
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto					a			a			a		a	4	0	0	0	4
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida					A		a	A	a	a	A	a		4	3	0	0	7
	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento				a	a		a	a	a	a	a	a	a	9	0	0	0	9
	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores														0	0	0	0	0
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje					A	a	a	A	a	a	A	a		5	3	0	0	8

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Delimitación y señalización de áreas de trabajo	Replanteo topográfico y liberación de frentes	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	Despalme y retiro de suelo vegetal	Habilitación (adecuación inicial de accesos	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	A	b	B	Total
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual					A		a	A			A	a		2	3	0	0	5
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto					a	a	a	a	a	a	a	a		8	0	0	0	8
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	0	0	13	0	13
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios				b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	0	0	10	0	10
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto														0	0	0	0	0
Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo					A	A								0	2	0	0	2
		a	0	0	0	4	13	12	19	11	15	16	13	21	13				suma	221
		A	0	0	0	0	11	11	0	13	3	0	12	1	1					
		b	3	2	3	2	2	2	2	2	2	5	2	2	2					
		B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		Total	3	3	3	6	26	25	21	26	20	21	27	24	16					

Consulta Pública

Tabla 8. Matriz de interacción simple para la etapa de construcción

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	Montaje de aerogeneradores	Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	Construcción e instalación del SAE/BESS	Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión	Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	Generación y manejo de residuos	a	A	b	B	Total
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas		a	a	a	a	a	a	a			7	0	0	0	7
	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión		a	a	a	a	a	a	a			7	0	0	0	7
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental		a	A	A	a	a	a	a			5	2	0	0	7
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno		A	A		a	a	a	a			4	2	0	0	6
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial		A	A		A	a	a	a			3	3	0	0	6
	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos		a	a		a	a	a	a	a	a	8	0	0	0	8
	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos		a	a		a	a	a	a			6	0	0	0	6
	Compactación	Superficie de suelo compactada		A	A		a	A	A	a			2	4	0	0	6
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento		a	a		a	a	a	a			6	0	0	0	6
	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia		a	a		a	a	a	a			6	0	0	0	6
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial		a	a		a	a	a	a	a	a	8	0	0	0	8
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración		a	a		a	a	a	a			6	0	0	0	6

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	Montaje de aerogeneradores	Excavación de zanjas, instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	Construcción e instalación del SAE/ESS	Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión	Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	Generación y manejo de residuos	a	A	b	B	Total
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea									a	a	2	0	0	0	2
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida											0	0	0	0	0
	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas											0	0	0	0	0
	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística											0	0	0	0	0
	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales											0	0	0	0	0
Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados											0	0	0	0	0
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida											0	0	0	0	0
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de fauna	b	a	a		a	a	a	a	a	a	8	0	1	0	9
	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	b	A	a	a	a	a	a	a	a	a	8	1	1	0	10
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	b	a	a		a	a	a	a	a	a	8	0	1	0	9
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida											0	0	0	0	0
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves		a	a	a	a	a	a	a			7	0	0	0	7

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	Montaje de aerogeneradores	Excavación de zanjas, instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	Construcción e instalación del SAE/ESS	Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión	Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	Generación y manejo de residuos	a	A	b	B	Total
	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo		a	a	a	a	a	a	A			6	1	0	0	7
	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada											0	0	0	0	0
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto		a	a	a	a	a	a	a			7	0	0	0	7
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida											0	0	0	0	0
	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento		a	a	a	a	a	a	a			7	0	0	0	7
	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores											0	0	0	0	0
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje		A	A	A	a	A	A	A		a	2	6	0	0	8
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual		a	a	A		a	a	A			4	2	0	0	6
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto		a	a	A	a	A	A	A			3	4	0	0	7
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	0	0	10	0	10
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios		b	b	b	b	b	b	b	b	b	0	0	9	0	9

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	Montaje de aerogeneradores	Excavación de zanjas, instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	Construcción e instalación del SAE/BESS	Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión	Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	Generación y manejo de residuos	a	A	b	B	Total
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto											0	0	0	0	0
Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo											0	0	0	0	0
		a	0	17	17	7	20	19	19	18	6	7				**suma**	**177**
		A	0	5	5	4	1	3	3	4	0	0					
		b	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
		B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		Total	**4**	**24**	**24**	**13**	**23**	**24**	**24**	**24**	**8**	**9**					

Consulta Pública

Tabla 9. Matriz de interacción simple para la etapa de operación y mantenimiento

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Reforestación	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	Operación automatizada y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	Inspección y reparación de los aerogeneradores	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios	Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	A	b	B	Total
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas			a		a	a	a				4	0	0	0	4
	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión			a		a	a	a				4	0	0	0	4
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental			a	A	a	a	a				4	1	0	0	5
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno											0	0	0	0	0
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial											0	0	0	0	0
	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos					a	a				a	3	0	0	0	3
	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos							a				1	0	0	0	1
	Compactación	Superficie de suelo compactada											0	0	0	0	0
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento							a				1	0	0	0	1
	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia							a				1	0	0	0	1
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial										a	1	0	0	0	1

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Alumbramiento, rescate y reubicación de fauna	Reforestación	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	Inspección y reparación de aerogeneradores	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios	Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	A	b	B	Total
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración											0	0	0	0	0
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea										a	1	0	0	0	1
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida		B							a		1	0	0	1	2
	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas		b							a		1	0	1	0	2
	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística		b									0	0	1	0	1
	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales		b									0	0	1	0	1
Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados											0	0	0	0	0
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida		b									0	0	1	0	1
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de fauna											0	0	0	0	0
	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna					a	a	a		a		4	0	0	0	4

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Reforestación	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	Inspección y reparación de aerogeneradores	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios	Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	A	b	B	Total
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados					a	a	a		a		4	0	0	0	4
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida		b									0	0	1	0	1
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves											0	0	0	0	0
	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo				A							0	1	0	0	1
	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores y/o infraestructura asociada				A							0	1	0	0	1
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto				a							1	0	0	0	1
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida		b									0	0	1	0	1
	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento				A							0	1	0	0	1
	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores				A							0	1	0	0	1

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Reforestación	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	Inspección y reparación de aerogeneradores	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios	Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	A	b	B	Total
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje											0	0	0	0	0
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual											0	0	0	0	0
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto											0	0	0	0	0
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	0	0	10	0	10
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios		**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	**b**	0	0	9	0	9
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto			**b**	**B**							0	0	1	1	2
Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo											0	0	0	0	0
		a	0	0	3	1	6	6	8	0	4	3				**suma**	**64**
		A	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0					
		b	1	8	3	2	2	2	2	2	2	2					
		B	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0					
		Total	**1**	**9**	**6**	**9**	**8**	**8**	**10**	**2**	**6**	**5**					

Consulta Pública

Tabla 10. Matriz de interacción simple para la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	Desmontaje de aerogeneradores	Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	Desmantelamiento de SAE/BESS	Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	Seguimiento de las superficies restauradas	a	A	b	B	Total
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas		a	a	a	a	a	A	A			5	2	0	0	7
	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión		a	a	a	a	a	a	a			7	0	0	0	7
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental	a	a	A	a	a	a	A	A			5	3	0	0	8
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno							a	b	b		1	0	2	0	3
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial							A	B	B		0	1	0	2	3
	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos		a		a	a	a	a				5	0	0	0	5
	Erosión	Superficie susceptible a incremento de procesos erosivos							a	a	B	b	2	0	1	1	4
	Compactación	Superficie de suelo compactada							a	B	b		1	0	1	1	3
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento							a	b	B		1	0	1	1	3
	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia									b		0	0	1	0	1
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial		a			a						2	0	0	0	2
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración								b	B		0	0	1	1	2
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea		a			a						2	0	0	0	2

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	Desmontaje de aerogeneradores	Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	Desmantelamiento del SAE/BESS	Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	Seguimiento de las superficies restauradas	a	A	b	B	Total
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida									B	b	0	0	1	1	2
	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas									B	b	0	0	1	1	2
	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística									b	b	0	0	2	0	2
	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales									B		0	0	0	1	1
Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados											0	0	0	0	0
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida									B	b	0	0	1	1	2
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de fauna											0	0	0	0	0
	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	a		a	a		a	a				5	0	0	0	5
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados											0	0	0	0	0
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida									b	b	0	0	2	0	2
	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves											0	0	0	0	0

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	Desmontaje de aerogeneradores	Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	Desmantelamiento del SAE/BESS	Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	Seguimiento de las superficies restauradas	a	A	b	B	Total
	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo			b								0	0	1	0	1
	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada			b								0	0	1	0	1
	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto											0	0	0	0	0
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida									b	b	0	0	2	0	2
	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento			b								0	0	1	0	1
	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores			b								0	0	1	0	1
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje			B			b			B		0	0	1	2	3
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual			b						b		0	0	2	0	2
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto			B			b			B		0	0	1	2	3
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	0	0	10	0	10
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios		b	b	b	b	b	b	b	b		0	0	8	0	8

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	Desmontaje de aerogeneradores	Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	Desmantelamiento del SAE/BESS	Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	Seguimiento de las superficies restauradas	a	A	b	B	Total
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto	A										0	1	0	0	1
Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo											0	0	0	0	0
		a	2	6	3	5	6	5	7	2	0	0				**suma**	**99**
		A	1	0	1	0	0	0	3	2	0	0					
		b	1	2	7	2	2	4	2	5	9	8					
		B	0	0	2	0	0	0	0	2	10	0					
		Total	**4**	**8**	**13**	**7**	**8**	**9**	**12**	**11**	**19**	**8**					

Consulta Pública

Una vez identificadas las obras y actividades susceptibles de generar modificaciones sobre el medio, así como los componentes, subcomponentes e indicadores ambientales potencialmente afectados, se elaboraron las matrices de interacción proyecto–ambiente para las etapas de **Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento, y Desmantelamiento, Abandono y Restauración del sitio**. Estas matrices constituyen una primera aproximación al comportamiento ambiental del Proyecto y permiten reconocer la distribución de las interacciones a lo largo de su ciclo de vida, previo a su caracterización y valoración mediante la metodología de Conesa.

Para su interpretación, las interacciones adversas fueron diferenciadas preliminarmente en aquellas de bajo y alto grado (a y A, respectivamente), mientras que las interacciones benéficas se clasificaron igualmente en bajo y alto grado (b y B). Esta clasificación permite identificar las actividades con mayor capacidad potencial de modificación del medio; sin embargo, **no representa todavía la importancia o significancia ambiental del impacto**, ya que ésta será determinada posteriormente mediante la valoración de los atributos establecidos en la metodología de Conesa.

Asimismo, para evitar la duplicidad en la identificación de las interacciones ambientales se consideró el **momento en que ocurre materialmente la modificación de cada componente o subcomponente**. En consecuencia, cuando una actividad genera la transformación primaria de determinado elemento ambiental, las actividades posteriores desarrolladas sobre la misma superficie no fueron contabilizadas nuevamente como generadoras del mismo efecto, excepto cuando implican un mecanismo de afectación adicional o de naturaleza diferente. Este criterio resulta particularmente relevante para interpretar las interacciones relacionadas con remoción de vegetación, pérdida o modificación de hábitat, cambio en el uso del suelo y modificación del paisaje.

Tabla 11. Interacciones en las diferentes etapas del proyecto.

Etapa	Negativas (a + A)	Positivas (b + B)	Total	% negativas
Preparación del sitio	190	32	222	85.60%
Construcción	155	22	177	87.60%
Operación y mantenimiento	36	28	64	56.30%
Desmantelamiento, abandono y restauración	43	56	99	43.40%
Total	**424**	**138**	**562**	**75.40%**

En total fueron identificadas **562 interacciones proyecto–ambiente**, de las cuales **424 son adversas y 138 benéficas**, equivalentes aproximadamente al **75.4 % y 24.6 %**, respectivamente. Su distribución evidencia que las interacciones no se presentan de manera homogénea durante el ciclo de vida del Proyecto, sino que existe una concentración claramente asociada con las etapas en las que ocurre la intervención física del territorio.

Consulta Pública

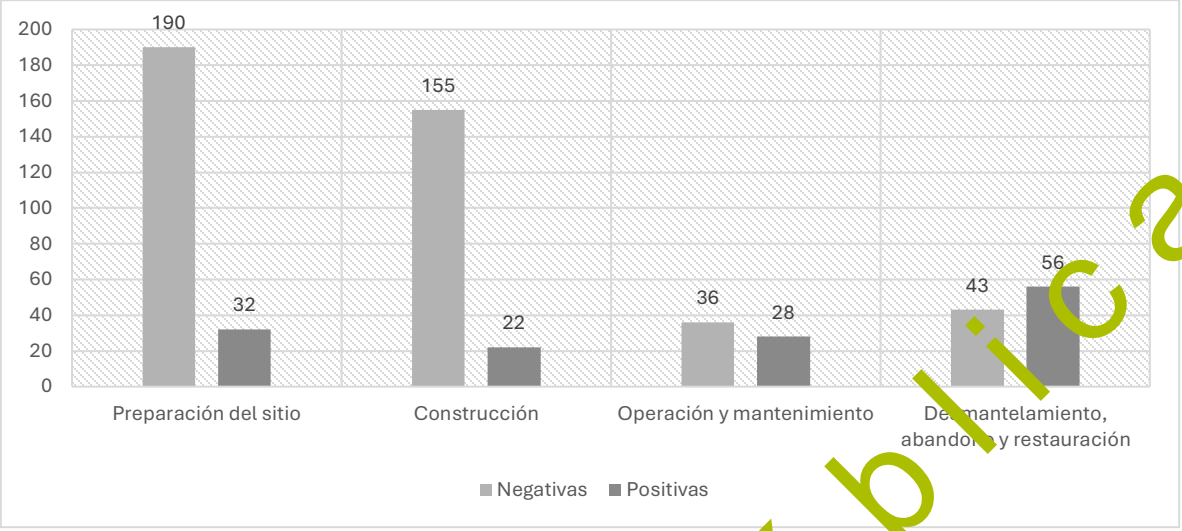


Figura 2. Interacciones positivas y negativas en las diferentes etapas del proyecto

La **Preparación del sitio** presenta el mayor número de interacciones, con un total de **222**, de las cuales 190 son negativas y 32 positivas. Le sigue la etapa de **Construcción**, con 177 interacciones, integradas por 155 negativas y 22 positivas. En conjunto, ambas etapas concentran **345 de las 424 interacciones adversas identificadas, equivalentes aproximadamente al 81.4 % del total de interacciones negativas del Proyecto**.

Esta concentración responde a la naturaleza de las actividades previstas durante las primeras etapas, en las que se realizan acciones que implican intervención directa sobre las superficies requeridas por el Proyecto, incluyendo desmonte, despalme, movimiento y conformación del terreno, habilitación y construcción de caminos, excavaciones, cimentaciones y establecimiento de la infraestructura necesaria para la generación eléctrica. Estas actividades presentan capacidad para interactuar simultáneamente con diferentes componentes del medio físico-natural y biótico, principalmente suelo, hidrología, vegetación y fauna.

La cantidad de interacciones disminuye considerablemente durante la etapa de **Operación y mantenimiento**, en la cual se identificaron **64 interacciones**, correspondientes a 36 negativas y 28 positivas. Este comportamiento es congruente con el hecho de que durante esta etapa las principales modificaciones físicas asociadas con la ocupación del territorio ya se habrán materializado, por lo que no fueron contabilizadas nuevamente como nuevas interacciones.

No obstante, la reducción cuantitativa observada durante la operación **no debe interpretarse directamente como una menor importancia ambiental**. En esta etapa aparecen mecanismos de interacción específicos asociados con el funcionamiento de un parque eólico, destacando aquellos relacionados con el **desplazamiento y efecto barrera sobre la avifauna, riesgo de colisión de aves, modificación de los patrones de actividad y desplazamiento de quirópteros, y riesgo de colisión y mortalidad de este último grupo**. La relevancia de estas interacciones será determinada posteriormente mediante su caracterización específica y valoración de importancia.

Consulta Pública

Por otra parte, durante el **Desmantelamiento, abandono y restauración del sitio (DAR)** se identificaron 99 interacciones, de las cuales **43 son negativas y 56 positivas**. Se trata de la única etapa en la cual las interacciones benéficas superan a las adversas, representando aproximadamente el 56.6 % de las interacciones identificadas para dicha etapa.

El comportamiento de DAR refleja dos procesos ambientalmente distintos. Durante las actividades iniciales de desmantelamiento continúan presentándose interacciones adversas asociadas principalmente con el tránsito y operación de maquinaria, generación de ruido, emisiones, demolición y retiro de infraestructura. Sin embargo, conforme se liberan las superficies ocupadas y se desarrollan las acciones de escarificación, descompactación, reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación, se generan interacciones de carácter benéfico relacionadas con la recuperación progresiva de las condiciones del suelo, vegetación, hábitat y paisaje.



Figura 3. Interacciones negativas en las diferentes etapas del proyecto

La comparación del número total de interacciones permite observar una reducción progresiva desde la **Preparación del sitio (221)** hacia la **Construcción (177)** y posteriormente hacia la **Operación y mantenimiento (64)**. Durante DAR el número aumenta nuevamente hasta 99; sin embargo, este incremento presenta una naturaleza diferente, debido a la participación relevante de interacciones benéficas asociadas con las actividades de restauración.

Por tanto, la distribución temporal de las interacciones refleja el propio ciclo de transformación y recuperación previsto para el Proyecto: las mayores presiones potenciales se concentran durante la preparación y construcción; durante la operación disminuyen las intervenciones físicas directas pero aparecen mecanismos específicos asociados al funcionamiento de los aerogeneradores; finalmente, durante DAR se combinan las afectaciones temporales propias del retiro de infraestructura con los efectos favorables derivados de la recuperación de las superficies liberadas.

Consulta Pública

Tabla 12. Número de interacciones por apartado

Apartado	Negativas	Positivas
Abiótico	227	16
Biótico	152	33
Perceptual	42	8
Población	0	43
Actividades económicas	0	36
Infraestructura y servicios	1	2
Uso del territorio	2	0

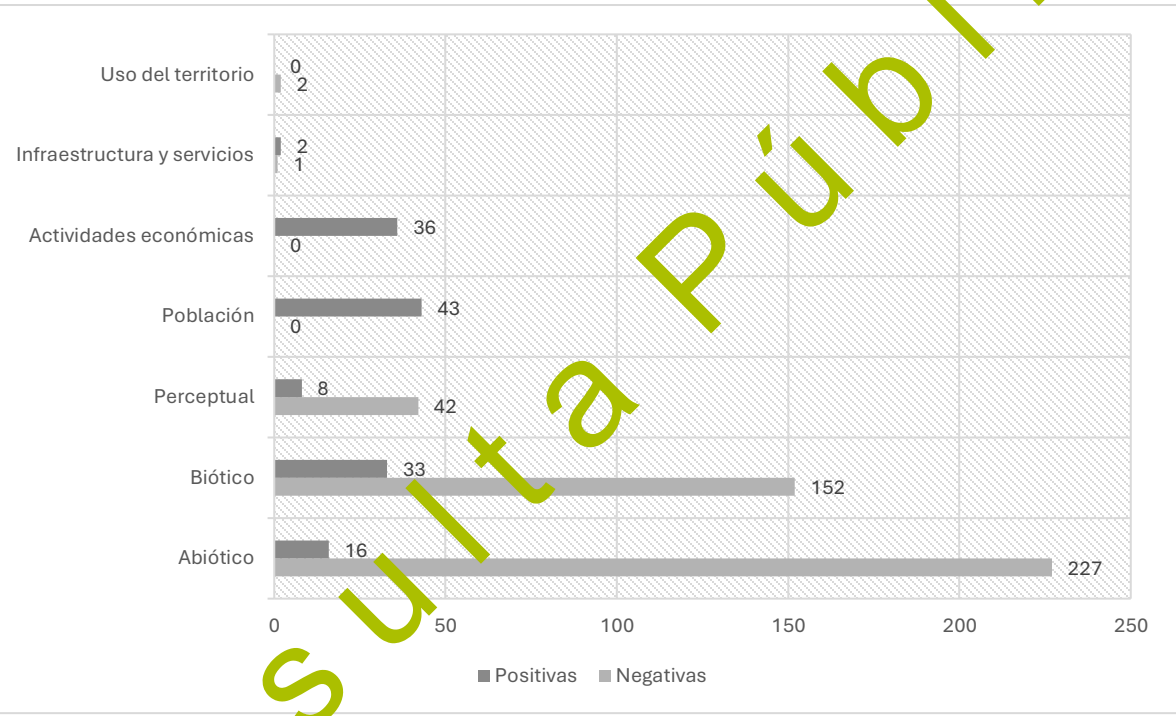


Figura 4. Número de interacciones por apartado

El análisis por apartado ambiental evidencia que el **medio abiótico concentra el mayor número de interacciones**, con 243 registros, de los cuales 227 son adversos y 16 benéficos. Esto representa aproximadamente el **53.7 % de todas las interacciones negativas identificadas**. La elevada participación de este apartado se relaciona con la diversidad de mecanismos mediante los cuales las actividades del Proyecto pueden interactuar con la calidad del aire, ruido, geomorfología, propiedades y calidad del suelo, erosión, compactación, escurrimiento superficial, drenaje natural, infiltración y calidad del agua.

El **medio biótico** ocupa el segundo lugar, con 184 interacciones, de las cuales 151 son negativas y 33 positivas. De esta manera, los apartados abiótico y biótico reúnen conjuntamente **378 de las 423 interacciones negativas**, equivalentes aproximadamente al **89.4 % de las interacciones adversas del Proyecto**. Esta distribución confirma que la mayor parte de las interacciones potenciales se

Consulta Pública

concentra sobre los elementos directamente relacionados con la estructura y funcionamiento físico y biológico del territorio.
En el apartado **perceptual** se registraron 50 interacciones, de las cuales 42 son adversas y ocho benéficas. Las primeras se relacionan principalmente con la incorporación de infraestructura de dimensiones y características visuales distintas a las condiciones existentes, mientras que las interacciones benéficas se presentan principalmente durante el retiro de infraestructura y la recuperación de las superficies intervenidas.

En contraste, el componente socioeconómico presenta predominantemente interacciones favorables. El apartado **Población**, a través de la generación de empleo, registra 43 interacciones benéficas, mientras que las **Actividades económicas**, relacionadas con la demanda de bienes y servicios, presentan 36. Esto refleja que las diferentes etapas del Proyecto requerirán personal, insumos y servicios, generando interacciones positivas durante buena parte de su ciclo de vida.

Las interacciones correspondientes a **Infraestructura y servicios** y **Uso de territorio** presentan una frecuencia considerablemente menor. En el primer caso, las interacciones se relacionan fundamentalmente con la generación de energía eléctrica durante la operación y con el cese de dicha generación al concluir la vida útil del Proyecto; en el segundo, la baja frecuencia responde al criterio metodológico adoptado para evitar contabilizar repetidamente la modificación del uso del suelo durante actividades subsecuentes desarrolladas sobre superficies previamente transformadas.

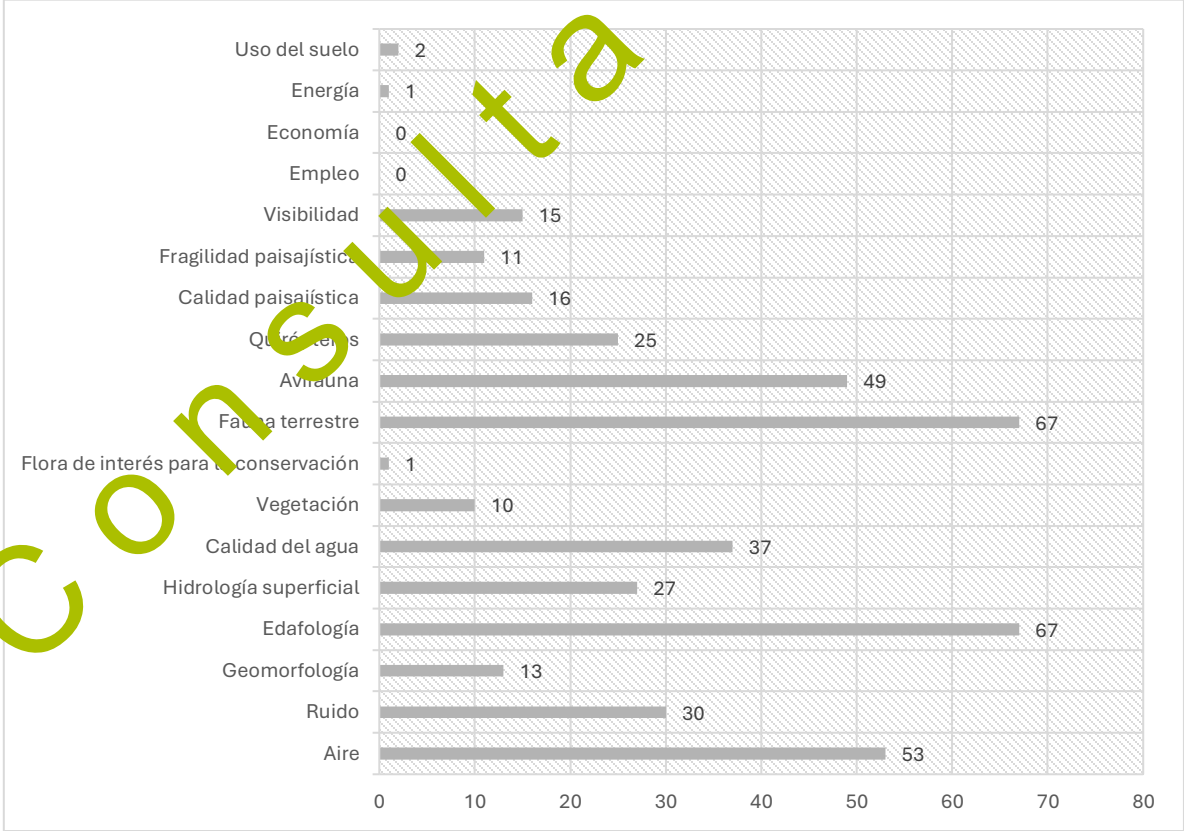


Figura 5. Número de interacciones por componente

Consulta Pública

Al desagregar el análisis a nivel de **Componente**, se observa que las interacciones adversas no se distribuyen uniformemente entre los elementos ambientales. Los componentes asociados con el medio abiótico presentan una elevada frecuencia debido a que actividades como el movimiento de tierras, excavaciones, tránsito y operación de maquinaria, construcción de caminos, cimentaciones y manejo de materiales pueden incidir simultáneamente sobre diferentes propiedades del suelo, condiciones atmosféricas y procesos hidrológicos.

En el medio biótico, las interacciones presentan además un comportamiento dependiente de la etapa. Las relacionadas con la **vegetación** se concentran principalmente en el momento en que ocurre la intervención directa de las superficies, evitando contabilizar nuevamente la misma pérdida o modificación durante la construcción de infraestructura sobre áreas previamente liberadas. Este criterio permite representar de manera más precisa el origen temporal de la afectación.

Para la **fauna terrestre**, las interacciones se relacionan tanto con la modificación del hábitat como con la perturbación y modificación de sus patrones de desplazamiento. En el caso de la **avifauna y los quirópteros**, además de las modificaciones asociadas con el hábitat durante las etapas iniciales, durante la operación adquieren especial relevancia mecanismos propios de la infraestructura eólica. Para las aves se reconocen el desplazamiento, efecto barrera y riesgo de colisión; mientras que para los quirópteros se consideran las modificaciones potenciales de sus patrones de actividad y desplazamiento, así como el riesgo de mortalidad asociado con la operación de los aerogeneradores. Estos mecanismos serán analizados individualmente durante la etapa de valoración de impactos y contrastados con la información obtenida para el Proyecto.

La distribución por actividad permite complementar esta interpretación, debido a que el número de interacciones asociadas con una actividad representa la diversidad de componentes ambientales con los cuales ésta puede establecer algún mecanismo de relación.

Durante la **Preparación del sitio**, las actividades con mayor incidencia corresponden principalmente al **desmonte y limpieza de superficies de intervención, despalme y retiro de suelo vegetal, cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes, apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso**, así como otras actividades asociadas con la preparación física de las superficies. La elevada frecuencia de interacciones responde a que estas acciones pueden modificar simultáneamente diferentes elementos del medio físico y biótico.

Durante la **Construcción**, las interacciones se encuentran asociadas principalmente con la construcción y rehabilitación de caminos, excavación y construcción de cimentaciones, montaje de infraestructura, instalación de la red colectora y construcción de instalaciones eléctricas y auxiliares. Sin embargo, conforme al criterio de no duplicidad adoptado, no se atribuyeron nuevamente a estas actividades modificaciones que ya se hubieran materializado durante la preparación del sitio, particularmente aquellas relacionadas con la remoción inicial de la vegetación y el establecimiento de la transformación del uso del suelo.

En **Operación y mantenimiento**, el menor número de interacciones se concentra en actividades específicas como la operación de los aerogeneradores, mantenimiento de componentes e infraestructura, manejo de vegetación y gestión de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos. La operación de los aerogeneradores adquiere particular relevancia por su relación con los

Consulta Pública

mecanismos de interacción sobre fauna voladora, mientras que la generación de energía eléctrica constituye una de las principales interacciones benéficas de esta etapa.

Finalmente, durante **DAR**, las actividades de demolición y retiro de infraestructura presentan interacciones adversas de carácter principalmente temporal, mientras que la **escarificación y descompactación de superficies, reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno, revegetación y seguimiento de superficies restauradas** concentran una proporción importante de las interacciones benéficas. De esta forma, la matriz permite reconocer no solamente las presiones generadas durante la implantación y funcionamiento del Proyecto, sino también el proceso previsto para la recuperación ambiental de las superficies al finalizar su vida útil.

En términos generales, los resultados de las matrices muestran que la mayor frecuencia de interacciones adversas se concentra durante las etapas en las que ocurre la **transformación física inicial del territorio**, mientras que la operación presenta un número menor de interacciones pero incorpora mecanismos específicos que requieren una evaluación particular principalmente sobre avifauna y quirópteros. Paralelamente, los beneficios socioeconómicos se distribuyen durante diferentes etapas del Proyecto y los beneficios ambientales adquieren mayor relevancia durante las actividades de restauración.

Debe señalarse que **el número de interacciones constituye un indicador de frecuencia y no de importancia ambiental**. Una actividad que presenta numerosas interacciones de bajo grado no necesariamente genera un impacto de mayor importancia que otra actividad con una sola interacción sobre un componente sensible. Por esta razón, los resultados anteriores constituyen la base para la siguiente fase de evaluación, en la cual cada interacción seleccionada será caracterizada considerando su naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad mediante la metodología de **Conesa**, permitiendo determinar su importancia y establecer posteriormente cuáles corresponden a impactos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales.

IV.3.5 Resultados de la Matriz calificación de impactos

A continuación, se presenta la calificación de impactos por medio de la metodología de Conesa.

Consulta Pública

Tabla 13. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de preparación del sitio

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Despalme y retiro de suelo vegetal	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
		Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión	Despalme y retiro de suelo vegetal	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			provisionales y medidas de control de erosión													
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	1	2	4	1		1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental	Replanteo topográfico y liberación de frentes		2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	A	4	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-31	Moderado
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de	Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-37	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		la configuración natural del terreno	Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-33	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	8	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-49	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-33	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-39	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-25	Compatible
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-31	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	8	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-49	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-33	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	8	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-49	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-35	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-39	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-25	Compatible
Edafología	Calidad del suelo	Superficie susceptible de	Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-25	Compatible
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-25	Compatible
Edafología	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	4	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-36	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-36	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-36	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	b	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
Edafología	Compactación	Superficie de suelo compactada	Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	1	4	4	2	1	4	4	4	2	-33	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-35	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	4	2	1	4	4	4	2	-39	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	A	4	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-41	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-41	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	A	4	1	4	2	2	1	4	4	2	2	-35	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-35	Moderado
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	1	4	4	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	4	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	A	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	-40	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	b	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	-40	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
Hidrología superficial	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de	Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial	Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	b	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	22	Positivo
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	1	4	4	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	4	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	A	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	-40	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	-40	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea	Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida	Delimitación y señalización de áreas de trabajo	b	2	1	4	4	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-55	Severo
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-43	Moderado
Vegetación	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-55	Severo
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-43	Moderado
Vegetación	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística	Rescate y reubicación de flora	b	2	1	4	4	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-37	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-37	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Vegetación	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-55	Severo
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	2	4	4		2	4	4	1	4	-43	Moderado
Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	Rescate y reubicación de flora	B	4	1	4	4	2	2	1	4	1	2	34	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	4	1	4	4	4	2	1	4	1	4	-38	Moderado
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida	Delimitación y señalización de áreas de trabajo	b	2	1	4	4	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-55	Severo
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-43	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-41	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-43	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	2	-29	Moderado
Fauna terrestre	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	27	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-29	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		abundancia de fauna	Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-29	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
Fauna terrestre	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Replanteo topográfico y liberación de frentes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Fauna terrestre	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo		2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-55	Severo
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-41	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-43	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	2	-29	Moderado
Avifauna	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-29	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		abundancia de aves	Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-29	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
Avifauna	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo	Replanteo topográfico y liberación de frentes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Avifauna	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		exposición potencial al Proyecto	Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	8	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-55	Severo
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-41	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	4	4	2	4	4	1	4	-43	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	2	-29	Moderado
Quirópteros	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento	Replanteo topográfico y limpieza de frentes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			provisionales y medidas de control de erosión													
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Rescate y reubicación de flora	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Delimitación y señalización de áreas de trabajo	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Replanteo topográfico y liberación de frentes	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Despalme y retiro de suelo vegetal	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios	Replanteo topográfico y liberación de frentes	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmonte y limpieza de superficies de intervención	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Despalme y retiro de suelo vegetal	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Habilitación y adecuación inicial de accesos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	A	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	-46	Moderado
			Despalme y retiro de suelo vegetal	A	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	-46	Moderado

Tabla 14. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de construcción

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Montaje de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		emisión de gases de combustión	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1		1	4	2	1	-20	Compatible
			Montaje de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	A	4	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-39	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	A	8	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-49	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red	a	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			colectora, comunicaciones y puesta a tierra													
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-33	Moderado
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	A	4	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-39	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	A	8	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-49	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	A	4	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-33	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	4	4	1	1	4	1	4	-33	Moderado
Edafología	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrame o manejo de sustancias y residuos	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-25	Compatible
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-25	Compatible
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2		1	1	2	2	-25	Compatible
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Generación y manejo de residuos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
Edafología	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Edafología	Compactación	Superficie de suelo compactada	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	A	4	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-41	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	A	4	1	4	4	2	1	4	4	4	2	-39	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-35	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	A	4	1	4	4	2	1	4	4	4	2	-39	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	A	4	1	4	4	2	1	4	4	4	2	-39	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	4	2	1	4	4	4	2	-35	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Hidrología superficial	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Excavación de zanjas e instalación de la red	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			colectora, comunicaciones y puesta a tierra													
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Generación y manejo de residuos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea	Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Generación y manejo de residuos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Fauna terrestre	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	27	Positivo
			Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-29	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		abundancia de fauna	Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Generación y manejo de residuos	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
Fauna terrestre	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
			Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Generación y manejo de residuos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Fauna terrestre	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	31	Positivo
			Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción e instalación del SAIVPRESS	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Generación y manejo de residuos	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
Avifauna	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-29	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	1	4	2	2	2	4	1	2	2	-27	Moderado
Avifauna	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de subestación elevadora y edificio de control	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
Avifauna	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	1	4	2	2	1	4	4	1	4	-31	Moderado
Quirópteros	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	1	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	A	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-38	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	A	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	-44	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	A	8	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-60	Severo
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
			Generación y manejo de residuos	a	2	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-29	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-42	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	A	8	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-60	Severo
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	a	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-42	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	a	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-38	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos		2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	a	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-42	Moderado
			Montaje de aerogeneradores	A	8	4	4	4	2	2	4	4	4	4	-60	Severo
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
			Construcción e instalación del SAE/BESS	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	A	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	-44	Moderado
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Montaje de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	A	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción e instalación del SAE/BESS	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Generación y manejo de residuos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios	Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Montaje de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción e instalación del SAE/BESS	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Generación y manejo de residuos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo

Consulta Pública

Tabla 15. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de operación y mantenimiento

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Inspección y reparación de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Inspección y reparación de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	A	4	2	4	4	1	1	1	4	2	1	-34	Moderado
			Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Inspección y reparación de aerogeneradores	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-25	Compatible
Edafología	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Inspección y reparación de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
Edafología	Erosión	Superficie susceptible al incremento de procesos erosivos	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Hidrología superficial	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia	Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	-31	Moderado
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea	Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Vegetación	Cobertura vegetal		Reforestación	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		Superficie de cobertura vegetal removida	Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
Vegetación	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	a	2	1	4	4	4	2	4	4	1	4	-35	Moderado
Vegetación	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Vegetación	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Fauna terrestre	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
			Inspección y reparación de aerogeneradores	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
			Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
Fauna terrestre	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Inspección y reparación de aerogeneradores	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
			Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Avifauna	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	A	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	-40	Moderado
Avifauna	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	A	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	-44	Moderado
Avifauna	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	a	2	1	4	2	2	2	4	4	1	4	-31	Moderado
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Quirópteros	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	A	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	-40	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Quirópteros	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	A	4	2	4	4	4	2	4	4	2	4	-44	Moderado
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Inspección y reparación de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios	Reforestación	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación,	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			red colectora, línea de transmisión y BESS													
			Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Inspección y reparación de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Verificación periódica de sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas y protección contra incendios	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
			Manejo de aceites, lubricantes, baterías, componentes y residuos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	4	1	29	Positivo
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto	Pruebas, puesta en servicio y entrada en operación	b	2	2	4	4	1	2	4	4	4	1	34	Positivo
			Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	B	4	2	4	4	1	2	4	4	4	1	40	Positivo

Tabla 16. Matriz de calificación de Conesa para la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Desmontaje de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Desmantelamiento del SAE/BESS	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	A	4	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-31	Moderado
Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de gases de combustión	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Desmontaje de aerogeneradores	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Desmantelamiento del SAE/BESS	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-20	Compatible
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	a	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-22	Compatible
Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Desmontaje de aerogeneradores	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Desmantelamiento del SAE/BESS	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	a	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Compatible
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	A	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-29	Moderado
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	A	4	2	4	1	1	1	1	4	2	1	-31	Moderado
Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-25	Compatible
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	A	4	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-31	Moderado
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	B	8	2	4	4	2	2	4	4	4	2	54	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
Edafología	Calidad del suelo	Superficie susceptible de contaminación por derrames o manejo de sustancias y residuos	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Desmantelamiento del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	2	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-23	Compatible
Edafología	Erosión	Superficie susceptible al	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		incremento de procesos erosivos	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	a	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	-32	Moderado
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	1	4		2	2	1	4	4	2	31	Positivo
Edafología	Compactación	Superficie de suelo compactada	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	2	1	4	2	2	1	4	4	4	2	-31	Moderado
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	B	8	2	4	4	2	2	4	4	4	2	54	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento	Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	2	1	4	2	2	2	4	4	2	2	-30	Moderado
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
Hidrología superficial	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Calidad del agua	Calidad del agua superficial	Variación potencial de las características de calidad del agua superficial	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Desmantelamiento del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de	Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		la capacidad de infiltración	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
Calidad del agua	Calidad del agua subterránea	Riesgo de incorporación de contaminantes al subsuelo y agua subterránea	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
			Desmantelamiento del SAE/BESS	a	2	1	4	2	2	1	1	1	1	2	-22	Compatible
Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Vegetación	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Vegetación	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Vegetación	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	4	2	4	4	2	2	4	4	4	2	42	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Fauna terrestre	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
			Desmontaje de aerogeneradores	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		y movilidad de fauna	Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	a	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	-23	Compatible
Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Avifauna	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo	Desmontaje de aerogeneradores	b	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
Avifauna	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada	Desmontaje de aerogeneradores	b	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	40	Positivo
Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida	Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Quirópteros	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento	Desmontaje de aerogeneradores	b	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Positivo
Quirópteros	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores	Desmontaje de aerogeneradores	b	4	2	4	4	2	2	4	4	2	2	40	Positivo
Calidad paisajística	Calidad visual		Desmontaje de aerogeneradores	B	8	4	4	2	2	2	4	4	2	2	54	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
		Variación de la calidad visual del paisaje	Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	b	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	36	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	8	2	4	4	2	2	4	4	4	2	54	Positivo
Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual	Desmontaje de aerogeneradores	b	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	36	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la infraestructura del Proyecto	Desmontaje de aerogeneradores	B	8	4	4	2	2	2	4	4	2	2	54	Positivo
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	b	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	36	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	B	8	2	4	4	2	2	4	4	4	2	54	Positivo
Empleo	Generación de empleo	Número de empleos directos e indirectos generados	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmontaje de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmantelamiento del SAE/BESS	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo

Consulta Pública

Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Actividad	Interacción	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IDI	Categoría
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Seguimiento de las superficies restauradas	b	2	2	4	4	2	2	1	4	4	2	33	Positivo
Economía	Demanda de bienes y servicios	Variación de la demanda local y regional de bienes y servicios	Retiro de materiales peligrosos, combustibles, lubricantes y residuos remanentes	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmontaje de aerogeneradores	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Retiro de transformadores, celdas, cableado y componentes eléctricos	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmantelamiento del SAE/BESS	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Desmontaje de subestación, estructuras, equipos e infraestructura que corresponda	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	b	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	27	Positivo
			Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
			Reposición de suelo vegetal, corrección de drenajes, perfilado del terreno y revegetación con especies adecuadas	b	2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	36	Positivo
Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	A	4	2	4	2	1	2	4	4	2	1	-36	Moderado

Consulta Pública

Como resultado de la aplicación de la matriz de interacción proyecto–ambiente y de la posterior valoración mediante la metodología de Conesa, se obtuvo un conjunto de interacciones que fueron evaluadas individualmente en función de la actividad generadora, el componente y subcomponente ambiental afectado y el indicador de impacto correspondiente. Este procedimiento permitió conservar la trazabilidad entre cada una de las actividades del Proyecto y las modificaciones potenciales sobre el medio, evitando que la valoración de un efecto fuese generalizada a actividades que pueden presentar diferente intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad o recuperabilidad.

Una vez concluida la valoración individual, se identificó que diversas interacciones corresponden a un **mismo mecanismo de afectación ambiental**, aunque sean originadas por actividades distintas o se manifiesten durante diferentes etapas del Proyecto. En estos casos, mantener cada interacción como un impacto independiente durante las fases posteriores del análisis generaría una reiteración de impactos ambientalmente equivalentes y, consecuentemente, una duplicidad en la definición y descripción de las medidas destinadas a prevenirlos, mitigarlos, restaurarlos o compensarlos.

Por lo anterior, y exclusivamente para efectos de su **descripción, análisis y manejo ambiental**, las valoraciones que presentan correspondencia en cuanto al componente, subcomponente, indicador y mecanismo de afectación fueron agrupadas bajo una denominación común de **impacto ambiental consolidado**. Esta agrupación no implica la eliminación, reclasificación o modificación de las valoraciones obtenidas mediante la metodología de Conesa. Cada interacción conserva íntegramente su actividad generadora, etapa de ocurrencia, atributos de valoración, índice de importancia y categoría obtenida dentro de las matrices correspondientes.

Asimismo, la consolidación no supone que todas las manifestaciones de un mismo impacto presenten idéntica importancia ambiental. Por el contrario, las diferencias entre actividades generadoras permanecen reconocidas en las matrices individuales y, para efectos del análisis del impacto consolidado, se considera su rango de valoración y particularmente la condición de mayor importancia identificada, conjuntamente con las características ambientales del componente afectado.

Para el desarrollo particular de impactos se seleccionaron aquellos cuya valoración negativa resultó **moderada, severa o crítica**. Los impactos clasificados como **compatibles** se mantienen identificados y valorados en las matrices, conservando la trazabilidad completa de la evaluación; sin embargo, no se desarrollan individualmente debido a que corresponden a alteraciones de menor importancia ambiental que pueden ser atendidas mediante medidas preventivas, buenas prácticas ambientales y controles operativos. Esta selección no representa su exclusión del sistema de manejo ambiental del Proyecto.

De esta manera, de las **562 interacciones proyecto–ambiente evaluadas**, 424 correspondieron a impactos de naturaleza negativa y 138 a efectos positivos. Entre los impactos negativos, **127 fueron clasificados como compatibles, 288 como moderados y nueve como severos, sin identificarse impactos críticos**. En consecuencia, las **297 valoraciones correspondientes a impactos moderados y severos** fueron objeto del proceso de consolidación, obteniéndose **31 impactos ambientales consolidados** para su descripción y análisis posterior.

Consulta Pública

Este procedimiento permite establecer una relación más clara entre **fuente de afectación–impacto–medida ambiental**, evitando la repetición artificial de medidas para efectos equivalentes. No obstante, la relación entre impactos y medidas no se establece necesariamente bajo una correspondencia uno a uno: un impacto consolidado puede requerir diversas medidas ambientales y, a su vez, una misma medida puede contribuir a prevenir, mitigar o restaurar más de un impacto. Esta estructura permitirá posteriormente verificar la cobertura de las medidas propuestas y determinar, una vez consideradas éstas, la existencia y magnitud de los **impactos residuales**, así como su posible carácter acumulativo o sinérgico dentro de la RE.

Consulta Pública

Tabla 17. Impactos ambientales significativos identificados

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-01	Alteración temporal de la calidad del aire	Aire	Calidad del aire	Variación de la calidad del aire por emisión de partículas suspendidas	Preparación del sitio; DAR	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Demolición total o parcial de cimentaciones y losas; Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	3	-31	Moderado
IA-02	Incremento de los niveles de ruido ambiental	Ruido	Nivel sonoro	Variación de los niveles de ruido ambiental	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento; DAR	Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS; Desmontaje de aerogeneradores; Demolición total o parcial de cimentaciones y losas; Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies	8	-34	Moderado
IA-03	Modificación del relieve y la microtopografía	Geomorfología	Relieve y microtopografía	Superficie con modificación de la configuración natural del terreno	Preparación del sitio; Construcción	Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red	11	-49	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*			
IA-04	Alteración de las propiedades físicas del suelo	Edafología	Propiedades físicas del suelo	Superficie con remoción o alteración del suelo superficial	Preparación del sitio; Construcción; DAR	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Demolición total o parcial de cimentaciones y losas	14	-49	Moderado
IA-05	Incremento de la	Edafología	Erosión	Superficie susceptible al incremento de	Preparación del sitio; Construcción;	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo	16	-38	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
	susceptibilidad a la erosión			procesos erosivos	Operación y mantenimiento; DAR	vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación; Demolición total o parcial de cimentaciones y losas; Retiro de caminos o plataformas, escarificación y descompactación de superficies			
IA-06	Compactación del suelo	Edafología	Compactación	Superficie de suelo compactada	Preparación del sitio; Construcción; DAR	Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y	15	-41	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Demolición total o parcial de cimentaciones y losas			
IA-07	Modificación del escurrimiento superficial	Hidrología superficial	Escurrimiento superficial	Superficie con modificación de los patrones naturales de escurrimiento	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento; DAR	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Construcción, ampliación y	15	-40	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación; Demolición total o parcial de cimentaciones y losas			
IA-08	Interferencia con cauces y drenaje natural	Hidrología superficial	Cauces y drenaje natural	Número y/o superficie de cauces o drenajes naturales con potencial de interferencia	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento	Despalme y retiro de suelo vegetal; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del	12	-31	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación			
IA-09	Modificación de la infiltración y recarga	Hidrología subterránea	Infiltración y recarga	Superficie con modificación de la capacidad de infiltración	Preparación del sitio; Construcción	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	14	-40	Moderado
IA-10	Pérdida y modificación de la cobertura vegetal	Vegetación	Cobertura vegetal	Superficie de cobertura vegetal removida	Preparación del sitio; Operación y mantenimiento	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo	3	-55	**Severo**

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						vegetal; Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas			
IA-11	Alteración de la estructura de la vegetación	Vegetación	Estructura de la vegetación	Modificación de la estructura de las comunidades vegetales intervenidas	Preparación del sitio; Operación y mantenimiento	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas	3	-55	**Severo**
IA-12	Alteración de la composición y diversidad florística	Vegetación	Composición y diversidad florística	Variación de la composición, riqueza y diversidad florística	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal	2	-37	Moderado
IA-13	Fragmentación de la vegetación	Vegetación	Fragmentación de la vegetación	Variación de la continuidad espacial de las comunidades vegetales	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal	2	-55	**Severo**
IA-14	Afectación potencial a flora en categoría de riesgo	Flora de interés para la conservación	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención	1	-38	Moderado
IA-15	Pérdida y modificación del hábitat de fauna terrestre	Fauna terrestre	Hábitat	Superficie de hábitat de fauna modificada o perdida	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	8	-55	**Severo**

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-16	Alteración de la diversidad y abundancia de fauna terrestre	Fauna terrestre	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de fauna	Preparación del sitio; Construcción	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias; Generación y manejo de residuos	15	-29	Moderado
IA-17	Alteración del desplazamiento y movilidad de fauna terrestre	Fauna terrestre	Desplazamiento y movilidad	Modificación de los patrones de desplazamiento y movilidad de fauna	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento	Replanteo topográfico y liberación de frentes; Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y	20	-38	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias; Generación y manejo de residuos; Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas			
IA-18	Afectación potencial a fauna terrestre en categoría de riesgo	Fauna terrestre	Especies en categoría de riesgo	Número de especies y/o individuos en categoría de riesgo potencialmente afectados	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de	16	-31	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						cimentaciones de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Manejo de combustibles, lubricantes, materiales y sustancias; Generación y manejo de residuos; Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control; Inspección y reparación de aerogeneradores; Mantenimiento de caminos, plataformas, cunetas, alcantarillas, cercos, edificios, señalización e iluminación; Manejo/mantenimiento de vegetación en áreas operativas			
IA-19	Pérdida y modificación del hábitat de avifauna	Avifauna	Hábitat	Superficie de hábitat para avifauna modificada o perdida	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	7	-55	**Severo**

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-20	Alteración de la diversidad y abundancia de avifauna	Avifauna	Diversidad y abundancia	Variación potencial de la riqueza, diversidad y abundancia de aves	Preparación del sitio; Construcción	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	12	-29	Moderado
IA-21	Alteración del desplazamiento de avifauna y efecto barrera	Avifauna	Desplazamiento y efecto barrera	Modificación potencial de patrones de desplazamiento y rutas de vuelo	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento	Replanteo topográfico y liberación de frentes; Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso;	17	-40	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS			
IA-22	Afectación potencial a avifauna en categoría de riesgo	Avifauna	Especies en categoría de riesgo	Número de especies en categoría de riesgo con presencia y exposición potencial al Proyecto	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y	12	-31	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS			
IA-23	Pérdida y modificación del hábitat de quirópteros	Quirópteros	Hábitat	Superficie de hábitat para quirópteros modificada o perdida	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales	7	-55	**Severo**
IA-24	Alteración de la actividad y desplazamiento de quirópteros	Quirópteros	Actividad y desplazamiento	Variación potencial de los patrones de actividad y desplazamiento	Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento	Replanteo topográfico y liberación de frentes; Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso;	17	-40	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Tránsito y operación de vehículos, maquinaria y equipo; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS			
IA-25	Modificación de la calidad visual del paisaje	Calidad paisajística	Calidad visual	Variación de la calidad visual del paisaje	Preparación del sitio; Construcción	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Construcción, ampliación y	16	-60	**Severo**

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
						rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*; Generación y manejo de residuos			
IA-26	Incremento de la fragilidad paisajística	Fragilidad paisajística	Capacidad de absorción visual	Grado de alteración de unidades con diferente capacidad de absorción visual	Preparación del sitio; Construcción	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Habilitación y adecuación inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Apertura, ampliación o rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*	11	-60	**Severo**
IA-27	Incremento de la incidencia visual del Proyecto	Visibilidad	Incidencia visual del Proyecto	Superficie y/o receptores desde los cuales resulta visible la	Preparación del sitio; Construcción	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal; Habilitación y adecuación	15	-60	**Severo**

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
				infraestructura del Proyecto		inicial de accesos; Cortes, rellenos, nivelación y conformación de terraplenes; Compactación para accesos, patios, plataformas provisionales y áreas de instalaciones temporales; Habilitación de drenajes, cunetas, pasos provisionales y medidas de control de erosión; Apertura, ampliación y rehabilitación de brechas y caminos de acceso; Instalación y operación inicial de obras e instalaciones temporales; Construcción, ampliación y rehabilitación de caminos; Excavación y construcción de cimentaciones de aerogeneradores; Montaje de aerogeneradores; Excavación de zanjas e instalación de la red colectora, comunicaciones y puesta a tierra; Construcción y montaje de la subestación elevadora y edificio de control; Construcción e instalación del SAE/BESS; Construcción de línea de transmisión y obras de interconexión*			
IA-28	Modificación del uso actual del suelo	Uso del suelo	Compatibilidad y modificación del uso actual	Superficie ocupada y/o modificada respecto del uso actual del suelo	Preparación del sitio	Desmonte y limpieza de superficies de intervención; Despalme y retiro de suelo vegetal	2	-46	Moderado
IA-29	Riesgo de colisión de avifauna	Avifauna	Riesgo de colisión	Riesgo de mortalidad por interacción con aerogeneradores e infraestructura asociada	Operación y mantenimiento	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	1	-44	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Componente	Subcomponente	Indicador de impacto	Etapa(s)	Actividades generadoras	No. valoraciones	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-30	Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros	Quirópteros	Riesgo de colisión y mortalidad	Riesgo de mortalidad asociado a la operación de aerogeneradores	Operación y mantenimiento	Operación automática y supervisión continua de los aerogeneradores, subestación, red colectora, línea de transmisión y BESS	1	-44	Moderado
IA-31	Cese de la generación de energía eléctrica	Energía	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación eléctrica incorporada por el Proyecto	DAR	Desenergización, aislamiento y desconexión segura de sistemas eléctricos	1	-36	Moderado

Consulta Pública

IV.3.4.1 Resultado de la valoración

De las **562 interacciones proyecto–ambiente** valoradas mediante la metodología de Conesa, **424 fueron negativas** y **138 positivas**. Entre las negativas, 127 se clasificaron como compatibles, 288 como moderadas y únicamente 9 como severas; **no se identificaron impactos críticos**.

Tabla 18. Número de interacciones por categoría de acuerdo con Conesa

Categoría	Número de interacciones	% del total	% de las negativas
Positivas	138	24.56%	—
Compatibles	127	22.60%	29.95%
Moderadas	288	51.25%	67.92%
Severas	9	1.60%	2.12%
Críticas	0	0.00%	0.00%
Total	**562**	**100.00%**	**100.00 % negativas = 424**

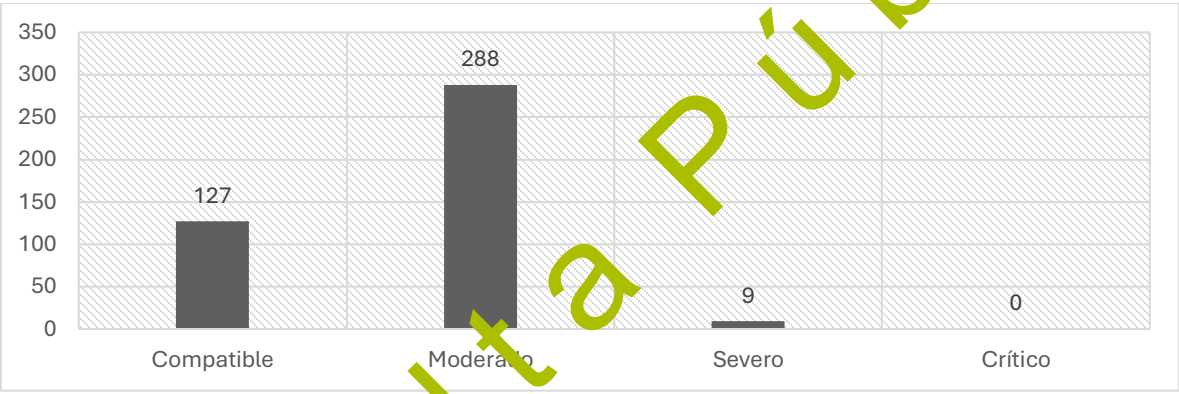


Figura 6. Clasificación de las interacciones valoradas mediante la metodología de Conesa

Los resultados muestran un **predominio de interacciones negativas moderadas**, las cuales representan 67.92 % del conjunto de interacciones adversas. Esta condición indica que una parte importante de las modificaciones ambientales previstas requiere la aplicación de medidas específicas de prevención y mitigación para controlar su intensidad, extensión, persistencia o recuperabilidad; sin embargo, su valoración no alcanza los atributos correspondientes a impactos severos o críticos.

Por su parte, las interacciones compatibles representan 29.95 % de las negativas y corresponden a modificaciones cuya magnitud y características permiten prever una recuperación relativamente favorable del componente afectado o cuya incidencia resulta limitada espacial o temporalmente. En contraste, solamente **2.12 % de las interacciones negativas fueron clasificadas como severas**, lo que evidencia que los efectos de mayor importancia se encuentran concentrados en componentes ambientales específicos y no constituyen una condición generalizada del Proyecto.

Consulta Pública

Resulta particularmente relevante que **no se identificaron interacciones críticas**. Por lo tanto, bajo los criterios de valoración empleados, no se determinaron afectaciones cuya importancia supere el intervalo correspondiente a la categoría severa. Esto no implica ausencia de impactos ambientales relevantes, sino que permite concentrar la estrategia de manejo en aquellos componentes donde se identificaron los mayores valores de importancia.

IV.3.4.2 Distribución por etapa del Proyecto

La distribución de las interacciones muestra que la mayor presión ambiental se concentra en las etapas iniciales del Proyecto, particularmente durante la Preparación del sitio y Construcción.

De las **562 interacciones proyecto–ambiente** valoradas mediante la metodología de Conesa, **424 fueron negativas** y **138 positivas**. Entre las negativas, 127 se clasificaron como compatibles, 288 como moderadas y únicamente 9 como severas; **no se identificaron impactos críticos**.

Tabla 19. Número de interacciones por etapa con base en la metodología de Conesa

Etapa	Compatibles	Moderados	Severas	Positivas	Total
Preparación del sitio	38	146	6	32	**222**
Construcción	37	115	3	22	**177**
Operación y mantenimiento	20	16	0	28	**64**
Cierre, Desmantelamiento, Abandono y Restauración	32	11	0	56	**99**
Total	**127**	**288**	**9**	**138**	**562**

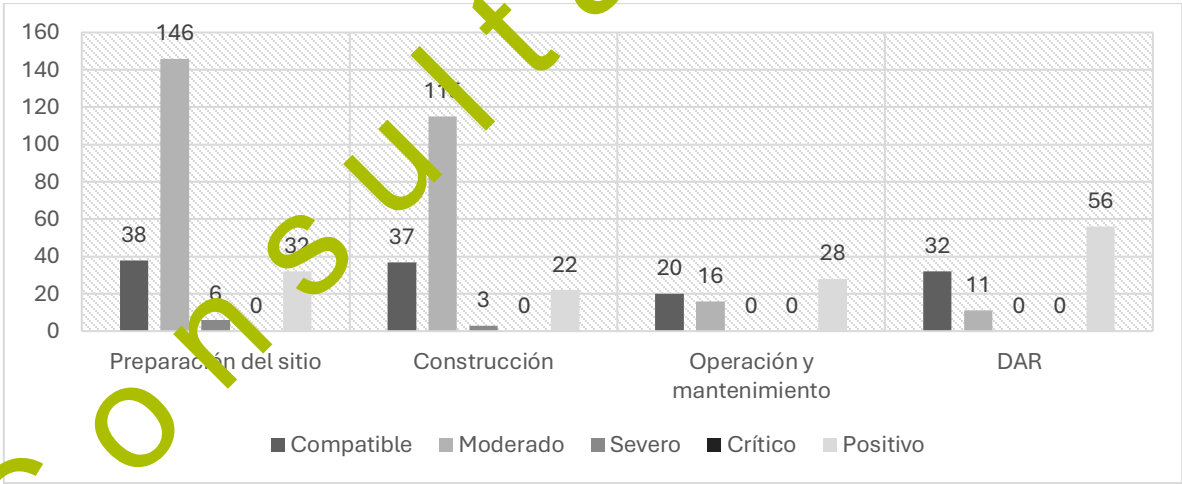


Figura 7. Número de interacciones por etapa con base en la metodología de Conesa

La **Preparación del sitio** concentra el mayor número de interacciones, con 222 registros, de los cuales 190 son negativos. Asimismo, es la etapa que presenta el mayor número de interacciones severas, con seis registros. Este comportamiento es congruente con la naturaleza de las actividades previstas durante esta fase, debido a que en ella ocurre la transformación inicial de las superficies

Consulta Pública

requeridas por el Proyecto, incluyendo la remoción de vegetación, despalme, acondicionamiento del terreno y demás actividades asociadas con la liberación de las áreas de intervención.

La **Construcción** constituye la segunda etapa con mayor número de interacciones, con 177 registros, de los cuales 155 son negativos. En esta etapa persisten modificaciones relacionadas con el suelo, escurrimientos, fauna, ruido, emisiones y ocupación del terreno; adicionalmente, se presentan las tres interacciones severas relacionadas con el paisaje.

En conjunto, **Preparación del sitio y Construcción concentran 345 de las 424 interacciones negativas**, equivalentes al **81.4 %** de las afectaciones adversas valoradas. Este resultado permite identificar dichas etapas como el periodo de mayor presión ambiental del Proyecto y, consecuentemente, como las fases en las que deberá concentrarse una parte importante de las medidas preventivas, de mitigación y de vigilancia ambiental.

Durante la **Operación y mantenimiento**, el número de interacciones disminuye considerablemente: se identificaron 36 negativas y 28 positivas, sin registros severos o críticos. Sin embargo, la reducción en el número total de interacciones no implica que esta etapa carezca de relevancia ambiental, debido a que durante ella se presentan impactos específicos asociados con la presencia y funcionamiento permanente de los aerogeneradores, particularmente aquellos relacionados con la fauna voladora, incluyendo el riesgo de colisión de aves y quirópteros.

Finalmente, en las actividades correspondientes al **Cierre de operaciones, Desmantelamiento, Abandono y Restauración del sitio** se presenta una modificación importante en la distribución de las interacciones, debido a que las positivas alcanzan 56 registros frente a 43 negativas. Este comportamiento se relaciona principalmente con el retiro progresivo de infraestructura y con las acciones dirigidas a recuperar las superficies intervenidas, incluyendo descompactación, restitución de suelo vegetal, recuperación del terreno y revegetación.

IV.3.4.3 Análisis de los impactos severos

Las interacciones severas identificadas se concentran en **dos grupos ambientales claramente diferenciados: vegetación-hábitat y paisaje**. Durante la Preparación del sitio, los valores de importancia de **-55** corresponden a la pérdida o modificación directa de cobertura y estructura vegetal, al incremento de la fragmentación y a la consecuente modificación del hábitat disponible para fauna terrestre, avifauna y quirópteros.

Tabla 20. Número de interacciones severas identificadas

Etapa	Componente/Subcomponente	Importancia	Categoría
Preparación del sitio	Cobertura vegetal	-55	Severo
	Estructura de la vegetación	-55	Severo
	Fragmentación de la vegetación	-55	Severo
	Hábitat de fauna terrestre	-55	Severo
	Hábitat de avifauna	-55	Severo
	Hábitat de quirópteros	-55	Severo

Consulta Pública

Etapa	Componente/Subcomponente	Importancia	Categoría
Construcción	Calidad visual	-60	Severo
	Fragilidad/capacidad de absorción visual	-60	Severo
	Incidencia visual	-60	Severo

Esta concentración se explica porque el desmonte constituye la acción que materializa la transformación inicial del medio en las superficies requeridas por el Proyecto. La relevancia de estos efectos también debe interpretarse considerando que la huella total de intervención corresponde a aproximadamente **415.79 ha**, de las cuales **315.31 ha son temporales y 100.48 ha permanentes**. En consecuencia, las superficies de ocupación temporal serán susceptibles de acciones de restauración conforme sean liberadas, mientras que las superficies de ocupación permanente conservarán su afectación durante la vida útil del Proyecto y serán objeto de restauración una vez concluido el desmantelamiento de la infraestructura, sin perjuicio de las medidas de compensación aplicables.

En Construcción, los tres impactos severos presentan los mayores valores individuales de importancia obtenidos en la evaluación (**-60**) y corresponden a **calidad visual, fragilidad/capacidad de absorción e incidencia visuales**. A diferencia de las modificaciones temporales asociadas con las obras, estos impactos se encuentran relacionados con la incorporación de infraestructura de gran escala y elevada visibilidad dentro de un entorno predominantemente rural, por lo que la transformación de las condiciones perceptuales del paisaje constituye uno de los efectos de mayor importancia del Proyecto.

Un aspecto relevante del resultado es que **ninguna interacción severa alcanzó la categoría crítica**, y durante Operación y mantenimiento tampoco se registraron nuevas interacciones severas. No obstante, determinados impactos moderados de esta etapa requieren atención específica por su naturaleza y permanencia, particularmente aquellos asociados con fauna voladora.

IV.3.4.4 Análisis de impactos moderados

Las interacciones moderadas constituyen la categoría predominante de la evaluación, con **288 registros**, equivalentes al **51.25 % del total de interacciones y al 67.92 % de las negativas**. Su presencia se distribuye entre diversos componentes del medio abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico, y refleja modificaciones cuya recuperación o control requiere la implementación de medidas ambientales específicas.

La clasificación moderada no debe interpretarse como ausencia de relevancia ambiental. Dentro de esta categoría se encuentran impactos que, aun sin alcanzar individualmente valores severos, adquieren especial importancia debido a su permanencia, extensión, recurrencia o interacción con otros agentes de presión. Tal es el caso de las modificaciones sobre el suelo y los escurrimientos, la composición florística, movilidad y diversidad de fauna, desplazamiento de avifauna y quirópteros, cambio de uso del suelo y riesgo de colisión de fauna voladora.

Consulta Pública

En particular, durante la operación del Parque Eólico, el **riesgo de colisión de avifauna (IA-29) y el riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros (IA-30)** fueron valorados con una importancia de **-44**, correspondiente a la categoría moderada. Sin embargo, por tratarse de impactos asociados con fauna voladora y susceptibles de manifestarse recurrentemente durante la vida útil del Proyecto, su seguimiento no dependerá exclusivamente de la categoría numérica obtenida mediante Conesa. Estos impactos serán objeto de seguimiento específico mediante el **Programa de Monitoreo de Aves, Quirópteros y Mariposa Monarca (PE9)** y serán retomados posteriormente en el análisis de impactos acumulativos, sinérgicos y residuales.

IV.3.4.5 Conclusiones

En términos generales, la valoración evidencia que el perfil de impacto del Proyecto se caracteriza por una **concentración de efectos negativos durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción**, seguida de una reducción sustancial del número de interacciones durante la Operación y mantenimiento. Los impactos de mayor importancia se relacionan principalmente con la transformación de la vegetación y hábitat y con la modificación del paisaje, mientras que durante la operación adquieren mayor relevancia impactos específicos asociados con fauna voladora.

La ausencia de impactos críticos y la concentración de las valoraciones severas en nueve interacciones no eliminan la necesidad de establecer medidas ambientales específicas. Por el contrario, los resultados permiten orientar la estrategia ambiental hacia la prevención de afectaciones adicionales, la mitigación de aquellas inevitables, la compensación de pérdidas permanentes y la restauración de las superficies de ocupación temporal.

Asimismo, la presencia predominante de impactos moderados hace necesario que su análisis no se limite a la importancia individual obtenida mediante Conesa. Su distribución espacial, permanencia, posibilidad de concurrencia con otros proyectos y presiones existentes en la RE, así como la existencia de efectos que permanezcan después de la aplicación de medidas, deberán ser considerados para determinar su posible carácter **acumulativo, sinérgico o residual**, análisis que se desarrolla posteriormente.

IV.3.6 Caracterización de impactos ambientales

Una vez identificadas las interacciones entre las obras y actividades del **Parque Eólico Montecristo** y los componentes ambientales, y concluida su valoración individual mediante la metodología de Conesa, se procedió a la **caracterización de los impactos ambientales consolidados** clasificados como moderados y severos. Para este análisis se integraron los resultados de la valoración cuantitativa con las condiciones ambientales particulares del **AP**, **AI** y **RE**, considerando la situación actual del componente afectado, el mecanismo mediante el cual se produce la modificación, las actividades y etapas que la generan, su distribución espacial y temporal, así como su permanencia y capacidad de recuperación. De esta manera, la caracterización permite interpretar ambientalmente los valores obtenidos en las matrices y establecer la relevancia de cada impacto dentro del contexto específico del Proyecto, manteniendo la trazabilidad con las valoraciones individuales que le dieron origen. Los resultados se presentan en la siguiente tabla, indicando para cada impacto consolidado

Consulta Pública

su condición ambiental, principales actividades generadoras, etapas de ocurrencia, valor de importancia más desfavorable y categoría máxima alcanzada.

Consulta Pública

Tabla 21. Descripción de los impactos ambientales significativos

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-01	Alteración temporal de la calidad del aire	El AP se localiza en un entorno predominantemente rural, sin fuentes industriales relevantes y con emisiones existentes asociadas principalmente al tránsito, actividades agropecuarias y resuspensión natural de partículas. Durante las obras se generarán temporalmente PM_{10}, $PM_{2.5}$ y gases de combustión por movimiento de tierras, maquinaria y vehículos; su efecto será localizado, discontinuo y disminuirá al concluir los frentes de trabajo. Durante la operación las emisiones serán principalmente las asociadas al tránsito ocasional de mantenimiento.	Movimientos de tierra; caminos; excavaciones; tránsito y operación de maquinaria y vehículos.	PS, C, O&M, DAR	-31	Moderado
IA-02	Incremento de los niveles de ruido ambiental	El AP no presenta actividad industrial y su entorno inmediato está dominado por usos agropecuarios, por lo que las fuentes sonoras actuales corresponden principalmente al tránsito local y operación eventual de maquinaria agrícola. La introducción de maquinaria pesada, vehículos, equipos de construcción y posteriormente aerogeneradores modificará el ambiente acústico local. El efecto será principalmente temporal durante PS y C y más estable, aunque de menor intensidad, durante la operación.	Operación de maquinaria; tránsito; excavaciones; construcción; montaje; operación y mantenimiento de aerogeneradores.	PS, C, O&M, DAR	-34	Moderado
IA-03	Modificación del relieve y la microtopografía	El AP presenta un relieve predominantemente plano, aunque existen ligeras elevaciones y variaciones microtopográficas a partir de las cuales se originan algunos escurrimientos. Los cortes, rellenos, nivelaciones, terraplenes, plataformas y cimentaciones modificarán localmente cotas y pendientes, sin representar una transformación generalizada del relieve regional. La mayor atención corresponde a aquellos sectores donde la microtopografía participa en el direccionamiento del escurrimiento superficial.	Cortes y rellenos; nivelación; terraplenes; caminos; plataformas; cimentaciones.	PS, C, DAR	-49	Moderado
IA-04	Alteración de las propiedades físicas del suelo	El despalme, excavación, movimiento de tierras y tránsito de maquinaria modificarán localmente estructura, porosidad, densidad aparente y otras características físicas del suelo. La superficie total de intervención es de **415.79 ha**, de las cuales **100.48 ha son permanentes y 315.31 ha temporales**. En estas últimas se contempla recuperar y conservar el suelo vegetal para su posterior	Despalme; excavaciones; cortes y rellenos; caminos; plataformas; tránsito de maquinaria.	PS, C, DAR	-49	Moderado

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
		restitución durante la restauración, incrementando la capacidad de recuperación del componente[2].				
IA-05	Incremento de la susceptibilidad a la erosión	En el AP existen manifestaciones localizadas de erosión hídrica en forma de surcos asociados a escurrimientos, sin observarse procesos avanzados en forma de cárcavas. La cobertura vegetal actual contribuye a proteger el suelo. El desmonte, despalme y exposición temporal de superficies puede incrementar la susceptibilidad erosiva, particularmente donde se concentren los escurrimientos. La restauración de superficies temporales y el control del drenaje permitirán reducir progresivamente esta condición[3,4].	Desmonte; despalme; movimientos de tierra; caminos; plataformas; excavaciones.	PS, C, DAR	-38	Moderado
IA-06	Compactación del suelo	El tránsito y operación de maquinaria, vehículos y equipos así como la conformación de caminos y plataformas, incrementarán localmente la compactación del terreno. En algunas superficies permanentes ésta constituye una condición técnica necesaria para la estabilidad de las obras y persistirá durante su vida útil. En las superficies temporales se contempla descompactación, restitución del suelo vegetal y restauración posterior[4].	Compactación; tránsito; caminos; plataformas; instalaciones temporales.	PS, C, O&M, DAR	-41	Moderado
IA-07	Modificación del escurrimiento superficial	Las ligeras variaciones topográficas del AP generan trayectorias naturales de escurrimiento, algunas evidenciadas por la formación de surcos. La nivelación, compactación, caminos, plataformas y terraplenes pueden modificar localmente dirección, velocidad o concentración del flujo. No se prevé una modificación generalizada del funcionamiento hidrológico del AP; el diseño considera drenajes, cunetas, pasos hidráulicos y análisis de gastos máximos, incluyendo periodos de retorno de hasta 500 años.	Nivelaciones; terraplenes; compactación; caminos; plataformas; cimentaciones.	PS, C, O&M, DAR	-40	Moderado

[2] *Xia, Z., Li, Y., Guo, S., Zhang, X., Pan, X., Fang, H., Chen, R., & Du, P. (2025). Assessment of forest disturbance and soil erosion in wind farm project using satellite observations. Resources, Conservation and Recycling, 212, 107934. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107934.*

[3] *García Fernández, G., Belmonte Serrato, F., & Rivera Ortiz, P. (2012). Problemas de erosión eólica en Tamaulipas (México). En E. Andrade Limas, F. Belmonte Serrato & A. Romero Díaz (Coords.), Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos de Tamaulipas (México): Regiones norte y altiplano (pp. 129-158). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.*

[4] *Xia, Z., Li, Y., Guo, S., Zhang, X., Pan, X., Fang, H., Chen, R., & Du, P. (2025). Assessment of forest disturbance and soil erosion in wind farm project using satellite observations. Resources, Conservation and Recycling, 212, 107934. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107934.*

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-08	Interferencia con cauces y drenaje natural	Para el análisis precautorio se consideraron escurrimientos de orden ≥3 y una franja cartográfica de 12 m por lado, estimando 4 m de ancho de cauce más 10 m de Zona Federal por margen. Esta delimitación constituye una aproximación cartográfica y no una delimitación oficial en campo. El impacto representa la posibilidad de interferencia física con el drenaje, no una ocupación confirmada de Zona Federal; los cruces deberán conservar la continuidad hidráulica.	Caminos; plataformas; drenajes; terraplenes; cruces de infraestructura.	PS, C, O&M, DAR	-31	Moderado
IA-09	Modificación de la infiltración y recarga	El AP se distribuye principalmente sobre el acuífero Méndez-San Fernando, reportado con disponibilidad. La compactación en las superficies ocupadas permanentemente reducirán localmente la infiltración; sin embargo, únicamente **100.48 ha** tendrán ocupación permanente y las **315.31 ha temporales serán restauradas**. Por su escala y distribución, el efecto corresponde a una modificación local de la capacidad de infiltración, sin esperarse una modificación apreciable de la recarga regional de los acuíferos.	Compactación; caminos; plataformas; cimentaciones; obras permanentes.	PS, C, O&M, DAR	-40	Moderado
IA-10	Pérdida y modificación de la cobertura vegetal	Se prevé intervenir aproximadamente **415.79 ha con cobertura vegetal**, de las cuales alrededor de **249.14655 ha corresponden a MET, MKX y MSM**, mientras que el resto se concentra principalmente en pastizales cultivados e inducidos. El impacto se origina fundamentalmente durante el desmonte y presenta mayor relevancia sobre vegetación natural. Las superficies temporales podrán recuperar progresivamente cobertura mediante restauración[5].	Desmonte.	PS, C	-55	**Severo**
IA-11	Alteración de la estructura de la vegetación	La remoción de individuos de los diferentes estratos modificará localmente la estructura vertical y horizontal de las comunidades vegetales, particularmente en MET, MKX y MSM. La recuperación de la estructura será más lenta que la simple restitución de cobertura, debido a que depende del establecimiento, crecimiento y sucesión de los distintos estratos[5].	Desmonte.	PS, C	-55	**Severo**

[5] *Mata-Balderas, J. A., Francisco-Santos, J., Treviño-Garza, E., & Mata-Balderas, E. (2024). Landscape and vegetation analysis in an area of wind farms in the northeast of Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 30(1). https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.11.081*

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-12	Alteración de la composición y diversidad florística	La remoción de individuos puede modificar localmente riqueza, composición y diversidad florística dentro de las áreas intervenidas. No se prevé la eliminación regional de las comunidades ni de las especies presentes, debido a su representación en superficies remanentes del AP, AI y RE. La restauración favorecerá posteriormente procesos de recolonización y sucesión vegetal.	Desmonte; despalme.	PS, C	-37	Moderado
IA-13	Fragmentación de la vegetación	La apertura de superficies para infraestructura lineal y puntual puede reducir la continuidad de las comunidades vegetales y generar nuevos bordes. La relevancia se concentra en MET, MKX y MSM. La restauración de las superficies temporales permitirá recuperar parcialmente la continuidad, mientras que la infraestructura permanente mantendrá discontinuidades durante la operación[6].	Desmonte asociado a caminos, plataformas e infraestructura.	PS, C	-55	**Severo**
IA-14	Afectación potencial a flora en categoría de riesgo	No se registraron especies de flora incluidas en la NOM-059 dentro del AP ni del AI durante los muestreos; no obstante, en la RE se registraron *Ariocarpus trigonus* y *Guaiacum coulteri*. Debido a que el muestreo no constituye un censo exhaustivo de las superficies de intervención, no puede descartarse totalmente su presencia. El impacto se mantiene bajo un criterio precautorio y deberá verificarse previo al desmonte mediante actividades de rescate y reubicación.	Desmonte y liberación de frentes.	PS	-38	Moderado
IA-15	Pérdida y modificación del hábitat de fauna terrestre	La transformación de la cobertura vegetal reducirá localmente superficies utilizadas para refugio, alimentación, reproducción y desplazamiento. La afectación resulta más relevante sobre las aproximadamente **249.814657 ha de vegetación forestal**. La restauración permitirá recuperar progresivamente condiciones de hábitat en superficies temporales, mientras que las permanentes permanecerán modificadas durante la vida útil del Proyecto.	Desmonte; despalme; ocupación de superficies.	PS, C	-55	**Severo**
IA-16	Alteración de la diversidad y abundancia de fauna terrestre	El AP mantiene presencia comprobada de fauna terrestre. La pérdida de hábitat, ruido, tránsito, maquinaria y presencia humana pueden modificar temporalmente la frecuencia de uso del sitio y producir desplazamientos hacia ambientes menos perturbados.	Obras, maquinaria, tránsito, desmonte, construcción y mantenimiento.	PS, C, O&M, DAR	-29	Moderado

[6] *Mata-Balderas, J. A., Francisco-Santos, J., Treviño-Garza, E., & Mata-Balderas, E. (2024). Landscape and vegetation analysis in an area of wind farms in the northeast of Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 30(1). https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.11.081*

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
		La respuesta será diferente entre especies y no se prevé la desaparición regional de las comunidades registradas.				
IA-17	Alteración del desplazamiento y movilidad de fauna terrestre	Los frentes de obra, tránsito y nueva infraestructura pueden modificar rutas locales de desplazamiento. Durante construcción el efecto será principalmente temporal y móvil; durante operación, caminos y superficies permanentes pueden modificar la permeabilidad del territorio, sin constituir necesariamente barreras físicas absolutas.	Tránsito; frentes de obra; caminos; plataformas; infraestructura.	PS, C, O&M, DAR	-38	Moderado
IA-18	Afectación potencial a fauna terrestre en categoría de riesgo	Dentro del contexto ambiental del Proyecto se identificaron en campo especies de fauna terrestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas *Taxidea taxus*, *Crotalus atrox*, *Gopherus berlandieri*, *Sceloporus grammicus*, *Thamnophis proximus*, *Gastrophryne olivacea* y *Lithobates berlandieri*. La interacción puede ocurrir por pérdida o modificación del hábitat, perturbación o encuentro con maquinaria y vehículos. El impacto es potencial y deberá reducirse mediante inspección, ahuyentamiento, rescate y reubicación previa y durante la liberación de frentes.	Desmonte; tránsito; maquinaria; construcción.	PS, C, O&M, DAR	-31	Moderado
IA-19	Pérdida y modificación del hábitat de avifauna	Las aves representan un grupo particularmente diverso dentro del contexto ambiental del Proyecto. La remoción de vegetación reducirá localmente áreas de alimentación, refugio, descanso y reproducción, particularmente en coberturas naturales. Las superficies temporales serán restauradas, mientras que la modificación permanecerá durante la operación en aquellas ocupadas definitivamente[7].	Desmonte y ocupación de superficies.	PS, C	-55	**Severo**
IA-20	Alteración de la diversidad y abundancia de avifauna	El ruido, presencia humana, tránsito, maquinaria y modificación de la vegetación pueden cambiar temporalmente la frecuencia de uso de determinados sectores por las aves. La respuesta dependerá de la sensibilidad y comportamiento de cada especie, por lo que se espera principalmente una modificación local y no una reducción de diversidad a escala regional[7,8].	Construcción; tránsito; maquinaria; mantenimiento.	PS, C, O&M, DAR	-29	Moderado

[7] *Drewitt, A.L. & Langston, R. H. W. (2006). Assesing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.*

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
IA-21	Alteración del desplazamiento de avifauna y efecto barrera	Los aerogeneradores introducen nuevos elementos verticales dentro del espacio utilizado por aves residentes y migratorias, pudiendo generar evasión de determinados sectores, cambios de trayectoria o modificaciones en las alturas de vuelo. El efecto se interpreta como una barrera parcial y no como una interrupción generalizada de rutas regionales[7,8].	Montaje y operación de aerogeneradores; infraestructura asociada.	PS, C, O&M, DAR	-40	Moderado
IA-22	Afectación potencial a avifauna en categoría de riesgo	El contexto regional presenta especies incluidas en la NOM-059, entre ellas *Buteo swainsoni*, *Geranoaetus albicaudatus*, *Ictinia mississippiensis* y *Parabuteo unicinctus*. La afectación puede ocurrir por modificación del hábitat, perturbación y cambios en el uso espacial del área; el riesgo de colisión se analiza separadamente mediante IA-29[9,10].	Desmonte; construcción; tránsito; operación.	PS, C, O&M, DAR	-31	Moderado
IA-23	Pérdida y modificación del hábitat de quirópteros	El monitoreo acústico confirmó la presencia y actividad de quirópteros en el contexto ambiental del Proyecto, incluyendo especies sujetas a protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como *Choeronycteris mexicana*, catalogada como Amenazada (A), y *Lasionycteris noctivagans*, bajo Protección especial (Pr), ambas registradas en el AI y la RE. La remoción de vegetación y la ocupación de superficies durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción podrán modificar localmente áreas utilizadas por este grupo para alimentación, refugio y desplazamiento. Las superficies de ocupación temporal podrán recuperar progresivamente condiciones de hábitat mediante las acciones de restauración, mientras que las superficies de ocupación permanente mantendrán su modificación durante la vida útil del Proyecto.	Desmonte y ocupación de superficies.	PS, C	-55	**Severo**
IA-24	Alteración de la actividad y desplazamiento de quirópteros	La modificación de la cobertura, caminos, actividad humana y presencia posterior de aerogeneradores pueden modificar localmente los patrones de actividad y utilización espacial de los murciélagos. La respuesta dependerá de las características	Desmonte; caminos; construcción; operación de aerogeneradores.	PS, C, O&M, DAR	-40	Moderado

[8] *Robles-Guerrero, F.G. (2017). Impactos a la biodiversidad por parques eólicos en el noreste de México. Política, Globalidad y Ciudadanía 3 (6); 1-11. Doi: https://doi.org/10.29105/pgc3.6-3*

[9] *Drewitt, A.L. & Langston, R. H. W. (2006). Assesing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.*

[10] *Robles-Guerrero, F.G. (2017). Impactos a la biodiversidad por parques eólicos en el noreste de México. Política, Globalidad y Ciudadanía 3 (6); 1-11. Doi: https://doi.org/10.29105/pgc3.6-3.*

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
		ecológicas y de vuelo de cada especie, por lo que no se considera una interrupción total de su desplazamiento[11].				
IA-25	Modificación de la calidad visual del paisaje	La instalación de aerogeneradores introducirá estructuras de gran escala vertical en un paisaje actualmente predominantemente rural, agropecuario y con comunidades de matorral. Aunque permanecerán los principales elementos territoriales del entorno, los aerogeneradores constituirán nuevos elementos dominantes en la composición visual[12].	Montaje y permanencia de aerogeneradores e infraestructura.	PS, C, O&M, DAR	-60	**Severo**
IA-26	Incremento de la fragilidad paisajística	El relieve predominantemente plano y la presencia de amplias superficies abiertas limitan la capacidad del territorio para ocultar estructuras de gran altura. La instalación de aerogeneradores reducirá la capacidad de absorción visual del paisaje, aunque el efecto variará según distancia, vegetación, obstáculos y posición del observador[13].	Montaje y permanencia de aerogeneradores.	PS, C, O&M, DAR	-60	**Severo**
IA-27	Incremento de la incidencia visual del Proyecto	Debido a su altura y a las condiciones topográficas del entorno, los aerogeneradores podrán ser observados desde diferentes puntos del territorio. La visibilidad disminuirá con la distancia y dependerá de obstáculos, condiciones atmosféricas y ubicación de los receptores; por ello, la presencia visual no implica la misma intensidad de afectación desde todos los puntos[13].	Montaje y permanencia de aerogeneradores.	PS, C, O&M, DAR	-60	**Severo**
IA-28	Modificación del uso actual del suelo	La ocupación del terreno por infraestructura eólica modificará la función actual de las superficies directamente intervenidas. De las 415.79 ha requeridas, 100.48 ha tendrán ocupación permanente y 315.31 ha temporal. Las superficies temporales serán restauradas conforme sean liberadas, mientras que las permanentes serán objeto de restauración al término de la vida útil del Proyecto y una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura. El efecto representa aproximadamente el 6.13 % del AP, por lo que no supone la sustitución generalizada de los usos actuales del territorio.	Desmonte y despalme asociados al establecimiento de infraestructura.	PS, C	-46	Moderado
IA-29	Riesgo de colisión de avifauna	La operación de los aerogeneradores representa un riesgo potencial de colisión para la avifauna que utiliza el espacio aéreo dentro del AP, particularmente para aquellas especies cuyos patrones de	Operación de aerogeneradores.	O&M	-44	Moderado

[11] *Scholl, E.M. & Kapp-Mayr, U. (2021). Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub - and woodlands. Biological Conservation 256; 1-13.*
[12] *Committee on Environmental Impacts of Wind-Energy Projects [consulta en línea], 2007, Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, insx National Academies Press, pp.395.*
[13] *Committee on Environmental Impacts of Wind-Energy Projects [consulta en línea], 2007, Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, insx National Academies Press, pp.395.*

Consulta Pública

Clave	Impacto ambiental consolidado	Condición ambiental y caracterización del impacto	Principales actividades generadoras	Etapa(s)	IDI más desfavorable	Categoría máxima
		desplazamiento y alturas de vuelo pueden coincidir con el área de barrido de las palas. La magnitud de esta interacción dependerá de factores como la especie, comportamiento de vuelo, temporalidad, condiciones meteorológicas y utilización espacial del área. Considerando estas características, el impacto se reconoce como potencial durante la etapa de operación y deberá ser objeto de seguimiento para determinar su comportamiento y magnitud real.[14] De manera complementaria, dentro del análisis y seguimiento de la fauna voladora se considerará a la **mariposa monarca (*Danaus plexippus*)**, debido a que el Proyecto se encuentra dentro de su ámbito de tránsito migratorio. Su presencia será considerada bajo un enfoque precautorio durante los periodos de migración con la finalidad de registrar su ocurrencia, temporalidad y comportamiento dentro del AP y su entorno, así como identificar oportunamente posibles interacciones con la infraestructura eólica.				
IA-30	Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros	El monitoreo acústico confirmó la presencia y actividad de quirópteros dentro del área de estudio, por lo que durante la operación del Proyecto existe un riesgo potencial de interacción con los aerogeneradores. La magnitud real de este impacto dependerá de factores como la actividad de las especies, temporalidad, patrones de desplazamiento, condiciones meteorológicas y utilización espacial del área. En consecuencia, el riesgo deberá verificarse mediante el seguimiento durante la etapa de Operación y mantenimiento, a fin de identificar oportunamente sectores o periodos de mayor interacción y, en su caso, implementar medidas de manejo adaptativo.[15,16].	Operación de aerogeneradores.	O&M	-44	Moderado
IA-31	Cese de la generación de energía eléctrica	Al concluir la vida útil del Proyecto, la desenergización y retiro de los sistemas de generación implicará el cese del servicio de generación eléctrica proporcionado por Montecristo. El efecto corresponde a la pérdida de la capacidad específica del Proyecto y no a la interrupción del suministro regional o nacional.	Desenergización, cierre y retiro de infraestructura.	Cierre, D, A, R	-36	Moderado

[14] *Drewitt, A.L. & Langston, R. H.W. (2006). Assesing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.*
[15] *Arriaga-Flores, C., A. Moreno-Valdez, I. Castro-Arellano, E.R. Rodríguez-Ruiz, A. Rodríguez-Moreno y C.S. Venegas-Barrera. 2024. Murciélagos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. ii. CONABIO, México, pp. 546-557.*
[16] *Scholl, E.M. & Kapp-May U. (2021). Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub - and woodlands. Biological Conservation 256; 1-13.*

Consulta Pública

IV.3.7 Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

Una vez identificados, valorados y caracterizados los impactos ambientales asociados con las diferentes etapas del **Parque Eólico Montecristo**, se definieron las medidas ambientales orientadas a prevenir, mitigar, compensar y restaurar las modificaciones previstas sobre los componentes del medio. Su selección consideró la naturaleza y mecanismo de ocurrencia de cada impacto, las condiciones ambientales particulares del AP, AI y RE, la importancia obtenida mediante la metodología de Conesa y la posibilidad de evitar, reducir o recuperar las alteraciones generadas por las obras y actividades del Proyecto.

Para asegurar su aplicación, seguimiento y evaluación, las medidas serán instrumentadas mediante el **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**, como instrumento rector para verificar su ejecución y eficacia, así como mediante los siguientes programas específicos (PE):

PE1: Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre
PE2: Programa de rescate, reubicación y conservación de flora silvestre
PE3: Programa de protección y conservación de suelos
PE4: Programa de manejo integral de residuos
PE5: Programa de educación ambiental
PE6: Programa de protección a cauces
PE7: Programa de reforestación
PE8: Programa de restauración
PE9: Programa de monitoreo de aves, quirópteros y mariposa monarca.

Para facilitar su identificación, seguimiento y trazabilidad, cada medida se clasificó de acuerdo con su finalidad en **prevención, mitigación, compensación o restauración**, asignándole una clave integrada por la letra correspondiente y un número consecutivo conforme a su orden de aparición: **P para prevención, M para mitigación, C para compensación y R para restauración**. Una misma medida puede contribuir a la atención de más de un impacto ambiental; asimismo, determinados impactos requieren la aplicación conjunta de medidas de distinta naturaleza. Esta estructura permitirá retomar las medidas y programas durante el análisis de los **impactos acumulativos, sinérgicos y residuales**, así como evaluar la necesidad de acciones adicionales de manejo, seguimiento, restauración o compensación.

Consulta Pública

Tabla 22. Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
IA-01. Alteración temporal de la calidad del aire	P1	Prevención	Humedecer las superficies de trabajo y caminos no pavimentados cuando las condiciones de sequedad y viento favorezcan la dispersión de partículas.	PS / C / DAR	PVA
	P2	Prevención	Establecer límites de velocidad para los vehículos que circulen dentro de los frentes de obra y caminos internos.	PS / C / DAR	PVA
	P3	Prevención	Cubrir durante su transporte los materiales finos susceptibles de dispersión por acción del viento.	PS / C / DAR	PVA
	P4	Prevención	Mantener vehículos, maquinaria y equipos de combustión en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.	PS / C / DAR	PVA
	P5	Prevención	Prohibir la quema a cielo abierto de residuos, materiales o vegetación derivados de las actividades del Proyecto.	PS / C / DAR	PVA
IA-02. Incremento de los niveles de ruido ambiental	P6	Prevención	Mantener maquinaria, vehículos y equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento y mantenimiento.	PS / C / O&M / DAR	PVA
	P7	Prevención	Verificar periódicamente el estado de silenciadores y sistemas de escape de vehículos y maquinaria.	PS / C / DAR	PVA
	P8	Prevención	Concentrar, cuando sea técnicamente posible, las actividades de mayor emisión sonora en horarios diurnos.	PS / C / DAR	PVA
	P9	Prevención	Evitar el funcionamiento innecesario de maquinaria, vehículos y equipos.	PS / C / DAR	PVA
	M1	Mitigación	Aplicar mantenimiento preventivo o correctivo a los equipos que presenten emisiones sonoras anormales.	PS / C / O&M / DAR	PVA
IA-03. Modificación del relieve y microtopografía	P10	Prevención	Restringir cortes, rellenos y nivelaciones a las superficies autorizadas.	PS / C	PVA / PE3
	P11	Prevención	Adaptar las obras a la configuración natural del terreno en la medida técnicamente posible y evitar movimientos de tierra fuera de los frentes delimitados.	PS / C	PVA / PE3
	M2	Mitigación	Estabilizar las superficies modificadas por cortes, rellenos, nivelaciones y terraplenes.	PS / C	PE3
	R1	Restauración	Restituir, en la medida técnicamente posible, la configuración del terreno en las superficies de ocupación temporal al concluir su utilización.	DAR	PE8
IA-04. Alteración de las propiedades	P12	Prevención	Delimitar las superficies de intervención antes del inicio de las actividades que impliquen afectación al suelo.	PS / C	PVA / PE3
	P13	Prevención	Retirar de manera diferenciada el suelo vegetal durante el despalme y conservarlo evitando su mezcla con materiales de excavación[17,18].	PS	PE3

[17] *Xia, Z., Li, Y., Guo, S., Zhang, [illegible], X., Fang, H., Chen, R., & Du, P. (2025). Assessment of forest disturbance and soil erosion in wind farm project using satellite observations. Resources, Conservation and Recycling, 212, 107934. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107934.*

[18] *Ma, B., Yang, [illegible], Chen, X., Zhang, L., & Zeng, W. (2023). Revealing the ecological impact of low-speed mountain wind power on vegetation and soil erosion in South China: A case study of a typical wind farm in Yunnan. Journal of Cleaner Production, 419, Doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138020.*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
físicas del suelo	P14	Prevención	Evitar la circulación de maquinaria y el almacenamiento de materiales fuera de las superficies autorizadas.	PS / C	PVA / PE3
	R2	Restauración	Escarificar o descompactar las superficies de ocupación temporal una vez concluida su utilización[19,20].	DAR	PE8
	R3	Restauración	Reincorporar el suelo vegetal previamente conservado en las superficies sujetas a restauración[18,19].	DAR	PE8
IA-05. Incremento de la susceptibilidad a la erosión	P15	Prevención	Reducir al mínimo indispensable el periodo durante el cual permanezcan superficies de suelo desnudo[20,21,21].	PS / C	PE3
	P16	Prevención	Conservar adecuadamente el suelo vegetal retirado para evitar su pérdida por erosión[20,21].	PS / C	PE3
	M3	Mitigación	Instalar medidas temporales de control de erosión en los sitios donde las condiciones del terreno y escurrimiento lo requieran[20,21].	PS / C	PE3
	M4	Mitigación	Conducir adecuadamente los escurrimientos y estabilizar las superficies susceptibles a procesos erosivos.	PS / C	PE3 / PE6
	R4	Restauración	Recuperar las superficies temporales mediante descompactación, restitución del suelo vegetal y establecimiento progresivo de cobertura.	DAR	PE8
IA-06. Compactación del suelo	P17	Prevención	Restringir la circulación de maquinaria y vehículos a caminos, plataformas y áreas previamente delimitadas[20,21].	PS / C / DAR	PVA / PE3
	P18	Prevención	Prohibir la apertura de brechas, accesos o áreas de maniobra no autorizadas.	PS / C	PVA / PE3
	P19	Prevención	Evitar el almacenamiento innecesario de materiales sobre superficies naturales no destinadas a las obras.	PS / C	PE3
	R5	Restauración	Escarificar o descompactar las superficies temporales al concluir su utilización[20,21].	DAR	PE8
	R6	Restauración	Reincorporar el suelo vegetal conservado sobre las superficies descompactadas destinadas a restauración.	DAR	PE8
IA-07. Modificación del	P20	Prevención	Mantener, en la medida técnicamente posible, la continuidad del drenaje natural durante la ejecución de las obras.	PS / C	PE6
	P21	Prevención	Incorporar cunetas, alcantarillas y obras de drenaje conforme al diseño hidrológico del Proyecto.	C	PE3 / PE6

[19] *Xia, Z., Li, Y., Guo, S., Zhang, X., Pan, Y., Fang, H., Chen, R., & Du, P. (2025). Assessment of forest disturbance and soil erosion in wind farm project using satellite observations. Resources, Conservation and Recycling, 212, 107934. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107934.*

[20] *Ma, B., Yang, J., Chen, X., Zhang, L., & Zeng, W. (2023). Revealing the ecological impact of low-speed mountain wind power on vegetation and soil erosion in South China: A case study of a typical wind farm in Yunnan. Journal of Cleaner Production, 419, Doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138020*

[21] *García Fernández, G., Belmonte Serrato, F., & Rivera Ortiz, P. (2012). Problemas de erosión eólica en Tamaulipas (México). En E. Andrade Limas, F. Belmonte Serrato & A. Romero Díaz (Coords.), Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos de Tamaulipas (México): Regiones norte y altiplano (pp. 129-158). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
escurrimiento superficial	P22	Prevención	Evitar la concentración artificial de escurrimientos sobre superficies susceptibles a erosión.	PS / C	PE3 / PE6
	M5	Mitigación	Mantener libres de residuos, sedimentos y materiales las obras destinadas a la conducción de escurrimientos.	C / O&M	PVA / PE6
	R7	Restauración	Restituir los patrones locales de escurrimiento en las superficies de ocupación temporal durante su restauración.	DAR	PE6 / PE8
IA-08. Interferencia con cauces y drenaje natural	P23	Prevención	Delimitar y señalizar preventivamente los cauces y áreas de protección identificadas dentro de las superficies relacionadas con las obras.	PS / C	PVA / PE6
	P24	Prevención	Prohibir el depósito de suelo, residuos, combustibles, materiales o maquinaria dentro de los cauces.	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE6
	P25	Prevención	Mantener la continuidad hidráulica en los puntos de cruce mediante obras que permitan el flujo de los escurrimientos.	C	PE6
	M6	Mitigación	Inspeccionar periódicamente los puntos de cruce y retirar materiales que puedan obstruir el flujo.	C / O&M	PVA / PE6
	R8	Restauración	Restaurar las superficies temporalmente afectadas en las inmediaciones de cauces y obras de drenaje.	DAR	PE6 / PE8
IA-09. Modificación de la infiltración y recarga	P26	Prevención	Limitar la ocupación y compactación del terreno a las superficies estrictamente necesarias.	PS / C	PVA / PE3
	P27	Prevención	Evitar impermeabilizaciones adicionales fuera de las superficies requeridas por las obras permanentes.	C	PE3
	P28	Prevención	Conservar la funcionalidad del drenaje superficial para favorecer los procesos naturales de infiltración.	PS / C / O&M	PE6
	R9	Restauración	Descompactar las superficies temporales, restituir el suelo vegetal y recuperar su cobertura para favorecer nuevamente la infiltración natural.	DAR	PE8
IA-10. Pérdida y modificación de la cobertura vegetal	P29	Prevención	Delimitar físicamente las superficies autorizadas antes de iniciar el desmonte y prohibir la remoción de vegetación fuera de ellas[22] .	PS	PVA / PE2
	P30	Prevención	Realizar el desmonte de manera gradual y dirigida, restringiéndolo a la superficie indispensable para cada obra[23].	PS	PVA / PE2
	P31	Prevención	Conservar individuos o agrupaciones vegetales que no interfieran con las obras cuando las condiciones técnicas lo permitan.	PS / C	PE2
	M7	Mitigación	Rescatar y reubicar previamente los ejemplares de flora susceptibles de manejo localizados dentro de las superficies de afectación.	PS	PE2
	C1	Compensación	Ejecutar acciones de reforestación dirigidas a compensar la pérdida de cobertura vegetal derivada de las superficies de afectación permanente[23].	PS / C / O&M	PE7

[22] *Mata-Balderas, J. M., Francisco-Santos, J., Treviño-Garza, E., & Mata-Balderas, E. (2024). Landscape and vegetation analysis in an area of wind farms in the northeast of Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente,30 (1). https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.11.081.*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
	R10	Restauración	Recuperar la cobertura vegetal de las superficies de ocupación temporal una vez concluida su utilización.	DAR	PE8
IA-11. Alteración de la estructura de la vegetación	P32	Prevención	Restringir la remoción de los estratos de vegetación a las superficies indispensables para las obras[23].	PS	PVA / PE2
	P33	Prevención	Evitar afectaciones a los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y herbáceo fuera de las superficies autorizadas.	PS / C	PVA / PE2
	M8	Mitigación	Rescatar y reubicar los ejemplares susceptibles de manejo previo a su afectación.	PS	PE2
	C2	Compensación	Utilizar especies nativas representativas de las comunidades afectadas en las acciones de reforestación[23].	PS / C / O&M	PE7
	R11	Restauración	Favorecer el restablecimiento progresivo de los diferentes estratos de vegetación en las superficies temporales restauradas.	DAR	PE8
IA-12. Alteración de la composición y diversidad florística	P34	Prevención	Evitar la introducción deliberada de especies exóticas invasoras durante las diferentes etapas del Proyecto.	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE5
	M9	Mitigación	Rescatar y reubicar ejemplares susceptibles para conservar parte de los elementos florísticos presentes en las superficies de intervención.	PS	PE2
	M10	Mitigación	Detectar oportunamente el establecimiento de especies vegetales no deseadas en las superficies intervenidas y aplicar acciones de manejo cuando corresponda.	C / O&M / DAR	PVA
	C3	Compensación	Priorizar especies nativas y representativas de las comunidades afectadas en las acciones de reforestación.	PS / C / O&M	PE7
	R12	Restauración	Favorecer la recuperación de la composición florística característica de los tipos de vegetación afectados en las superficies temporales.	DAR	PE8
IA-13. Fragmentación de la vegetación	P35	Prevención	Ajustar las actividades a la huella autorizada y utilizar preferentemente caminos y accesos existentes cuando resulten funcionales[23].	PS / C	PVA
	P36	Prevención	Evitar la apertura de accesos, caminos, plataformas o áreas auxiliares adicionales a las previstas[24].	PS / C	PVA
	P37	Prevención	Evitar la ampliación innecesaria de caminos, plataformas y áreas de maniobra durante construcción y operación.	C / O&M	PVA
	C4	Compensación	Orientar las acciones de reforestación, cuando resulte técnicamente viable, a favorecer la recuperación de cobertura y conectividad vegetal[23].	PS / C / O&M	PE7
	R13	Restauración	Restaurar las superficies temporales para reducir la permanencia de discontinuidades generadas durante las obras.	DAR	PE8
IA-14. Afectación	P38	Prevención	Realizar recorridos prospectivos antes de la liberación de frentes, particularmente en superficies con vegetación natural.	PS	PVA / PE2

[23] *Mata-Balderas, J. M., Francisco-Santos, J., Treviño-Garza, E., & Mata-Balderas, E. (2024). Landscape and vegetation analysis in an area of wind farms in the northeast of Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente,30 (1). https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.11.081*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
potencial a flora en categoría de riesgo	P39	Prevención	Identificar, georreferenciar y señalizar los individuos de especies de interés para conservación detectados durante los recorridos prospectivos.	PS	PE2
	P40	Prevención	Evitar la afectación de individuos de especies de interés para conservación mediante ajustes puntuales cuando sean técnica y ambientalmente viables.	PS / C	PVA / PE2
	M11	Mitigación	Rescatar y reubicar los ejemplares cuya afectación no pueda evitarse, conforme a sus requerimientos ecológicos.	PS	PE2
	M12	Mitigación	Dar seguimiento al establecimiento y supervivencia de los ejemplares reubicados.	PS / C / O&M	PVA / PE2
IA-15. Pérdida y modificación del hábitat de fauna terrestre	P41	Prevención	Restringir el desmonte y ocupación a las superficies autorizadas.	PS / C	PVA
	P42	Prevención	Ejecutar acciones de ahuyentamiento antes del desmonte para favorecer el desplazamiento de fauna hacia áreas contiguas.	PS	PE1
	P43	Prevención	Evitar afectaciones innecesarias a refugios y elementos de hábitat localizados fuera de la huella autorizada.	PS / C	PVA / PE1
	M13	Mitigación	Rescatar y reubicar individuos de baja movilidad o que se encuentren en riesgo directo dentro de los frentes de obra.	PS / C	PE1
	C5	Compensación	Ejecutar reforestación para favorecer la generación o recuperación de cobertura con funciones de hábitat para fauna.	PS / C / O&M	PE7
	R14	Restauración	Restaurar las superficies temporales para favorecer progresivamente la recuperación de condiciones de hábitat.	DAR	PE8
IA-16. Alteración de la diversidad y abundancia de fauna terrestre	P44	Prevención	Aplicar acciones de ahuyentamiento antes del inicio del desmonte y movimiento de tierras.	PS	PE1
	P45	Prevención	Prohibir al personal la captura, cacería, colecta, alimentación o aprovechamiento de fauna silvestre.	Todas	PVA / PE5
	P46	Prevención	Establecer y hacer cumplir límites de velocidad para reducir perturbaciones y riesgo de atropellamiento de fauna.	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE5
	P47	Prevención	Evitar la introducción, permanencia y alimentación de fauna doméstica en los frentes de obra.	PS / C / DAR	PVA / PE5
	M14	Mitigación	Rescatar y reubicar individuos cuando exista riesgo de afectación directa y el manejo resulte necesario.	PS / C / DAR	PE1
	R15	Restauración	Restaurar las superficies temporales para favorecer su recolonización progresiva por fauna.	DAR	PE8
IA-17. Alteración del desplazamiento y movilidad de fauna terrestre	P48	Prevención	Realizar el desmonte de forma gradual y dirigida para permitir el desplazamiento de los organismos.	PS	PE1
	P49	Prevención	Evitar el bloqueo innecesario de rutas naturales de movimiento de fauna.	PS / C	PVA
	P50	Prevención	Colocar señalización preventiva en sitios donde se identifique tránsito recurrente de fauna y controlar la velocidad vehicular.	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE5

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
	P51	Prevención	Inspeccionar frentes, zanjas y excavaciones abiertas para detectar organismos atrapados.	PS / C	PE1
	M15	Mitigación	Establecer mecanismos que permitan la salida de fauna de excavaciones abiertas o efectuar su rescate cuando sea necesario.	PS / C	PE1
	R16	Restauración	Retirar instalaciones temporales y restaurar las superficies al finalizar su utilización para disminuir obstáculos al desplazamiento.	DAR	PE8
IA-18. Afectación potencial a fauna terrestre en categoría de riesgo	P52	Prevención	Realizar recorridos previos a la liberación de frentes para detectar fauna de interés para conservación.	PS / C	PE1
	P53	Prevención	Priorizar la evasión y el desplazamiento natural de los organismos antes de efectuar su manipulación.	PS / C / DAR	PE1
	P54	Prevención	Capacitar al personal para el reconocimiento, protección y reporte de fauna silvestre, particularmente especies sujetas a protección.	Todas	PVA / PE5
	P55	Prevención	Prohibir la captura, daño, colecta o aprovechamiento de especies de fauna silvestre.	Todas	PVA / PE5
	M16	Mitigación	Rescatar y reubicar individuos únicamente cuando exista riesgo de afectación directa.	PS / C / DAR	PE1
	M17	Mitigación	Registrar especie, ubicación, condición, sitio de liberación y evidencia de los individuos manejados.	PS / C / DAR	PVA / PE1
IA-19. Pérdida y modificación del hábitat de avifauna	P56	Prevención	Restringir el desmonte y ocupación a las superficies autorizadas[24,25,26].	PS / C	PVA
	P57	Prevención	Realizar recorridos previos a la liberación de frentes para detectar nidos, refugios o sitios con actividad de aves[25,26,27].	PS / C	PE1
	P58	Prevención	Aplicar acciones de ahuyentamiento antes del inicio de las actividades de desmonte.	PS	PE1
	P59	Prevención	Evitar afectaciones sobre la vegetación colindante que no forme parte de la huella autorizada.	PS / C	PVA
	C6	Compensación	Ejecutar acciones de reforestación que favorezcan progresivamente la disponibilidad de cobertura vegetal con funciones de hábitat.	PS / C / O&M	PE7
	R17	Restauración	Restaurar las superficies de ocupación temporal para favorecer progresivamente la recuperación de condiciones de hábitat.	DAR	PE8
IA-20. Alteración de la diversidad y	P60	Prevención	Realizar el desmonte de manera gradual y dirigida[25,26,27].	PS	PE1
	P61	Prevención	Reducir la permanencia de fuentes innecesarias de ruido y perturbación en los frentes de obra.	PS / C / DAR	PVA

[24] Drewitt, A.L. & Langston, R. H.W. (2006). Assesing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.
[25] Percival, S.M. (2003). Birds and wind farms in Irenlan: A rewiew of potential issues and impact assement. Ecology Consulting, 71: 1-25.
[26] Uribe-Rivera, E.A., A.A. Quevara-Carrizales, G. Ruiz-Campos. 2018. Mortalidad incidental de aves paseriformes en un parque eólico del noroeste de México. Huitzil 20(1):487. doi: https://doi. org/10.28947/hmo.2019.20.1.377

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
abundancia de avifauna	P62	Prevención	Prohibir la captura, cacería o perturbación intencional de aves por parte del personal.	Todas	PVA / PE5
	M18	Mitigación	Dar seguimiento durante la operación a la riqueza, abundancia y utilización del área por la avifauna para identificar cambios relevantes[27].	O&M	PVA / PE9
	R18	Restauración	Restaurar la cobertura de las superficies temporales para favorecer su utilización posterior por la fauna.	DAR	PE8
IA-21. Alteración del desplazamiento de avifauna y efecto barrera	P63	Prevención	Evitar la instalación de elementos adicionales no contemplados que incrementen innecesariamente la ocupación del espacio aéreo[27].	C / O&M	PVA
	P64	Prevención	Mantener únicamente la iluminación requerida por razones operativas, de seguridad y normativas, evitando iluminación innecesaria[25].	C / O&M	PVA
	M19	Mitigación	Realizar seguimiento de la actividad, desplazamiento y utilización espacial de las aves, con énfasis en los periodos migratorios[28,29,30,31].	O&M	PE9
IA-22. Afectación potencial a avifauna en categoría de riesgo	P65	Prevención	Identificar durante recorridos y monitoreos las especies incluidas en categorías de protección[29,30,31,32].	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE9
	P66	Prevención	Evitar la captura, manipulación o perturbación intencional de especies de avifauna protegida.	Todas	PVA / PE5
	M20	Mitigación	Realizar rescate únicamente cuando exista riesgo directo para el individuo y resulte técnicamente procedente.	PS / C / DAR	PE1
	M21	Mitigación	Registrar ubicación, temporalidad, abundancia y actividad de las especies protegidas detectadas y establecer atención prioritaria a registros recurrentes[29,30,31].	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE9
IA-23. Pérdida y modificación del hábitat de quirópteros	P67	Prevención	Limitar el desmonte a la huella autorizada y conservar la vegetación colindante que no requiera ser removida[32].	PS / C	PVA
	P68	Prevención	Inspeccionar sitios susceptibles de funcionar como refugio cuando éstos se encuentren dentro de superficies a intervenir[33].	PS / C	PE1
	P69	Prevención	Evitar afectaciones a refugios de quirópteros localizados fuera de la huella autorizada.	PS / C	PVA / PE1

[27] *Robles-Guerrero, F.G. (2017). Impactos a la biodiversidad por parques eólicos en el noreste de México. Política, Globalidad y Ciudadanía 3 (6); 1-11. Doi: https://doi.org/10.29105/pgc3.6-3*

[28] *Drewitt, A.L. & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.*

[29] *Percival, S.M. (2003). Birds and wind farms in Irenlan: A rewiew of potential issues and impact assement. Ecology Consulting, 71: 1-25.*

[30] *Uribe-Rivera, M.A., A.A. Guevara-Carrizales, G. Ruiz-Campos. 2018. Mortalidad incidental de aves paseriformes en un parque eólico del noroeste de México. Huitzil 20(1):487. doi: https://doi. org/10.28947/hrm. 2019. 20.1.377*

[31] *Robles-Guerrero, F.G. (2017). Impactos a la biodiversidad por parques eólicos en el noreste de México. Política, Globalidad y Ciudadanía 3 (6); 1-11. Doi: https://doi.org/10.29105/pgc3.6-3*

[32] *Arriaga-Flores, J.C., A. Moreno-Valdez, I. Castro-Arellano, E.R. Rodríguez-Ruiz, A. Rodríguez-Moreno y C.S. Venegas-Barrera. 2024. Murciélagos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. ii. CONABIO, México, pp. 546-557.*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
	C7	Compensación	Ejecutar acciones de reforestación que favorezcan progresivamente la recuperación de cobertura vegetal con funciones de alimentación y desplazamiento.	PS / C / O&M	PE7
	R19	Restauración	Restaurar las superficies temporales para favorecer progresivamente la recuperación de condiciones de hábitat para quirópteros.	DAR	PE8
IA-24. Alteración de la actividad y desplazamiento de quirópteros	P70	Prevención	Reducir las perturbaciones innecesarias sobre las áreas de vegetación natural[33,33,34,35].	PS / C / O&M	PVA
	P71	Prevención	Evitar iluminación nocturna no indispensable y dirigir la iluminación necesaria exclusivamente hacia las superficies requeridas[34,35,36].	C / O&M	PVA
	M22	Mitigación	Realizar monitoreo acústico para determinar actividad, temporalidad y utilización espacial del AP por quirópteros[36,37,38,39].	O&M	PE9
	M23	Mitigación	Analizar conjuntamente los registros de actividad y mortalidad para identificar sectores o periodos de mayor interacción y establecer medidas adaptativas cuando los resultados lo justifique[38,39,40].	O&M	PVA / PE9
IA-25. Modificación de la calidad visual del paisaje	P72	Prevención	Restringir la ocupación a las superficies autorizadas y evitar instalaciones, estructuras y áreas auxiliares innecesarias[40,41,42].	PS / C	PVA
	P73	Prevención	Mantener condiciones de orden y limpieza en frentes de obra e instalaciones.	PS / C / O&M / DAR	PVA / PE4
	P74	Prevención	Conservar la vegetación que no requiera ser removida para la ejecución de las obras[41].	PS / C	PVA
	M24	Mitigación	Retirar oportunamente materiales, residuos e instalaciones temporales una vez que dejen de ser necesarios.	PS / C / DAR	PVA / PE4

[33] *Scholl, E.M. & Nopp-Mayr, U. (2021). Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub- and woodlands. Biological Conservation 256; 1-13.*
[34] *Foo, C.F., Bennett, V.J., Hale, A.M, Korstian, J.M., Schildt, A.J. & Williams, D.A. (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. PeerJ. DOI 10.7717/peerj.3985*
[35] *García-Luis, M. y Briones-Salas, M. (2017). Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parque eólicos del trópico de México. vista Mexicana de Biodiversidad 88; 888-898. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.018*
[36] *Arriaga-Flores, J.C., A. Moreno-Valdez, I. Castro-Arellano, E.R. Rodríguez-Ruiz, A. Rodríguez-Moreno y C.S. Venegas-Barrera. 2024. Murciélagos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. ii. CONABIO, México, p. 546-557.*
[37] *Scholl, E.M. & Nopp-Mayr, U. (2021). Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub- and woodlands. Biological Conservation 256; 1-13.*
[38] *Foo, C.F., Bennett, V.J., Hale, A.M, Korstian, J.M., Schildt, A.J. & Williams, D.A. (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. PeerJ. DOI 10.7717/peerj.3985*
[39] *García-Luis, M. y Briones-Salas, M. (2017). Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parque eólicos del trópico de México. vista Mexicana de Biodiversidad 88; 888-898. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.018*
[40] *Committee on Environmental Impacts of Wind-Energy Projects [consulta en línea], 2007, Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, insx National Academies Press, pp.395.*
[41] *Castillo Jara, E. (2011). Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, 4(12).*
[42] *Hernández Gutiérrez, J. A., & López-Rodríguez, G. (2025). Transición energética en el Valle del Almanzora: impactos ambientales y desarrollo rural. Revista CENTRA De Ciencias Sociales, 4(2), 107–124. https://doi.org/10.54790/rccs.129*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
	M25	Mitigación	Mantener durante la operación las instalaciones en condiciones adecuadas de conservación para evitar deterioros que incrementen el contraste visual.	O&M	PVA
	R20	Restauración	Restaurar las superficies temporales para favorecer su reintegración progresiva al entorno.	DAR	PE8
IA-26. Incremento de la fragilidad paisajística	P75	Prevención	Limitar la transformación del paisaje a la huella autorizada y conservar la vegetación natural fuera de las superficies de intervención[41,43]	PS / C	PVA
	P76	Prevención	Evitar la apertura de caminos, áreas auxiliares y superficies adicionales a las requeridas por el Proyecto[41].	PS / C	PVA
	M26	Mitigación	Reducir la permanencia de elementos temporales una vez concluida la función para la cual fueron instalados.	C / DAR	PVA
	C8	Compensación	Incorporar las acciones de reforestación como mecanismo para recuperar cobertura vegetal y contribuir a la integración ambiental de las superficies intervenidas[41].	PS / C / O&M	PE7
	R21	Restauración	Restituir las superficies temporales y favorecer su reintegración progresiva al entorno mediante recuperación del terreno y cobertura vegetal[43].	DAR	PE8
IA-27. Incremento de la incidencia visual del Proyecto	P77	Prevención	Mantener la infraestructura dentro de las áreas definidas en el diseño y evitar elementos verticales o auxiliares no indispensables[43,44].	C / O&M	PVA
	P78	Prevención	Limitar la iluminación nocturna a la requerida por operación, seguridad y normatividad, evitando iluminación ornamental o innecesaria[44].	C / O&M	PVA
	M27	Mitigación	Retirar la infraestructura temporal al concluir su función para evitar elementos adicionales de contraste.	C / DAR	PVA
	R22	Restauración	Restaurar las superficies temporales para reducir elementos de contraste distintos de la infraestructura permanente[44].	DAR	PE8
IA-28. Modificación del uso actual del suelo	P79	Prevención	Restringir la ocupación a superficies autorizadas y evitar afectaciones fuera de la huella del Proyecto.	PS / C	PVA
	P80	Prevención	Diferenciar y delimitar las superficies de ocupación permanente respecto de aquellas de carácter temporal.	PS / C	PVA / PE3
	P81	Prevención	Mantener los usos existentes en las superficies del AP que no sean requeridas por las obras y actividades del Proyecto.	PS / C / O&M	PVA
	R23	Restauración	Retirar las instalaciones temporales al concluir su utilización.	DAR	PE8
	R24	Restauración	Restaurar las **315.31 ha de ocupación temporal** mediante descompactación, restitución del suelo vegetal, acondicionamiento del terreno y recuperación de cobertura de acuerdo con las condiciones de cada sitio.	DAR	PE3 / PE8

[43] Committee on Environmental Impacts of Wind-Energy Projects [consulta en línea], 2007, Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, insx National Academies Press, pp.395.
[44] Castillo Jara, E. (2011). Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, 4(12).

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
IA-29. Riesgo de colisión de avifauna	P82	Prevención	Establecer desde el inicio de la operación un esquema sistemático de monitoreo de avifauna y mortalidad asociada con los aerogeneradores[45,46,47].	O&M	PVA / PE9
	M28	Mitigación	Efectuar búsquedas estandarizadas de organismos en áreas definidas alrededor de los aerogeneradores y registrar especie, ubicación, fecha y aerogenerador asociado a cada hallazgo[46,47,48].	O&M	PE9
	M29	Mitigación	Considerar durante la interpretación de resultados los factores que puedan afectar la detectabilidad y permanencia de los organismos localizados[47,48].	O&M	PE9
	M30	Mitigación	Analizar espacial y temporalmente los registros para identificar especies, periodos y aerogeneradores que presenten mayor riesgo[46,48].	O&M	PE9
	M31	Mitigación	Implementar medidas adaptativas dirigidas a los aerogeneradores, especies o periodos de mayor riesgo cuando los resultados del monitoreo demuestren niveles relevantes de mortalidad[46,48].	O&M	PVA / PE9
IA-30. Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros	P83	Prevención	Establecer desde el inicio de la operación un esquema de monitoreo acústico y de mortalidad de quirópteros[48,49,50,51].	O&M	PVA / PE9
	M32	Mitigación	Realizar búsquedas estandarizadas de organismos en las áreas definidas alrededor de los aerogeneradores[50,51,52].	O&M	PE9
	M33	Mitigación	Registrar y analizar espacial y temporalmente los eventos de mortalidad detectados y relacionarlos con los periodos de actividad acústica[49,50,51,52].	O&M	PE9
	M34	Mitigación	Identificar aerogeneradores y periodos que presenten una mayor interacción con quirópteros[50,51,52,52].	O&M	PE9
	M35	Mitigación	Aplicar medidas operativas adaptativas cuando los resultados del monitoreo demuestren niveles relevantes de mortalidad[50,52].	O&M	PVA / PE9
IA-31. Cese de la generación	P84	Prevención	Planificar el cierre de operaciones, desenergización, aislamiento y desconexión de la infraestructura de manera ordenada y conforme al programa de cierre.	Cierre	PVA

[45] *Drewitt, A.L. & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists' Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.*

[46] *Percival, S.M. (2003). Birds and wind farms in Irenlan: A review of potential issues and impact assement. Ecology Consulting, 71: 1-25.*

[47] *Uribe-Rivera, M.A., A.A. Guevara-Carrizales, G. Ruiz-Campos. 2018. Mortalidad incidental de aves paseriformes en un parque eólico del noroeste de México. Huitzil 20(1):487. doi: https://doi. org/10.28947/hrmo.2019.20. 37*

[48] *Arriaga-Flores, J.C., A. Moreno-Valdez, Castro Arellano, E.R. Rodríguez-Ruiz, A. Rodríguez-Moreno y C.S. Venegas-Barrera. 2024. Murciélagos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. ii. CONABIO, México. pp. 546-557.*

[49] *Scholl, E.M. & Nopp-Mayr, U. (2021). Impact of wind power plants on mammalian and avian wildlife species in shrub- and woodlands. Biological Conservation 256; 1-13.*

[50] *Foo, C.F., Bennett, V.J., Hale, A.M, Korstian, J.M., Schildt, A.J. & Williams, D.A. (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. PeerJ. DOI 10.7717/peerj.3985*

[51] *García-Luis, M. y Briones-Salas, M. (2017). Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parque eólicos del trópico de México. vista Mexicana de Biodiversidad 88: 888-898. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.018*

[52] *Briones-Salas, M. y Martín-Regalado, N. (2016). Murciélagos en los alrededores de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Bol. Red. Latin. Cons. Murc. 7(1); 3-8.*

Consulta Pública

Impacto	Medida	Tipo	Medida ambiental	Etapa	Programa
de energía eléctrica	P85	Prevención	Priorizar, cuando sea técnica y ambientalmente viable, la reutilización, reciclaje o valorización de equipos, componentes y materiales retirados.	Desmantelamiento	PVA / PE4
	P86	Prevención	Manejar los residuos generados durante el cierre y desmantelamiento conforme a su clasificación y características.	Desmantelamiento / Abandono	PVA / PE4
	M36	Mitigación	Retirar de manera ordenada los equipos, componentes, materiales e infraestructura conforme concluyan su utilidad y evitar su permanencia innecesaria en el sitio.	Desmantelamiento / Abandono	PVA / PE4
	R25	Restauración	Ejecutar las acciones de restauración previstas sobre las superficies liberadas durante el cierre, desmantelamiento y abandono.	Restauración	PE8

Consulta Pública

IV.3.7.1 Indicadores de cumplimiento de las medidas propuestas

Con la finalidad de complementar las medidas ambientales previamente identificadas y dar cumplimiento a los criterios establecidos para evaluar y documentar su implementación, se definieron para cada una de ellas su **objetivo, periodicidad de aplicación, plazo de ejecución y parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**. La clave asignada a cada medida corresponde a la nomenclatura presentada en la tabla anterior, evitando con ello la repetición de su descripción y manteniendo la trazabilidad entre el impacto ambiental identificado, la medida propuesta y los mecanismos establecidos para evaluar su ejecución y efectividad. Los parámetros fueron definidos mediante criterios cuantitativos y/o cualitativos, según la naturaleza de cada medida, procurando que sean objetivos, verificables, medibles y reproducibles.

Consulta Pública

Tabla 23. Indicadores de cumplimiento de las medidas propuestas

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
P1	Reducir la generación y dispersión de partículas por tránsito y actividades sobre superficies no pavimentadas.	Cuando existan condiciones de sequedad, viento o dispersión visible de polvo.	PS, C y DAR, mientras existan superficies susceptibles.	Bitácora de humectación y evidencia fotográfica de frentes atendidos.	Ausencia o reducción observable de emisiones fugitivas fuera de los frentes de trabajo.
P2	Reducir la resuspensión de partículas y perturbaciones asociadas con la circulación vehicular.	Permanente durante la circulación interna.	PS, C y DAR.	Señalización instalada y registros de supervisión.	Ausencia de eventos recurrentes asociados con circulación a velocidad excesiva.
P3	Evitar la dispersión de materiales finos durante su transporte.	Cada traslado de material susceptible de dispersión.	Mientras se transporten materiales finos.	Verificación de vehículos con carga cubierta.	Ausencia de pérdida o dispersión visible durante el transporte.
P4	Reducir emisiones derivadas de la operación deficiente de vehículos, maquinaria y equipos.	Conforme al mantenimiento programado y ante anomalías.	Mientras operen equipos de combustión.	Bitácoras, órdenes o comprobantes de mantenimiento.	Ausencia de emisiones ostensiblemente anormales atribuibles a falta de mantenimiento.
P5	Evitar emisiones y riesgos derivados de quemas a cielo abierto.	Permanente.	PS, C y DAR.	Registros de supervisión y ausencia de reportes de quema.	Cero eventos de quema atribuibles al Proyecto.
P6	Prevenir incrementos innecesarios de ruido por deficiencias mecánicas.	Conforme al mantenimiento programado.	PS, C, O&M y DAR.	Registros de mantenimiento de maquinaria y vehículos.	Ausencia de emisiones sonoras anormales atribuibles a deficiencias mecánicas.
P7	Prevenir emisiones sonoras anormales asociadas con sistemas de escape deficientes.	Durante inspecciones y mantenimiento de equipos.	PS, C y DAR.	Registros de revisión de silenciadores y sistemas de escape.	Equipos inspeccionados sin anomalías sonoras persistentes.
P8	Reducir la exposición del entorno a	Durante actividades de alta emisión sonora, cuando sea	PS, C y DAR.	Bitácoras de trabajo y horarios de actividades.	Actividades de mayor ruido realizadas preferentemente en horario diurno.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	actividades de mayor emisión sonora.	técnicamente posible.			
P9	Evitar emisiones sonoras y atmosféricas innecesarias.	Permanente durante jornadas de trabajo.	PS, C y DAR.	Registros de supervisión ambiental.	Ausencia de operación prolongada de equipos sin actividad productiva.
P10	Evitar modificaciones del relieve fuera de las superficies autorizadas.	Permanente durante movimientos de tierra.	PS y C.	Verificación de frentes contra planos/polígonos autorizados.	Cero afectaciones por cortes, rellenos o nivelaciones fuera de la huella autorizada.
P11	Reducir modificaciones innecesarias de la configuración natural del terreno.	Durante replanteo y ejecución de movimientos de tierra.	PS y C.	Inspecciones y evidencia fotográfica.	Movimientos de tierra contenidos dentro de las áreas previstas.
P12	Evitar afectaciones al suelo fuera de las superficies requeridas.	Previo a cada liberación de frente.	PS y C.	Superficies delimitadas antes de su intervención.	Cero afectaciones al suelo fuera de áreas delimitadas.
P13	Conservar el suelo vegetal para su posterior aprovechamiento en restauración.	Cada vez que se realice despalme.	PS.	Registro de volumen/superficie retirada y sitios de almacenamiento.	Suelo vegetal conservado sin mezcla significativa con materiales de excavación.
P14	Evitar alteraciones físicas del suelo fuera de las superficies autorizadas.	Permanente.	PS y C.	Inspecciones de caminos, áreas de maniobra y almacenamiento.	Ausencia de circulación o almacenamiento recurrente fuera de áreas autorizadas.
P15	Reducir la exposición del suelo a procesos erosivos.	Durante apertura y permanencia de superficies desnudas.	PS y C.	Inspecciones y registro de superficies expuestas.	Ausencia de incremento significativo de surcos o procesos erosivos atribuibles a exposición prolongada.
P16	Evitar la pérdida por erosión del suelo vegetal almacenado.	Durante todo el periodo de almacenamiento.	PS y C.	Inspecciones de los sitios de acopio.	Conservación del material sin pérdidas erosivas relevantes.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
P17	Evitar compactación innecesaria del suelo.	Permanente durante circulación de maquinaria.	PS, C y DAR.	Registros de supervisión de rutas de circulación.	Ausencia de rodadas o compactación fuera de áreas autorizadas.
P18	Evitar nuevas superficies de afectación por circulación no autorizada.	Permanente.	PS y C.	Inspección de frentes y caminos.	Cero accesos o rodadas no autorizados consolidados.
P19	Evitar compactación por almacenamiento sobre superficies naturales.	Permanente durante manejo de materiales.	PS y C.	Inspecciones de áreas de almacenamiento.	Materiales contenidos dentro de áreas designadas.
P20	Conservar la continuidad del drenaje natural.	Permanente durante intervención de terrenos.	PS y C.	Inspección de escurrimientos y frentes.	Ausencia de interrupciones no previstas del drenaje natural.
P21	Mantener el adecuado desalojo de escurrimientos en caminos y plataformas.	Durante construcción de infraestructura de drenaje.	C.	Obras ejecutadas conforme al diseño del Proyecto.	Funcionamiento hidráulico sin obstrucciones o concentraciones anómalas evidentes.
P22	Evitar concentración artificial de escurrimientos y erosión asociada.	Durante construcción y conformación del terreno.	PS y C.	Inspección de descargas y superficies receptoras.	Ausencia de erosión concentrada atribuible a obras del Proyecto.
P23	Prevenir la ocupación o afectación accidental de cauces identificados.	Previo a actividades próximas a cauces.	PS y C.	Cauces/áreas de protección identificados y señalizados.	Ausencia de intervenciones no previstas dentro de áreas señalizadas.
P24	Evitar contaminación u obstrucción de cauces.	Permanente.	PS, C, O&M y DAR.	Inspecciones y registros fotográficos.	Cero depósitos no autorizados de materiales, residuos o sustancias en cauces.
P25	Mantener la continuidad hidráulica en cruces.	En cada construcción o intervención de cruce.	C.	Verificación de obras de cruce ejecutadas.	Flujo del escurrimiento conservado sin obstrucciones atribuibles a la obra.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
P26	Limitar la reducción de infiltración por ocupación y compactación.	Permanente durante intervención del terreno.	PS y C.	Comparación de superficies intervenidas con la huella autorizada.	Ausencia de compactación adicional fuera de superficies previstas.
P27	Evitar impermeabilización innecesaria del terreno.	Durante ejecución de obras permanentes.	C.	Verificación de superficies impermeabilizadas.	Superficie impermeabilizada limitada a la requerida por diseño.
P28	Mantener procesos locales de infiltración asociados con el drenaje superficial.	Durante construcción y operación.	PS, C y O&M.	Inspecciones de drenaje.	Drenaje funcional y ausencia de alteraciones no previstas que impidan infiltración local.
P29	Evitar pérdida de vegetación fuera de la huella autorizada.	Previo y durante cada frente de desmonte.	PS.	Delimitación física y registros de supervisión.	Cero desmontes fuera de superficies autorizadas.
P30	Reducir la superficie y simultaneidad de afectación a la vegetación.	En cada frente de desmonte.	PS.	Bitácoras y evidencia de avance gradual.	Desmonte restringido a frentes requeridos y superficies delimitadas.
P31	Conservar elementos vegetales compatibles con las obras.	Durante liberación y ejecución de frentes.	PS y C.	Registro de individuos/agrupaciones conservadas cuando aplique.	Permanencia de los elementos identificados para conservación.
P32	Limitar la modificación de la estructura vegetal a las superficies indispensables.	Permanente durante desmonte.	PS.	Verificación de superficies intervenidas.	Ausencia de remoción de estratos fuera de la huella autorizada.
P33	Conservar los estratos vegetales fuera de las áreas de afectación.	Permanente.	PS y C.	Inspección y evidencia fotográfica.	Vegetación colindante sin afectaciones atribuibles a las obras.
P34	Prevenir la introducción deliberada de especies exóticas invasoras.	Permanente.	PS, C, O&M y DAR.	Listados de especies utilizadas y registros de supervisión.	Ausencia de introducción deliberada de especies exóticas invasoras por el Proyecto.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
P35	Reducir la generación de nuevas discontinuidades en la vegetación.	Durante planeación y apertura de frentes.	PS y C.	Verificación de uso de accesos existentes cuando resulte viable.	Ausencia de aperturas adicionales no justificadas.
P36	Evitar fragmentación adicional por infraestructura auxiliar no prevista.	Permanente durante construcción.	PS y C.	Inspecciones y comparación con diseño autorizado.	Cero caminos, plataformas o áreas auxiliares no autorizados.
P37	Evitar ampliaciones innecesarias de infraestructura lineal y superficies de maniobra.	Permanente.	C y O&M.	Inspección de anchos y superficies.	Permanencia de infraestructura dentro de dimensiones previstas.
P38	Detectar flora de interés para conservación antes de su posible afectación.	Previo a la liberación de cada frente con vegetación natural.	PS.	Recorridos documentados y registros de campo.	Frentes revisados antes de intervención.
P39	Facilitar la protección y manejo de flora de interés detectada.	En cada hallazgo.	PS.	Registro georreferenciado y señalización cuando proceda.	Individuos detectados correctamente identificados y manejados.
P40	Evitar la afectación directa de flora de interés cuando sea técnicamente viable.	En cada hallazgo previo a obra.	PS y C.	Registro de ajustes o medidas de protección aplicadas.	Individuos evitables conservados sin afectación directa.
P41	Limitar la pérdida de hábitat de fauna a la huella autorizada.	Permanente durante desmonte y construcción.	PS y C.	Inspecciones de superficies intervenidas.	Cero ocupaciones adicionales no autorizadas de hábitat.
P42	Favorecer el desplazamiento voluntario de fauna antes de la intervención.	Previo a cada frente susceptible de afectar fauna.	PS.	Bitácoras de ahuyentamiento y evidencia de campo.	Disminución de individuos expuestos directamente durante el avance de obra.
P43	Conservar refugios y elementos de hábitat fuera de la huella.	Permanente.	PS y C.	Inspecciones y registro de incidencias.	Ausencia de afectaciones a refugios fuera de superficies autorizadas.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
P44	Reducir la exposición directa de fauna durante desmonte y movimientos de tierra.	Previo a cada frente.	PS.	Registros de ahuyentamiento.	Menor presencia de fauna en el frente al iniciar actividades.
P45	Evitar afectaciones deliberadas a fauna por el personal.	Permanente.	Todas las etapas.	Evidencia de capacitación y registros de vigilancia.	Cero eventos comprobados de captura, cacería o aprovechamiento por personal del Proyecto.
P46	Reducir perturbación y riesgo de atropellamiento de fauna.	Permanente durante circulación vehicular.	PS, C, O&M y DAR.	Señalización y registros de supervisión/incidentes.	Reducción/ausencia de atropellamientos asociados con exceso de velocidad.
P47	Evitar perturbaciones, depredación o competencia derivadas de fauna doméstica.	Permanente.	PS, C y DAR.	Registros de inspección.	Ausencia de fauna doméstica introducida o alimentada por personal en frentes.
P48	Facilitar el desplazamiento de fauna durante el desmonte.	En cada frente de desmonte.	PS.	Registro de dirección y avance del desmonte.	Ausencia de confinamiento deliberado de fauna por el avance de las actividades.
P49	Mantener rutas locales de movilidad de fauna cuando sea posible.	Durante instalación de obras y frentes.	PS y C.	Inspección de obstáculos temporales.	Ausencia de bloqueos innecesarios persistentes.
P50	Reducir atropellamientos en sitios de tránsito recurrente de fauna.	Permanente una vez identificado el sitio.	PS, C, O&M y DAR.	Señalización instalada y registros de incidentes.	Reducción/ausencia de atropellamientos recurrentes en puntos señalizados.
P51	Detectar oportunamente fauna atrapada en zanjas y excavaciones.	Al inicio de jornada y antes de continuar trabajos en excavaciones abiertas.	PS y C.	Bitácoras de inspección.	Organismos atrapados detectados y atendidos oportunamente.
P52	Detectar fauna de interés para conservación antes	Previo a la liberación de cada frente.	PS y C.	Registros de recorridos.	Frentes revisados previamente a la intervención.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	de intervenir los frentes.				
P53	Reducir la manipulación innecesaria de fauna silvestre.	En cada encuentro con fauna.	PS, C y DAR.	Registro de actuaciones y rescates.	Predominio de evasión/desplazamiento natural cuando las condiciones lo permiten.
P54	Mejorar la capacidad del personal para reconocer y proteger fauna silvestre.	Inducción y refuerzos periódicos.	Todas las etapas.	Listas de asistencia y evidencia de capacitación.	Personal involucrado conoce las prohibiciones y procedimiento de reporte.
P55	Evitar daño o aprovechamiento deliberado de fauna silvestre.	Permanente.	Todas las etapas.	Registros de vigilancia e incidencias.	Cero eventos comprobados de captura, daño, colecta o aprovechamiento.
P56	Limitar la pérdida de hábitat de avifauna a la superficie autorizada.	Permanente durante intervención.	PS y C.	Inspecciones de huella de obra.	Cero desmonte u ocupación adicional no autorizada.
P57	Detectar oportunamente nidos, refugios o actividad relevante de aves antes de intervenir.	Previo a cada liberación de frente.	PS y C.	Registros de recorridos y hallazgos.	Hallazgos detectados antes de la intervención y atendidos conforme al procedimiento.
P58	Favorecer el desplazamiento de aves antes del desmonte.	Previo a cada frente de desmonte.	PS.	Bitácoras de ahuyentamiento.	Reducción de presencia de aves expuestas directamente al inicio del desmonte.
P59	Conservar vegetación colindante con función potencial de hábitat.	Permanente.	PS y C.	Inspección de límites de obra.	Vegetación fuera de la huella sin afectaciones atribuibles al Proyecto.
P60	Reducir perturbación directa de la avifauna durante el desmonte.	En cada frente.	PS.	Registro del avance gradual.	Ausencia de desmontes simultáneos innecesarios fuera de los frentes programados.
P61	Reducir perturbaciones	Permanente durante actividades de obra.	PS, C y DAR.	Supervisión de equipos y actividades.	Ausencia de fuentes de perturbación innecesarias persistentes.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	sonoras innecesarias sobre avifauna.				
P62	Evitar afectaciones deliberadas a aves.	Permanente.	Todas las etapas.	Capacitación y registros de vigilancia.	Cero eventos comprobados de captura, cacería o perturbación intencional.
P63	Evitar incrementar innecesariamente los obstáculos en el espacio aéreo.	Durante instalación y operación de infraestructura.	C y O&M.	Comparación de infraestructura instalada con diseño autorizado.	Ausencia de elementos verticales adicionales no previstos.
P64	Reducir perturbaciones de fauna voladora asociadas con iluminación innecesaria.	Permanente durante periodos nocturnos.	C y O&M.	Inspecciones nocturnas y verificación de luminarias.	Iluminación limitada a requerimientos operativos, normativos y de seguridad.
P65	Detectar y reconocer especies de avifauna sujetas a protección.	Durante recorridos y campañas de monitoreo.	PS, C, O&M y DAR.	Base de datos de registros por especie.	Registros de especies protegidas correctamente documentados y considerados en el manejo.
P66	Evitar afectaciones deliberadas a avifauna protegida.	Permanente.	Todas las etapas.	Registros de vigilancia e incidencias.	Cero eventos comprobados de captura o perturbación intencional.
P67	Limitar la modificación de hábitat potencial de quirópteros.	Permanente durante desmonte.	PS y C.	Inspecciones de huella y vegetación colindante.	Vegetación fuera de la huella conservada.
P68	Detectar sitios susceptibles de funcionar como refugio antes de su intervención.	Previo a intervenir sitios con características susceptibles.	PS y C.	Registros de inspección.	Sitios susceptibles revisados antes de su afectación.
P69	Evitar afectación de refugios de quirópteros fuera de la huella autorizada.	Permanente.	PS y C.	Registro de refugios detectados e inspecciones.	Cero refugios externos afectados por actividades del Proyecto.
P70	Reducir perturbaciones innecesarias sobre	Permanente.	PS, C y O&M.	Registros de supervisión.	Ausencia de actividades innecesarias fuera de superficies requeridas.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	áreas utilizadas por quirópteros.				
P71	Reducir alteraciones nocturnas asociadas con iluminación artificial.	Permanente durante la noche.	C y O&M.	Inspecciones nocturnas y verificación de orientación de luminarias.	Iluminación confinada a las superficies necesarias.
P72	Limitar alteraciones visuales adicionales a las inherentes al Proyecto.	Permanente durante ocupación del terreno.	PS y C.	Comparación de superficies e instalaciones con diseño.	Ausencia de instalaciones auxiliares innecesarias.
P73	Evitar deterioro visual por desorden o acumulación de materiales y residuos.	Permanente.	PS, C, O&M y DAR.	Inspecciones y evidencia fotográfica.	Frentes e instalaciones sin acumulaciones recurrentes de residuos/materiales fuera de áreas designadas.
P74	Conservar elementos vegetales que contribuyen a la integración visual.	Permanente.	PS y C.	Inspección de vegetación fuera de huella.	Vegetación no requerida para obra conservada.
P75	Limitar la transformación del paisaje a las superficies autorizadas.	Permanente.	PS y C.	Verificación espacial de huella.	Cero transformaciones adicionales no autorizadas.
P76	Evitar incremento innecesario de la fragilidad por nuevas aperturas.	Permanente.	PS y C.	Registros de accesos y superficies auxiliares.	Cero aperturas adicionales no justificadas.
P77	Evitar elementos adicionales que incrementen la incidencia visual.	Durante construcción y operación.	C y O&M.	Verificación de infraestructura instalada.	Infraestructura limitada al diseño autorizado.
P78	Reducir la incidencia visual nocturna innecesaria.	Permanente en horario nocturno.	C y O&M.	Inspecciones de iluminación.	Ausencia de iluminación ornamental o no requerida.
P79	Limitar el cambio de uso actual del suelo a la huella requerida.	Permanente.	PS y C.	Verificación de superficies ocupadas.	Cero ocupaciones adicionales fuera de huella.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
P80	Diferenciar superficies permanentes y temporales para orientar su manejo posterior.	Previo y durante ocupación.	PS y C.	Cartografía/registros de delimitación.	Superficies temporales identificables y disponibles para restauración al término de su uso.
P81	Conservar los usos existentes en áreas no requeridas por el Proyecto.	Permanente.	PS, C y O&M.	Inspecciones y comparación espacial.	Ausencia de modificación atribuible al Proyecto en superficies no requeridas.
P82	Detectar oportunamente mortalidad de avifauna asociada con aerogeneradores.	Conforme al calendario sistemático establecido en PE9.	O&M.	Campañas realizadas respecto de las programadas y base de datos de resultados.	Información suficiente para identificar patrones espaciales/temporales y activar manejo adaptativo cuando proceda.
P83	Detectar actividad y mortalidad de quirópteros durante la operación.	Conforme al calendario sistemático establecido en PE9.	O&M.	Campañas acústicas y de mortalidad realizadas respecto de las programadas.	Información suficiente para identificar periodos/sectores de mayor interacción y activar manejo adaptativo.
P84	Prevenir efectos adicionales durante el cese de operaciones.	Una vez, previo y durante el inicio del cierre.	Cierre.	Planificación/documentación de desenergización y desconexión.	Cierre ejecutado sin incidentes ambientales atribuibles a falta de planificación.
P85	Reducir generación de residuos mediante reutilización, reciclaje o valorización.	En cada flujo de materiales retirados.	Desmantelamiento.	Registros de destino y cantidades manejadas.	Proporción documentada de materiales valorizados respecto de aquellos susceptibles de valorización.
P86	Prevenir afectaciones por manejo inadecuado de residuos de desmantelamiento.	Permanente durante generación y retiro.	Desmantelamiento y abandono.	Registros de clasificación, almacenamiento y destino.	Cero eventos de disposición inadecuada atribuibles al Proyecto.
M1	Corregir emisiones sonoras anormales de equipos.	Cuando se detecte una anomalía.	PS, C, O&M y DAR.	Orden/registro de mantenimiento correctivo.	Eliminación o reducción de la anomalía después de la intervención.
M2	Reducir inestabilidad y alteraciones derivadas de	Después de conformar cortes, rellenos o	PS y C.	Registro de superficies estabilizadas.	Ausencia de inestabilidad o erosión relevante en superficies tratadas.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	superficies modificadas.	terraplenes que lo requieran.			
M3	Reducir erosión en sitios susceptibles.	Cuando la inspección identifique condiciones que requieran control.	PS y C.	Registro y evidencia de medidas instaladas.	Control de erosión sin formación/progresión significativa de surcos atribuibles a la obra.
M4	Reducir erosión asociada con concentración de escurrimientos.	Durante conformación y cuando se detecten puntos susceptibles.	PS y C.	Obras/acciones ejecutadas y verificadas.	Escurrimientos conducidos sin erosión progresiva en puntos tratados.
M5	Mantener la capacidad funcional de las obras de drenaje.	Inspecciones periódicas y después de eventos que generen acumulaciones.	C y O&M.	Registros de inspección, limpieza y mantenimiento.	Obras de drenaje funcionales y libres de obstrucciones significativas.
M6	Corregir obstrucciones en puntos de cruce de cauces.	Periódicamente y cuando se detecten obstrucciones.	C y O&M.	Registros de inspección/retiro de materiales.	Continuidad del flujo restablecida en los puntos atendidos.
M7	Reducir la pérdida directa de ejemplares de flora susceptible de manejo.	Previo a la afectación de cada frente.	PS.	Número de ejemplares rescatados, especie, ubicación y destino.	Supervivencia/establecimiento de ejemplares conforme a metas definidas en PE2.
M8	Conservar ejemplares representativos de los estratos vegetales afectados.	Previo a cada frente susceptible.	PS.	Registros de rescate y reubicación.	Establecimiento/supervivencia conforme a criterios de PE2.
M9	Conservar parte de la composición florística susceptible de rescate.	Previo a cada intervención aplicable.	PS.	Base de datos de individuos/especies manejados.	Ejemplares reubicados con seguimiento y establecimiento documentado.
M10	Evitar proliferación de especies vegetales no deseadas en áreas intervenidas.	Durante inspecciones ambientales y cuando se detecten.	C, O&M y DAR.	Registros de detección y acciones de manejo.	Ausencia de expansión progresiva de focos detectados atribuible a falta de manejo.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
M11	Reducir la afectación de flora de interés cuya permanencia in situ no sea viable.	En cada hallazgo que requiera manejo.	PS.	Registros georreferenciados de rescate y reubicación.	Supervivencia/establecimiento conforme a metas de PE2.
M12	Verificar la eficacia de la reubicación de flora.	Conforme al calendario de seguimiento de PE2.	PS, C y O&M.	Visitas realizadas y registros de supervivencia/condición.	Cumplimiento de la meta de supervivencia establecida en PE2 o aplicación de acciones correctivas.
M13	Reducir mortalidad de fauna de baja movilidad o expuesta directamente.	Cuando se detecten individuos en riesgo.	PS y C.	Registros de rescate, especie y liberación.	Individuos atendidos liberados en condiciones adecuadas, salvo casos justificados.
M14	Reducir afectación directa de fauna durante las obras.	Cuando exista riesgo directo.	PS, C y DAR.	Registros de organismos manejados.	Ausencia de mortalidad evitable de organismos detectados oportunamente.
M15	Evitar mortalidad por atrapamiento en excavaciones.	Cuando se detecte fauna atrapada o riesgo de atrapamiento.	PS y C.	Evidencia de mecanismos de salida y/o rescates.	Organismos detectados recuperados y ausencia de recurrencia en puntos corregidos.
M16	Reducir afectación directa de fauna de interés para conservación.	En cada individuo en riesgo que requiera manejo.	PS, C y DAR.	Registro de rescate y liberación.	Individuos rescatados manejados conforme al procedimiento establecido.
M17	Asegurar trazabilidad del manejo de fauna.	En cada evento de rescate/reubicación.	PS, C y DAR.	Base de datos completa de eventos.	100 % de eventos de manejo documentados con la información requerida.
M18	Detectar cambios relevantes en riqueza, abundancia y utilización del área por avifauna.	Conforme al calendario de PE9.	O&M.	Campañas realizadas y bases de datos.	Capacidad de identificar tendencias/cambios y adoptar acciones cuando proceda.
M19	Detectar cambios en desplazamiento y utilización espacial de avifauna.	Conforme al calendario de PE9, con énfasis migratorio.	O&M.	Registros de actividad y desplazamiento.	Identificación de patrones o zonas de interacción que permitan orientar manejo adaptativo.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
M20	Reducir afectación directa de aves cuando el rescate sea técnicamente procedente.	Ante individuos en riesgo directo.	PS, C y DAR.	Registros de rescate.	Individuos atendidos conforme al procedimiento y sin mortalidad evitable durante el manejo.
M21	Generar información para atención prioritaria de avifauna protegida.	Durante cada campaña/registro.	PS, C, O&M y DAR.	Base de datos de especies protegidas.	Registros recurrentes identificados y considerados en decisiones de manejo.
M22	Determinar actividad, temporalidad y utilización espacial del AP por quirópteros.	Conforme al calendario de PE9.	O&M.	Campañas acústicas y base de datos.	Identificación de patrones temporales/espaciales útiles para manejo.
M23	Identificar relaciones entre actividad y mortalidad de quirópteros y aplicar manejo adaptativo.	Después de cada periodo de análisis establecido en PE9.	O&M.	Informes integrados de actividad/mortalidad y acciones adoptadas.	Reducción o control de eventos en sitios/periodos donde se apliquen medidas adaptativas.
M24	Reducir deterioro visual por permanencia de materiales e instalaciones temporales.	Al concluir la utilidad de cada elemento.	PS, C y DAR.	Registros de retiro y evidencia fotográfica.	Ausencia de elementos temporales abandonados.
M25	Evitar incremento del contraste visual por deterioro de infraestructura.	Conforme al mantenimiento de instalaciones.	O&M.	Registros de inspección/mantenimiento.	Instalaciones sin deterioro evidente atribuible a falta de mantenimiento.
M26	Reducir la permanencia temporal de elementos que incrementen fragilidad visual.	Al concluir su función.	C y DAR.	Registros de retiro.	Elementos temporales retirados oportunamente.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
M27	Reducir elementos adicionales de incidencia visual al finalizar las obras.	Al concluir la función de cada instalación temporal.	C y DAR.	Evidencia de retiro.	Ausencia de infraestructura temporal sin función.
M28	Cuantificar y documentar eventos de mortalidad de avifauna.	Conforme al calendario de PE9.	O&M.	Búsquedas realizadas y registros de hallazgos.	Cobertura de muestreo suficiente para evaluar patrones de mortalidad.
M29	Reducir sesgos en la estimación de mortalidad de avifauna.	Conforme al diseño metodológico de PE9.	O&M.	Registros de los factores de detectabilidad considerados.	Estimaciones ajustadas/documentadas conforme al método adoptado.
M30	Identificar especies, periodos y aerogeneradores de mayor riesgo para aves.	En cada periodo de análisis de resultados.	O&M.	Informes de análisis espacial y temporal.	Identificación objetiva de patrones de riesgo cuando existan.
M31	Reducir mortalidad de avifauna cuando el monitoreo evidencie niveles relevantes.	Cuando se active el criterio de manejo adaptativo.	O&M.	Registro de medida aplicada, aerogeneradores/periodos involucrados y seguimiento.	Disminución del indicador de mortalidad después de la aplicación respecto del periodo de referencia.
M32	Cuantificar eventos de mortalidad de quirópteros.	Conforme al calendario de PE9.	O&M.	Búsquedas realizadas y base de hallazgos.	Cobertura suficiente para evaluar patrones espaciales y temporales.
M33	Relacionar mortalidad de quirópteros con sus patrones de actividad.	En cada periodo de análisis establecido.	O&M.	Análisis integrado acústico-mortalidad.	Identificación de asociaciones temporales/espaciales cuando existan.
M34	Identificar aerogeneradores y periodos de mayor interacción con quirópteros.	En cada periodo de evaluación.	O&M.	Informes de análisis y clasificación de riesgo.	Identificación objetiva de sitios/periodos prioritarios cuando existan.
M35	Reducir mortalidad de quirópteros mediante manejo adaptativo	Cuando se activen criterios de intervención.	O&M.	Registro de medidas operativas y seguimiento.	Reducción del indicador de mortalidad posterior a la intervención respecto del periodo de referencia.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	cuando resulte necesario.				
M36	Reducir efectos ambientales derivados de la permanencia de infraestructura fuera de servicio.	Conforme avance el desmantelamiento.	Desmantelamiento y abandono.	Registros de retiro y disposición/destino.	Ausencia de equipos o materiales abandonados al concluir las actividades previstas.
C1	Compensar la pérdida permanente de cobertura vegetal.	Conforme al cronograma que establezca PE7.	Durante el periodo de ejecución de PE7.	Superficie reforestada, número de plantas y evidencia georreferenciada.	Supervivencia, establecimiento y cobertura conforme a las metas definidas en PE7.
C2	Favorecer la recuperación de estructura vegetal mediante especies nativas representativas.	Conforme al cronograma de PE7.	Durante PE7.	Especies, número de individuos y superficie intervenida.	Establecimiento de especies nativas y avance hacia la estructura objetivo-definida en PE7.
C3	Compensar alteraciones florísticas mediante establecimiento de especies nativas.	Conforme al cronograma de PE7.	Durante PE7.	Composición de especies utilizadas y superficie reforestada.	Predominio/establecimiento de especies nativas conforme a las metas del programa.
C4	Favorecer recuperación de cobertura y conectividad vegetal en sitios técnicamente viables.	Conforme al diseño y cronograma de PE7.	Durante PE7.	Superficie y ubicación de acciones de reforestación.	Incremento/recuperación de cobertura y continuidad en sitios objetivo conforme a indicadores de PE7.
C5	Compensar pérdida de hábitat mediante recuperación de cobertura vegetal funcional para fauna	Conforme al cronograma de PE7.	Durante PE7.	Superficie reforestada y establecimiento vegetal.	Desarrollo de cobertura y condiciones de hábitat conforme a metas de PE7.
C6	Favorecer disponibilidad futura de cobertura con	Conforme al cronograma de PE7.	Durante PE7.	Superficie, especies y supervivencia de plantaciones.	Establecimiento de cobertura vegetal y uso potencial/observado por fauna cuando sea verificable.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	funciones de hábitat para avifauna.				
C7	Favorecer cobertura vegetal con funciones de alimentación y desplazamiento para quirópteros.	Conforme al cronograma de PE7.	Durante PE7.	Superficie reforestada y especies establecidas.	Desarrollo de cobertura funcional conforme a las metas de PE7.
C8	Contribuir a la integración ambiental y paisajística mediante recuperación de cobertura vegetal.	Conforme al cronograma de PE7.	Durante PE7.	Superficie reforestada y evidencia fotográfica/georreferenciada.	Establecimiento de cobertura y reducción progresiva del contraste de superficies intervenidas.
R1	Recuperar la configuración del terreno en superficies temporales.	Una vez liberada cada superficie temporal.	DAR.	Superficie conformada y evidencia topográfica/fotográfica.	Terreno estable y compatible con la configuración local.
R2	Recuperar propiedades físicas del suelo compactado temporalmente.	Una vez liberada cada superficie.	DAR.	Superficie escarificada/descompactada.	Disminución de compactación y condición adecuada para restitución del suelo/cobertura.
R3	Restituir el suelo vegetal conservado.	Después de descompactación y preparación del terreno.	DAR.	Superficie y material reincorporado.	Cobertura uniforme/adecuada de suelo vegetal sobre superficies objetivo.
R4	Recuperar superficies temporales susceptibles a erosión.	Al concluir su uso.	DAR.	Superficie tratada y acciones ejecutadas.	Estabilización del terreno sin progresión significativa de erosión.
R5	Recuperar suelos compactados por ocupación temporal.	Al liberar cada superficie.	DAR.	Superficie descompactada.	Condición física apta para restitución de suelo vegetal y revegetación.
R6	Restituir el horizonte superficial sobre superficies descompactadas.	Después de R5.	DAR.	Registros de reincorporación de suelo vegetal.	Superficie preparada para recuperación de cobertura.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
R7	Recuperar patrones locales de escurrimiento en superficies temporales.	Durante conformación final del terreno.	DAR.	Inspección de pendientes y drenajes restituidos.	Escurrimiento sin obstrucciones ni concentraciones anómalas atribuibles a la restauración.
R8	Recuperar superficies temporalmente intervenidas próximas a cauces.	Al concluir su utilización.	DAR.	Superficie restaurada y evidencia georreferenciada.	Estabilidad del sitio y ausencia de obstrucción/erosión inducida hacia el cauce.
R9	Recuperar condiciones favorables para infiltración en superficies temporales.	Al liberar las superficies.	DAR.	Superficie descompactada, con suelo vegetal y cobertura en recuperación.	Ausencia de compactación superficial persistente que limite visiblemente la infiltración.
R10	Recuperar cobertura vegetal en superficies temporales.	Después de restitución física del terreno.	DAR.	Superficie intervenida y seguimiento de cobertura.	Recuperación progresiva de cobertura conforme a metas de PE8.
R11	Favorecer recuperación de la estructura vegetal.	Durante establecimiento y seguimiento de restauración.	DAR y seguimiento de PE8.	Registros de estratos/especies establecidos.	Desarrollo progresivo de estructura vegetal conforme a condiciones objetivo.
R12	Favorecer recuperación de la composición florística característica.	Durante restauración y seguimiento.	DAR y seguimiento de PE8.	Registros de especies presentes/establecidas.	Incremento de participación de especies nativas características respecto del inicio de restauración.
R13	Reducir discontinuidades temporales generadas por las obras.	Una vez liberadas las superficies.	DAR.	Superficie restaurada y cartografía/evidencia.	Recuperación progresiva de cobertura y continuidad con vegetación adyacente.
R14	Favorecer recuperación progresiva del hábitat de fauna terrestre.	Durante y después de restauración de superficies temporales.	DAR y seguimiento de PE8.	Superficie restaurada y cobertura establecida.	Recuperación de condiciones de refugio/cobertura y evidencia de recolonización cuando sea observable.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
R15	Favorecer recolonización de superficies temporales por fauna.	Durante seguimiento de restauración.	DAR y seguimiento de PE8.	Registros de cobertura y observaciones de fauna.	Presencia progresiva de fauna o indicios de uso en superficies restauradas.
R16	Eliminar obstáculos temporales al desplazamiento de fauna.	Al finalizar el uso de instalaciones temporales.	DAR.	Registros de retiro y restauración.	Ausencia de obstáculos temporales remanentes.
R17	Favorecer recuperación del hábitat temporalmente afectado para avifauna.	Durante restauración y seguimiento.	DAR y seguimiento de PE8.	Superficie restaurada y cobertura recuperada.	Desarrollo de cobertura y evidencia de uso por aves cuando sea observable.
R18	Favorecer la utilización posterior de superficies temporales por avifauna.	Durante seguimiento de restauración.	DAR y seguimiento de PE8.	Registros de cobertura y avifauna.	Evidencia progresiva de uso de superficies restauradas por aves.
R19	Favorecer recuperación de condiciones de hábitat para quirópteros.	Durante restauración y seguimiento.	DAR y seguimiento de PE8.	Superficie restaurada y desarrollo de cobertura.	Recuperación de cobertura y actividad de quirópteros cuando resulte detectable mediante PE9.
R20	Reintegrar visualmente las superficies temporales al entorno.	Al concluir su uso y durante restauración.	DAR.	Evidencia fotográfica y superficie restaurada.	Reducción progresiva del contraste de superficies temporales.
R21	Recuperar condiciones del terreno y cobertura para reducir fragilidad paisajística.	Al liberar superficies temporales.	DAR.	Superficie restaurada y seguimiento fotográfico.	Integración progresiva con las condiciones visuales del entorno.
R22	Reducir elementos de contraste derivados	Al concluir construcción/uso temporal.	DAR.	Evidencia de restauración.	Disminución progresiva de superficies desnudas o contrastantes.

Consulta Pública

Clave	Objetivo de la medida	Periodicidad de aplicación	Plazo de ejecución	Parámetro de cumplimiento	Parámetro de eficacia
	de superficies temporales.				
R23	Eliminar instalaciones temporales para permitir recuperación del uso/condición del terreno.	Una vez que dejen de ser necesarias.	DAR.	Inventario y evidencia de instalaciones retiradas.	100 % de instalaciones temporales programadas retiradas, salvo aquellas justificadamente conservadas.
R24	Restaurar las **315.31 ha de ocupación temporal** del Proyecto.	Progresivamente conforme sean liberadas las superficies.	DAR y seguimiento de PE8.	Hectáreas restauradas respecto de hectáreas temporales liberadas; evidencia georreferenciada.	**100 % de las superficies temporales liberadas sujetas a las acciones de restauración previstas**, y cumplimiento posterior de las metas de recuperación definidas en PE8.
R25	Recuperar ambientalmente las superficies liberadas durante cierre, desmantelamiento y abandono.	Progresivamente conforme se retire infraestructura.	Restauración del sitio y seguimiento.	Superficie liberada/restaurada, evidencia georreferenciada y reportes de seguimiento.	Cumplimiento de los criterios finales de estabilidad, suelo y cobertura que establezca PE8.

Consulta Pública

IV.3.7.2 Justificación de programas ambientales propuestos

La implementación de las medidas ambientales propuestas para el **Parque Eólico Montecristo** se realizará bajo un enfoque integral, considerando que los impactos identificados no actúan de manera aislada sobre los componentes ambientales, sino que pueden presentar relaciones funcionales entre sí y, en determinados casos, generar efectos acumulativos, sinérgicos o residuales. Por tal motivo, las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración fueron estructuradas de manera complementaria, de forma que su aplicación conjunta permita reducir la magnitud de las afectaciones previstas, favorecer la recuperación de los componentes intervenidos y establecer mecanismos de seguimiento que permitan verificar su eficacia.

El **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** funcionará como el instrumento rector para coordinar, supervisar y documentar la aplicación de las medidas ambientales durante las diferentes etapas del Proyecto. A través de este programa se verificará el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración, así como la adecuada implementación de los programas específicos **PE1 a PE9**, de acuerdo con el componente ambiental y las actividades a las que se encuentren vinculados. Este esquema permitirá mantener la trazabilidad entre los impactos identificados, las medidas propuestas y los mecanismos establecidos para su seguimiento y verificación.

Las medidas de **prevención** constituyen la primera línea de manejo ambiental y se orientan a evitar que determinados impactos se generen o a restringir su ocurrencia a las superficies, periodos y condiciones estrictamente necesarias para la ejecución del Proyecto. Dentro de este grupo se incluyen, entre otras, la delimitación de las áreas de intervención, conservación de vegetación fuera de la huella autorizada, protección de cauces, control de tránsito y maquinaria, manejo preventivo de fauna y flora, reducción de perturbaciones y establecimiento de medidas de control previo a la ejecución de las obras.

Las medidas de **mitigación** serán aplicadas cuando la generación del impacto no pueda evitarse completamente, con el propósito de reducir su intensidad, extensión, duración o consecuencias sobre los componentes ambientales afectados. Estas acciones incluyen, entre otras, el rescate y reubicación de flora y fauna, control de procesos erosivos, mantenimiento de obras de drenaje, seguimiento de fauna voladora, análisis de mortalidad de aves y quirópteros y, en su caso, implementación de medidas de manejo adaptativo durante la operación.

Las medidas de **compensación** se orientan principalmente a atender aquellas pérdidas ambientales que no puedan ser recuperadas de manera inmediata en el sitio de afectación, particularmente las relacionadas con la remoción permanente de vegetación y la modificación de hábitat. Para ello, el **Programa de Reforestación (PE7)** constituirá uno de los principales mecanismos de compensación, mediante acciones dirigidas al establecimiento de cobertura vegetal con especies nativas y a la recuperación progresiva de funciones ecológicas asociadas con la vegetación.

Las medidas de **restauración** se aplicarán principalmente sobre las superficies de ocupación temporal y aquellas liberadas durante el cierre, desmantelamiento y abandono del Proyecto. Estas medidas incluyen acciones de descompactación, restitución de suelo vegetal, recuperación de la configuración del terreno, restablecimiento de escurrimientos, revegetación y seguimiento de las superficies intervenidas. El **Programa de Restauración (PE8)** concentrará estas acciones y

Consulta Pública

permitirá verificar la recuperación progresiva de las condiciones físicas, biológicas y paisajísticas de las áreas intervenidas.

La integración de estas medidas permitirá establecer una secuencia de manejo ambiental basada en el principio de **evitar → reducir → restaurar → compensar**, priorizando en todo momento la prevención de los impactos y recurriendo a medidas de compensación únicamente cuando persistan pérdidas ambientales que no puedan ser completamente recuperadas mediante acciones de mitigación o restauración. Esta estrategia permitirá posteriormente analizar la condición de los impactos una vez aplicadas las medidas y determinar cuáles pueden presentar características **residuales, acumulativas o sinérgicas**, aspecto que será desarrollado en el apartado correspondiente.

Tabla 24. Programas ambientales propuestos

Programa	Función dentro de la estrategia ambiental	Tipo de medidas que integra principalmente
PVA	Coordinar, supervisar y documentar la aplicación de todas las medidas ambientales y programas específicos.	Prevención / Mitigación / Compensación / Restauración
PE1	Prevenir y reducir afectaciones directas sobre fauna silvestre durante la liberación de frentes y ejecución de obras.	Prevención / Mitigación
PE2	Prevenir y reducir la pérdida de ejemplares de flora, especialmente aquellos de interés para conservación.	Prevención / Mitigación
PE3	Evitar y reducir alteraciones físicas del suelo, compactación y procesos erosivos.	Prevención / Mitigación
PE4	Prevenir contaminación y afectaciones derivadas del manejo inadecuado de residuos.	Prevención / Mitigación
PE5	Reducir riesgos ambientales derivados de prácticas inadecuadas del personal y fortalecer el cumplimiento de medidas.	Prevención
PE6	Mantener la funcionalidad de cauces, drenajes y escurrimientos naturales.	Prevención / Mitigación / Restauración
PE7	Compensar la pérdida permanente de cobertura vegetal y favorecer la recuperación de funciones ecológicas.	Compensación
PE8	Recuperar las condiciones físicas, biológicas y paisajísticas de superficies temporales y liberadas.	Restauración
PE9	Evaluar el comportamiento de aves, quirópteros y mariposa monarca y detectar posibles efectos durante la operación.	Prevención / Mitigación / Seguimiento adaptativo

IV.3.7.3 Estimación económica de las medidas y programas ambientales propuestos

Con la finalidad de dimensionar los recursos necesarios para la implementación de las medidas ambientales propuestas, se realizará una **valoración económica de las acciones de prevención, mitigación, compensación y restauración**, considerando los recursos humanos, materiales, logísticos, técnicos y de seguimiento requeridos durante las diferentes etapas del Proyecto.

La estimación económica se realizará preferentemente a nivel de programa ambiental, debido a que diversas medidas forman parte de una misma estrategia de implementación y comparten recursos, personal, equipos y actividades de seguimiento. Este criterio evita la duplicación de costos que podría generarse si cada medida individual fuera presupuestada de manera independiente.

Consulta Pública

Los costos deberán considerar, según corresponda, actividades de supervisión ambiental, capacitación, rescate y reubicación de flora y fauna, conservación de suelos, control de erosión, manejo de residuos, protección de cauces, reforestación, restauración, monitoreo de fauna voladora, adquisición de materiales, equipos, transporte, personal técnico y elaboración de informes de seguimiento.

Tabla 25. Costo estimado de ejecución de medidas y programas ambientales.

Programa	Preparación del sitio	Construcción	O&M	DAR	Total programa
PVA	$7,524,098.71	$17,197,939.92	$29,373,089.03	$6,986,663.09	**$61,081,790.75**
PE1 – Fauna	$11,608,609.44	$22,572,296.14	$6,942,227.18	$7,846,560.09	**$48,969,692.85**
PE2 – Flora	$9,136,405.58	$19,347,682.40	$6,236,237.97	$5,589,330.47	**$40,309,656.42**
PE3 – Suelo	$9,673,841.20	$21,497,424.89	—	$9,673,841.20	**$40,845,107.29**
PE4 – Residuos	$4,514,459.23	$12,361,019.31	$9,648,519.13	$4,406,972.10	**$30,930,969.77**
PE5 – Capacitación	$2,257,229.61	$4,836,920.60	$5,068,248.19	$2,249,319.70	**$14,411,718.10**
PE6 – Cauces/drenaje	$4,513,774.75	$17,735,375.54	$15,650,176.66	$5,374,356.22	**$43,273,683.17**
PE7 – Reforestación	$8,598,969.96	$25,114,560.97	$19,247,628.61	—	**$52,961,159.54**
PE8 – Restauración	—	—	$46,046,964.63	$18,027,431.63	**$64,074,396.26**
PE9 – Aves, quirópteros y monarca	$10,748,712.45	$19,347,682.40	$74,334,419.27	—	**$104,430,814.12**
TOTAL	**$68,576,100.93**	**$160,010,902.47**	**$212,547,510.67**	**$60,154,474.50**	**$501,288,988.27**

Se presenta en **Anexo digital del Capítulo IV**, el soporte técnico y documental de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos ambientales.

IV.4 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES, CONSIDERANDO CÓMO SE SUMAN LOS IMPACTOS DEL PROYECTO A LOS IMPACTOS EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SUS EFECTOS, ASÍ COMO EL RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS. INCLUIR EN LOS ANEXOS ESPECÍFICOS POR SECTOR, EL ANÁLISIS COMPLETO DE TALES IMPACTOS Y DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS.

A partir de la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con el desarrollo del **Parque Eólico Montecristo**, se realizó un análisis integral orientado a determinar aquellos impactos que, por sus características, pueden adquirir un carácter **significativo, acumulativo, sinérgico o residual**. Para ello se consideraron los resultados obtenidos mediante la metodología de Conesa, las características ambientales de los componentes receptores, la condición actual de la RE, la distribución espacial de las obras y actividades del Proyecto y las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas.

La identificación de estas características constituye un nivel de análisis posterior a la valoración individual de los impactos. En consecuencia, la clasificación obtenida mediante la metodología de Conesa no constituye por sí sola el criterio para determinar que un impacto sea significativo,

Consulta Pública

acumulativo, sinérgico o residual. La valoración cuantitativa se utilizó como punto de partida y fue complementada con el análisis de la **extensión y permanencia de la modificación, reversibilidad y recuperabilidad, sensibilidad y relevancia ambiental del componente afectado, distribución espacial del receptor, condición previa del medio, existencia de otros agentes de presión y capacidad de las medidas ambientales para evitar, reducir o recuperar las modificaciones generadas**.

Este criterio resulta particularmente importante para el Proyecto, debido a que determinados impactos clasificados como moderados pueden adquirir relevancia ambiental por la sensibilidad del componente sobre el cual actúan, por su permanencia durante la vida útil del parque o por la posibilidad de concurrir con otros agentes de presión presentes en la RE. De manera inversa, la obtención de una valoración severa no implica necesariamente que el impacto sea acumulativo o sinérgico, ya que estas características dependen de la interacción espacial, temporal o funcional con otros impactos y actividades.

Para el análisis de los impactos acumulativos y sinérgicos se consideran asimismo los proyectos y actividades existentes identificados dentro de la RE y descritos previamente en el apartado IV.2. No obstante, su sola presencia dentro de la RE no se considera evidencia suficiente para establecer la existencia de acumulación o sinergia; para ello debe existir una relación espacial, temporal o funcional mediante la cual dos o más agentes de presión incidan sobre un mismo componente ambiental o proceso ecológico.

Finalmente, para la identificación de impactos residuales se considera la condición esperada de los componentes ambientales **después de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración**, diferenciando aquellas modificaciones susceptibles de recuperación de aquellas que permanecerán total o parcialmente durante la vida útil del Proyecto o incluso después de su conclusión.

IV.4.1 Impactos ambientales significativos

La determinación de los impactos ambientales significativos se realizó mediante la integración de los resultados de la valoración de importancia y las características particulares de los componentes ambientales afectados. Por lo tanto, la significancia no fue establecida exclusivamente mediante un umbral numérico, sino considerando adicionalmente la sensibilidad del receptor, la magnitud espacial de la modificación, su permanencia, posibilidad de recuperación y relevancia para el mantenimiento de las condiciones y procesos ambientales presentes en el área del Proyecto y su entorno.

La evaluación realizada identificó **nueve interacciones clasificadas como severas**, asociadas principalmente con la vegetación, el hábitat de fauna y el paisaje. Al consolidar las interacciones que corresponden a un mismo proceso ambiental, los impactos severos se encuentran representados por los impactos **IA-10, IA-11, IA-13, IA-15, IA-19, IA-23, IA-25, IA-26 e IA-27**.

Vegetación y fragmentación del hábitat

Los impactos **IA-10 Pérdida de cobertura vegetal, IA-11 Modificación de la estructura de la vegetación e IA-13 Fragmentación de la vegetación** se consideran significativos debido a que

Consulta Pública

representan modificaciones directas sobre uno de los componentes estructurales del sistema ambiental.

La huella total de intervención del Proyecto comprende aproximadamente **415.79 ha**, distribuida entre superficies de ocupación permanente y temporal. Dentro de esta superficie se encuentran diferentes tipos de vegetación y coberturas del suelo, incluyendo **Matorral Espinoso Tamaulipeco, Matorral Xerófilo, Matorral Submontano y pastizal cultivado**.

La remoción de vegetación representa una modificación directa de la cobertura existente y, en las superficies donde la ocupación sea permanente, constituye una pérdida que permanecerá durante la vida útil de la infraestructura. Asimismo, la apertura y ocupación de superficies puede modificar localmente la continuidad de la vegetación y generar una mayor fragmentación del mosaico existente.

Sin embargo, la interpretación de estos impactos debe considerar la diferencia entre las superficies permanentes y temporales. De las **415.79 ha** correspondientes a la huella total de intervención, aproximadamente **100.48 ha corresponden a ocupación permanente y 315.31 ha a ocupación temporal**. Estas últimas serán objeto de acciones de restauración una vez que dejen de ser necesarias para las actividades del Proyecto, mediante descompactación, restitución del suelo vegetal y recuperación de la cobertura.

Por lo anterior, la significancia de estos impactos se relaciona principalmente con la transformación directa de vegetación y con la permanencia de una parte de la ocupación; mientras que la restauración de las superficies temporales permitirá disminuir progresivamente la extensión final de la modificación.

Modificación del hábitat de fauna

La pérdida y modificación de la vegetación tiene una relación funcional directa con la disponibilidad y características del hábitat utilizado por la fauna. En este sentido, los impactos **IA-15 Modificación del hábitat de fauna terrestre, IA-19 Modificación del hábitat de avifauna e IA-23 Modificación del hábitat de quirópteros** fueron valorados como severos y se consideran ambientalmente significativos.

La relevancia de estos impactos no se limita a la pérdida física de superficie, sino que comprende la modificación de sitios utilizados para refugio, alimentación, reproducción y desplazamiento. La caracterización ambiental realizada para el Proyecto confirmó la presencia de comunidades de fauna terrestre, aves y quirópteros dentro del AP y su entorno, incluyendo especies sujetas a protección y especies con capacidad de desplazamiento entre diferentes unidades de hábitat.

La modificación del hábitat será mayor durante la Preparación del sitio, debido a que en esta etapa ocurre la remoción de vegetación y la liberación de las superficies requeridas para las obras. No obstante, al igual que ocurre con la vegetación, el efecto debe diferenciarse entre las superficies de ocupación permanente y temporal. La restauración de estas últimas permitirá recuperar progresivamente condiciones de cobertura y estructura vegetal y, consecuentemente, favorecer nuevamente su utilización por la fauna.

Consulta Pública

En las superficies de ocupación permanente, la modificación del hábitat persistirá durante la vida útil de las obras, por lo que el impacto no podrá ser eliminado completamente mediante acciones de mitigación. Por esta razón, las medidas de conservación, reforestación y restauración adquieren una función complementaria para reducir la pérdida neta de funciones ambientales asociadas con el hábitat.

Modificación del paisaje

Los impactos **IA-25 Modificación de la calidad visual, IA-26 Modificación de la fragilidad/capacidad de absorción visual e IA-27 Incremento de la incidencia visual** obtuvieron los mayores valores de importancia de la evaluación, con **-60**, correspondientes a la categoría severa.

La significancia de estos impactos deriva principalmente de las características físicas de la infraestructura eólica y de las condiciones del paisaje receptor. El área presenta predominantemente una topografía plana, con ligeras elevaciones locales, condición que limita la existencia de elementos naturales capaces de ocultar completamente estructuras verticales de gran altura. En consecuencia, la incorporación de los aerogeneradores generará una modificación perceptible de la configuración visual actual.

A diferencia de otros impactos generados principalmente durante Preparación del sitio y Construcción, la modificación visual permanecerá durante prácticamente toda la etapa de Operación y mantenimiento, debido a que se encuentra directamente asociada con la presencia física de los aerogeneradores y demás infraestructura visible.

Las medidas ambientales pueden disminuir determinados elementos de contraste asociados con instalaciones auxiliares, desorden de obra, superficies temporales y pérdida innecesaria de vegetación; sin embargo, **no es técnicamente posible eliminar completamente la incidencia visual de los aerogeneradores mientras permanezcan instalados**. Por esta razón, además de su carácter significativo, estos impactos deberán retomarse posteriormente dentro del análisis de residualidad.

Impactos moderados de especial atención ambiental

La identificación de impactos significativos no se limitó a aquellos que obtuvieron una valoración severa. Se revisaron también los impactos moderados que actúan sobre componentes particularmente sensibles o cuya manifestación puede mantenerse durante periodos prolongados.

Dentro de este grupo destacan el **IA-29 Riesgo de colisión de avifauna**, con una importancia de **-44**, y el **IA-30 Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros**, igualmente con una importancia de **-44**. Ambos fueron clasificados como moderados mediante Conesa; sin embargo, requieren un tratamiento particular debido a que su manifestación potencial se encuentra asociada con la operación de los aerogeneradores y, por lo tanto, puede mantenerse durante la vida operativa del Parque.

En el caso de la avifauna, el análisis adquiere relevancia adicional por la presencia de especies migratorias y especies sujetas a protección registradas en el área de estudio. Asimismo, dentro del

Consulta Pública

seguimiento de fauna voladora se considerará la presencia de **mariposa monarca (*Danaus plexippus*)**, debido a la ubicación regional del Proyecto respecto de su ruta migratoria; sin que ello implique la incorporación de un impacto independiente adicional.

Para quirópteros, el riesgo se encuentra relacionado con la interacción potencial de individuos en vuelo con los aerogeneradores durante la operación. Debido a que la ocurrencia real y magnitud de estos eventos solamente podrán determinarse mediante el seguimiento de la operación del parque, la evaluación deberá mantenerse mediante un enfoque de monitoreo y manejo adaptativo.

En consecuencia, aunque **IA-29 e IA-30 no se reclasifican numéricamente como severos**, se consideran **impactos moderados de especial atención ambiental**, cuya importancia deberá ser nuevamente examinada en los análisis de acumulación, sinergia y residualidad.

Tabla 26. Identificación y determinación de los impactos ambientales significativos del Proyecto

Clave	Impacto	Importancia	Conesa	Determinación en IV.4	Fundamento principal
IA-10	Pérdida de cobertura vegetal	-55	Severo	Significativo	Pérdida directa de vegetación y permanencia parcial de la ocupación
IA-11	Modificación de la estructura de la vegetación	-55	Severo	Significativo	Alteración de la estructura de las comunidades vegetales
IA-13	Fragmentación de la vegetación	-55	Severo	Significativo	Discontinuidad y modificación del mosaico de vegetación
IA-15	Modificación del hábitat de fauna terrestre	-55	Severo	Significativo	Reducción y modificación de áreas de refugio, alimentación y desplazamiento
IA-19	Modificación del hábitat de avifauna	-55	Severo	Significativo	Modificación de áreas utilizadas por aves
IA-23	Modificación del hábitat de quirópteros	-55	Severo	Significativo	Modificación de áreas utilizadas por quirópteros
IA-25	Modificación de la calidad visual	-60	Severo	Significativo	Transformación perceptual del paisaje
IA-26	Modificación de la fragilidad/capacidad de absorción visual	-60	Severo	Significativo	Baja capacidad del entorno para ocultar

Consulta Pública

Clave	Impacto	Importancia	Conesa	Determinación en IV.4	Fundamento principal
					infraestructura vertical
IA-27	Incremento de la incidencia visual	-60	Severo	Significativo	Visibilidad y permanencia de los aerogeneradores
IA-29	Riesgo de colisión de avifauna	-44	Moderado	Especial atención	Riesgo durante la vida operativa y sensibilidad de fauna voladora
IA-30	Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros	-44	Moderado	Especial atención	Riesgo operativo que requiere seguimiento y manejo adaptativo

IV.4.2 Impactos ambientales acumulativos

Los impactos acumulativos corresponden a aquellos efectos que pueden incrementarse progresivamente como consecuencia de la concurrencia de las acciones del Proyecto con modificaciones generadas previamente o de manera simultánea por otros proyectos y actividades que inciden sobre los mismos componentes ambientales. Por lo tanto, su identificación requiere considerar no solamente la magnitud individual de los impactos asociados con el **Parque Eólico Montecristo**, sino también la presencia y distribución espacial de otros agentes de presión dentro del territorio.

Para su análisis se tomó como referencia la **RE** delimitada para el Proyecto, así como el **AI** y el **Área del Proyecto (AP)**. Adicionalmente, se utilizaron los proyectos autorizados identificados previamente mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), considerando sus coordenadas centrales y su clasificación por subsector.

La identificación de un proyecto autorizado dentro de la RE no fue considerada, por sí misma, evidencia suficiente para determinar la existencia de un impacto acumulativo. Para ello se analizó la **proximidad espacial respecto del AP, naturaleza de las obras y actividades y posibilidad de que los impactos generados incidan sobre los mismos componentes o procesos ambientales afectados por Montecristo**.

Distribución espacial de proyectos autorizados

La capa utilizada para el presente análisis contiene **128 registros de proyectos autorizados**, de los cuales **119 presentan su punto de referencia espacial dentro de la RE** delimitada para Montecristo. Los proyectos localizados dentro de la RE corresponden a diferentes sectores productivos y de infraestructura, mostrando que la región presenta diversos antecedentes de intervención antrópica.

Consulta Pública

Tabla 27. Relación de proyectos autorizados en materia de impacto ambiental en la Región Ecológica

Subsector	Proyectos dentro de la RE	%
Comunicaciones	33	27.73
Energía–Electricidad	30	25.21
Industrial	25	21.01
Hidráulico	12	10.08
Desarrollo Urbano	10	8.4
Minero	3	2.52
Forestal	2	1.68
Energía–Petróleo	2	1.68
Agropecuario	1	0.84
Energía–Gaseras	1	0.84
Total	**119**	**100**

La distribución muestra que **Comunicaciones, Energía–Electricidad e Industrial concentran 88 de los 119 proyectos**, equivalentes a aproximadamente **73.95 %** de los registros localizados dentro de la RE. Esta composición evidencia que las principales presiones derivadas de proyectos previamente autorizados se encuentran asociadas con infraestructura lineal, generación y transmisión de energía y actividades industriales.

No obstante, la extensión de la RE es considerablemente mayor que el AP y el AI, por lo que la presencia regional de estos proyectos no implica necesariamente una interacción directa con Montecristo. Al efectuar el análisis espacial respecto del AP y del AI, ninguno de los puntos centrales de los proyectos autorizados se localiza dentro de dichos ámbitos.

Tabla 28. Proyectos autorizados localizados dentro del Área de Influencia y su proximidad al Área del Proyecto.

Ámbito	Proyectos autorizados	Resultado
Área del Proyecto (AP)	**0**	No se identificaron puntos centrales de proyectos autorizados dentro del AP
Área de Influencia (AI)	**0**	No se identificaron puntos centrales de proyectos autorizados dentro del AI
Región Ecológica (RE)	**119**	Se conserva el análisis regional previamente realizado

No obstante, la extensión de la RE es considerablemente mayor que el AP y el AI, por lo que la presencia regional de estos proyectos no implica necesariamente una interacción directa con el Parque Eólico Montecristo. Al efectuar el análisis espacial respecto del AP y AI, ninguno de los puntos centrales de los proyectos autorizados se localiza dentro de dichos ámbitos. El proyecto autorizado más próximo al AI corresponde al Parque Eólico Santa Cruz, cuyo punto de referencia se localiza aproximadamente a 2.48 km del límite del AI y a 27.67 km del AP.

Concentración regional de proyectos eólicos y eléctricos

El subsector de **Energía–Electricidad** resulta particularmente relevante para el análisis acumulativo de Montecristo. Dentro de la RE se identificaron **30 proyectos de este subsector**, incluyendo

Consulta Pública

parques eólicos, líneas de transmisión, centrales de generación, subestaciones y otras obras de infraestructura eléctrica.

En el entorno regional del Proyecto se presenta una concentración de desarrollos eólicos y sus obras asociadas. Entre los proyectos más próximos al AP se encuentran los siguientes:

Tabla 29. Principales proyectos e infraestructura eléctrica autorizados en el entorno del Parque Eólico Montecristo y su distancia al Área del Proyecto

Proyecto	Tipo	Distancia aproximada al AP
Parque Eólico Dolores	Parque eólico	**21.77 km**
Parque Eólico Santa Cruz	Parque eólico	**27.67 km**
Línea de Transmisión Parque Eólico Delaro	Línea de transmisión	**39.11 km**
Parque Eólico Delaro	Parque eólico	**43.28 km**
Parque Eólico Fenicias	Parque eólico	**51.38 km**
Línea de Transmisión Parque Eólico Dolores	Línea de transmisión	**52.04 km**
Proyecto Eólico Salitrillos	Parque eólico	**52.22 km**
Ventika II	Parque eólico	**53.71 km**
Atria Wind Farm II	Parque eólico	**62.57 km**
Ventika	Parque eólico	**63.29 km**
Parque Eólico Rancho del Norte	Parque eólico	**63.45 km**
Atria Wind Farm 1	Parque eólico	**65.74 km**

Esta distribución constituye un elemento relevante debido a que el Parque Eólico Montecristo no se insertará en un territorio carente de infraestructura energética, sino dentro de una región donde existen diversos desarrollos eólicos y eléctricos autorizados.

Debe precisarse que las distancias anteriores fueron determinadas respecto de las **coordenadas centrales registradas para cada proyecto y el límite del AP**, por lo que constituyen una referencia para el análisis regional y no representan necesariamente la distancia mínima entre la totalidad de las obras de ambos proyectos.

Acumulación sobre vegetación y hábitat

Los impactos **IA-10 Pérdida de cobertura vegetal, IA-11 Modificación de la estructura de la vegetación, IA-13 Fragmentación de la vegetación, IA-15 Modificación del hábitat de fauna terrestre, IA-19 Modificación del hábitat de avifauna e IA-23 Modificación del hábitat de quirópteros** presentan potencial para participar en procesos acumulativos.

La construcción de infraestructura energética, de comunicaciones, industrial y urbana implica, en diferente magnitud según cada proyecto, la ocupación física del territorio. Considerando la presencia de estos sectores dentro de la RE, la intervención asociada con Montecristo se incorpora a un territorio donde existen antecedentes de transformación derivados de infraestructura previamente autorizada.

Consulta Pública

Para Montecristo, la huella total de intervención corresponde aproximadamente a **415.79 ha**, de las cuales **100.48 ha serán de ocupación permanente y 315.31 ha de ocupación temporal**. Por lo tanto, la contribución del Proyecto a la pérdida permanente de cobertura y hábitat se encuentra principalmente relacionada con las superficies que permanecerán ocupadas durante su vida útil.

Las superficies temporales serán sometidas a acciones de recuperación, por lo que su contribución acumulativa podrá reducirse progresivamente conforme se restablezcan las condiciones físicas y la cobertura vegetal. En contraste, las superficies permanentes mantendrán una modificación durante la operación del parque y serán objeto de restauración al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.

En este contexto, los impactos sobre **cobertura vegetal, estructura de la vegetación, fragmentación y hábitat** se consideran de **carácter acumulativo**, debido a que la ocupación territorial generada por Montecristo se adicionará a superficies previamente transformadas por infraestructura y actividades existentes en la RE.

Sin embargo, la contribución específica del Proyecto debe interpretarse en función de la superficie efectivamente intervenida y de la implementación de las medidas ambientales, particularmente las relacionadas con delimitación de la huella, conservación de vegetación fuera de las áreas autorizadas, reforestación y restauración de las superficies intervenidas, de acuerdo con su carácter temporal o permanente y la etapa correspondiente..

Acumulación sobre el paisaje

Los impactos **IA-25 Modificación de la calidad visual, IA-26 Modificación de la fragilidad/capacidad de absorción visual e IA-27 Incremento de la incidencia visual** presentan una condición particularmente relevante dentro del análisis acumulativo.

La presencia regional de diversos parques eólicos demuestra que la infraestructura eólica constituye actualmente un elemento presente dentro del paisaje de esta porción de la RE. La incorporación de Montecristo representará un nuevo conjunto de estructuras verticales de gran escala que se añadirá a la infraestructura energética existente.

Debido a las características predominantemente planas del territorio, con únicamente ligeras elevaciones locales, la capacidad del relieve para ocultar estructuras verticales de gran altura es limitada. Por ello, aun cuando los diferentes parques no ocupen superficies físicamente contiguas, la incorporación progresiva de infraestructura eólica puede modificar a escala regional la configuración perceptual del paisaje.

Consecuentemente, **IA-25, IA-26 e IA-27 se consideran impactos acumulativos**, debido a que la modificación visual generada por Montecristo se adicionará a la transformación paisajística derivada de otros desarrollos eólicos y de infraestructura existentes en la región.

Las medidas de restauración de superficies temporales, conservación de vegetación y retiro de infraestructura auxiliar permitirán reducir elementos secundarios de contraste; no obstante, durante la operación permanecerá la incidencia visual asociada con los aerogeneradores.

Consulta Pública

Acumulación sobre avifauna

Los impactos relacionados con avifauna requieren un análisis particular debido a la movilidad de este grupo y a la presencia regional de diversos parques eólicos.

El **IA-19 Modificación del hábitat de avifauna** puede adquirir carácter acumulativo debido a la ocupación progresiva de superficies por distintos proyectos e infraestructura. Asimismo, el **IA-21 Desplazamiento y efecto barrera de avifauna** y el **IA-29 Riesgo de colisión de avifauna** requieren considerar la presencia de otros desarrollos eólicos dentro de la RE.

A diferencia de los componentes de distribución estrictamente local, las aves pueden desplazarse entre diferentes sectores del territorio, por lo que el ámbito espacial de interacción puede superar los límites individuales de los proyectos. En este sentido, la presencia de varios parques eólicos dentro de una misma región puede incrementar la cantidad de infraestructura con la cual los individuos potencialmente pueden interactuar durante sus desplazamientos.

Por lo anterior, **IA-19, IA-21 e IA-29 se consideran con potencial acumulativo**. Sin embargo, para IA-21 e IA-29 la magnitud real de la acumulación no puede determinarse únicamente a partir de la ubicación de los proyectos autorizados, debido a que depende de variables como distribución y abundancia de especies, patrones de movimiento, temporalidad, operación efectiva de otros parques y mortalidad observada.

Por ello, su carácter acumulativo deberá verificarse mediante el **Programa de Monitoreo de Aves, Quirópteros y Mariposa Monarca (PE9)**, utilizando los resultados obtenidos durante la operación para identificar patrones espaciales o temporales de interacción que requieran medidas de manejo adaptativo.

Acumulación sobre quirópteros

Una condición similar se presenta para los impactos **IA-23 Modificación del hábitat de quirópteros, IA-24 Modificación de la actividad y desplazamiento de quirópteros e IA-30 Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros**.

La existencia de varios parques eólicos en el ámbito regional incrementa la presencia de aerogeneradores dentro de un territorio potencialmente utilizado por quirópteros. Debido a su movilidad, la evaluación no puede limitarse estrictamente a la superficie del AP.

En consecuencia, IA-23, IA-24 e IA-30 presentan **potencial carácter acumulativo**, cuya manifestación y magnitud deberán analizarse considerando la distribución espacial de los desarrollos eólicos, las superficies de hábitat modificadas y, durante la operación, los resultados obtenidos mediante el seguimiento de quirópteros.

La aplicación del **PE9** permitirá obtener información sobre actividad acústica, distribución temporal y espacial y posibles eventos de mortalidad, permitiendo identificar periodos o sectores de mayor interacción y, cuando resulte necesario, establecer medidas adaptativas.

Otros impactos evaluados

Consulta Pública

Para el resto de los impactos identificados no se considera técnicamente sustentado asignar un carácter acumulativo únicamente por la presencia de proyectos autorizados dentro de la RE.

Los efectos relacionados con **calidad del aire, ruido, modificación puntual del relieve, propiedades físicas del suelo, compactación, escurrimientos e infiltración**, entre otros, presentan predominantemente ámbitos de manifestación locales y se encuentran estrechamente asociados con los frentes y superficies directamente intervenidos.

Aunque otros proyectos puedan generar impactos de naturaleza semejante, las distancias existentes y la ausencia de superposición física dentro del AP no permiten establecer, con la información disponible, una concurrencia espacial suficiente para determinar acumulación. Por lo tanto, estos impactos conservarán su carácter individual dentro de la evaluación del Proyecto, sin perjuicio de las medidas de prevención y mitigación establecidas.

Tabla 30. Síntesis de impactos acumulativos

Clave	Impacto	Determinación	Principal agente de acumulación	Manejo principal
IA-10	Pérdida de cobertura vegetal	Acumulativo	Ocupación territorial por infraestructura existente y PEM	PVA / PE2 / PE7 / PE8
IA-11	Modificación de estructura vegetal	Acumulativo	Transformación progresiva de vegetación	PVA / PE2 / PE7 / PE8
IA-13	Fragmentación de vegetación	Acumulativo	Infraestructura lineal, energética y ocupación territorial	PVA / PE7 / PE8
IA-15	Modificación del hábitat de fauna terrestre	Acumulativo	Pérdida y fragmentación progresiva de hábitat	PVA / PE1 / PE7 / PE8
IA-19	Modificación del hábitat de avifauna	Acumulativo	Transformación regional del hábitat	PVA / PE1 / PE7 / PE8 / PE9
IA-21	Desplazamiento/efecto barrera de avifauna	Potencial acumulativo	Concurrencia regional de parques eólicos	PVA / PE9
IA-23	Modificación del hábitat de quirópteros	Acumulativo	Transformación progresiva del hábitat	PVA / PE7 / PE8 / PE9
IA-24	Actividad/desplazamiento de quirópteros	Potencial acumulativo	Concurrencia regional de parques eólicos	PVA / PE9
IA-25	Modificación de calidad visual	Acumulativo	Incorporación progresiva de infraestructura eólica	PVA / PE8
IA-26	Modificación de fragilidad/capacidad de absorción visual	Acumulativo	Transformación regional del paisaje	PVA / PE8
IA-27	Incremento de incidencia visual	Acumulativo	Presencia regional de aerogeneradores e infraestructura	PVA / PE8
IA-29	Riesgo de colisión de avifauna	Potencial acumulativo	Exposición regional a múltiples parques eólicos	PVA / PE9

Consulta Pública

Clave	Impacto	Determinación	Principal agente de acumulación	Manejo principal
IA-30	Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros	Potencial acumulativo	Exposición regional a múltiples parques eólicos	PVA / PE9

Conclusión del análisis acumulativo

En términos generales, el análisis espacial muestra que **Montecristo se inserta en una región previamente intervenida y con una presencia relevante de infraestructura energética**, particularmente desarrollos eólicos y líneas de transmisión. No se identificaron puntos centrales de otros proyectos autorizados dentro del AP y solamente dos se encuentran dentro del AI; sin embargo, existe una concentración regional de parques eólicos a distancias relativamente próximas al Proyecto.

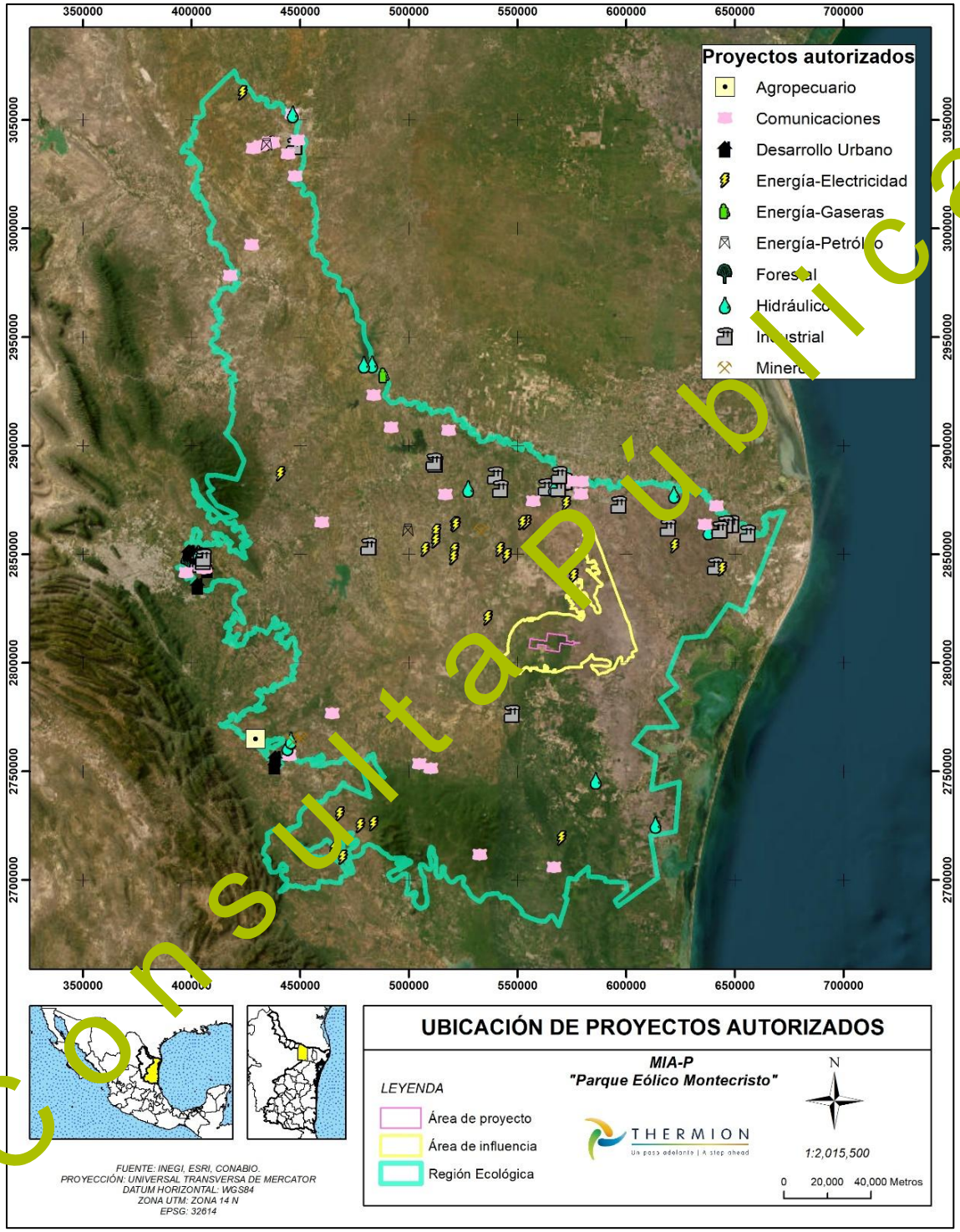
Los principales efectos acumulativos se relacionan, por tanto, con la **transformación progresiva de vegetación y hábitat, fragmentación, modificación del paisaje y presencia regional de infraestructura susceptible de interactuar con fauna voladora**.

Para los impactos sobre vegetación, hábitat y paisaje existe suficiente fundamento para reconocer un carácter acumulativo considerando la incorporación de nuevas superficies e infraestructura a un territorio previamente intervenido. Para los efectos de **desplazamiento y colisión de avifauna y actividad, desplazamiento y mortalidad de quirópteros**, se reconoce un **potencial acumulativo**, debido a que su magnitud real dependerá del comportamiento de las especies y de la interacción efectiva con los diferentes desarrollos eólicos presentes en la región.

En este último caso, el seguimiento mediante el **Programa de Monitoreo de Aves, Quirópteros y Mariposa Monarca (PE9)** permitirá evaluar la manifestación de estos efectos durante la operación y establecer, en su caso, medidas adicionales o adaptativas.

Consulta Pública

Consulta Pública



Consulta Pública

Figura 8. Proyectos autorizados en materia de impacto ambiental relacionados con el proyecto que inciden en la Región Ecológica

IV.4.3 Impactos ambientales sinérgicos

Los impactos sinérgicos corresponden a aquellos cuya manifestación puede intensificarse como consecuencia de la interacción entre dos o más efectos que actúan simultánea o sucesivamente sobre un mismo componente ambiental, generando una respuesta cuya magnitud o alcance puede ser superior al que resultaría de considerar cada efecto de manera independiente.

Para el **Parque Eólico Montecristo**, la identificación de sinergias se realizó considerando los impactos previamente evaluados, las relaciones funcionales existentes entre los componentes ambientales y la distribución de los proyectos autorizados dentro de la RE, particularmente aquellos correspondientes al subsector Energía–Electricidad.

A diferencia del análisis acumulativo, la simple coincidencia regional de diferentes proyectos o impactos no fue considerada suficiente para determinar la existencia de sinergia. Para ello se evaluó si la interacción entre diferentes modificaciones puede generar una **respuesta ambiental reforzada**, considerando especialmente las relaciones entre pérdida de vegetación, fragmentación, modificación del hábitat, desplazamiento de fauna y riesgo de interacción con infraestructura eólica.

Sinergia entre pérdida de vegetación, fragmentación y modificación del hábitat

Los impactos **IA-10 Pérdida de cobertura vegetal, IA-11 Modificación de la estructura de la vegetación e IA-13 Fragmentación de la vegetación** presentan una relación funcional directa con los impactos **IA-15 Modificación del hábitat de fauna terrestre, IA-19 Modificación del hábitat de avifauna e IA-23 Modificación del hábitat de quirópteros**.

La pérdida de vegetación no representa únicamente una reducción física de cobertura. Dependiendo de la distribución espacial de las superficies intervenidas, puede generar simultáneamente modificaciones en la estructura de las comunidades vegetales, incrementar la discontinuidad entre parches y reducir o modificar áreas utilizadas por la fauna para alimentación, refugio, reproducción o desplazamiento.

En este sentido, la fragmentación puede intensificar los efectos derivados de la pérdida de superficie, debido a que la funcionalidad ambiental de un hábitat no depende exclusivamente de su extensión, sino también de su configuración y continuidad con otras áreas de características semejantes. De esta manera, una determinada superficie de vegetación removida puede producir consecuencias ecológicas distintas dependiendo de si la intervención mantiene la conectividad del entorno o incrementa el aislamiento de los remanentes.

Por lo anterior, se reconoce una **relación sinérgica entre IA-10, IA-11, IA-13, IA-15, IA-19 e IA-23**, particularmente durante la Preparación del sitio, etapa en la cual ocurre la transformación inicial de las superficies requeridas por el Proyecto.

No obstante, esta relación deberá interpretarse considerando que de las aproximadamente 415.79 ha de intervención, 315.31 ha corresponden a superficies temporales que serán objeto de restauración conforme sean liberadas, mientras que aproximadamente 100.48 ha corresponden a ocupación permanente y serán restauradas al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura. La restauración de estas superficies contribuirá a disminuir

Consulta Pública

progresivamente la permanencia de esta interacción y favorecer la recuperación de cobertura y funciones de hábitat.

Sinergia entre fragmentación y desplazamiento de fauna

La modificación de la continuidad del hábitat puede interactuar con los impactos relacionados con el desplazamiento y movilidad de fauna. Esta relación resulta especialmente relevante para **IA-17 Modificación del desplazamiento y movilidad de fauna terrestre, IA-21 Desplazamiento y efecto barrera de avifauna e IA-24 Modificación de la actividad y desplazamiento de quirópteros**.

La fragmentación puede modificar la forma en que los organismos utilizan el espacio, debido a que la pérdida o discontinuidad de determinados elementos del hábitat puede generar cambios en rutas de desplazamiento, utilización de áreas de alimentación o refugio y conexión entre sectores del territorio.

La presencia de infraestructura no necesariamente constituye una barrera absoluta para todas las especies; sin embargo, la combinación entre pérdida de cobertura, fragmentación, caminos, plataformas e infraestructura permanente puede modificar localmente la permeabilidad del paisaje para determinados organismos.

Por esta razón, se considera que **IA-13 puede actuar sinérgicamente con IA-17, IA-21 e IA-24**, al combinar la modificación estructural del hábitat con cambios potenciales en los patrones de desplazamiento.

Las medidas de delimitación de superficies, conservación de vegetación fuera de la huella autorizada, utilización de accesos previstos, restauración de áreas temporales y recuperación de cobertura permitirán disminuir la intensidad de esta interacción.

Potencial sinergia sobre avifauna

Para la avifauna se identifica una condición que requiere particular atención debido a la coexistencia regional de diferentes parques eólicos.

La modificación del hábitat (**IA-19**) y los cambios potenciales en los patrones de desplazamiento (**IA-21**) pueden interactuar funcionalmente con el **riesgo de colisión de avifauna (IA-29)**. La modificación de áreas utilizadas por las aves puede producir cambios en la utilización del espacio y en las trayectorias de desplazamiento, mientras que la presencia de aerogeneradores incorpora estructuras con las cuales determinados individuos pueden interactuar durante el vuelo.

Esta relación adquiere relevancia regional debido a que el análisis espacial identificó diversos desarrollos eólicos autorizados dentro de la RE, incluyendo parques eólicos ubicados a diferentes distancias del AP de Montecristo, además de infraestructura eléctrica asociada.

Sin embargo, la presencia regional de varios parques eólicos **no permite afirmar por sí sola que exista actualmente una sinergia efectiva en la mortalidad de avifauna**, debido a que sería necesario conocer de manera conjunta variables como especies involucradas, abundancia,

Consulta Pública

movimientos, utilización del espacio, condiciones de operación y registros de mortalidad de los diferentes desarrollos.

Por ello, la relación entre **IA-19, IA-21 e IA-29 se reconoce como de potencial carácter sinérgico**, cuya manifestación deberá evaluarse mediante información obtenida durante la operación.

El **Programa de Monitoreo de Aves, Quirópteros y Mariposa Monarca (PE9)** permitirá generar información sobre presencia, temporalidad, desplazamiento y posibles eventos de mortalidad, así como identificar sectores o periodos que requieran la implementación de medidas de manejo adaptativo.

Dentro de este seguimiento se incorporará también la **mariposa monarca (*Danaus plexippus*)**, considerando su condición migratoria regional, sin establecer un impacto independiente adicional y manteniendo su seguimiento dentro de la estrategia de monitoreo de fauna voladora.

Potencial sinergia sobre quirópteros

Para los quirópteros se presenta una condición comparable. Los impactos **IA-23 Modificación del hábitat de quirópteros e IA-24 Modificación de la actividad y desplazamiento de quirópteros** pueden interactuar con **IA-30 Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros**.

La modificación del hábitat y los cambios en la utilización del espacio pueden influir sobre los patrones de actividad y desplazamiento, mientras que la presencia de aerogeneradores introduce un factor adicional de riesgo durante el vuelo.

A escala regional, la existencia de diversos parques eólicos implica la presencia de múltiples conjuntos de aerogeneradores dentro de un territorio potencialmente utilizado por quirópteros. Sin embargo, al igual que para la avifauna, **no se cuenta actualmente con elementos suficientes para afirmar que la operación conjunta de estos desarrollos produzca una mortalidad sinérgica**.

En consecuencia, la interacción entre **IA-23, IA-24 e IA-30 se considera de potencial carácter sinérgico**, y deberá evaluarse mediante el seguimiento de la actividad y mortalidad durante la operación.
El **PE9** permitirá relacionar los registros de actividad acústica con la distribución temporal y espacial de posibles eventos de mortalidad y, en caso de identificarse patrones recurrentes de interacción, establecer medidas adaptativas orientadas a reducir el riesgo.

Paisaje

Para los impactos **IA-25, IA-26 e IA-27**, aunque en el apartado anterior se reconoció un claro carácter acumulativo derivado de la incorporación progresiva de infraestructura eólica al paisaje regional, **no se considera necesario asignarles adicionalmente un carácter sinérgico** con la información disponible.

La presencia de diferentes parques eólicos incrementa progresivamente la transformación visual regional; sin embargo, esta condición puede explicarse adecuadamente como una **adición de modificaciones paisajísticas**. No se dispone de elementos que permitan demostrar que la

Consulta Pública

interacción entre las diferentes instalaciones produzca un efecto cualitativamente distinto o superior a dicha acumulación.

Esta distinción evita utilizar los conceptos de acumulación y sinergia de manera indistinta.

Tabla 31. Síntesis de impactos sinérgicos

Impactos relacionados	Interacción ambiental	Determinación	Justificación	Manejo principal
IA-10 + IA-11 + IA-13 + IA-15 + IA-19 + IA-23	Vegetación–fragmentación–hábitat	Sinérgica	La pérdida y modificación de vegetación puede incrementar simultáneamente fragmentación y reducción funcional de hábitat	PVA / PE1 / PE2 / PE7 / PE8
IA-13 + IA-17	Fragmentación–movilidad de fauna terrestre	Sinérgica	La discontinuidad del hábitat puede reforzar modificaciones en desplazamiento y conectividad	PVA / PE1 / PE7 / PE8
IA-13 + IA-21	Fragmentación–desplazamiento de avifauna	Sinérgica	La modificación de la configuración del hábitat puede alterar la utilización espacial	PVA / PE1 / PE8 / PE9
IA-13 + IA-24	Fragmentación–actividad/desplazamiento de quirópteros	Sinérgica	La modificación del hábitat puede alterar patrones locales de actividad y movimiento	PVA / PE8 / PE9
IA-19 + IA-21 + IA-29	Hábitat–desplazamiento–colisión de avifauna	Potencialmente sinérgica	La modificación del hábitat y desplazamiento puede interactuar con la presencia regional de aerogeneradores	PVA / PE9
IA-23 + IA-24 + IA-30	Hábitat–actividad/desplazamiento–mortalidad de quirópteros	Potencialmente sinérgica	Cambios en uso del espacio pueden concurrir con exposición a infraestructura eólica	PVA / PE9
IA-25 + IA-26 + IA-27	Transformación del paisaje	No se determina sinergia	El efecto regional se explica adecuadamente como acumulación de infraestructura visual	PVA / PE8

Consulta Pública

Conclusión del análisis sinérgico

El análisis permitió identificar que las principales relaciones sinérgicas del Proyecto se concentran en el **subsistema biótico**, particularmente en las relaciones funcionales existentes entre **pérdida de vegetación, fragmentación, modificación del hábitat y desplazamiento de fauna**. Estos efectos se encuentran interrelacionados, de manera que la modificación de uno de los componentes puede incrementar la respuesta de los restantes.

Para avifauna y quirópteros se reconoce adicionalmente un **potencial de interacción sinérgica entre modificación del hábitat, desplazamiento y riesgo de colisión o mortalidad**, particularmente considerando la presencia regional de diversos desarrollos eólicos. No obstante, la información actualmente disponible no permite establecer que exista una mortalidad sinérgica efectiva derivada de la operación conjunta de dichos proyectos, por lo que esta condición deberá verificarse mediante el seguimiento ambiental.

En este sentido, la aplicación coordinada de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración y, particularmente, el seguimiento mediante el **Programa de Monitoreo de Aves, Quirópteros y Mariposa Monarca (PE9)** permitirá evaluar la evolución de estas interacciones y establecer medidas adaptativas cuando los resultados indiquen una respuesta ambiental distinta o superior a la prevista.

IV.4.4 Impactos ambientales residuales

Los impactos residuales corresponden a aquellas modificaciones del ambiente que permanecen total o parcialmente una vez aplicadas las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración previstas para el Proyecto. Su identificación permite reconocer los efectos que, por las características de las obras, su permanencia o la capacidad de recuperación del componente ambiental, no pueden ser eliminados completamente mediante las estrategias de manejo propuestas.

Para el **Parque Eólico Montecristo**, la determinación de residualidad se realizó a partir de los impactos previamente identificados y valorados, considerando la naturaleza temporal o permanente de las superficies intervenidas, la reversibilidad y recuperabilidad de cada modificación, así como la capacidad de las medidas ambientales para prevenir, reducir o recuperar las condiciones del componente afectado.

En este análisis debe distinguirse entre la **persistencia temporal de un impacto y su condición residual**. Un efecto que se manifieste durante las etapas de Preparación del sitio o Construcción no necesariamente constituye un impacto residual si las condiciones ambientales pueden recuperarse posteriormente. En contraste, determinadas modificaciones asociadas con las superficies de ocupación permanente o con la presencia de infraestructura durante la vida útil del Proyecto pueden conservar un efecto remanente aun después de aplicar las medidas ambientales.

En este sentido, el Proyecto contempla una huella de intervención aproximada de 415.79 ha, integrada por 100.48 ha de ocupación permanente y 315.31 ha de ocupación temporal. Las superficies temporales serán objeto de acciones de restauración conforme sean liberadas, incluyendo la descompactación, reincorporación del suelo superficial conservado y recuperación de la cobertura vegetal; mientras que las superficies permanentes serán restauradas al término de la

Consulta Pública

vida útil del Proyecto, una vez retirada la infraestructura. Por lo anterior, las modificaciones generadas sobre la superficie de intervención serán susceptibles de recuperación en diferentes momentos de acuerdo con el carácter temporal o permanente de su ocupación.

Residualidad sobre vegetación y hábitat

Los impactos **IA-10 Pérdida de cobertura vegetal, IA-11 Modificación de la estructura de la vegetación e IA-13 Fragmentación de la vegetación** presentan una condición residual asociada principalmente con las superficies de ocupación permanente.

La aplicación de medidas preventivas permitirá restringir la remoción de vegetación a las superficies estrictamente requeridas, mientras que el rescate de flora, la reforestación y la restauración contribuirán a recuperar progresivamente las superficies intervenidas. Particularmente, las **315.31 ha de ocupación temporal** serán objeto de restauración conforme sean liberadas, mientras que las **100.48 ha de ocupación permanente** serán restauradas al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura, disminuyendo con ello la extensión y permanencia del impacto inicialmente generado.

No obstante, en las **100.48 ha de ocupación permanente**, la presencia de infraestructura impedirá la recuperación completa de la cobertura y estructura vegetal durante la etapa de operación. Por lo tanto, aun después de la aplicación de las medidas ambientales, permanecerá una superficie en la cual las condiciones originales de vegetación no podrán restablecerse mientras permanezcan las obras.

En consecuencia, IA-10, IA-11 e IA-13 se consideran impactos residuales durante la operación, aunque su extensión residual será inferior a la superficie inicialmente intervenida como resultado de la restauración progresiva de las áreas temporales. Las superficies de ocupación permanente mantendrán dicha condición residual mientras permanezca la infraestructura y serán objeto de restauración al término de la vida útil del Proyecto.

Esta condición será atendida principalmente mediante el **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**, **Programa de Rescate, Reubicación y Conservación de Flora Silvestre (PE2)**, **Programa de Reforestación (PE7)** y **Programa de Restauración (PE8)**.

Residualidad sobre el hábitat de fauna

Los impactos **IA-15 Modificación del hábitat de fauna terrestre, IA-19 Modificación del hábitat de avifauna e IA-23 Modificación del hábitat de quirópteros** se encuentran funcionalmente relacionados con la modificación de la vegetación y la ocupación permanente del territorio.

La restauración de las superficies temporales favorecerá progresivamente la recuperación de condiciones de refugio, alimentación y desplazamiento para la fauna. Sin embargo, las superficies ocupadas permanentemente por infraestructura conservarán una modificación respecto de su condición previa, por lo que no será posible restituir completamente las funciones originales del hábitat durante la operación; dichas superficies serán objeto de restauración al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.

Consulta Pública

Asimismo, la presencia de caminos, plataformas y demás infraestructura permanente mantendrá una configuración espacial distinta a la condición previa al Proyecto. Por esta razón, **IA-15, IA-19 e IA-23 presentan un componente residual**, cuya magnitud dependerá de la recuperación efectiva de las superficies restauradas y de la utilización posterior del entorno por los diferentes grupos faunísticos.

Las medidas asociadas con el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (PE1)**, **Programa de Reforestación (PE7)** y **Programa de Restauración (PE8)** contribuirán a reducir la magnitud de estos efectos.

Residualidad sobre el suelo

Los impactos sobre las propiedades físicas del suelo, erosión y compactación —**IA-04, IA-05 e IA-06**— se concentran principalmente en las superficies intervenidas durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción.

Sin embargo, en las superficies de ocupación permanente, la modificación física del suelo se mantendrá mientras permanezcan cimentaciones, plataformas, caminos y demás infraestructura. En estos sitios no será posible recuperar durante la operación las condiciones previas de estructura, porosidad e infiltración; su recuperación se realizará al término de la vida útil del Proyecto, una vez retirada la infraestructura, mediante las acciones de restauración correspondientes.

Sin embargo, en las superficies de ocupación permanente, la modificación física del suelo se mantendrá mientras permanezcan cimentaciones, plataformas, caminos y demás infraestructura. En estos sitios no será posible recuperar durante la operación las condiciones previas de estructura, porosidad e infiltración.

Por lo anterior, **IA-04 y IA-06 presentan residualidad localizada en las superficies de ocupación permanente**. Para **IA-05 Erosión**, en cambio, no se determina una residualidad relevante siempre que las obras de drenaje, estabilización, protección del suelo y recuperación de superficies temporales funcionen conforme a lo previsto, debido a que la erosión constituye un proceso susceptible de control mediante las medidas propuestas.

El manejo se realizará principalmente mediante el **Programa de Protección y Conservación de Suelos (PE3)** y el **Programa de Restauración (PE8)**, bajo seguimiento del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**.

Residualidad sobre el escurrimiento e infiltración

Los impactos **IA-07 Modificación del escurrimiento superficial, IA-08 Modificación de cauces y drenaje e IA-09 Modificación de la infiltración y recarga** fueron evaluados considerando las modificaciones locales derivadas de la ocupación de superficies y adecuación del terreno.

La infraestructura de drenaje y las medidas de protección de cauces permitirán conservar la continuidad de los escurrimientos y reducir modificaciones no previstas en los patrones naturales de flujo. Asimismo, la restauración de las superficies temporales permitirá recuperar progresivamente la capacidad de infiltración del suelo, mientras que en las superficies de ocupación permanente dicha

Consulta Pública

recuperación se realizará al término de la vida útil del Proyecto, una vez retirada la infraestructura y ejecutadas las acciones de restauración correspondientes.

No obstante, las superficies permanentemente ocupadas pueden conservar modificaciones locales en la infiltración y distribución inmediata del escurrimiento. Por ello, **IA-07 e IA-09 presentan una residualidad localizada**, restringida fundamentalmente a la infraestructura permanente.

Para **IA-08**, no se determina un impacto residual relevante, considerando que el diseño y las medidas de protección deberán mantener la funcionalidad hidráulica de los escurrimientos interceptados y evitar su obstrucción permanente.

El seguimiento estará relacionado principalmente con el **Programa de Protección y Conservación de Suelos (PE3)** y el **Programa de Protección a Cauces (PE6)**, bajo la coordinación del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**.

Residualidad sobre el paisaje

Los impactos **IA-25 Modificación de la calidad visual, IA-26 Modificación de la fragilidad/capacidad de absorción visual e IA-27 Incremento de la incidencia visual** constituyen los efectos con mayor claridad residual durante la vida útil del Proyecto.

Las medidas de ordenamiento de obra, restauración de superficies temporales, conservación de vegetación y manejo adecuado de infraestructura auxiliar pueden disminuir elementos adicionales de contraste visual. Sin embargo, estas acciones **no eliminan la presencia de los aerogeneradores y demás infraestructura permanente**.

Debido al carácter predominantemente plano del territorio y a la altura de los aerogeneradores, la infraestructura continuará siendo perceptible desde diferentes puntos del entorno durante la etapa de Operación y mantenimiento. Por lo tanto, la modificación de la configuración visual constituye una condición que permanecerá durante prácticamente toda la vida útil del parque.

En consecuencia, **IA-25, IA-26 e IA-27 se consideran impactos residuales durante la operación**, debido a que las medidas ambientales pueden reducir efectos secundarios sobre el paisaje, pero no eliminar la incidencia visual inherente a la infraestructura eólica.

Esta condición comenzará a revertirse durante las etapas de cierre y desmantelamiento mediante el retiro de aerogeneradores y demás infraestructura, complementándose posteriormente con las acciones previstas en el **Programa de Restauración (PE8)**.

Residualidad del riesgo de colisión de fauna voladora

Los impactos **IA-29 Riesgo de colisión de avifauna e IA-30 Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros** presentan una condición particular, debido a que el factor que origina el riesgo —la presencia y operación de los aerogeneradores— permanecerá durante la vida útil del Proyecto.

Las medidas preventivas y de manejo pueden disminuir la probabilidad de interacción, identificar periodos o sitios de mayor riesgo y permitir la implementación de acciones adaptativas. No obstante,

Consulta Pública

mientras los aerogeneradores permanezcan en operación **no es posible eliminar completamente la posibilidad de interacción de aves y quirópteros con la infraestructura**.

Por ello, **IA-29 e IA-30 se consideran impactos residuales potenciales durante la etapa de Operación y mantenimiento**. Esta determinación no implica asumir que se presentará una mortalidad elevada, sino reconocer que permanece un riesgo ambiental aun después de implementar las medidas correspondientes.

Esta condición justifica particularmente la aplicación del **Programa de Monitoreo de Aves, Quirópteros y Mariposa Monarca (PE9)**, mediante el cual se dará seguimiento a la presencia, actividad, desplazamiento y posibles eventos de mortalidad, permitiendo implementar medidas adaptativas cuando los resultados lo requieran.

Para la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), su consideración dentro del PE9 permitirá mantener un seguimiento precautorio durante los periodos de presencia o tránsito migratorio, sin establecer un impacto independiente adicional.

Impactos que no presentan residualidad relevante

Los impactos asociados principalmente con **emisiones atmosféricas, incremento temporal del nivel sonoro durante construcción, molestias temporales a fauna, generación de residuos y demás modificaciones directamente vinculadas con la actividad de los frentes de obra** disminuirán o cesarán una vez concluidas las actividades que los originan y se apliquen las medidas correspondientes.

De igual manera, diferentes modificaciones producidas sobre superficies temporales no fueron consideradas residuales cuando las acciones de restauración permiten recuperar progresivamente las condiciones físicas y biológicas del sitio.

Por tanto, la residualidad del Proyecto se concentra fundamentalmente en aquellos efectos asociados con la **ocupación permanente del territorio, permanencia de infraestructura eólica y mantenimiento del riesgo de interacción con fauna voladora durante la operación**.

Tabla 32. Síntesis de impactos residuales

Clave	Impacto	Determinación después de medidas	Condición que origina la residualidad
IA-04	Modificación de propiedades físicas del suelo	**Residual localizado**	Ocupación permanente
IA-06	Compactación del suelo	Residual localizado	Superficies permanentemente ocupadas
IA-07	Modificación del escurrimiento	Residual localizado	Modificación local alrededor de infraestructura permanente
IA-09	Modificación de infiltración/recarga	Residual localizado	Ocupación e impermeabilización local
IA-10	Pérdida de cobertura vegetal	Residual	Imposibilidad de recuperar vegetación en superficies permanentes durante operación
IA-11	Modificación de estructura vegetal	Residual	Permanencia de superficies transformadas
IA-13	Fragmentación de vegetación	Residual	Configuración de infraestructura permanente

Consulta Pública

Clave	Impacto	Determinación después de medidas	Condición que origina la residualidad
IA-15	Modificación del hábitat de fauna terrestre	Residual	Pérdida/modificación del hábitat en superficies de ocupación permanente durante la operación
IA-19	Modificación del hábitat de avifauna	Residual	Ocupación permanente y configuración del parque
IA-23	Modificación del hábitat de quirópteros	Residual	Modificación del hábitat en superficies de ocupación permanente durante la operación
IA-25	Modificación de calidad visual	Residual durante operación	Presencia de aerogeneradores
IA-26	Modificación de fragilidad/capacidad de absorción visual	Residual durante operación	Contraste de infraestructura con el paisaje
IA-27	Incremento de incidencia visual	Residual durante operación	Visibilidad de aerogeneradores
IA-29	Riesgo de colisión de avifauna	Residual potencial durante operación	Permanencia del riesgo mientras operen los aerogeneradores
IA-30	Riesgo de colisión y mortalidad de quirópteros	Residual potencial durante operación	Permanencia del riesgo mientras operen los aerogeneradores

Conclusión del análisis de residualidad

Los resultados muestran que los impactos residuales de Montecristo se encuentran principalmente asociados con la ocupación permanente del territorio y la presencia de la infraestructura durante la etapa de Operación y mantenimiento. La diferenciación entre superficies temporales y permanentes resulta fundamental, debido a que aproximadamente 315.31 ha corresponden a ocupación temporal y serán restauradas progresivamente conforme sean liberadas, mientras que 100.48 ha conservarán una ocupación permanente durante la vida útil del Proyecto y serán objeto de restauración una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.

En consecuencia, la aplicación de las medidas propuestas permitirá reducir sustancialmente la permanencia de los efectos generados durante Preparación del sitio y Construcción; sin embargo, permanecerán modificaciones localizadas sobre **suelo, vegetación, hábitat y escurrimiento**, así como una modificación más evidente sobre el **paisaje** y un **riesgo residual potencial para aves y quirópteros durante la operación**.

La residualidad de estos impactos no implica que permanezcan indefinidamente. Durante las etapas de **Cierre de operaciones, Desmantelamiento, Abandono y Restauración del sitio**, el retiro de la infraestructura y la recuperación de las superficies permitirán reducir progresivamente una parte importante de estos efectos. La efectividad de dicha recuperación será verificada mediante el **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** y los programas específicos aplicables.

Consulta Pública

IV.5 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LA EXTENSIÓN E INTENSIDAD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES ANTES SEÑALADOS Y SUS EFECTOS.

La delimitación del **AI** del proyecto **Parque Eólico Montecristo** se realizó a partir de un enfoque espacial multicriterio, considerando que los impactos ambientales identificados no presentan una distribución homogénea ni se restringen exclusivamente a las superficies de ocupación física de las obras. Dependiendo del componente ambiental afectado, algunos efectos se manifiestan de manera puntual en las áreas de intervención, mientras que otros pueden extenderse hacia el entorno inmediato o presentar un alcance territorial mayor, particularmente aquellos relacionados con la continuidad de la vegetación, el paisaje, la dinámica socioeconómica y la interacción del Proyecto con las unidades de gestión territorial.

En este sentido, el Área de Influencia no fue establecida mediante la aplicación de una distancia uniforme o un buffer arbitrario alrededor del Área del Proyecto (AP). Su delimitación se realizó mediante la integración de criterios ambientales y territoriales representativos de los principales componentes susceptibles de recibir los efectos directos e indirectos del Proyecto.

Para ello se utilizaron cuatro elementos principales: **Uso de Suelo y Vegetación (USyV), cuenca visual generada a partir de la ubicación de los aerogeneradores, Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) y Unidades de Gestión Ambiental (UGA) establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos**.

IV.5.1 Criterios considerados para la delimitación

Uso de Suelo y Vegetación

La distribución del **Uso de Suelo y Vegetación (USyV)** se incorporó como criterio para representar la continuidad espacial de las unidades de cobertura presentes alrededor del Proyecto y establecer un contexto ambiental para los impactos relacionados con vegetación, hábitat, fragmentación y transformación del territorio.

Este criterio resulta particularmente relevante debido a que la afectación directa del Proyecto se concentra sobre las superficies requeridas para sus obras; sin embargo, los procesos ecológicos asociados con la vegetación y el hábitat no necesariamente se encuentran limitados por la poligonal de intervención. La continuidad de las comunidades vegetales permite relacionar las superficies directamente afectadas con las unidades ambientales presentes en su entorno.

De esta manera, el USyV permitió incorporar dentro del análisis aquellas unidades territoriales que mantienen continuidad o relación espacial con las coberturas presentes en el AP, evitando establecer el alcance de los impactos bióticos exclusivamente mediante una distancia geométrica.

Cuenca visual

Para incorporar el componente **paisaje** en la delimitación del Ai del Parque Eólico Montecristo se realizó un análisis de visibilidad mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de determinar el territorio desde el cual la infraestructura eólica podría resultar potencialmente

Consulta Pública

perceptible. A diferencia de la aplicación de una distancia uniforme alrededor del Proyecto, este procedimiento permitió considerar la configuración topográfica del terreno y las características dimensionales de los aerogeneradores.

El análisis se desarrolló a partir de la ubicación puntual de los aerogeneradores proyectados, considerando las características del modelo **Nordex N175 de 7.0 MW**, con una **altura de buje de 119 m** y un diámetro de rotor de **175 m**, por lo que la altura máxima alcanzada por la punta de la pala en posición vertical es de aproximadamente **206.5 m**. Esta altura máxima constituye la referencia de mayor exposición vertical de la infraestructura respecto del terreno circundante.

Para representar la percepción desde el territorio se incorporó asimismo una **altura del observador sobre el nivel del terreno** de **1.7 m**, de manera que el análisis no se limitara a determinar la intervisibilidad entre la superficie y la base de las estructuras, sino que representara la posibilidad de observación de los aerogeneradores desde una posición equivalente a la de un receptor localizado sobre el terreno.

El procesamiento espacial se realizó mediante los algoritmos **Viewshed Points** y **Viewshed Analysis**. En primera instancia, mediante **Viewshed Points** se utilizaron las posiciones de los aerogeneradores como puntos de referencia para determinar su relación de visibilidad respecto de la superficie del terreno. Posteriormente, mediante **Viewshed Analysis** se integraron espacialmente los resultados individuales, permitiendo identificar las superficies desde las cuales existe visibilidad potencial de uno o más aerogeneradores y conformar la **cuenca visual conjunta del Parque Eólico Montecristo**.

El análisis se efectuó considerando un **radio máximo de evaluación de 15 km alrededor de los aerogeneradores**. Con ello fue posible diferenciar la superficie potencialmente expuesta visualmente dentro del entorno analizado y evitar que la delimitación paisajística dependiera exclusivamente de un *buffer* geométrico.

La consideración de la topografía resulta particularmente relevante debido a que el territorio donde se pretende desarrollar Montecristo presenta una configuración **predominantemente plana, con ligeras elevaciones locales**, por lo que existen relativamente pocas barreras topográficas capaces de interrumpir completamente las líneas de visión hacia estructuras verticales de las dimensiones proyectadas. En consecuencia, la incidencia visual puede extenderse considerablemente más allá de las superficies directamente ocupadas por las obras.

La cuenca visual obtenida mediante la aplicación conjunta de **Viewshed Points y Viewshed Analysis** se utilizó como representación espacial del alcance potencial de los impactos **IA-25 Modificación de la calidad visual, IA-26 Modificación de la fragilidad/capacidad de absorción visual e IA-27 Incremento de la incidencia visual**, reconociendo que estos efectos no se restringen al Área del Proyecto y permanecen durante la etapa de Operación y mantenimiento mientras se encuentre presente la infraestructura eólica.

Finalmente, la envolvente espacial resultante del análisis de visibilidad fue integrada con los demás criterios considerados para la delimitación del Ai —**Uso de Suelo y Vegetación (USyV), Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) y Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de**

Consulta Pública

Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos—, contribuyendo a la conformación del polígono final del AI de **142,791.661010 ha**.

Áreas Geoestadísticas Básicas

Las **Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB)** fueron incorporadas como criterio para representar la dimensión social y económica del Ai.

Su utilización permite integrar unidades territoriales vinculadas con los asentamientos humanos, núcleos agrarios, propiedades y actividades económicas que potencialmente pueden mantener una relación con el Proyecto. Esto resulta particularmente relevante para los impactos asociados con generación de empleo, demanda temporal de bienes y servicios, utilización de caminos y accesos, tránsito vehicular y modificaciones vinculadas con el uso del territorio.

A diferencia de los componentes físicos y bióticos, cuya distribución responde principalmente a características naturales del territorio, los efectos socioeconómicos se encuentran vinculados con unidades de población y organización territorial. Por ello, las AGEB proporcionan una referencia espacial adecuada para incorporar esta dimensión dentro de la delimitación del AI.

Unidades de Gestión Ambiental del POE de la Región Cuenca de Burgos

Finalmente, se consideraron las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA)** establecidas en el **Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos**, debido a que constituyen unidades territoriales definidas para la aplicación diferenciada de políticas, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ambiental.

Su incorporación permite relacionar espacialmente el Ai con el marco de ordenamiento ecológico aplicable y mantener una referencia territorial reconocible para analizar la interacción del Proyecto con las condiciones de manejo ambiental establecidas regionalmente.

Las UGA no se utilizaron para asumir que los impactos se manifiestan homogéneamente en toda su superficie, sino como un criterio territorial complementario que permite establecer límites ambientalmente reconocibles y evitar una delimitación sustentada exclusivamente en distancias respecto de las obras.

IV.5.2 Integración espacial de los criterios

Los cuatro criterios utilizados representan dimensiones diferentes y complementarias del alcance de los impactos ambientales del Proyecto. El **USyV** representa principalmente la continuidad de las unidades ambientales y coberturas relacionadas con los componentes bióticos; la **cuenca visual** representa la extensión potencial de los impactos paisajísticos; las **AGEB** incorporan la dimensión socioeconómica; y las **UGA del POE de la Región Cuenca de Burgos** proporcionan una referencia territorial asociada con el ordenamiento ecológico.

Consulta Pública

Tabla 33. Criterios de delimitación del Área de influencia

Criterio	Dimensión representada	Principales componentes/impactos relacionados
Uso de Suelo y Vegetación	Ambiental y ecológica	Vegetación, hábitat, fragmentación, fauna y uso del territorio
Cuenca visual de los aerogeneradores	Paisajística	Calidad visual, capacidad de absorción e incidencia visuales
AGEB	Social y económica	Población, empleo, actividades económicas, accesibilidad y uso territorial
UGA del POE Cuenca de Burgos	Ordenamiento territorial-ambiental	Políticas, lineamientos y criterios de regulación ecológica

La integración espacial de estos criterios permitió establecer un ámbito suficientemente amplio para contener tanto los efectos asociados directamente con la ocupación territorial como aquellos que pueden extenderse más allá de las superficies de intervención.

La delimitación se realizó procurando mantener la **continuidad espacial del AI**, evitando la generación de polígonos aislados derivados de criterios individuales. De esta manera, los límites resultantes responden a elementos ambientales y territoriales identificables y no exclusivamente a una distancia uniforme respecto de las obras.

Aquí te recomiendo insertar una figura intermedia mostrando los cuatro criterios superpuestos: **USyV + cuenca visual + AGEB + UGA**, junto con el AP. Esta imagen sería la que demuestra gráficamente de dónde surge la delimitación.

IV.5.3 Área de Influencia resultante

Como resultado de la integración de los criterios descritos, se delimitó un **Ai de 171,697.732213 ha**, dentro de la cual se encuentra comprendida la totalidad del **Área del Proyecto, correspondiente a 8,738.250567 ha**.

El AP representa aproximadamente **5.09 % del Ai**, evidenciando que el ámbito considerado para evaluar la manifestación espacial de los impactos es considerablemente mayor que la superficie donde se desarrollarán las obras.

Esta diferencia resulta congruente con la naturaleza del Proyecto, ya que mientras algunos impactos presentan una manifestación predominantemente local —como las modificaciones sobre suelo, vegetación y escurrimientos asociadas con las superficies intervenidas—, otros pueden manifestarse en ámbitos espaciales mayores, particularmente los relacionados con **paisaje, movilidad de fauna, avifauna, quirópteros y componentes socioeconómicos**.

La delimitación obtenida permite, por tanto, analizar los impactos del Parque Eólico Montecristo dentro de un territorio que mantiene relación ambiental, paisajística y socioeconómica con el Proyecto, sin extender el análisis indiscriminadamente a la totalidad de la RE.

Debe considerarse además que el **AI no representa una superficie en la que todos los impactos se manifiesten con igual intensidad**. Los efectos directos se concentrarán principalmente en el AP y, particularmente, dentro de la huella efectiva de intervención de **415.79 ha**, mientras que el resto

Consulta Pública

del AI representa el territorio dentro del cual pueden manifestarse efectos indirectos o de mayor alcance espacial dependiendo del componente ambiental considerado.

Por lo anterior, el Ai constituye una delimitación funcional y espacialmente congruente con los impactos identificados y evaluados en el presente capítulo, al integrar criterios relacionados con **continuidad ambiental, visibilidad del Proyecto, organización socioeconómica del territorio y ordenamiento ecológico**, obteniéndose una superficie final de **171697.732213 ha**.

Se presenta en **Anexo digital del Capítulo IV**, la poligonal resultante en formato kml, kmz, shapefile y cuadro de coordenadas que conforman los vértices en formato Excel (xlsx y csv).

Consulta Pública

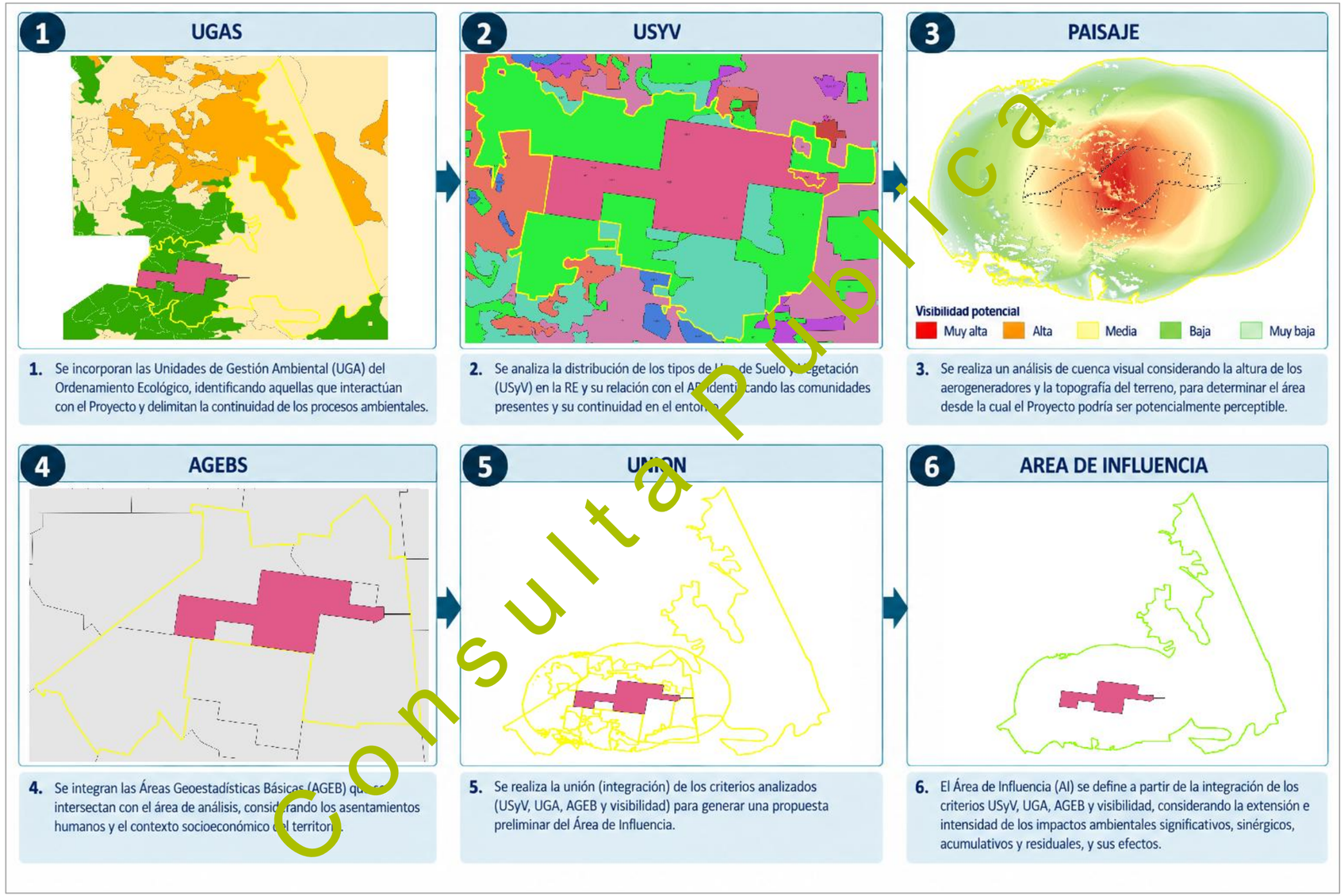
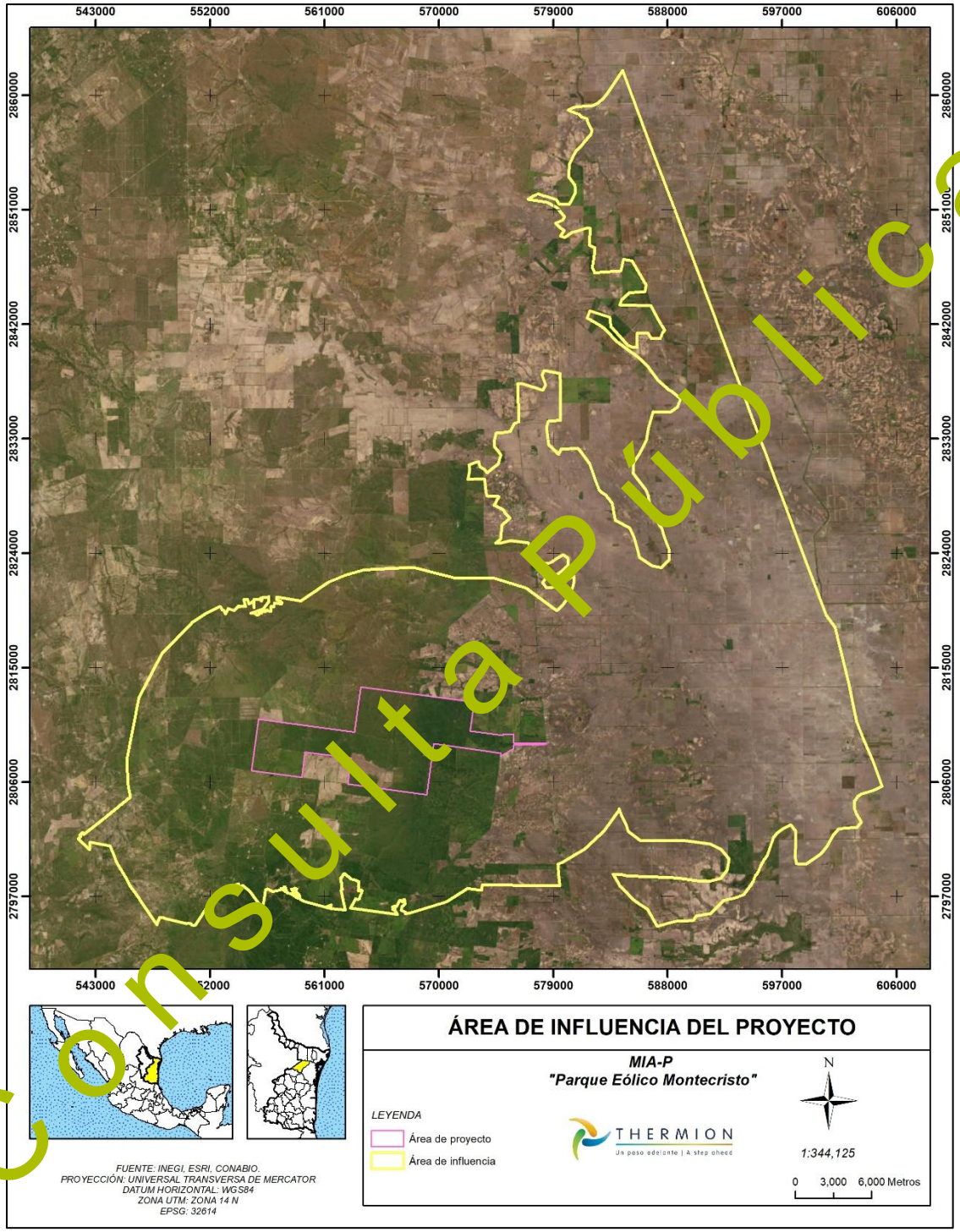


Figura 9. Delimitación del Área de influencia del proyecto

Pública
Consulta



Consulta Pública

Figura 10. Área de influencia del proyecto

IV.6 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Como parte de la estrategia ambiental del Parque Eólico Montecristo, y considerando la naturaleza y permanencia de los impactos identificados durante la evaluación ambiental, se plantean acciones de restauración y compensación orientadas a recuperar las superficies intervenidas por el Proyecto, considerando su carácter temporal o permanente, y compensar la afectación sobre vegetación forestal derivada del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Estas acciones complementan las medidas de prevención y mitigación descritas previamente y se encuentran dirigidas principalmente a atender los impactos relacionados con la modificación de las propiedades físicas del suelo, compactación, pérdida de cobertura y estructura vegetal, fragmentación y modificación del hábitat.

La estrategia se desarrollará mediante dos instrumentos específicos: el Programa de Reforestación (PE7), orientado a la compensación de las superficies sujetas a CUSTF, y el Programa de Restauración (PE8), dirigido a la recuperación de las superficies intervenidas por el Proyecto, considerando la restauración progresiva de las superficies de ocupación temporal conforme sean liberadas, así como la restauración de las superficies de ocupación permanente una vez concluida la vida útil del Proyecto y efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.

IV.6.1 Programa de Restauración

La restauración ambiental estará dirigida a las superficies intervenidas por el Proyecto, considerando tanto aquellas de ocupación temporal como las de ocupación permanente. Las superficies temporales serán objeto de restauración conforme dejen de ser necesarias y sean liberadas durante o al término de la etapa de Construcción, mientras que las superficies de ocupación permanente serán restauradas una vez concluida la vida útil del Proyecto y efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.

La superficie total de intervención asciende a 415.79 ha, de las cuales 315.31 ha corresponden a superficies de ocupación temporal y 100.48 ha a superficies de ocupación permanente. Las acciones de restauración se aplicarán sobre las superficies temporales y permanentes conforme éstas sean liberadas y de acuerdo con las condiciones y características particulares de cada sitio.

La restauración tendrá como objetivo recuperar y restablecer las condiciones físicas y biológicas necesarias para favorecer la evolución y continuidad de los procesos naturales en las superficies intervenidas por el Proyecto. En las superficies de ocupación temporal, estas acciones se ejecutarán una vez que dejen de ser requeridas para la construcción, mientras que en las superficies de ocupación permanente se realizarán al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.

Las actividades comprenderán, según las condiciones particulares de cada superficie, el retiro de instalaciones, materiales y elementos temporales; limpieza del terreno; escarificación y/o descompactación de los suelos; restitución del perfil y microtopografía cuando resulte necesario; reincorporación del suelo superficial previamente conservado; acondicionamiento de las superficies;

Consulta Pública

control de procesos erosivos; y recuperación de la cobertura vegetal utilizando especies nativas compatibles con las condiciones ambientales del sitio.

Por su parte, la restauración de las superficies de ocupación permanente se llevará a cabo al término de la vida útil del Proyecto, conforme avance el retiro y desmantelamiento de los aerogeneradores y demás infraestructura permanente, de manera que las superficies liberadas puedan incorporarse progresivamente a las acciones de recuperación previstas en el PE8.

Este esquema permitirá reducir el tiempo durante el cual las superficies permanezcan desprovistas de cobertura y favorecer una recuperación ambiental progresiva paralela al avance de las obras.

La recuperación de la vegetación deberá orientarse hacia condiciones compatibles con las comunidades presentes en el entorno inmediato, utilizando preferentemente **especies nativas** y evitando la introducción de especies exóticas invasoras. La selección específica de especies y densidades se realizará considerando las características originales y actuales de cada superficie y las condiciones observadas al momento de ejecutar la restauración.

El seguimiento de las acciones se realizará mediante el **Programa de Restauración (PE8)** y será supervisado a través del **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)**.

Para mayor detalle, véase en el **Anexo Digital** el **Programa de Restauración**.

IV.6.2 Programa de Reforestación como medida de compensación

Adicionalmente a las acciones de restauración de las superficies intervenidas por el Proyecto, se implementará una medida de compensación mediante la reforestación de superficies dentro del Área del Proyecto, dirigida a compensar la afectación sobre vegetación forestal derivada del CUSTF.

La superficie forestal identificada para el Proyecto corresponde a **249.814655 ha**, integrada por los siguientes tipos de Uso de Suelo y Vegetación:

Tabla 34. Superficie por tipo de vegetación destinadas a la reforestación

Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (m²)	Superficie (ha)
Matorral espinoso tamaulipeco	2,169,871.00	216.987100
Mezquital xerófilo	278,812.00	27.881200
Matorral submontano	49,465.00	4.946500
Total	**2,498,148.00**	**249.814800**

Como criterio inicial de equivalencia se establece una relación de compensación 1:1, por lo que se propone la reforestación de una superficie de 249.814800 ha, obtenida a partir del redondeo de las superficies correspondientes a cada tipo de vegetación forestal afectada por el CUSTF.

La equivalencia propuesta no se limitará únicamente al criterio cuantitativo de superficie. El **Programa de Reforestación (PE7)** deberá procurar además una correspondencia ecológica entre la vegetación afectada y la vegetación utilizada para la compensación, mediante el establecimiento de **especies nativas representativas de los tipos de vegetación presentes en el Proyecto**.

Consulta Pública

Para favorecer dicha correspondencia, parte del material vegetal podrá obtenerse mediante el **rescate de germoplasma de especies nativas presentes en las superficies de afectación**, incluyendo, según la especie y su viabilidad, semillas u otro material propagativo susceptible de utilizarse para producción posterior. De manera complementaria, podrá adquirirse planta proveniente de **viveros establecidos en la región**, siempre que corresponda a especies nativas adecuadas para las condiciones ambientales de las áreas receptoras.

Este esquema permitirá vincular las acciones del **Programa de Rescate, Reubicación y Conservación de Flora Silvestre (PE2)** con el **Programa de Reforestación (PE7)**, aprovechando el germoplasma disponible previo a la intervención y favoreciendo el uso de material vegetal adaptado a las condiciones ambientales regionales.

Para mayor detalle, véase en el **Anexo Digital** el **Programa de Reforestación**.

IV.6.3 Selección de las superficies para compensación

La reforestación se desarrollará **dentro del Área del Proyecto y fuera de las superficies que serán afectadas por las obras permanentes o temporales**, priorizando sitios que actualmente presenten condiciones de transformación o degradación y en los cuales el establecimiento de vegetación nativa represente una mejora respecto de la condición existente.

De manera preferente podrán considerarse superficies actualmente clasificadas como **pastizal cultivado, pastizal inducido y áreas agrícolas**, siempre que previamente se verifique su disponibilidad, compatibilidad con el uso del suelo, ausencia de interferencia con infraestructura del Proyecto y aptitud ambiental para el establecimiento de las especies propuestas.

La selección definitiva de las superficies se realizará previo a la ejecución del Programa de Reforestación, mediante una evaluación de campo que considere, entre otros elementos, las características del suelo, pendiente, cobertura existente, procesos de erosión, accesibilidad, disponibilidad de superficie, continuidad con vegetación nativa y factibilidad para garantizar el establecimiento y seguimiento de la plantación.

Esta estrategia permite establecer desde la presente evaluación la **superficie, ámbito espacial y criterios ambientales de selección**, sin restringir anticipadamente la compensación a polígonos cuya aptitud deberá ser corroborada antes de ejecutar las acciones.

IV.6.4 Equivalencia ambiental de la compensación

La medida propuesta establece inicialmente una relación de **1:1 entre la superficie forestal afectada y la superficie destinada a reforestación**, resultando en una meta de **249.814800 ha**.

La equivalencia ambiental se sustentará no solamente en la superficie, sino en la utilización de **especies nativas**, la compatibilidad ambiental de los sitios receptores, la recuperación de cobertura vegetal y el establecimiento de vegetación en superficies actualmente transformadas, particularmente pastizales cultivados, pastizales inducidos o áreas agrícolas ubicadas dentro del AP.

Consulta Pública

De esta manera, la medida busca que por cada hectárea de vegetación forestal afectada por el CUSTF se establezca una hectárea de reforestación con especies nativas, acompañada de actividades de mantenimiento y seguimiento que permitan evaluar su establecimiento y evolución.

La compensación mediante reforestación será adicional e independiente de las 415.79 ha sujetas a restauración, de las cuales 315.31 ha corresponden a superficies de ocupación temporal y 100.48 ha a superficies de ocupación permanente. Las primeras serán objeto de restauración conforme sean liberadas y dejen de ser requeridas por las actividades constructivas, mientras que las superficies permanentes serán restauradas al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura. Por consiguiente, las superficies restauradas no serán contabilizadas para cumplir la meta de 249.814800 ha de compensación mediante reforestación, evitando una doble contabilización de las medidas ambientales.

Tabla 35. Medidas de compensación y restauración ambiental

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo indicadores y unidades
Programa de Reforestación (PE7) – Compensación. Reforestación de **249.814800 ha**, equivalente en una relación **1:1** a la superficie forestal afectada por CUSTF. Se utilizarán especies nativas, mediante material procedente del rescate de germoplasma y su posterior producción y/o mediante adquisición de planta en viveros establecidos en la región. La ejecución y mantenimiento se desarrollarán conforme al programa específico y al avance de las actividades del Proyecto.	Dentro del **AR** en superficies no destinadas a afectación por las obras, priorizando áreas actualmente ocupadas por **Matorral cultivado, Matorral inducido y agricultura** que presenten aptitud para su intervención. Los sitios definitivos serán determinados mediante verificación previa de campo.	**Cumplimiento:** superficie reforestada (ha); número de plantas establecidas (individuos); especies nativas utilizadas (número); avance respecto de la meta (%). **Eficacia:** supervivencia (%); cobertura vegetal recuperada (%); densidad de individuos establecidos (ind/ha); superficie con establecimiento satisfactorio (ha).
Programa de Restauración (PE8) – Restauración. Recuperación progresiva de 415.79 ha correspondientes a la superficie de intervención del Proyecto, integrada por 315.31 ha de ocupación temporal y 100.48 ha de ocupación permanente. Comprenderá limpieza, descompactación/escarificación, restitución del terreno, reincorporación del suelo superficial, control de erosión y recuperación de cobertura vegetal, así como el retiro de instalaciones e infraestructura cuando corresponda. En las superficies temporales, su ejecución será escalonada conforme sean liberadas; mientras que en las superficies permanentes se realizará al término de la vida útil del Proyecto, una vez efectuado el desmantelamiento de la infraestructura. Por su parte, la restauración de las superficies de ocupación permanente se llevará a cabo al término de la vida útil del Proyecto, conforme avance el retiro y desmantelamiento de los aerogeneradores y demás infraestructura	Superficies de intervención del Proyecto sujetas a restauración: las de ocupación temporal conforme sean liberadas y dejen de ser requeridas, y las de ocupación permanente una vez concluida la vida útil del Proyecto y efectuado el desmantelamiento de la infraestructura.	**Cumplimiento:** superficie restaurada (ha); avance respecto de la meta (%). **Eficacia:** supervivencia (%); cobertura vegetal recuperada (%); densidad de individuos establecidos (ind/ha); superficie restaurada satisfactoria (ha).

Consulta Pública

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo indicadores y unidades
permanente, de manera que las superficies liberadas puedan incorporarse progresivamente a las acciones de recuperación previstas en el PE8.		

Consulta Pública

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

SECTOR ENERGÍA - EÓLICA

PARQUE EÓLICO MONTECRISTO

Capitulo V

Consulta Pública

THERMION

Un paso adelante | A step ahead

CONTENIDO

LISTADO DE ARCHIVOS EDITABLES 2
DOCUMENTACIÓN LEGAL 4
IMÁGENES Y OTROS ANEXOS 4
ESTUDIOS ESPECÍFICOS 6
MEMORIAS DE CÁLCULO 7
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 8

Consulta Pública

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

LISTADO DE ARCHIVOS EDITABLES

2. ***Anexos digitales PEM***

Capitulo I

- Afectación PESG
  - Coordenadas obras.xlsx
  - COORDENADAS_coponentes_PEM.xlsx
  - POLIGONOS FORESTALES.xlsx
  - SUPERFICIES_PEM.xlsx
- PESG Implantación y ocupaciones
  - 260825_PESG_ADP_COORD_UTM14N

Anexos Capitulo III

- Incidencias del proyecto.xslx
- Poligonos forestales_PEM.xslx
- Anexos Fauna
  - III.3 Especies Potenciales
    - Fauna potencial_PE.xlsx
  - III.4 Metodologías de muestreos en AP, AI y RE
    - Sitios de Muestreo_Fauna_AI-PEM.xlsx
    - Sitios de Muestreo_Fauna_AP-PEM.xlsx
    - Sitios de Muestreo_Fauna_RE-PEM.xlsx
    - TABLAS DE COORDENADAS_PEM.xlsx
  - III.5 Especies identificadas en campo, endémicas y en la NOM-059
    - Especies en la NOM-059
      - ESPECIES PROTEGIDAS.xlsx
      - Fauna normada_Ai_PEM. xlsx
      - Fauna normada_RE_PEM.xlsx
      - Sp_PEM_NOM-059-SEMARNAT-2010
    - Representatividad de los muestreos_AI
      - CURVAS DE ACUMULACIÓN_AI.xlsx
      - Esfuerzo de muestreo.xlsx
    - Representatividad de los muestreos_AP
      - CURVAS DE ACUMULACIÓN_AI.xlsx
      - Esfuerzo de muestreo.xlsx
    - Representatividad de los muestreos_RE
      - CURVAS DE ACUMULACIÓN_AI.xlsx
      - Esfuerzo de muestreo.xlsx

Consulta Pública

- Listado de especies identificadas en campo_AI.xslx
- Listado de especies identificadas en campo_AP.xlsx
- Listado de especies identificadas en campo_RE.xlsx
- Listado individuos por especie que se pretenden afectar.xlsx
- Representatividad de los muestreos_COMPARATIVA.xlsx
- Resumen de monitoreos RE, AI y AP.xlsx

III.6 Índices de diversidad biológica

- ÍNDICES DE DIVERSIDAD MET_AI.xlsx
- ÍNDICES DE DIVERSIDAD MET_AP.xlsx
- ÍNDICES DE DIVERSIDAD MET_RE.xlsx
- ÍNDICES DE DIVERSIDAD VEG_AI.xlsx
- ÍNDICES DE DIVERSIDAD VEG_AP.xlsx
- ÍNDICES DE DIVERSIDAD VEG_RE.xlsx
- Temporadas de monitoreo, índices de diversidad – MÉTODOS.xlsx
- Temporadas de monitoreo, índices de diversidad – Quiropteros.xlsx
- Temporadas de monitoreo, índices de diversidad_VEG.xlsx

Flora

- BD_AI_INDICES.xlsx
- BD_AP_INDICES.xlsx
- BD_RE_INDICES.xlsx
- CALCULO DE AFECTACION.xlsx
- Coordenadas_puntos_muestreo_AP_AI_RE.xlsx
- Esfuerzo de muestreo_PEM_AI.xlsx
- Esfuerzo de muestreo_PEM_AP.xlsx
- Esfuerzo de muestreo_PEM_RE.xlsx
- Listado_Potencial.xlsx
- POLIGONOS FORESTALES_PEM.xlsx

Delimitacion RE

- COORDENADAS UTM_RE.xlsx

Factores socioeconomicos_PEM.docx
incidencias del proyecto.xlsx
Poligonos forestales_PEM

Anexos Capitulo IV

Bibliografia

- Bibliografia impactos

MEMORIA DE CALCULO_IMPACTOS

- INTERACCION_FINAL
- MATRICES_CONESA

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

Consulta Pública

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.docx
ANEXO
COORDENADAS_POLIGONOS DE REFORESTACIÓN.xlsx
PROGRAMA DE RESTAURACIÓN
PROGRAMA DE RESTAURACIÓN.docx
ANEXO
COORDENADAS_POLIGONOS DE RESTAURACIÓN.xlsx
PROYECTOS AUTORIZADOS_RE.xlsx
SIG
Coordenadas_AI

3. Capítulos MIA

Capitulo I PEM.docx
Capitulo II PEM.docx
Capitulo III PEM.docx
Capitulo IV PEM.docx
Capitulo V.Anexos.docx

DOCUMENTACIÓN LEGAL

1. Anexos Legales MIA PESG

1. Acta No. 257 Ampliación Objeto Social)
1. Acta No. 60242 de Cia Eolica de Reynosa S.A. de C.V. del 15_11_2024
2. INE Representante Legal GRCM
3. Acta No. 166 de Cia Eolica de Reynosa S.A. de C.V. del 09_08_2026
4. Tarifas- criterios ambientales tabla A y B PEM
5. HOJA AYUDA PEM
6. Comprobante de pago
7. Protesta DVD PEM
8. Oficio Ingreso
9. FF-SEMARNAT
10. Cedula Responsable Técnico
11. CSF

IMÁGENES Y OTROS ANEXOS

Elemento	Enlace al archivo digital	Fecha de elaboración
Imagen satelital		
Capitulo I	IOMX.6324101.00-CMC-P-800-KMZ-LAYOUT GENERAL MONTECRISTO_VF2	18-09-2026
Componentes_PEM	ÁREA DE PROYECTO	10-09-2026

Consulta Pública

	CIMENTACIÓN_MTC	14-09-2026
	PLATAFORMA, ALMACEN Y OFICINAS	18-09-2026
	SUPERFICIES_DE_AFECTACION	10-09-2026
Capítulo IV Programa de reforestación	Anexo Polígonos de reforestación Polígonos de restauracion	23-09-2026
Capítulo IV Programa de restauración	Anexo POLÍGONOS DE RESTAURACIÓN	23-09-2026
Mapas		
Capitulo I Planos y mapas	IOMX.6324101.00-CMC-P-100-G-LAYOUT GENERAL MONTECRISTO_R0C	19-08-2026
	Traslape plataforma y cimentacion	28-09-2026
	Ubicación del proyecto	21-09-2026
Capitulo II Cartografia	Corrientes de agua en Ap	21-09-2026
	Cuerpos de agua en AP	21-09-2026
Capítulo III	Anexos Fauna III.5 Especies identificadas en campo, endémicas y en la NOM-059 Especies en la NOM-059 Mapas de SP protegidas PEM ANFIBIOS_AI ANFIBIOS_RE AVES_AI AVES_RE MAMÍFEROS_AI MAMÍFEROS_RE REPTILES_AI REPTILES_RE Mapas monitoreo Puntos_AI Puntos_AP Puntos_CHI_AI Puntos_CHI_AP Puntos_CHI_RE Puntos_RE Transectos_AI Transectos_AP Transectos_RE	14-09-2026
	Anexos Flora Mapas Mapa_Muest_AI Mapa_Muest_AP Mapa_Muest_RE Mapa_Superficies forestales en el AP Mapa_USyV_AI Mapa_USyv_AP Mapa_USyV_RE	 06-09-2026 14-09-2026 06-09-2026 14-09-2026 06-09-2026 14-09-2026 06-09-2026

Consulta Pública

	Delimitacion RE Región ecológica	24-09-2026
Planos		
Capitulo I	IOMX.6324101.00-CMC-P-100-G-LAYOUT GENERAL MONTECRISTO_R0C	19-08-2026
Otros (Shp)		
Capitulo I	Área de proyecto	10-09-2026
	BESS	18-09-2026
	Calzada	18-09-2026
	Cimentaciones	18-09-2026
	CUSTF área de afectcion	10-09-2026
	DDV polígonos	18-09-2026
	Estrucutra aerogeneradores	18-09-2026
	Plataforma, almacen y oficinas	18-09-2026
	Polígonos CUSTF PEM	11-09-2026
	SET	20-09-2026
	Superficie de afectación	10-09-2026
	Torres meteorológicas	18-09-2026
	USYV área de afectación	10-09-2026
Capítulo III	Delimitación RE Región ecológica	27-07-2026
	Poligonos CUSTF PEM Polígonos CUSTF PEM	11-09-2026
Otros (fichas)		
Capitulo I	Ficha técnica Nordex 175	17-08-2026
	Ficha técnica SAE	17-08-2026

ESTUDIOS ESPECÍFICOS

Enlace al archivo	Nombre del estudio	Responsable de elaboración	Fecha de elaboración
Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo.	Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo		01-10-2026
Estudio de alturas de vuelo de aves.	Estudio de colision de fauna voladora y alturas de vuelo		01-10-2026
Estudio de colisión y electrocución de fauna voladora.	Estudio de colisión de fauna voladora y alturas de vuelo		01-10-2026

Consulta Pública

MEMORIAS DE CÁLCULO

Enlace al archivo	Nombre	Fecha de elaboración
Capitulo III Anexos fauna	III.5 Especies identificadas en campo, endémicas y en la NOM-059 Representatividad de los muestreos_AI CURVAS DE ACUMULACIÓN_AI.xlsx Esfuerzo de muestreo.xlsx Representatividad de los muestreos_AP CURVAS DE ACUMULACIÓN_AI.xlsx Esfuerzo de muestreo.xlsx Representatividad de los muestreos_RE CURVAS DE ACUMULACIÓN_AI.xlsx Esfuerzo de muestreo.xlsx III.6 Índices de diversidad biológica ÍNDICES DE DIVERSIDAD MET_AI.xlsx ÍNDICES DE DIVERSIDAD MET_AP.xlsx ÍNDICES DE DIVERSIDAD MET_RE.xlsx ÍNDICES DE DIVERSIDAD VEG_AI.xlsx ÍNDICES DE DIVERSIDAD VEG_AP.xlsx ÍNDICES DE DIVERSIDAD VEG_RE.xlsx Temporadas de monitoreo, índices de diversidad – MÉTODOS.xlsx Temporadas de monitoreo, índices de diversidad – Quiropteros.xlsx Temporadas de monitoreo, índices de diversidad_VEG.xlsx	14-09-2026
	Flora BD_AI_INDICES.xlsx BD_AP_INDICES.xlsx BD_RE_INDICES.xlsx CALCULO DE AFECTACION.xlsx	15-09-2026
Capitulo IV	MEMORIA DE CALCULO_IMPACTOS INTERACCION_FINAL MATRICES_CONESA	 22-09-2026 10-09-2026

Consulta Pública

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Adams, A. M., Jantzen, M. K., Hamilton, R. M. y M. B. Fenton. 2012. Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution.* 3:992-998.

Allen G. M. 1939. Bats: biology, behavior and folklore. Mineola: Dover Publications, Inc.

Armstrong, A., Waldron, S., Whitaker, J. and Ostle, N.J. 2014. Wind farm and solar park effects on plant–soil carbon cycling: uncertain impacts of changes in ground-level microclimate. Glob Change Biol, 20: 1699-1706. https://doi.org/10.1111/gcb.12437

Arnett, E.B., Brown, W.K., Erickson, W.P., Fiedler, J.K., Hamilton, B.L., Henry, T.H., Jain, A., Johnson, G.D., Kerns, J., Koford, R.R., Nicholson, C.P., O'Connell, T.J., Piorkowski, M.D., Tankersley, R.D., 2008. Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. J. Wildl. Manag. 72, 61–78.

Arriaga-Flores, J.C., A. Moreno-Valdez, I. Castro-Arellano, E.R. Rodríguez-Ruiz, A. Rodríguez-Moreno y C.S. Venegas-Barrera. 2024. Murciélagos. En: La biodiversidad en Tamaulipas. Estudio de Estado. Vol. ii. CONABIO, México, pp. 546-557.

Arriaga-Flores J. C. 2010. Notas ecológicas acerca de los murciélagos capturados en un transecto del cañón de "La Peregrina", Ejido La Libertad, Municipio de Victoria, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Tamaulipas, México. 123 pp.

Atienza *et al*. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos. SEO/BirdLife.

Azamar Alonso, A., & García Beltrán, Y. M. 2021. Diagnosis and risks of the wind energy in Mexico. Revista de Geografía Agrícola, (67), 27–45. https://doi.org/10.5154/r.rga.2021.67.02

Bach, L., y U. Rahmel. 2004. Summary of wind turbine impacts on bats—assessment of a conflict. Bremer Beiträge fúr Naturkunde und Naturschutz 7:245–252.

Baerwald, E. F., Patterson, W. P. & Barclay, R. M. R. 2014. Origins of migratory patterns of bats killed by wind turbines in southern Alberta: evidence from stable isotopes. Ecosphere 5, 1–17.

Baerwald, E. F. 2008. Variation in the activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities in southern Alberta: causes and consequences. M.S. thesis, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.

Baerwald, E. F., y R. M. R. Barclay. 2009. Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. Journal of Mammalogy 90:1341–1349.

Bildstein, K.L., y K. Meyer. 2000. Sharp-shinned Hawk (*Accipiter striatus*). En: A. Poole y F. Gill (eds.), *The birds of North America, No. 482*. The Birds of North America, Inc., Filadelfia, pp. 1-28.

Bošnjaković, M.; Hrka´c, F.; Stoi´c, M.; Hradovi, I. 2024. Environmental Impact of Wind Farms. .Environments, 11, 257. Doi: https://doi.org/10.3390/environments11110257

Brinkløv, S., Kalko, E.K.V. y A. Surlykke. 2009. Intense echolocation calls from two 'whispering' bats, Artibeus jamaicensis and Macrophyllum macrophyllum (Phyllostomidae). *The Journal of Experimental Biology*. 212: 11–20.

Briones-Salas, M. y Martín-Regalado, N. 2016. Murciélagos en los alrededores de los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Bol. Red. Latin. Cons. Murc. 7(1); 3-8.

Brower, L. P., Fink, L. S. y P. Walford. 2006. Fueling the fall migration of the monarch butterfly. Integrative and Comparative Biology, 46(6): 1123–1142.

Consulta Pública

Cade, T. J., M. Martell, P. Redig, T. Septon, and H. Tordoff. 1996. Peregrine Falcons in urban North America. p.396 in D. Bird, D. Varland, and J. Negro (eds.). Raptors in human landscapes, Academic Press Limited,London, San Diego.

Castañeda-Olvera, D.R. 2020. Impactos ecosociales de los parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec, México. Revista temas sociológicos 27; 559-593. DOI: 10.29344/07196458.27.2464.

Castillo Jara, E. 2011. Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, 4(12).

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J. y R.A. Medellín. 2002. The mammals of Mexico: Composition, distribution, and conservation status. Occasional Papers of the Museum, Texas Tech University, 218: 1-27.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Chace, J. F., and J. J. Walsh. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. Landscape and Urban Planning 74:46–69.

CITES. 2020. https://www.cites.org/esp/app/appendices.php

Clarke, F. M., Pio, D. V. y P. A. Racey. 2005. A comparison of logging systemsand bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology*, 19: 1194–1204.

Cleveland, C.J., M. Betke, P. Federico, J.D. Frank, T.G. Hallam. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment* **4**: 238-243.

Cockrum, E. L. 1969. Migration in the guano bat, Tadarida brasiliensis. Miscellaneous Publications, The University of Kansas Museum of Natural History, 51, 303–336.

Committee on Environmental Impacts of Wind-Energy Projects [consulta en línea], 2007, Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, en la National Academies Press, pp.39.

Committee on Environmental Impacts of Wind-Energy Projects [consulta en línea], 2007, Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, insx National Academies Press, pp.395.

CONAFOR. 2019. manual de restauración forestal. México. 57 p.

CONAFOR. 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico. 66 p.

Cruz-Lara, L. E., Lorenzo, C., Soto, L., Naranjo, E. y Ramírez-Marcial, N. 2004. Diversidad de mamíferos en palmetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana, 20: 63–81.

Cryan P.M. 2003. Seasonal distribution of migratory tree bats (*Lasiurus and Lasionycteris*) in North America. J. Mammal. 84: 579–593.

Cryan P.M., y J. R. Veilleux. 2007. Migration and use of autumn, winter, and spring roosts by tree bats. In: Lacki MJ, Hayes HJP, and Kurta A., editors. Bats in forests: conservation and management. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. pp. 153–175.

Cryan, P. M., y A. C. Brown. 2007. Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. Biological Conservation 139:1–11.

del Hoyo, J., A. Elliott y J. Sargatal (eds.). 1999. *Handbook of the birds of the world*. Vol 5. *Barn-Owls to Hummingbirds*. Lynx Editions, Barcelona.

del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal. 1994. Handbook of the Birds of the World, vol. 2: New World Vultures to Guineafowl. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

DOF. 2010. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.

Consulta Pública

DOI. 2022. Decreto gubernamental por el que se declara como área natural protegida con la categoría de paisaje natural, denominado “de la mariposa monarca”, localizado en los municipios de Antiguo Morelos, Bustamante, Jaumave, Miquihuana, Nuevo Morelos, Ocampo, Palmillas y Tula, en el estado de Tamaulipas.

Drewitt, A.L. & Langston, R. H. W. 2006. Assesing the impacts of wind farms in birds. British Ornithologists’ Union, Ibis, 148, 29–42. DOI:10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x

Dürr, T., y L. Bach. 2004. Bat deaths and wind turbines: a review of current knowledge, and of the information available in the database for Germany. Bremer Beitra¨ge fu¨ r Naturkunde und Naturschutz 7:253–264.

Ecological Society of America (ESA). (2019). Impacts to wildlife of wind energy siting and operation in the United States. https://southcentralclimate.org/wp-content/uploads/2020/02/2019-Wind-turbines-and-wildlife-Issues-in-Ecol.pdf

Edkins, 2008. Impacts of wind energy development on birds and bats: looking into the problem. FPL Energy (University of Oxford).

Ellison, L. E. 2008. Summary and analysis of the U.S. government Bat Banding Program. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1363, 1–117.

Erickson *et al.* 2002. Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. Informe de Bonneville Power Administration.

Escalante Pliego, P., A.M. Sada y J. Robles Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. Agrupación Sierra Madre, México.

Espinosa-Organista, D., Ocegueda Cruz, S., Aguilar Zuñiga, C., Flores-Villela, O. y J. Llorente-Bousquets. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: CONABIO. Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Fleming T. H., y P. Eby. 2003. Ecology of bat migration. In: Kunz TH, Fenton B, editors. Bat Ecology. Chicago: The University of Chicago Press. pp. 156–208.

Foo, C.F., Bennett, V.J., Hale, A.M, Korstian, J.M., Schildt, A.J. & Williams, D.A. 2017. Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. PeerJ. DOI 10.7717/peerj.3985.

García Fernández, G., Belmonte Serrato, F., & Rivera Ortiz, P. 2012. Problemas de erosión eólica en Tamaulipas (México). En E. Andrade Limas, F. Belmonte Serrato & A. Romero Díaz (Coords.), Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos de Tamaulipas (México). Regiones norte y altiplano (pp. 129-158). Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.

García-Luis, M. y Briones-Salas, M. 2017. Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parque eólicos del trópico de México. vista Mexicana de Biodiversidad 88; 888-898. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.018

García-Morales, R., Badano, E. I. y Moreno, C. E. 2013. Response of Neo-tropical bat assemblages to human land use. *Conservation Biology*. 27:1096–1106.

GBIF Global Biodiversity Information Facility. 2020. http://www.gbif.org/species.

Glass, B. P. 1982. Seasonal movements of Mexican freetail bats *Tadarida brasiliensis mexicana* banded in the Great Plains. Southwestern Naturalist, 27, 127–133.

González-García, F. y H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-154. In: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.). Conservación de aves. Experiencias en México. CIPAMEX, CONABIO, NFWF, México D.F.

Consulta Pública

Gordon, C., & Poe, A. 2014. Evaluación de riesgo para aves, murciélagos y mariposas monarca del Parque de Energía Eólica de Coahuila [Borrador pre-decisión preparado para EDP Renovables de Norte América LLC]. Western EcoSystems Technology, Inc..

Griffin, D.R. 1958. Listening in the Dark. Yale University Press, New Haven, Connecticut.

Griffin, D. R., Webster, F. A. y C. R. Michael. 1960. The echolocation of flying insects by bats. *Animal Behaviour.* 8:141–154.

Guerra, P. A., Merlin, C., Gegear, R. J. & Reppert, S. M. 2012. Discordant timing between antennae disrupts sun compass orientation in migratory monarch butterflies. *Nat. Commun.* 3, 958.

Guerra, P. A., Gegear, R. J. y S. M. Reppert. 2014. A magnetic compass aids monarchs butterfly migration. *Nature Communications.* 5:4164.

Fenton, M. B. 2002. Bat natural history and echolocation. Pp. 2-6 in Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis (Brigham, R. M., E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, y H. J. G. A. Limpens, eds.). Bat Conservation International. Austin, TX.

Hammerson, G. A., Kling, M., Harkness, M., Ormes, M. y B.E. Young. 2017. Strong geographic and temporal patterns in conservation status of North American Bats. Biological Conservation. 212: 144-152.

Hayes, M.A., 2013. Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. Bioscience 63, 975–979.

Hayes, M. A., Cryan, P. M. y M. B. Wunder. 2015. Seasonally-dynamic presence -only species distribution models foar a cryptic migratory bat impacted by wind energy development. *PLoS ONE*. 10(7) 1-20.

Hayes, J. P., Ober, H. K. y R. E. Sherwin. 2009. Survey and monitoring of bats. In: Ecological and behavioral methods for the study of bats (Kunz, T. H. y S. Parsons eds.). pp. 112- 132. The Johns Hopkins University Press. 911 pp.

Hecker K. R. y R. M, Brigham. 1999. Does moonlight change vertical stratification of activity by forest-dwelling insectivorous bats? *J Mammal*. 80:1196–1201.

Hernández Gutiérrez, J. C., & López-Rodríguez, G. 2025. Transición energética en el Valle del Almanzora: impactos ambientales y desarrollo rural. Revista CENTRA De Ciencias Sociales, 4(2), 107–124. https://doi.org/10.54790/rccs.129

Horn *et al*. 2008. Behavioral Responses of Bats to Operating Wind Turbines. The Journal of Wildlife Management.

Howell, S. N. G. and S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. New York.

Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C. y Rodrigues, L. 2005. Bat migrations in Europe: a review of banding data and literatura. German Agency for Nature Conservation.

Hutto, R. 1986. Migratory landbirds in Mexico: A vanishing habitat. *Western Wildlands* 11: 12-16.

IUCN. 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. http://www.iucnredlist.org/

I-Chun Tsai, Pei-Rong Hsieh, Cheng-Wei Lin, Chung-Cheh Chou, Chia-Ying Tu, Chao-Tzuen Cheng, Huang-Hsiung Hsu. 2025. Integrated assessment of wind energy's emission and meteorological effects on PM2.5 in Taiwan.

Johnsgard, P.A. 1997. *The hummingbirds of North America*, 2a. ed., Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willig, M.R. y P.A. Racey. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*. 8: 93–115.

Kalko, E. K. V., y H. U. Schnitzler. 1989. The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, Myotis daubentoni. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 24:225–238.

Consulta Pública

Karlsson, B.L., Eklof J. y J. Rydell. 2002. No lunar phobia in swarming insectivorous bats (family Vespertilionidae). *J Zool* 256:473–477

Kauffman, K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L.C. China. 392 pp.

Krebs, C. J. 2001. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 5ª ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 pp.

Kurta, A., G. P. Bell, K. A. Nagy y T. H. Kunz. 1989. Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little brown bats (Myotis lucifugus). Physiological Zoology 62:804–818.

Kuvlesky, W. P., JR., L. A. Brennan, M. L. Morrison, K. K. Boydston, B. M. Ballard, y F. C. Bryant. 2007. Wind energy development and wildlife conservation: challenges and opportunities. Journal of Wildlife Management 71:2487–2498.

Lacki, M. J., S. K. Amelon, y M. J. Baker. 2007. Foraging ecology of bats in forests. Pp. 82–127 in Bats in forests: conservation and management (M. J. Lacki, J. P. Hayes, and A. Kurta, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Lamb, Juliet & Gulka, Julia & Adams, Evan & Cook, Aonghais & Williams, Kathryn. 2024. A synthetic analysis of post-construction displacement and attraction of marine birds at offshore wind energy installations. Environmental Impact Assessment Review. 108. 10.1016/j.eiar.2024.107611.

Lang, A. B., Kalko, E. K. V., Römer, H., Bockholdt, C. y D. K. N. Dechmann. 2006. Activity levels of bats and katydids in relation to the lunar cycle. Oecologia. 146:659-666.

Ley General de Vida Silvestre. 2000. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 03 de julio de 2000. México, D.F.

Ma, B., Yang, J., Chen, X., Zhang, L., & Zeng, W. 2023. Revealing the ecological impact of low-speed mountain wind power on vegetation and soil erosion in South China: A case study of a typical wind farm in Yunnan. Journal of Cleaner Production, 419, Doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138020.

Madero-Farías, A. y De la Luz Sada, I. 2015. Guía del observador de aves de Nuevo León. Fondo Editorial de Nuevo León. México. 431 pp.

MacSwiney G., M. C., Clarke, F. M. y P. A. Racey. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors at maximising inventory completeness in Neotropical bat assemblages. Journal of Applied Ecology 45(5): 1364-1371.

MacSwiney, M.C. 2018. Integración y elaboración del Programa de Estudio Regional de murciélagos a ejecutarse en la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.

Malcolm, S.B., Cockrell, B.J., y L. P. Brower. 1993. Spring recolonization of eastern North America by the monarch butterfly: successive brood or single sweep migration? En: Malcolm S.B., Zalucki, M.P., editors. Biology and conservation of the monarch butterfly. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County. p 253–67.

Manso-Morato, J., Hurtado-Alonso, N., Skaf, M., Revilla-Cuesta, V. & Ortega-López, V. 2025. Life cycle assessment of concrete with wind turbine blade waste: A real case study. Environmental Impact Assessment Review 115. Doi: https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.107992

Mata-Balderas, J. M., Francisco-Santos, J., Treviño-Garza, E., & Mata-Balderas, E. 2024. Landscape and vegetation analysis in an area of wind farms in the northeast of Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 30(1). https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.11.081

Consulta Pública

McCracken, G.F., M.K. McCracken y A.T. Vawter. 1994. Genetic structure in migratory populations of the bat *Tadarida brasiliensis mexicana*. *Journal of Mammalogy* **75**: 500-514.

McGuire, L. P., Guglielmo, C. G., Mackenzie, S. A. y Taylor, P. D. 2011. Migratory bat stopover in the long-distance migrant silver-haired bat, Lasionycteris noctivagans. Journal of Animal Ecology 81, 377–385.

McKenna, R., et al., 2025. System impacts of wind energy developments: Key research challenges and opportunities. Joule (9); 1-27. Doi: https://doi.org/10.1016/j.joule.2024.11.016

Medellín, R.A., Arita, H.T. y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México: claves de campo. Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México.

Medellín, R.A., Abreu-Grobois, A., del Coro Arizmendi, M., Mellink, E., Ruelas, E., Santana, E. y J. Urbán. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 459-515.

Merlin, C., Gegear, R. J. & Reppert, S. M. 2009. Antennal circadian clocks coordinate sun compass orientation in migratory monarch butterflies. *Science.* 325:1700–1704

Meyer C.F.J., Schwarz C.J., y J. Fahr. 2004. Activity patterns and habitat preferences of insectivorous bats in a West African forest-savanna mosaic. *J Trop Ecol* .20:1–14

Miller, B. W. 2001. A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. Acta Chiropterologica 3: 93-105.

Montaño-Centellas, F., Moya, M. I., Aguirre, L. F., Garzón, R., Palabral,O., Hurtado, R., et al. 2015. Community and species-level responses of phyllostomid bats to a disturbance gradient in the tropical Andes. *Acta Oecologica*. 63: 1–17.

Moreno-Valdez, A. y E. P. Vázques-Farías. 2005, Los mamíferos terrestres de México. Biodiversidad tamaulipeca Vol. 1. Tamaulipas, México.

Müller, J., Brandl, R., Buchner, J., Pretzsch, H., Seifert, S., Strätz,C., Veith, M. y B. Fenton. 2013. From ground to above canopy-bat activity in mature forests is driven by vegetation density and height. Forest Ecology and Management 306: 179-184.

Navarro, A.G., y H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Ciencias* (número especial) 7: 45-53.

Negraeff, O.E., y R. M. Brigham. 1995. The influence of moonlight on the activity of little brown bats (Myotis lucifugus). Int J Mammal Biol. 60:330–336

Neyra, L. y L. Durand. 1998. Biodiversidad. La diversidad Biológica de México: Estudio del país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

NWCC. 2010. Wind Turbine interactions with birds bats and their habitats. www.nationalwind.org.

Ornelas, J.F., y M.C. Arizmendi. 1995. Altitudinal migration: Implications for the conservation of the neotropical migrant avifauna of western Mexico, en M.H. Wilson y S.A. Sader (eds.), *Conservation of neotropical migratory birds in Mexico*, pp. 98-112. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Orono.

Ortega- Álvarez, R., L. A. Sánchez-González, H. Berlanga, V. Rodríguez-Contreras y V. Vargas. 2012. Iniciativa de monitoreo de aves en áreas bajo influencia de actividades productivas promovidas por el corredor biológico mesoamericano-México. Manual para monitores comunitarios de aves. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte-México (NABCI-México), Corredor Biológico Mesoamericano-México (CBM-M) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 32 pp.

Ortega Elorza, L. E., y Morán Escamilla, J. D. 2025. Modernización forzada en zonas áridas: disrupción del paisaje en el altiplano de San Luis Potosí, México. En J. D. Morán Escamilla,

Consulta Pública

A. Cano Aguilar, y L. E. Ortega Elorza (Coords.), Desiertos del norte mexicano. Formas de investigación sobre los desafíos para el sostenimiento de la vida en las zonas áridas y semiáridas (pp. 23-48). El Colegio de San Luis.

Pennycuick, C.J. 1969. The mechanics of bird migration. *Ibis* **111**: 525-556.

Pennycuick, C.J. 1975. Mechanics of flight, en D.S. Farner y J.R. King (eds.), *Avian biology*, Vol. 5. Academic Press, Nueva York, pp. 1-75.

Percival, S.M. 2003. Birds and wind farms in Irenlan: A rewiew of potential issues and impact assement. Ecology Consulting, 71: 1-25.

Perry, R. W., D. A. Saugey, and B. G. Crump. 2010. Winter roosting ecology of silver-haired bats in an Arkansas forest. Southeastern Naturalist. 9:563–572.

Peterson, R. T. y E.L. Chalif. 2008. Aves de Mexico, guía de campo. Ed. Diana. Mexico. 473 pp.

Popa-Lisseanu A.G., y C.C. Voight. 2009. Bats on the move. J Mammal. 90: 1283–1289.

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; De Santo, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Ramírez-Albores, Jorge E.; Martínez V., Francisco; Vásquez S., J. 2007. Clemente Listado avifaunístico de un matorral espinoso tamaulipeco del noreste de México Huitzil. *Revista Mexicana de Ornitología* 8(1):1-1.

Rappole, J.H. 1995. The ecology of migrant birds: A neotropical perspective. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Rebolo-Ifrán, N., Lois, N.A. & Lambertucci, S.A. 2025. Wind energy development in Latin America and the Caribbean: Risk assessment for flying vertebrates. Environmental Impact Assessment Review 112. Doi: https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107798

Reith, C.C. 1982. Insectivorous bats fly in shadows to avoid moonlight. *J Mammal* 63:685–688

Reppert, S. M., Guerra, P. A. y C. Merlin. 2016. Neurobiology of monarch butterfly migration. *Annu. Rev. Entomol.* 61:25-42.

Robles-Guerrero, F.G. 2017. Impactos a la biodiversidad por parques eólicos en el noreste de México. Política, Globalidad y Ciudadanía 3 (6); 1-11. Doi: https://doi.org/10.29105/pgc3.6-3

Ruelas, E., L.J. Goodrich, S.W. Hoffman y R. Tingay. 2000. Conservation strategies for the world's largest raptor migration flyway: Veracruz, the river of raptors, en R.D. Chancellor y B.U. Meyburg (eds.), *Raptors at risk.* Proceedings of 5th World Conference on Birds of Prey and Owls. The World Working Group on Birds of Prey and Owls, Towcester, RU, pp. 591-596.

Ruelas, E., J.E. Montejo, S.W. Hoffman y L.J. Goodrich. 2002. The migration of the hook-billed kite (*Chondrohierax uncinatus*). Third North American Ornithological Conference, 24 a 28 de septiembre de 2002, Nueva Orleans.

Ruelas, E. 2005. Raptor and wading bird migration in Veracruz, Mexico: Spatial and temporal dynamics, flight performance, and monitoring applications. PhD Thesis, University of Missouri, Columbia.

Ruelas, E., S.W. Hoffman y L.J. Goodrich. 2005. Stopover ecology of neotropical migrants in Central Veracruz, Mexico, en C.J. Ralph y T.D. Rich (eds.), *Bird conservation implementation and integration in the Americas: Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference*, 20 a 24 de marzo de 2002, Asilomar, California. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, pp. 657-672.

Ruf T. y F. Geiser . 2014. Daily torpor and hibernation in birds and mammals. Biol Rev 1-38.

Consulta Pública

Russell, A.L., R.A. Medellín y G.F. McCracken. 2005. Genetic variation and migration in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Molecular Ecology* **14**: 2207-2222.

Russo, D. y G. Jones. 2015 Bats as bioindicators: an introduction. *Mammalian Biology.* 80, 157–158.

Sánchez-Cordero V., Martínez, E., Botello, F., Flores, J. J., Ibarra, A., García, G., Lira, A., Espinoza, A., Moreno, E., Y A. Hernández. 2015. Identificación de los sitios prioritarios para la conservación y conectividad de la ruta migratoria y los sitios de hibernación de la Mariposa Monarca en México, Informe Final. Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C., Instituto de Biología, UNAM, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ciudad de México, México. 122 p.

Santos-Moreno, A. y C. Kraker-Castañeda. 2013. Comparación de sistemas de detección ultrasónica para actividad relativa de murciélagos insectívoros. *Therya.* 4(1): 61-68.

Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. y J. de la Maza. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Schmidt-Koenig, K. 1979. Directions of migrating monarch butterflies (*Danaus plexippus*; Danaidae; Lepidoptera) in some parts of the eastern United States. *Behav. Process*. 4: 73–78.

Schnitzler, H. y E. V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience.* 51:557-569.

SEMARNAT-CONANP. 2018. Plan de acción para la conservación de la mariposa monarca en México, 2018-2024. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Shawn-Smallwood. 2009. Influence of behavior on bird mortality in wind energy developments. The Journal of Wildlife Management.

Simmons, N. B., y R. S. Voss. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: A Neotropical lowland rainforest fauna part 1. Bats. Bulletin of the American Museum of NaturalHistory 237: 1-219.

Simón Gómez, J. L. 2025. Afecciones de los grandes parques eólicos al terreno y al patrimonio geo-lógico. kult-ur, 12 (23). https://doi.org/10.6035/kult-ur.8660

Sosnicki, J. 2012. "*Tadarida brasiliensis*". Animal Diversity Web. https://animaldiversity.org/accounts/Tadarida_brasiliensis/

Speakman, J. R., y D. M. Thomas. 2003. Physiological ecology and energetics of bats. Pp. 430–492 in Bat ecology (T. H. Kunz and M.B. Fenton, eds.). University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Steffens, R., U. Zö Phel, y D. Brockmann. 2007. 40th anniversary Bat Marking Centre Dresden: evaluation of methods and overview of results. Saxon State Office for Environment and Geology, Dresden, Germany.

Tuttle, M. D. y A. Moreno. 2005. Murciélagos cavernícolas del Norte de Mexico. Bat Conservation International. USA. 49 pp.

Uribe Rivera, M. Á. 2025. Propuesta de lineamientos para el monitoreo, evaluación, prevención y mitigación de los impactos de los parques eólicos sobre la quiropterofauna en México [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Baja California].

Uribe-Rivera, M.A., A.A. Guevara-Carrizales, G. Ruiz-Campos. 2018. Mortalidad incidental de aves paseriformes en un parque eólico del noroeste de México. Huitzil 20(1):487. doi: https://doi. org/10.28947/hrmo.2019.20.1.377.

US Fish and Wildlife Service. 2012. US Fish and Wildlife service land-based wind energy guidelines. http://www.fws.gov.

Consulta Pública

Van der Winden, J., van Vliet, F., Patterson, A., y Lane, B. (Eds.). 2014. Tecnologías de energía renovable y especies migratorias: Directrices para una implementación sostenible (Proyecto preliminar). Bureau Waardenburg bv; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) / Convención sobre las Especies Migratorias (CMS).

Van Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princenton University Press. Hong Kong. 336 pp.

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

Villa, B. 1967. Los murciélagos de México. Su importancia en la Economía y la Salubridad. Su clasificación Sistemática. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 491 pp.

Waiping, V, y M.B. Fenton. 1988. Nonselective mating in little Brown bats (Myotis lucifugus). *J Mammal* 69:641–645

Wassenaar, L. I. y K. A. Hobson. 1998. Natal origins of migratory monarch butterflies at wintering colonies in Mexico: new isotopic evidence. Proc Natl Acad Sci USA 95:15436–9.

Williams, C. B. 1940. The analysis of four years captures of insects in a light trap, part 2: the effect of weather conditions on insect activity; and the estimation and forecasting of changes in the insect population. *Trans R Entomol Soc Lond*. 90:227–306

Williams, T., Ireland, L. y J. Williams. 1973. High altitude flights of the free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis*, observed with radar. Journal of Mammalogy, 54/4: 807-821.

Williams-Guillén. K. y I. Perfecto. 2011. Ensamble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry Systems. PlosONE 6:1-10.

Wilson, D. E., Medellin R., Dirk V. L. y H. T. Arita. 1985. Los Murciélagos del Noreste de México, con una lista de especies. Acta Zoológica Mexicana 8:1-26.

Witmer, G. W. 2005. Wildlife population monitoring: some practical considerations. *Wildlife Research.* 32:259-263.

Xia, Z., Li, Y., Guo, S., Zhang, Y., Pan, X., Fang, H., Chen, R., & Du, P. 2025. Assessment of forest disturbance and soil erosion in wind farm project using satellite observations. Resources, Conservation and Recycling, 212, 107934. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107934.

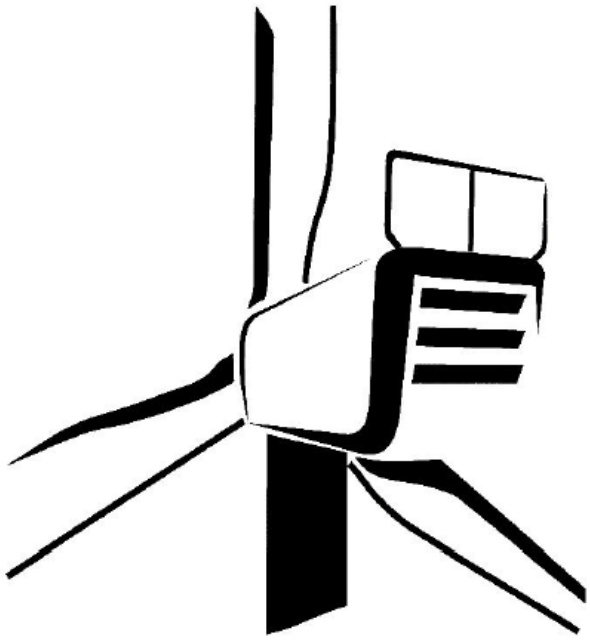
Zalles, J.I., y K.L. Bildstein. 2000. *Raptor watch: A global directory of raptor migration sites*. *BirdLife Conservation Series No. 9.* BirdLife International-Hawk Mountain Sanctuary, Kempton.

Zamora-Gutiérrez, V., López-González, C., MacSwiney-González, M. C., Fenton, B., Jones, G., Kalko, E. K. V., Puechmaille, S. J., Stathopoulos, V. y K. E. Jones. 2016. Acoustic identification of Mexican bats based on taxonomic and ecological constraints on call design. *Methods in ecology and Evolution*. 7:1082-1091.

Zhang, P. et al., Research progress on the impact of wind farms on climate and ecology, Research in Cold and Arid Regions, https://doi.org/10.1016/j.rcar.2026.06.00

Consulta Pública

NORDEX acciona Windpower	DOCUMENTACIÓN GENERAL	Doc.: **9003362** Rev.: 15
DESCRIPCIÓN TÉCNICA Delta4000 – N175/6.X		Página: **1 / 25**



- Documento original -

Idioma: EN – English

Departamento: Ingeniería/CPS

[redacted]

Este documento, incluyendo cualquier presentación de su contenido total o parcial, es propiedad intelectual de Nordex Energy SE & Co. KG. La información contenida en este documento está destinada exclusivamente a empleados de Nordex y a empleados de socios y subcontratistas de confianza de Nordex Energy SE & Co. KG, Nordex SE y sus empresas afiliadas según lo definido en la sección 15 y siguientes de la Ley Alemana de Sociedades Anónimas (AktG) y nunca (ni siquiera en extractos) debe ser divulgada a terceros.

Todos los derechos reservados.

© 2025 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburgo, Alemania

Este documento contiene información sobre los derechos de propiedad que pertenecen al Grupo Nordex y no pueden ser copiados, utilizados, publicados ni divulgados en ningún tipo a terceros sin el consentimiento previo por escrito del personal autorizado dentro del Grupo Nordex. Toda la información contenida en este documento debe mantenerse en secreto y utilizarse únicamente para el beneficio exclusivo del Grupo Nordex.

Dirección del fabricante según la Directiva de Maquinaria

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburgo

Alemania

Tel.: +49 (0)40 300 30 -1000

Fax: +49 (0)40 300 30 -1101

info@nordex-online.com

http://www.nordex-online.com

Validez

Serie de productos / Tipo de turbina	Producto
Delta4000	N175/6.X

Índice

1	**Estructura**	**6**
1.1	Torre	6
1.2	Rotor	7
1.3	Góndola	8
1.4	Sistemas auxiliares	10
	1.4.1 Sistema de lubricación automática	10
	1.4.2 Calentadores	10
	1.4.3 Polipasto y viga transversal de cadena E	10
	1.4.4 Sistema de refrigeración	10
2	**Sistema de control y eléctrico**	**11**
2.1	Sistemas de seguridad	12
2.2	Protección contra rayos/sobretensiones, compatibilidad electromagnética (EMC)	12
2.3	Sistema de tensión media (MV)	12
2.4	Tipos de rejilla de baja tensión	13
2.5	Potencia auxiliar del WT	14
3	**Opciones**	**15**
4	**Datos técnicos**	**16**
4.1	Diseño técnico	16
4.2	Torres	17
4.3	Rotor y palas del rotor	17
4.4	Nacelle	18
	4.4.1 Eje del rotor	18
	4.4.2 Freno y caja de cambios	18
	4.4.3 Polipastos y vigas transversales de cadena E	20
4.5	Sistema eléctrico	20
	4.5.1 Transformación	21
	4.5.2 Equipos de maniobras MV	22
	4.5.3 Generador	23
4.6	Sistema de refrigeración	23
4.7	Sistema de notas	24
4.8	Sistema de guiñada	24

4.9 Protección contra la corrosión 25

4.10 Sistemas de automatización 25

1 Estructura

El aerogenerador Nordex N175/6.X (WT) es un motor de velocidad variable con un diámetro del rotor de 175 m y una potencia nominal de hasta 7000 kW, que puede adaptarse a la ubicación correspondiente. El WT está diseñado para la clase S según IEC 61400-1 o para la zona eólica S según DIBt 2012 y está disponible en versiones de 50 Hz y 60 Hz.

A WT N175/6.X consta de los siguientes componentes principales:

- Rotor con cubo de rotor, tres palas y sistema de paso
- Góndola con eje y rodamiento del rotor, caja de cambios, generador, sistema de guiñada, transformador y convertidor de media tensión (MV)
- Torre tubular de acero o torre híbrida con equipo de maniobras MV

1.1 Torre

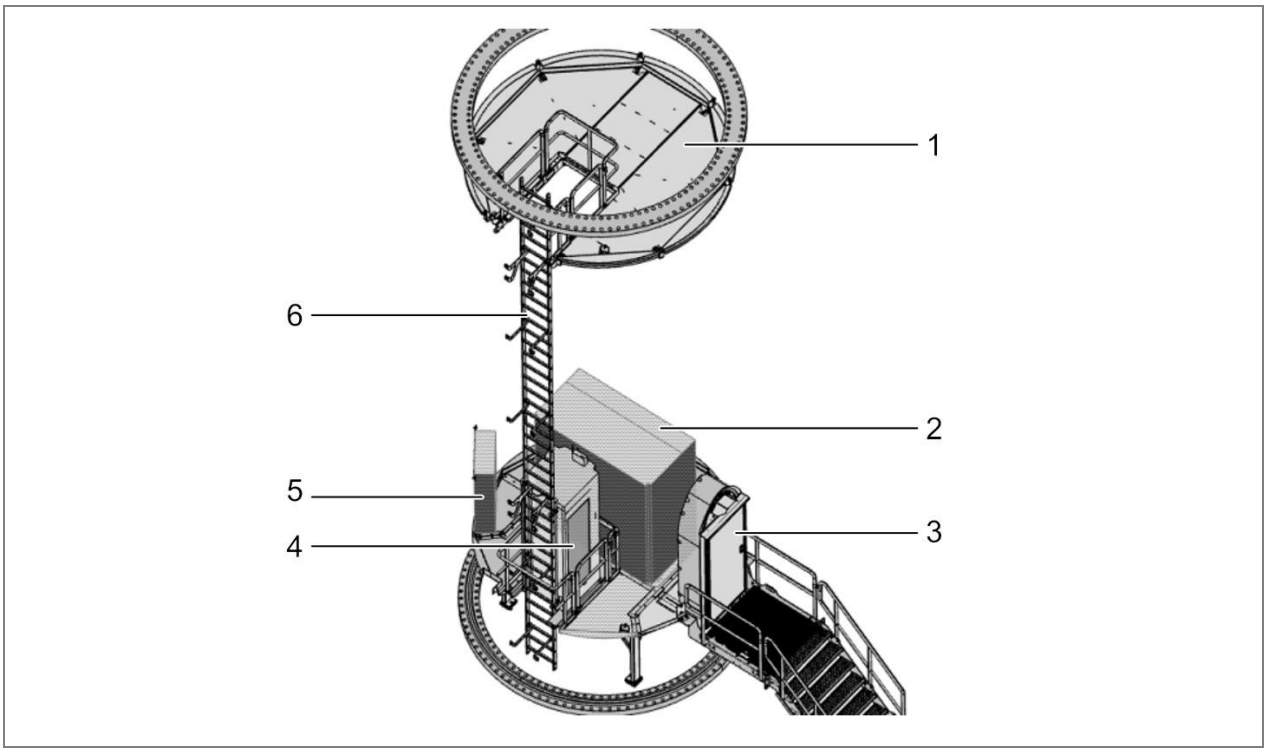


Figura 1: Instalaciones en la sección inferior de la torre tubular de acero con un ascensor de servicio (diferente en el caso de un asistente de ascenso)

1. *Plataforma de brida*
2. *Equipos de maniobras MV*
3. *Acceso a torres*
4. *Ascensor de servicio de torre*
5. *Armario de control*
6. *Camino de escaleras*

El N175/6.X WT puede montarse sobre una torre de acero o sobre una torre híbrida. La torre tubular de acero consta de varias secciones cónicas o cilíndricas. Esta torre está atornillada a la jaula de anclajes incrustada en la cimentación. La parte inferior de la torre híbrida consta de una torre de hormigón y la parte superior de una torre tubular de acero.

Una asistencia para la ascensión, por ejemplo, un ascensor de servicio o un asistente de ascenso, la escalera vertical con sistema de protección contra caídas, así como plataformas de descanso y trabajo dentro de la torre, permiten un ascenso a la góndola protegido contra la intemperie.

La estructura de cimentación de todas las torres depende de las condiciones del suelo en la ubicación prevista.

1.2 Rotor

El rotor consta del cubo del rotor con tres rodamientos de giro, el sistema de paso para el ajuste de las palas y tres palas del rotor.

El buje del rotor **consta de un elemento base con sistema de soporte y un spinner. El elemento base consiste en una estructura rígida de fundición, sobre la que se ensamblan los rodamientos de paso y las palas del rotor. El cubo del rotor está cubierto con el spinner, que permite el acceso directo desde la góndola hasta el buje del rotor.**

Las palas del rotor **están fabricadas con plástico reforzado con fibra de vidrio y fibra de carbono de alta calidad. Las palas del rotor se prueban estática y dinámicamente según IECRE OD501 y OD501-1 con IEC 61400-23:2014.**

El sistema de paso **se utiliza para ajustar el ángulo de paso de las palas del rotor establecido por el sistema de control. Para cada pala individual del rotor, el sistema de paso consta de un accionamiento electromecánico con motor trifásico, un engranaje planetario y un piñón de accionamiento, así como una unidad de control con convertidor de frecuencia y fuente de alimentación de emergencia. La fuente de alimentación y la transmisión de señal se realizan mediante un anillo rozante en la góndola.**

1.3 Góndola

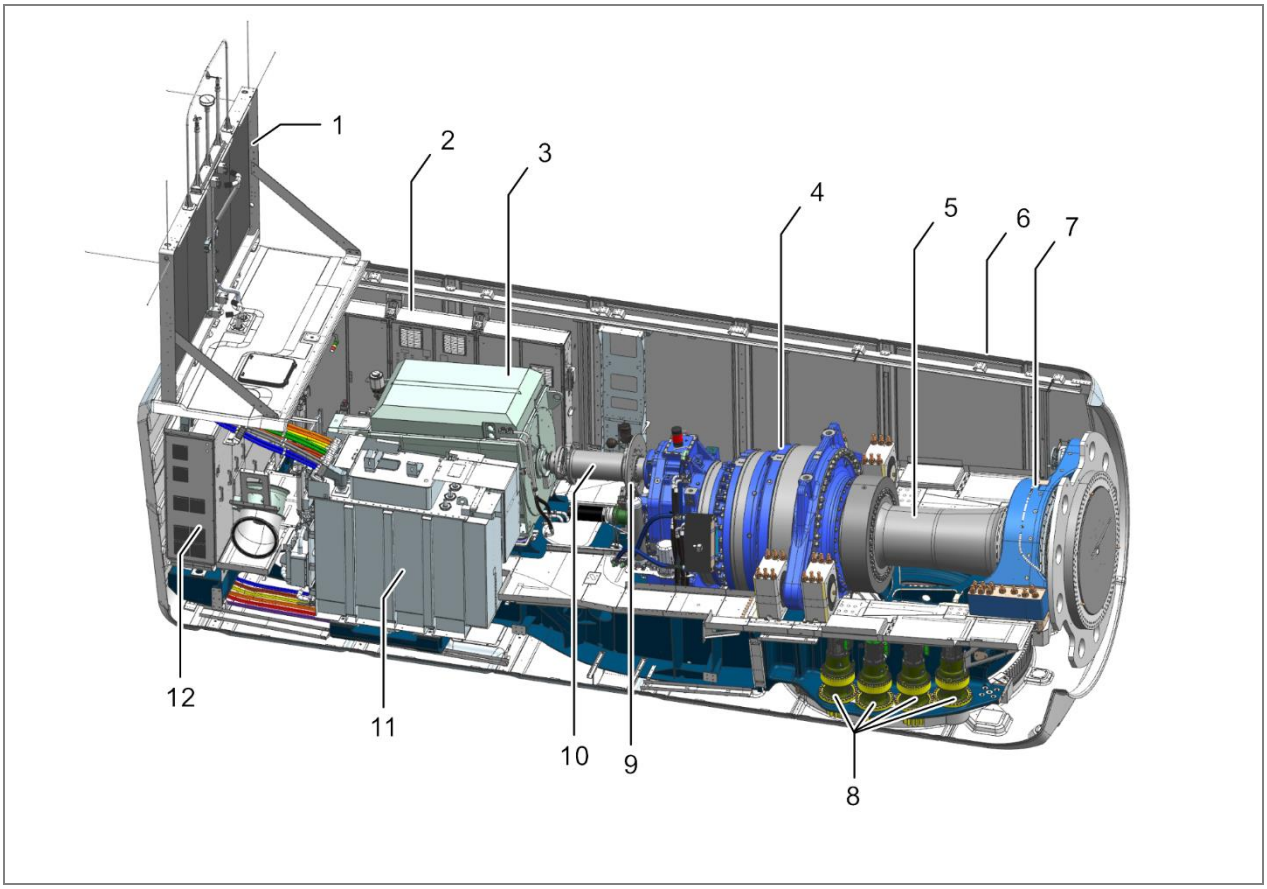


Figura 2: Representación esquemática de la góndola (ilustración ejemplar)

1. *Refrigerador pasivo 2. Armario de conmutadores*
3. *Generador 4. Caja de cambios*
5. *Eje del rotor 6. Viviendas de las góndolas*
7. *Rodamiento del rotor 8. Impulsos de guiñada*
9. *Freno de disco 10. Acoplamiento*
11. *Transformador 12. Convertidor*

La góndola contiene los principales componentes mecánicos y eléctricos del WT.

El eje del rotor **transmite el movimiento rotatorio del rotor a la caja de cambios y está montado en el cojinete del rotor de la góndola. Un bloqueo de rotor está integrado en la carcasa del cojinete del rotor para proporcionar un bloqueo mecánico fiable del rotor.**

El freno mecánico de rotor se utiliza para bloquear el disco durante el mantenimiento. La bomba hidráulica genera suficiente presión de aceite.

La caja de cambios **aumenta la velocidad del rotor hasta alcanzar la velocidad requerida para el generador. Los rodamientos y los engranajes se lubrican continuamente con aceite. Un elemento filtrante combinado con filtros gruesos, finos y ultrafinos retiene partículas sólidas. El sistema de control supervisa la contaminación del elemento filtrante. El aceite de engranajes utilizado para lubricar también enfría la caja de cambios. Las temperaturas de los rodamientos de la caja de cambios y del aceite se monitorizan continuamente.**

Si aún no se ha alcanzado la temperatura óptima de funcionamiento, un bypass térmico devuelve el aceite de engranajes directamente a la caja de cambios. Solo cuando la temperatura del aceite de la caja de cambios alcanza un nivel predeterminado, el aceite de la transmisión se enfría mediante un enfriador de aceite/agua, que está situado directamente sobre la caja de cambios. Esto mantiene la temperatura del aceite de la caja de cambios dentro de un rango estrecho durante el funcionamiento.

El acoplamiento **actúa como una conexión de transmisión de potencia entre la caja de cambios y el generador.**

El generador **es una máquina de inducción de 6 polos con doble alimentación. El generador dispone de un intercambiador de calor aire-agua incorporado y está conectado al circuito de refrigeración.**

El convertidor **conecta la red eléctrica al generador, lo que significa que el generador puede funcionar con velocidades de rotación variables.**

El transformador **convierte la baja tensión del sistema generador-convertidor en tensión media de la red del parque eólico. El transformador se enfría mediante la conexión al circuito de refrigeración.**

El armario de conmutación **contiene todos los componentes eléctricos necesarios para controlar y suministrar el WT.**

El agua de refrigeración se vuelve a enfriar mediante un enfriador pasivo en el tejado de la góndola.

Los impulsos de guiñada **hacen girar la góndola de forma óptima contra el viento. Los accionamientos de guiñada están situados en el bastidor de la máquina en la góndola. Un sistema de guiñada consta de un motor eléctrico, un engranaje planetario de varias etapas y un piñón de transmisión. Los piñones de transmisión se engranan con el engranaje externo del cojinete de guiñada. En la posición alineada, la góndola se mantiene con los impulsores de guiñada.**

Todos los conjuntos de góndolas están protegidos contra el viento y las condiciones meteorológicas mediante un **alojamiento de góndolas.**

1.4 Sistemas auxiliares

1.4.1 Sistema de lubricación automática

El rodamiento del generador, el engranaje de los cojinetes de paso, el rodamiento del rotor y el engranaje del rodamiento de guiñada están equipados cada uno con un sistema automático de lubricación.

1.4.2 Calentadores

La caja de cambios, el generador, el circuito de refrigeración y todos los armarios de interruptores correspondientes están equipados con calefactores.

1.4.3 Polipasto y viga transversal de cadena E

En la góndola se instala un polipasto eléctrico de cadena , que se utiliza para elevar herramientas, componentes y otros materiales de trabajo desde el suelo hasta la góndola.

Se prepara una viga transversal que incluye un carro deslizante para el uso de un polipasto manual de cadena para mover los materiales dentro de la góndola.

1.4.4 Sistema de refrigeración

Dos circuitos de refrigeración separados aseguran la refrigeración de los componentes grandes. El convertidor y la caja de cambios se enfrían en un circuito de refrigeración y el generador y el transformador en el otro.

Ambos circuitos de refrigeración están conectados a enfriadores pasivos en el techo de la góndola, en los que se vuelve a enfriar el agua.

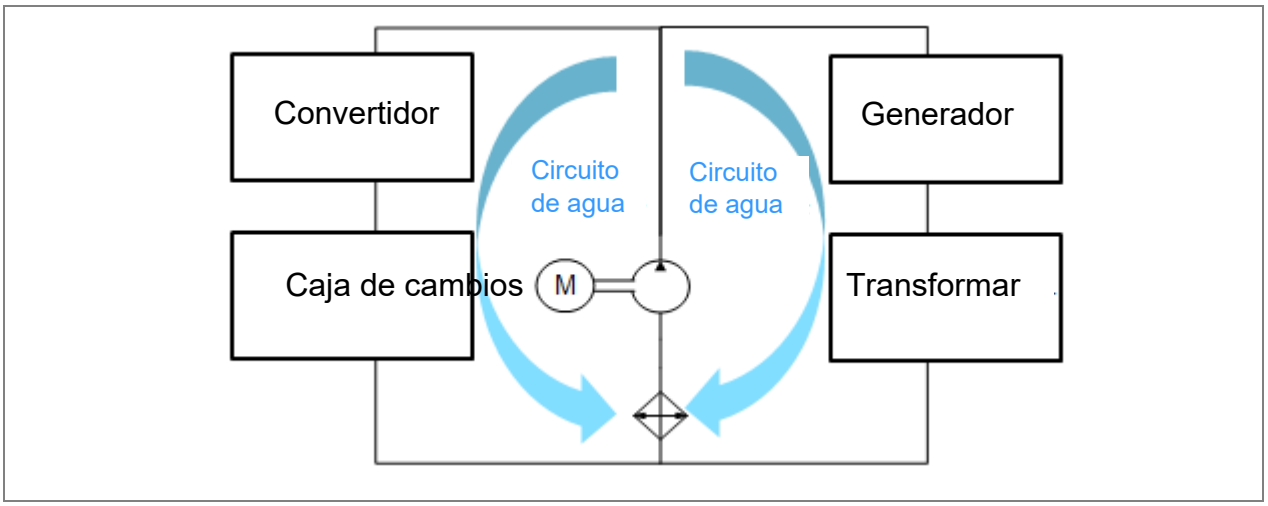


Figura 3: Representación esquemática del circuito de refrigeración

2 Sistema de control y eléctrico

El WT funciona automáticamente. Un controlador lógico programable (PLC) monitoriza continuamente los parámetros operativos utilizando varios sensores, compara los valores reales con los puntos de ajuste correspondientes y emite las señales de control requeridas a los componentes WT. Los parámetros de funcionamiento son especificados por Nordex y adaptados a la ubicación individual. El controlador se encuentra en un armario de control en la base de la torre.

Cuando no hay viento, el WT permanece en modo ralentí. Solo varios sistemas auxiliares están operativos o activados según sea necesario: por ejemplo, calefactores, lubricación de engranajes o PLC, que monitoriza los datos del sistema de medición del viento. Todos los demás sistemas están apagados y no consumen energía. El rotor está en ralentí. Cuando se alcanza la velocidad del viento de entrada , el WT cambia a la condición de "listo para operar". Ahora que todos los sistemas están probados, la góndola se convierte en el viento y las palas del rotor se giran hacia el viento. Cuando se alcanza cierta velocidad, el generador se conecta a la red y el WT produce energía eléctrica.

A bajas velocidades de viento, el WT opera a carga parcial. Las palas del rotor permanecen giradas hacia el viento al máximo. La potencia producida por el WT depende de la velocidad del viento.

Cuando se alcanza la velocidad nominal del viento, el WT cambia al rango de carga nominal. Si la velocidad del viento sigue aumentando, el control de velocidad cambia el ángulo de las palas del rotor para que la velocidad del rotor y, por tanto, la potencia de salida del WT permanezcan constantes.

El sistema de guiñada asegura que la góndola esté siempre alineada de forma óptima con el viento. Para ello, dos sistemas separados de medición del viento en la góndola miden la dirección del viento. Solo se utiliza un sistema de medición del viento para el sistema de control, mientras que el segundo sistema supervisa el primero y se encarga en caso de fallo del primero. Si la dirección del viento medida se desvía demasiado de la alineación de la góndola, la góndola queda guistada hacia el viento.

La energía del viento absorbida por el rotor se convierte en energía eléctrica mediante una máquina de inducción de doble alimentación con rotor de anillo rozante. Su estator está conectado directamente, y el rotor está conectado mediante un convertidor de frecuencia especialmente controlado al transformador MV, que conecta la turbina a la red. Como resultado, solo una parte de la energía necesita ser enrutada a través del convertidor, lo que permite bajas pérdidas en el sistema eléctrico.

2.1 Sistemas de seguridad

Los Nordex WT están equipados con equipos técnicos y dispositivos que protegen a las personas y los sistemas y aseguran un funcionamiento continuo. La turbina completa está diseñada conforme a la Directiva de Maquinaria 2006/42/CE y certificada conforme a la IEC 61400.

Los parámetros relacionados con la seguridad en el control del sistema se monitorizan de forma continua. Los datos de los sensores de los sensores seguros se transmiten a través de un sistema de bus seguro al controlador de la caja fuerte para su evaluación. Si se superan los parámetros especificados, el sistema se detiene mediante actuadores y se pone en estado seguro.

Dependiendo de la causa del corte, se activan diferentes programas de frenos. En caso de causas externas, como velocidades de viento excesivas o temperaturas de funcionamiento inferiores, el WT se frena suavemente mediante ajuste de las palas del disco. Se utilizan otras funciones de seguridad para detener los discos de forma segura durante trabajos de mantenimiento.

2.2 Protección contra rayos/sobretensiones, compatibilidad electromagnética (EMC)

La protección contra rayos/sobretensiones del WT se basa en el concepto de zona de protección contra rayos compatible con EMC, que incluye la implementación de medidas internas y externas de protección contra rayos/sobretensiones conforme a la norma IEC 61400-24. El WT está diseñado de acuerdo con el nivel I de protección contra rayos.

El WT, con su equipo eléctrico, consumidores, la medición, control, protección, tecnología de la información y telecomunicaciones, cumple con los requisitos de EMC según
IEC 61400-1.

2.3 Sistema de tensión media (MV)

Los componentes de MV se utilizan para conectar un WT a la red de MV del parque eólico o al operador local de la red. La base de la torre contiene el equipo de manobras MV. Consiste en un módulo de protección de transformador, que utiliza la combinación de un relé de protección junto con un interruptor automático, y al menos una unidad de cable anular como predeterminada y hasta tres unidades de cable anular como opción (dependiendo de la configuración del parque eólico). La unidad transformadora consta de un interruptor de vacío y el desconector con interruptor de tierra. La unidad de cable anular consiste en un desconector de interruptor con un interruptor de puesta a tierra. Todo el equipo de manobras de MV está montado sobre un bastidor de soporte/adaptador.

Otras características del equipo de manobras MV:

- Pruebas rutinarias de cada equipo de conmutación conforme a IEC 62271-200
- Tipo probado, aislamiento de gas
- Equipo interno para sistemas eléctricos autónomos (min. IP2X)
- Depósito de gas: revestido de metal, cerrado en metal (mínimo IP65), independiente de influencias medioambientales
- Posiciones de los interruptores mostradas "Encendido- Apagado - Aterrizado"

- Tira terminal de prueba para prueba de inyección
- Bajo mantenimiento conforme a la clase E2 (IEC 62271-100)

La protección del sistema del equipo de maniobras MV se consigue de la siguiente manera:

- Mejora de la seguridad personal y la protección del sistema en caso de arcos eléctricos mediante ensayos específicos conforme a IEC 62271-200
- Dispositivo de protección suministrado con corriente del convertidor y estabilizado para corriente de arranque como relé de protección DMT (protección independiente contra corriente máxima)
- Las aberturas de accionamiento para los equipos de conmutación están interconectadas para impedir la operación de más de una simultáneamente, y pueden bloquearse como opción
- Protección contra la corrosión de las celdas del equipo mediante galvanización por inmersión en caliente y superficies pintadas
- Alivio de presión mediante un conducto absorbente de presión en caso de arco eléctrico
- Para EE. UU. y Canadá, el equipo de manobras MV incluye una ventana junto con una cámara instalada en el depósito de gas para poder comprobar la desconexión física de los interruptores

El transformador **y el convertidor** están situados en la góndola. El transformador está especificado conforme a IEC 60076-16.

Los componentes de acero del transformador están diseñados para la clase de protección contra la corrosión C3 (H). Las medidas de protección adicionales son las siguientes:

- Depósito conectado a tierra (transformador éster)
- Protección contra sobretemperatura con sensor de temperatura y relé
- Protección hermética (fugas) y protección contra sobrepresión para transformadores éster

2.4 Tipos de rejilla de baja tensión

La red de baja tensión de 950 V **es el principal sistema de energía de baja tensión WT. Está aislado del suelo como red informática y red de corriente alterna trifásica. Los elementos de los dispositivos eléctricos de operación y medición de esta red están conectados directamente a tierra o mediante cables protectores equipotenciales separados. Se ha instalado un monitor central de aislamiento como otra medida de protección para la seguridad personal y de turbinas en el sistema 950-V-IT.**

La red de baja tensión de 400 V/230 V **es el sistema auxiliar de baja tensión WT. Tiene su punto neutro conectado directamente a tierra en los transformadores de red de suministro como sistema TN y sistema trifásico. El conductor de tierra del equipo PE y el conductor neutro están disponibles por separado. Los cuerpos de equipos eléctricos y consumidores, incluyendo la unión equipotencial protectora adicional, están conectados directamente, mediante conexiones protectoras de conductores de tierra, directamente a los puntos neutros de los transformadores de la red de suministro.**

2.5 Potencia auxiliar del WT

El bajo voltaje auxiliar requerido por el WT en modo de espera y de alimentación es solicitado por los siguientes consumidores:

- Control del sistema incluyendo control del convertidor principal
- Potencia auxiliar de 400 V/230 V del convertidor principal
- Suministro de UPS de 230 V CA, incluyendo alimentación de 24 V DC
- Sistema de guiñada
- Sistema de tono
- Accionamientos auxiliares como bombas, ventiladores y unidades de lubricación
- Calefacción e iluminación
- Sistemas auxiliares como elevadores de servicio y luces de obstáculos

Las mediciones a largo plazo muestran que la carga base anual media de la central auxiliar de baja tensión en operación de alimentación WT es de aproximadamente 15 kW en el valor medio medio de 10 minutos y el valor medio máximo de 10 minutos puede alcanzar hasta 25 kW/32 kVA. Estos valores ya están incluidos en las curvas de potencia. Para lugares con una velocidad media anual del viento de

Surge un consumo auxiliar de 6,5 m/s, aproximadamente 10 MWh, aunque este valor depende mucho de la ubicación.

El consumo auxiliar se define como el consumo energético del WT de la red durante un periodo en el que el WT no suministra corriente a la red.

3 Opciones

Existen diversas opciones disponibles bajo demanda como equipamiento adicional para los Nordex WT.

El uso de equipos opcionales debe coordinarse previamente con Nordex.

4 Datos técnicos

4.1 Diseño técnico

Diseño técnico	
Temperatura de supervivencia	– 40 °C a +50 °C
Rango de temperatura de funcionamiento de la Versión de Clima Normal (NCV)	– 20 °C a +40 °C 1
Rango de temperatura de funcionamiento de la Versión de Clima Frío (CCV)	– 30 °C a +40 °C 1, 4, 5
¡Para	Estándar: – 20 °C, reinicio a – 18 °C CCV: – 30 °C, reinicio a – 28 °C
Altitud máxima sobre el nivel medio del mar (MSL)	2000 m 1
Certificación	De acuerdo con IECRE-OD501 con IEC 61400 y DIBt 2012
Tipo	Rotor de 3 palas con eje horizontal Aerogenerador a favor del viento
Control de salida	Ajuste activo de una sola hoja
Potencia nominal	Hasta 7000 kW 1
Velocidad del viento nominal (con una densidad del aire de 1,225 kg/m³)	Aprox. 12,5 m/s
Rango de velocidad de funcionamiento del rotor	5,3 rpm a 10,93 rpm
Velocidad nominal del rotor	9,50 rpm
Velocidad del viento de corte	3 m/s
Velocidad del viento de corte	20 m/s (26 m/s) 2
Reducción de la velocidad del viento	19,5 m/s (25,5 m/s) 2
Vida útil calculada	25 años 3

1 Se consigue la salida nominal dependiendo del factor de potencia y la altitud de instalación hasta rangos de temperatura definidos.

2 Dependiendo del proyecto, la velocidad del viento de corte puede extenderse hasta el valor entre paréntesis.

3 La vida útil calculada especificada puede reducirse dependiendo de la ubicación y el rendimiento.

4 Por debajo de – 20 °C, la potencia máxima se reducirá de la potencia nominal a 6225 kW. Para torres o condiciones específicas, esta limitación puede eliminarse.

5 Por debajo de – 20 ºC, el corte estará limitado a 15 m/s. Para torres o condiciones específicas, esta limitación puede eliminarse.

4.2 Torres

Torres	**TS112-00**	**TS112-01**	**TS119-02**	**TS140-00**
Altura del buje *	112,0 m	112,0 m	118,6 m	140,0 m
Tipo de torre	Torre tubular de acero			
Clase de viento	IEC S DIBt S	IEC S DIBt S	IEC S	IEC S
Acabado superficial	Recubrimiento del sistema de color			
Número de secciones	6	6	5	7

Torres	**TS142-00**	**TS142-02**	**TS162-01**	**TS164-00**
Altura del buje *	142,0 m	142,0 m	162,0 m	163,5 m
Tipo de torre	Torre tubular de acero			
Clase de viento	IEC S	IEC S	IEC S	IEC S
Acabado superficial	Recubrimiento del sistema de color			
Número de secciones	7	7	8	8

Torres	**TCS162-01**	**TCS179-00**	**TCS199-00**
Altura del buje *	162,5 m	179,0 m	199,0 m
Tipo de torre	Torre híbrida		
Clase de viento	IEC S DIBt S		
Acabado superficial	Sección de acero: recubrimiento del sistema de color; Parte de hormigón: hormigón de pared claro		

* Incluye la altura de los cimientos sobre el nivel del suelo

4.3 Rotor y palas del rotor

Rotor	
Diámetro del rotor	175,0 m
Zona barrida	24053 m 2
Potencia/superficie nominal	291 W/ m 2

Ángulo de inclinación del eje del rotor	5°
Ángulo del cono de la pala	5.5°

Aspas del rotor	
Material	Plástico reforzado con fibra de vidrio y fibra de carbono
Longitud total	85,7 m

Buje del rotor	
Material del cuerpo del cubo del rotor	Fundición
Hilador de materiales	Plástico reforzado con fibra de vidrio

4.4 Nacelle

Góndola	
Estructura de soporte	Estructura de acero soldado
Revestimiento	Plástico reforzado con fibra de vidrio
Bastidor de máquina	Fundición
Bastidor del generador	Construcción de acero soldado

4.4.1 Eje del rotor

Eje del rotor/rodamiento del rotor	
Tipo	Eje hueco forjado
Material	42CrMo4 o 34CrNiMo6
Tipo de rodamientos	Rodamiento de rodillos esféricos
Lubricación	Uso regular de grasa lubricante

4.4.2 Freno y caja de cambios

Freno mecánico	
Tipo	Freno de disco accionado activamente
Ubicación	En el eje de alta velocidad

Número de pinzas de freno	1
Material de las pastillas de freno	Material orgánico de la plataforma

Caja de cambios	
Tipo	Engranaje planetario de varias etapas + etapa de engranajes delevados
Relación de engranajes	50 Hz: i = 130 60 Hz: i = 156
Lubricación	Lubricación de alimentación forzada
Cantidad de aceite incluyendo el circuito de refrigeración	Máximo 800 l
Tipo de aceite	VG 320
Temperatura máxima del aceite	Aprox. 77 °C
Cambio de aceite	Cambia, si es necesario

4.4.3 Polipastos y vigas transversales de cadena E

Polipasto de cadena de e-cadena y viga transversal	
Carga máxima del polipasto de cadena eléctrica	Mínimo 850 kg
Carga máxima de viga transversal	Carro deslizante para acomodar un polipasto manual de cadena de 1000 kg

4.5 Sistema eléctrico

Sistema eléctrico *	
Potencia nominal PnG	7000 kW
Voltaje nominal	3 × CA 950 V ±10 % (específico según el código de cuadrícula)
Corriente nominal durante la corriente reactiva completa de alimentación en Ingl.	4727 A
Potencia aparente nominal SnG en PnG	7778 kVA
Frecuencia	50 Hz y 60 Hz

* Todos los datos son valores máximos. Los valores pueden variar según el voltaje nominal, la potencia aparente nominal y la potencia activa WT.

4.5.1 Transformación

Transformar *	**50 Hz**	**60 Hz**
Peso total	Aprox. 10 t	
Medio aislante	Éster	
Tensión nominal en el lado de baja tensión, tu	950 V	
Voltaje máximo nominal en el lado de alta tensión, dependiendo de la red MV, tu	20 kV/30 kV/34 kV	
Golpes, lado de sobretensión	20 kV y 30 kV: +4 × 2,5% 34 kV: +4 × 0,5 kV	
Tensión de red, lado de alta tensión	20; 20.5; 21; 21.5; 22 kV 30; 30.75; 31.5; 32.25; 33 kV 34; 34.5; 35; 35.5; 36 kV	
Frecuencia nominal, fr	50 Hz	60 Hz
Grupo vectorial	Dy5	
Altitud de instalación (por encima del nivel de nivel superior al nivel del mar)	Hasta 2000 m	
Potencia aparente nominal, Sr	7800 kVA	
Tensión de impedancia, Uz	9 % ±10 % de tolerancia	
Índice mínimo de eficiencia máxima (UE) 2019/1783, 548/2014	99.590 %	–
Corriente de arranque	• 5,5 × IN (valor máximo)	
Pérdida de potencia ** Pérdidas sin carga Pérdidas de carga	 3050 W 80000 W	 4300 W 80700 W

* Los valores son máximos salvo que se indique lo contrario. Los valores pueden variar según el voltaje nominal, la potencia aparente nominal y la potencia activa WT.

** Valores guía

4.5.2 Equipos de maniobras MV

Equipos de maniobras MV	
Voltaje nominal (dependiente de la red MV)	24 kV 36 kV 38 kV (solo aplicable para diseño UL/CSA) 40,5 kV (solo aplicable para diseño IEC) *
Corriente nominal	50 Hz: 630 A 60 Hz: 600 A
Duración nominal de cortocircuito	1 s
Corriente nominal de cortocircuito	24 kV: 16 kA (20 kA opcional) 36/38/40,5 kV: 20 kA (25 kA opcional)
Temperatura ambiente mínima/máxima durante el funcionamiento	NCV: – 25 °C a +40 °C
	CCV: – 30 °C a +40 °C
Tipo de conexión	Cono externo tipo C según la EN 50181 Para EE. UU. y Canadá: Cono externo tipo E según IEEE 386
Gas aislante	24 kV: alternativa gaseosa libre SF 6 o SF 6 conforme al reglamento (UE) 2024/573 36 kV / 38 kV / 40,5 kV: SF6
Interruptor automático	
Número de ciclos de conmutación con corriente nominal	E2
Número de ciclos de conmutación con corriente de corte de cortocircuito	E2
Número de ciclos mecánicos de conmutación	M1
Conmutación de corrientes capacitivas	Min. C1 - bajo
Desconector de interruptor	
Número de ciclos de conmutación con corriente nominal	E3
Número de ciclos de conmutación con corriente de corte de cortocircuito	E3
Número de ciclos mecánicos de conmutación	M1

Equipos de maniobras MV	
Desconector	
Número de ciclos mecánicos de conmutación	M0
Interruptor de puesta a tierra	
Número de conmutación con corriente nominal de salida de cortocircuito	E2
Número de ciclos mecánicos de conmutación	≥ 1000

* Podrían aplicarse restricciones para la variante de 40,5 kV

4.5.3 Generador

Generador	
Tipo	Máquina de inducción doble alimentada de 6 polos
Grado de protección	IP 54 (caja de anillo corredera IP 23)
Voltaje nominal	950 V
Frecuencia	50 y 60 Hz
Polos	6
Peso	Aprox. 13,5 t

4.6 Sistema de refrigeración

Sistema de refrigeración	
Caja de cambios	
Tipo	Circuito de aceite con intercambiador de calor aceite/agua y derivación térmica
Filtros	Filtro grueso 50 µ m / filtro fino 10 µ m / filtro ultrafino <5 µ m
Generador	
Tipo	Circuito de agua con intercambiador de calor agua/aire y derivación térmica
Refrigerante	Refrigerante a base de agua/glicol

Sistema de refrigeración	
Convertidor	
Tipo	Circuito de agua con intercambiador de calor agua/aire y derivación térmica
Refrigerante	Refrigerante a base de agua/glicol
Transformar	
Refrigerante	Refrigerante a base de agua/glicol
Circuito de refrigeración	Circuito éster con intercambiador de calor éster/agua

4.7 Sistema de notas

Sistema de notas	
Rodamiento de paso	Rodamiento de contacto de cuatro puntos de doble fila
Lubricación de engranajes/canal	Lubricación regular con grasa
Conducción	Motores eléctricos que incluyen freno con resorte y engranaje planetario de varias etapas
Suministro eléctrico de emergencia	Condensadores

4.8 Sistema de guiñada

Sistema de guiñada	
Rumbo guiñada	Rodamiento de contacto de cuatro puntos de doble fila
Lubricación de engranajes/canal	Lubricación regular con grasa
Conducción	Motores eléctricos que incluyen freno con resorte y engranaje planetario de cuatro etapas
Número de drives	7 a 8
Velocidad de guiñada	Aprox. 0,4°/s

4.9 Protección contra la corrosión

Protección contra la corrosión *	Interior	Fuera
Góndola	C3	C4
Buje, incluyendo el centrifugador de materiales	C3	C4
Torre Secciones de acero Componentes de hormigón	C3 Recubrimiento del sistema de color Hormigón de cara clara	C4 Recubrimiento del sistema de color Hormigón de cara clara

* Categorías de protección contra la corrosión según ISO 12944-2

4.10 Sistemas de automatización

Sistema de automatización	
Sistema de bus de campo	Perfil
Sistema seguro de fieldbus	Profisafe vía Profinet
Control de la turbina	Control del sistema Profinet
Control de seguridad	Control integrado de seguridad

9. MVS PRODUCT SPECIFICATION

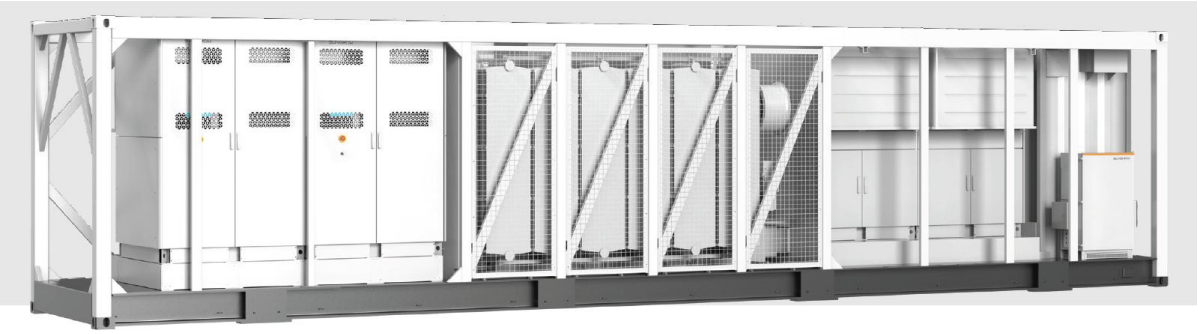


Figure 9-1: SC5000UD-MV-P3-FM (Reference)

Table 9-1: Technical Parameters of SC5000UD-MV-P3-FM

Converter DC Side	
DC voltage range	1000 ~ 1500 V
Max. DC current	1403 A * 4
No. of DC inputs	4
Converter AC Side (On-Grid)	
AC output power	5000 kVA @ 45 °C
Nominal AC voltage	690V
AC voltage range	607 – 759V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	60Hz/55~65 Hz
AC current THD	<3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power/ Adjustable power factor	>0.99 / 1 leading ~ 1 lagging
Adjustable reactive power	-100% ~ 100%
Feed-in phases / Connection phases	3/3
Converter AC Side (GFM Off-Grid)	
Converter port nominal AC voltage	690V
Converter port AC voltage range	586.5 V ~ 759 V
AC voltage Distortion	< 3 % (Linear load)
Unbalance load capacity	100% (Linear load)
Nominal voltage frequency / Voltage frequency range	60Hz/55~65 Hz
Efficiency	
Converter Max. efficiency	99%
GFM Performance Index	
Current overload (reactive current)	3In, 10s
Grid strength adaptability (machine terminal)	SCR 1.0 ~ 40
Primary frequency regulation response time	≤200ms
Inertia time constant (adjustable)	0 ~ 20s
Frequency change rate	5Hz/s
Primary frequency regulation coefficient	0.5% ~ 20%
Maximum voltage phase jump angle	±60°
Function	

HVRT/LVRT	YES
Anti-islanding protection	YES
AC overcurrent/short-circuit protection	YES
AC overvoltage/undervoltage protection	YES
AC overfrequency/underfrequency protection	YES
DC overvoltage/undervoltage protection	YES
DC reverse polarity protection	YES
Overtemperature protection	YES
Power module (IGBT) protection	YES
Communication fault protection	YES
Leakage current protection	YES
AC current imbalance protection	YES
Insulation resistance protection	YES
Black start	Yes (when equipped with SUNGROW Black Start Controller)
MV transformer	
MV/LV Voltage	34.5kV / 0.69-0.69kV
Transformer Vector	Dy11y11
Impedance	8% (tolerance±10%)
Material of Winding (MV/LV)	Aluminum / Aluminum
Cooling Method	ONAN
RMU	
Rated Voltage	40.5kV
Rated Current	600A
Units	CCV
Relay Protection	ANSI 50,50N,51,51N
Rated Short time Withstand Current	25kA/1s
General Data	
Dimension (W×H×D)	12192 mm * 2896 mm * 2 438 mm
Weight	30000 kg
Degree of protection	IP54 (Converter: IP65)
Operating ambient temperature range	-20 ~ 50˚C (> 45˚C derating)
Allowable relative humidity range	0 ~ 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	2000 m
Display	LED, WEB HMI
Communication	RS485, CAN, Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC/EN 61000-6-2, IEC/EN 61000-6-4
Grid support	L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp

Note 1: The MV Power Converter can work at all 4 quadrants with unity leading and lagging power factor.

Note 2: RCD protection will be included for all external sockets.

9.1 PCS Series in Grid-Forming Mode

9.1.1 Grid Support

This topic summarizes the grid-forming functions of the PCS units. For detailed specifications and parameter ranges, reference shall be made to “TI_20250805_UD Series Grid-Forming Technical Description_V1_EN - Mexico”.

9.1.1.1 General

The PCS Series can operate in grid-forming (GFM) mode, emulating synchronous generator behavior. Unlike conventional grid-following (GFL) converters, the PCS in GFM mode can autonomously establish voltage and frequency, provide inertia and damping, and maintain system stability in both strong and weak grids.

9.1.1.2 Technical Strengths

- Operates as a voltage source, ensuring robust voltage and frequency stability.
- Provides independent operation capability, supporting power supply even in islanded or faulted conditions.
- Delivers inertial response and oscillation damping, enhancing overall grid resilience.
- Supports continuous reactive current overload up to 110%–300% for defined durations.

9.1.1.3 Applications

- Renewable Energy Integration: Stabilizes frequency and voltage at the point of connection, mitigating variability from wind and solar.
- Microgrids: Establishes a stable voltage source for islanded or remote systems, improving supply reliability and resilience.
- Grid Services: Enables ancillary services such as peak shaving, frequency regulation, black start, and power backup.

9.1.1.4 Grid-Forming Functions

- Frequency Support: Includes frequency adaptability (46.5–53 Hz / 56.5–63 Hz), primary frequency regulation through VSG droop control, inertial response (adjustable 0.5–20 s), and damping control.
- Voltage Support: Withstands continuous operation at 0.9–1.1 pu voltage, ride-through for 0–0.9 pu (10 s) and 1.1–1.3 pu (0.5–10 s), and provides dynamic reactive support during disturbances.
- Phase Jump Response: Tolerates phase angle variations up to ±60° without disconnection.
- Overload Capability (reactive current overload): Continuous operation at 110% rated current; 120% for 2 min; 300% for 10 s.

9.1.1.5 Operation Flexibility

- Mode Switching: Supports seamless switching between GFM and GFL under grid-connected conditions (manual switchover, no shutdown, on-load). A synchronous equipment is not included and might be needed depending on project specifics.
- Black Start Capability: Units can establish voltage and frequency independently, coordinate as master/slave, and restore local grid operation without external generation. A synchronous equipment is not included and might be needed depending on project specifics.

9.1.1.6 Compliance and Standards

Default settings are aligned with recognized international standards, while parameters can be adapted to local grid codes and project-specific requirements.

10. BATTERY UNIT



Figure 10-1: ST5015UX-S-2H-AU (Reference)

Table 10-1: Specifications of Battery Container

Battery configuration	416S12P
Battery capacity (BOL) at DC side	5015kWh
System output voltage range	1123.2 ~ 1497.6V
Dimensions of battery unit (W * H * D)	6058*2896*2438 mm
Weight of battery cabinet	41.5T
Operating temperature range	-30~50°C
Relative humidity	0~100%
Max. working altitude	3000 m
Degree of protection*	IP55
Degree of anti-corrosion	C5-H
Cooling method of battery	Liquid cooling
Communication interfaces	Ethernet
Fire Suppression System	FACP, Flammable gas detector, Smoke detector, Heat detector, Sounder beacon, Alarm bell, Extinguishant abort button, Ventilation system, Pressure relief port, Manual automatic switching and emergency starting device, warning sign, Sprinkler, Explosion vent panel, Aerosol
Standard	IEC62619, IEC62933, IEC61000,UN38.3/UN3536, UL9540A,UL1973, AS / NZS3000

10.1 Battery Cell

Table 10-2: Specification of Battery Cell

Sample	Item		Specification
	Type of Battery		LFP
	Cell Dimension, W x D x H [mm] (Excluding terminals)		(174.26±0.8)×(71.65±0.5) ×(204.57±0.8) mm
	Weight (kg)		5.56±0.15kg
	Capacity [Ah] (nominal)		314
	Design Energy [Wh] (nominal)		1004.8
	Operating Voltage	Nominal (V)	3.2

10.2 Battery Module (PACK)

Table 10-3: Specification of Battery Module

Sample	Item		Specification
	Configuration		104S1P
	Design Energy [kWh] (nominal)		104.499
	Power[kW]	Continuous (CHG/DCHG)	52.2 (0.5P)
	Nominal Voltage (V)		332.8
	Operating Voltage (V)		280.8V~379.6V
	Dimension (W×D×H mm)		(790±3) * (2214±5) * (240±3)
	Weight (kg)		(660±9) kg
	Recommended application		0.5P↓

10.3 Battery RACK

Table 10-4: Specification of Battery RACK

Item	Specification
Configuration	416S1P
Key Component	4 Modules
Nominal Energy (kWh)	417.9
Nominal Voltage (Vdc)	1331.2
Operating Voltage (Vdc)	1123.2~1497.6

10.4 BMS

Table 10-5: Functions of BMS

	Level		Location
BMS	Battery Management Unit (BMU)	PACK level	Built into the PACK of the battery cabinet, manages the cells inside a single PACK.
	Battery Cluster Management Unit (CMU)	RACK level	Built into a S/G of the battery cabinet to manage PACKs within a single battery cluster (RACK).
	Battery System Controller (BSC)	System level	Built into the battery cabinet, manages battery clusters within a single battery cabinet.

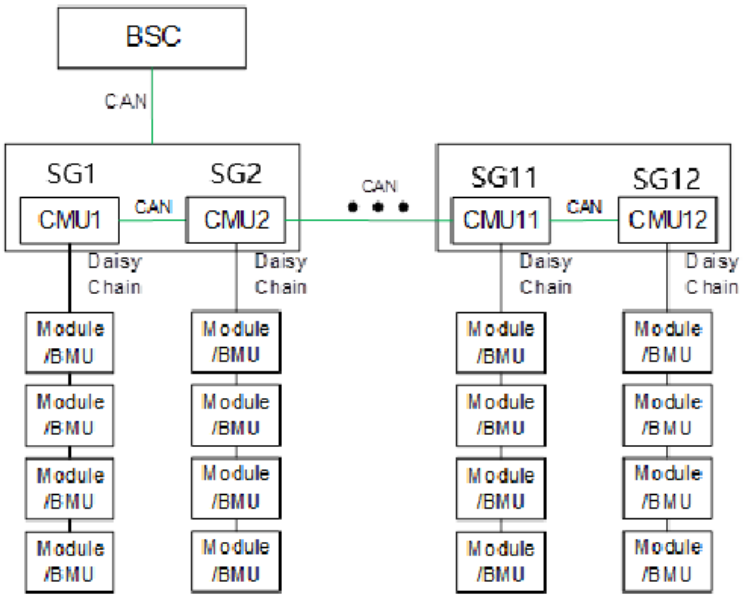


Figure 10-2: Communication Framework of BMS (Reference)

Table 10-6: Functions of BMS

BMS Level	Function Category	Specific function
BMU	Sampling	Collect battery cell voltages.
		Collect battery cell temperatures.
		Collect the temperature around the balancing circuit.
	Communication	Communicate with CMU.
	Energy management	Execute the battery passive balancing.
CMU	Sampling	Current collection: Real-time collection of the total charge and discharge current of the battery cluster.
		Voltage collection: Real-time collection of the voltage at the detection point of the high-voltage circuit of the battery RACK.
		PCB temp. collection: Collect the PCB temp. of the CMU
		DC Insulation resistance collection: Collects the insulation resistance value of the battery cluster to the casing.
		CMU power supply voltage collection: Collect the CMU working voltage.
	Battery status estimation	SOC estimation: Estimate the state of charge of battery RACKs.
		SOH estimation: Estimate the state of health of battery RACKs.
	Fault diagnosis	Battery RACK fault diagnosis: Diagnose operating states such as over-temperature, low-temperature, over-voltage, under-voltage, over-current, large temperature difference, large voltage difference, and insulation fault.
		BMS fault diagnosis: Diagnose the status of single voltage acquisition cable and temperature acquisition cable, communication status, fuse status, circuit board hardware and software faults, etc.
	Energy management	Calculate the allowable current: Calculate the maximum allowable charge and discharge current according to the current SOC and temperature.
		Battery balancing management: According to the balancing strategy, send balancing instructions to the BMU to achieve passive balancing management.
	Information management	Data record: Record the operation log, events, etc., and record the data before and after the fault.
		Software upgrade: CMU software supports one-click update through the web interface of LC or BSC.
		Data export: CMU records data export, and can specify the time range of data to be exported.
		Communication with BMU and BSC: Receive and send data information and control commands, communicate with BMU through daisy chain, communicate with BSC through CAN.
BSC	Basic function	CAN communication: Interacts with CMU data communication.
		Modbus RTU communication: Provide system BMS related data points.
		Modbus TCP/IP communication: Provide system BMS related data points.
		Input dry contact: Provide dry contact input signal and detect external input signal.
		Output dry contact: Provide output dry contact signal to achieve millisecond level management.
		Data processing: Process the data obtained from CMU.
		Data record function: It can store real-time operation data regularly.
		Fault and alarm record: Record system faults, alarm occurrence time and type.
		WEB service: Realize functions such as system and device operation information, system parameter setting/configuration, etc., and supports browsers such as IE, Chrome, and Firefox.
	Core function	Strategy control: Support the safety protection strategy
		Battery temperature management: Control the cooling capacity of the liquid cooling unit according to the cell temperature.

10.4.1 BSC

BSC is not only a system level BMS, but also a management unit of the whole battery container.



Figure 10-3: BSC (Reference)

Table 10-7:All functions of BSC

Function category		Function item	Description
BSC	Basic function	Communication	Communicate with LC, CMU.
		Data processing	Process the data obtained from CMU, and other devices in battery cabinet.
		Fault record	Record the system-level faults.
		Data record	Record real-time operation data.
		DO control	Control status of DO.
	Core function	Strategy control	Support the safety protection strategy.
		Thermal management	Insure the thermal strategy to liquid cooling system.

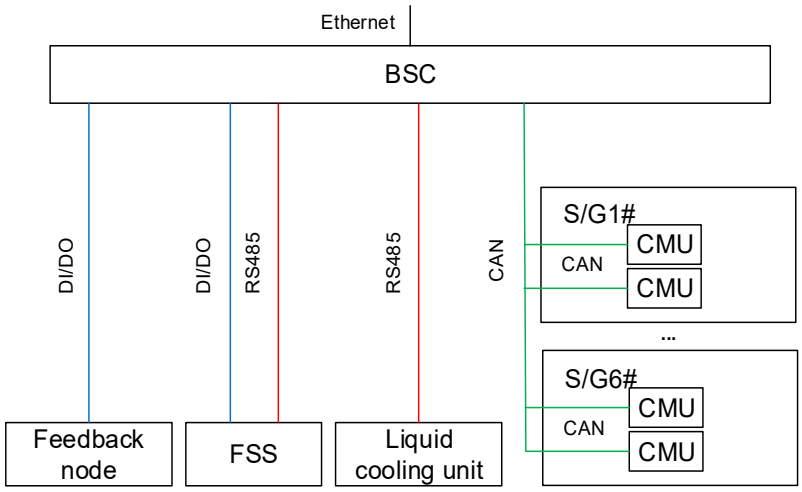


Figure 10-4: Communication Framework of a Battery Container (Reference)

11. AUXILIARY SYSTEM INTRODUCTION

11.1 Internal Heat Insulating and Flame-Retardant Layer

Specification as below:

- Container ceiling &side wall: rock wool, thickness 50mm.
- Inflaming retarding material, level A, with waterproof.

11.2 Liquid Cooling System

The battery part of the system adopts liquid cooling technology to dissipate heat. Liquid cooling technology brings less loss and better temperature uniformity. The liquid cooling system mainly comprises of pipes, pumps, heat exchangers and compressors. The coolant of the system is mixed solution of ethylene glycol and water. The coolant flows from the water inlet pipe to 6 main longitudinal branches of battery. Each main battery branch is divided into 8 branches and flows to the pack to cool the cell. After flowing out of the pack, it is summarized to the return pipe through the branch pipe and returned to the liquid cooling unit.

11.3 Fire Suppression System

11.3.1 Component of FSS

Table 11-1: Component of FSS

No.	Device
1	Smoke detector
2	Heat detector
3	FACP (block level)
4	Ventilation system
5	Sounder beacon
6	Alarm bell
7	Extinguishant abort button
8	Manual/automatic switching and emergency starting device

No.	Device
9	Warning sign
10	Flammable gas detector
11	Flammable gas detection module
12	Aerosol
13	Explosion vent panel
14	Sprinklers and dry pipes

11.3.2 FSS Equipment

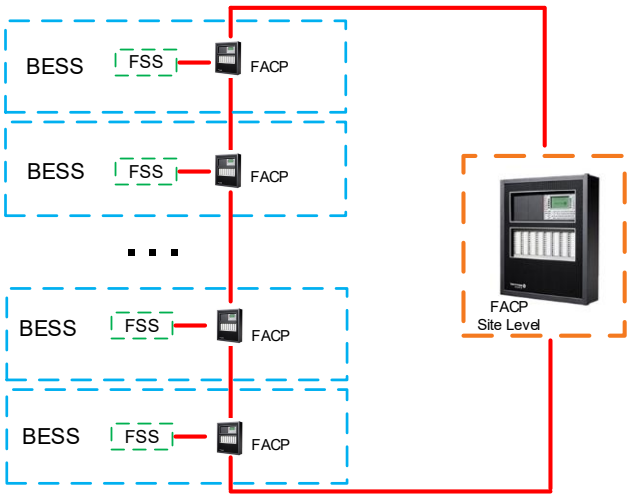


Figure 11-1: Division of Supply Scope in FSS (Reference)

FSS devices outside battery container should be considered and provided by the customer.

If the power plant requires plant-level FACP, it should be considered and provided by the customer, the customer should be responsible for the laying of communication cables and procurement, installation, and commissioning of plant-level FACPs.

11.3.3 FSS Compliance

Before signing the contract with the Seller, the Buyer shall confirm whether FSS devices in the Seller products shall be provided with separate FSS devices certification beyond the following table or meet other local FSS requirements. If so, the Buyer can contact the Seller to jointly evaluate whether additional

requirements shall be added. If it is not stated separately before signing the contract, The Seller will regard default FSS configuration as the eligible solution for this project. If the additional requirement is not stated before contract signing, and The Seller's default FSS configuration fail to meet FSS devices certification or other local FSS requirements later, The Seller will not be liable for the loss caused thereby.

Table 11-2: Standards of FSS equipment

No.	Device	Standard
1	Smoke detector	UL 268
2	Heat detector	UL 521
3	FACP	UL 864
4	Ventilation system	UL 507 EN 60079-7 EN 61000 EN 55011 EN 60950
5	Sounder beacon	UL 1636
6	Alarm bell	UL 464
7	Extinguishant abort button	UL 864-10
8	Manual/automatic switching and emergency starting device	UL 38
9	Warning sign	UL864-9
10	Flammable gas detector	UL2775 CEN/TR15276-1 ISO15779 ISO9094
11	Flammable gas detection module	UL61010 EN55011
12	Aerosol	UL 61010 EN IEC 61326-1

12. LOCAL CONTROLLER

12.1 Introduction

The market and application scenarios for energy storage systems have grown rapidly in both variation and complexity. The many variations of battery and PCS combinations introduces different heat dissipation system designs, different system operation control logic management and different subsystem SOC balancing, making the design of the energy storage systems more complex.

To simplify the control of the energy storage system, SUNGROW provides a local controller for each BESS block. With the local controller, SUNGROW energy storage system can be considered as a single system – rather than a package of separate parts. The local controller simplifies the external interface of the SUNGROW energy storage system and assists the EMS supplier in the realization of the system control strategy.



Figure 12-1: Local Controller (Reference)

12.2 Application Notes

The local controller is used for the communication integration of different equipment in the energy storage system, faults and alarms management, parallel control of two or more PCSs, offering a universal communication interface of the system.

System architecture

As shown in the following picture, the local controller collects and uploads the real-time information of PCSs, battery system and other equipment in the energy storage system through ethernet connection. At the same time, the Energy Management System (EMS) can control the storage system through the local controller. Within the control scope of the local controller, it processes the startup and shutdown

procedure, protection, and alarms management of different equipment in the system, power allocation of different energy storage subsystems, etc.

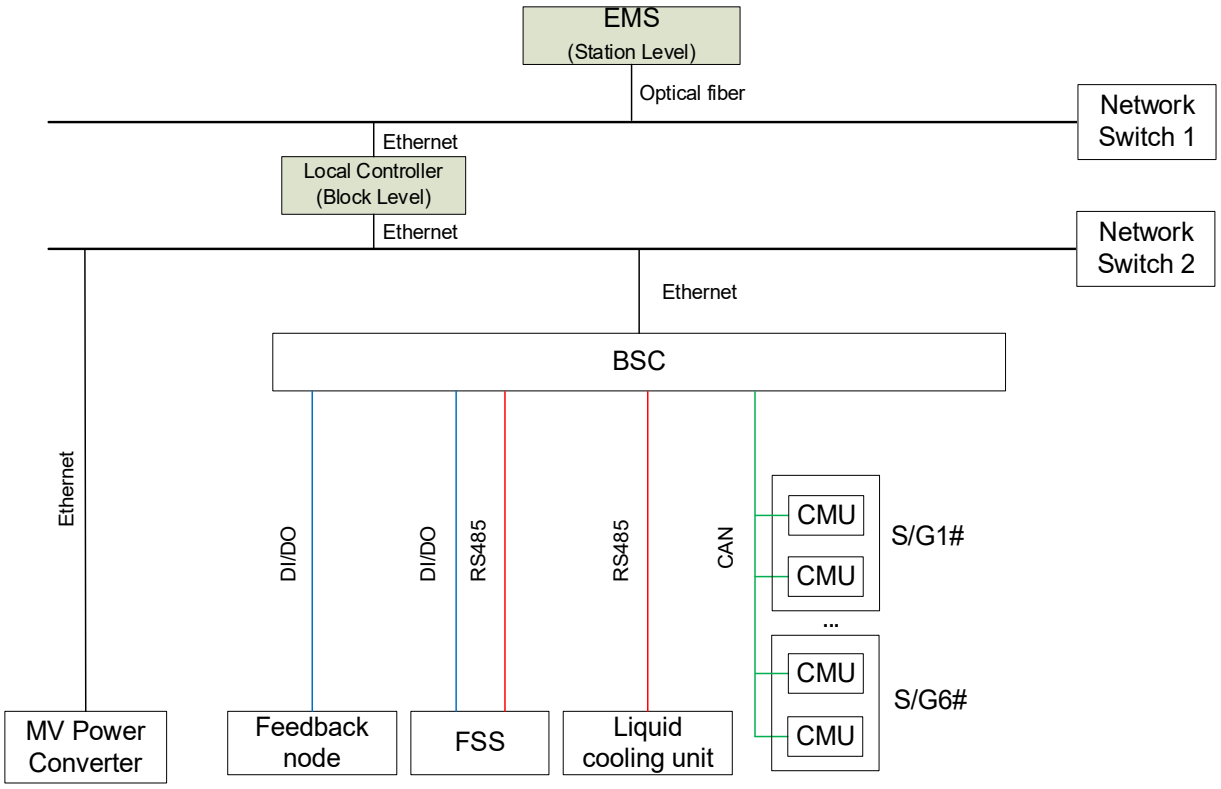


Figure 12-2: Communication Framework of a System with Local Controller (Reference)

12.2.1 Features

- Easy installation: Standard 19-inch rack 1U design, support wall-mounting, and rack installation.
- Flexibility: Energy storage system can be configured to support various combinations of PCS and battery systems.
- Reliability: Supporting balancing subsystems and system protection and alarm management.

12.2.2 Functions

- Battery and MV Power Converter system monitoring.
- Power allocation between subsystems.
- Protection and alarm management.

- Subsystem balancing.
- Providing one data acquisition and control interface of an energy storage system to EMS.

12.3 Specification

Table 12-1: Specifications of Local Controller

Parameters	Specification	Remarks
Power Supply		
DC power supply	24VDC	
AC power supply	100-240VAC	
Interfaces		
Display	Web Interface	Only for debugging
Communication Interfaces	Ethernet	Modbus TCP
System parameters		
OS	Linux	
Installation method	Wall-mounted	
Protection grade	IP20	indoor
Operating temperature range	-30°C～60°C	
Cooling method	Natural cooling	
Relative humidity	0～95%	non-condensing
Max. Altitude	13123’ / 4000m	
Dimensions (W × H × D)	440 × 44 × 241mm	
Weight	3kg	

13. PCS BLACK-START CAPABILITY

This topic consolidates the black-start functions and project access criteria of the HX Series DC/AC Power Converter Units, based on “Judging Criteria for Access to Black Start Projects” (Mar-2025) and “ESS Black Start Solution” (Aug-2024). These two documents complement one another: the criteria set the admissibility and system limitations for projects, while the solution description explains the technical architecture and process.

13.1 System Architecture & Process

The black-start process is controlled by a dedicated Black-Start Controller coordinating multiple PCS units through local controllers (LCs). One controller supports up to 50 LCs, typically enabling ~250 MW per controller (assuming 5 MW per LC).

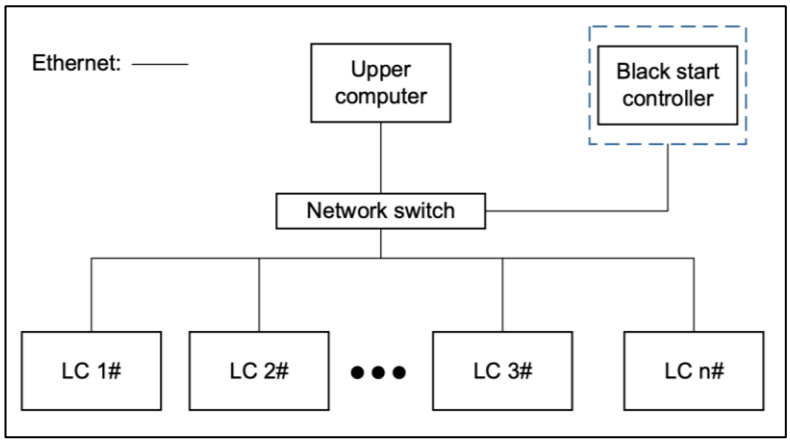


Figure 13-1: Plant-Level Communication Architecture

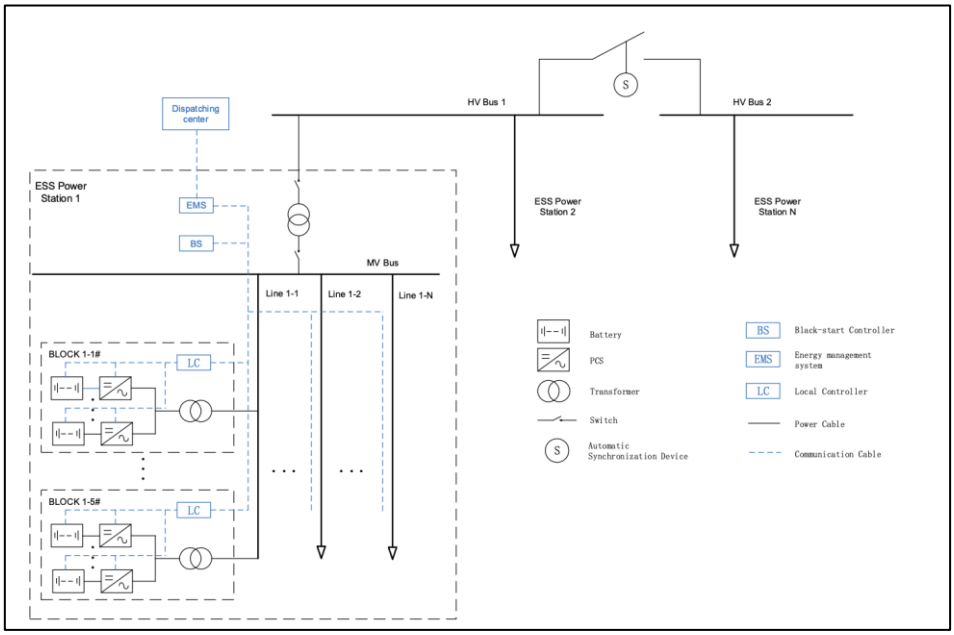


Figure 13-2: ESS Black Start

- Start-up sequence follows staged “beats” (T0–T4): all units close switches, master PCS establishes voltage, slaves synchronize in droop control, then the ESS supplies local loads before reconnecting to the wider grid.

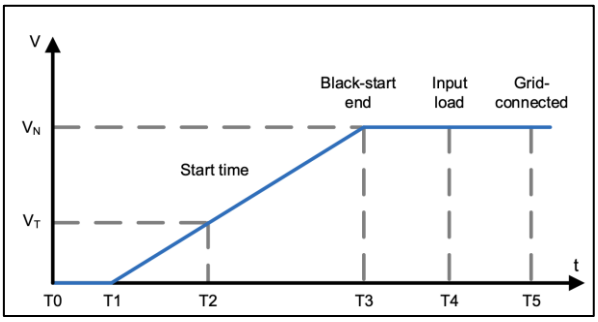


Figure 13-3: Black Start Process

- The PCS employs a soft-start ramp, establishing voltage gradually to avoid inrush currents and maintain stability during transformer energization.

13.2 Performance Features

- RMS current sharing deviation ≤ 5% during black start, ensuring balanced load sharing.
- Stable operation without significant circulating currents or oscillations between parallel PCS units.
- Black-start solution enables restoration of auxiliary loads, local grids, or large-scale renewable plants when external supply is unavailable.

13.3 Admissibility Criteria

- Transformers:
  - No-load energization only at start. Total no-load transformer capacity ≤ 10× total PCS rated capacity.
  - After startup, auxiliary transformer capacity ≤ 5% of PCS capacity.
  - Switching of main transformers in primary circuits is prohibited.
- Loads:
  - Total loads at startup ≤ 80% of PCS rated capacity.
  - Motor loads are not permitted during initial energization.
- Power quality:
  - Total harmonic distortion (THD) ≤ 5%.
  - Half-wave current asymmetry ≤ 5%.

14. OPERATION BOUNDARIES

14.1 Liability

The Seller shall not be held liable for defects, damages or underperformance of the device caused by the following conditions during the warranty period.

- The on-site storage time of the device exceeds the limit specified in the contract.
- The external ambient temperature and humidity for storage/operation of the device are beyond the allowable range.
- The Buyer fails to operate or maintain the device in accordance with *Product Specifications* and *System Manual*.
- The device is used beyond the specified scope in the technical agreement.
- The Buyer fails to charge and discharge the battery within the storage limit in accordance with the requirements of the Seller. The device shall be stored for no more than 6 months after it leaves the Seller factories.
- Allowing any battery RACK to hold a 0% SOC condition or allowing any cell voltage to be held at or below 2.7V (Minimum Cell Voltage) for more than 120 consecutive hours during maintenance or shutdown period.
- Force Majeure, including government acts, wars, and natural disasters and other faults or defects that are not caused by the Seller.

14.2 Adjustments

Adjustments shall be made to the capacity performance guarantee specified in the agreement, where capacity losses occur under the following three conditions:

- The Buyer caused delay in commissioning and grid connection.
- Storage temperature beyond the specified range due to the Buyer’s reason.

The capacity mentioned in this chapter shall be tested in accordance with the requirements of the Seller.

14.2.1 Capacity Attenuation During Gratis Period

The battery capacity retention is shown in the following Table 14-1, additionally if the batteries are stored in temperatures outside the range -30°C to 25°C Table 14-2 adjustment must be added to Table 14-1 values.

Table 14-1: Retention Loss

Month	Retention Loss	Remarks
0	0.00%	EXW (Batteries leave Sungrow's factory)
1	1.20%	
2	1.40%	
3	1.60%	
4	1.80%	
5	2.00%	
6	2.20%	First Full Cycle

Table 14-2: Attenuation

Temperature ranges	Additional capacity attenuation [%] / month
-30°C~25°C	NO
26°C~40°C	0.1% /month
41°C~50°C	0.3% /month
51°C~60°C	0.6% /month

14.2.2 Capacity Attenuation After Gratis Period

If the energization of the batteries exceeds 6 months, the attenuation of the exceeded time shall be calculated per and dedicated document agreed between Buyer and Seller during contract.

15. TRANSPORTATION AND PACKAGING

MV Power Converter unit will be shipped from Shanghai Port or alternative nearest Port.

Battery modules, Battery racks, PCSs, DC cables, liquid cooling system and FSS will be shipped in battery containers from Shanghai Port or alternative nearest Port.

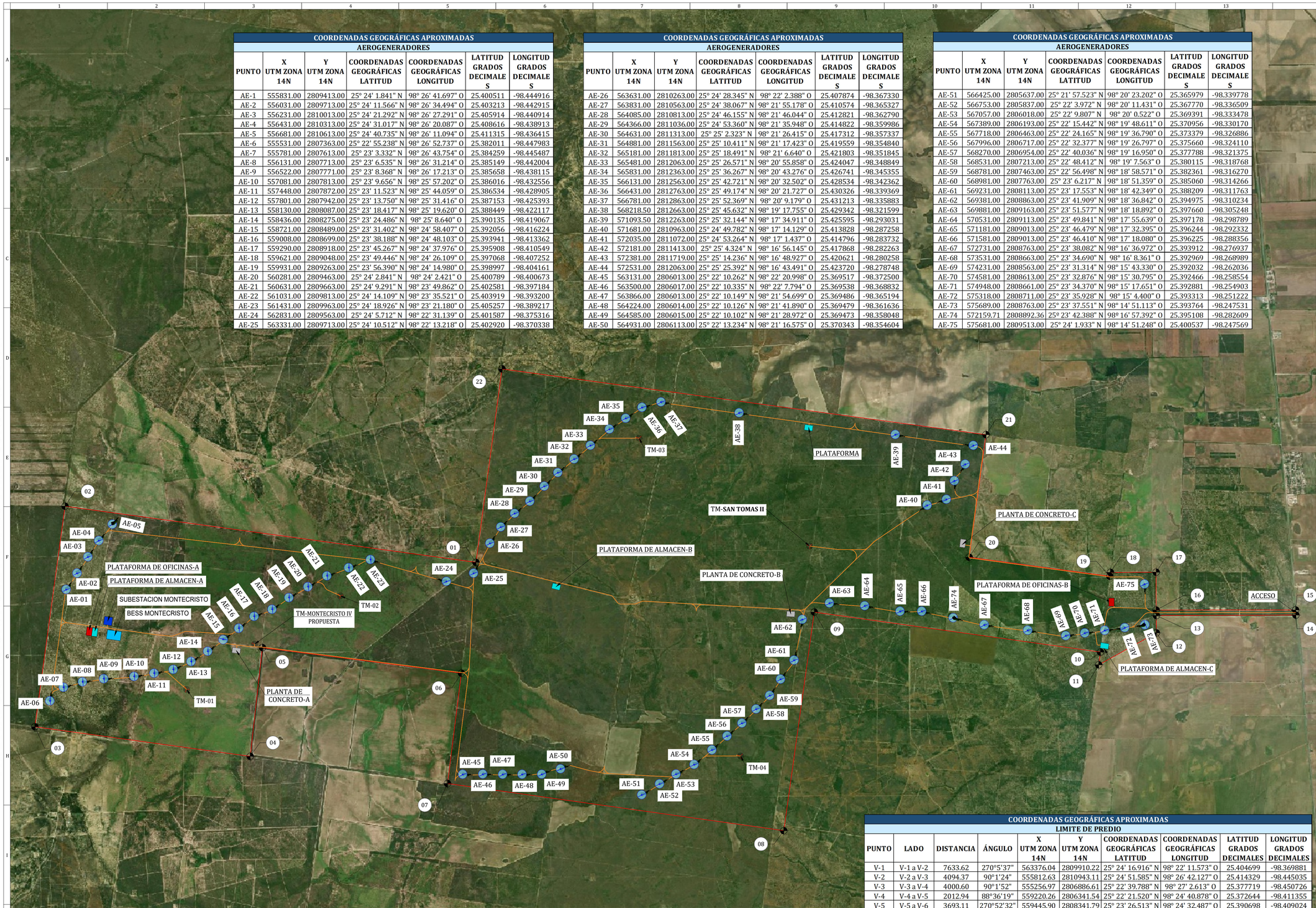
The packaging shall be Seller's standard packaging, and the equipment shall be resistant to corrosion during the transportation.

PARA INFORMACIÓN. NO APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS						
AEROGENERADORES						
PUNTO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
AE-1	555831.00	2809413.00	25° 24' 1.841" N	98° 26' 41.697" O	25.400511	-98.444916
AE-2	556031.00	2809713.00	25° 24' 11.566" N	98° 26' 34.494" O	25.403213	-98.442915
AE-3	556231.00	2810013.00	25° 24' 21.292" N	98° 26' 27.291" O	25.405914	-98.440914
AE-4	556431.00	2810313.00	25° 24' 31.017" N	98° 26' 20.087" O	25.408616	-98.438913
AE-5	556681.00	2810613.00	25° 24' 40.735" N	98° 26' 11.094" O	25.411315	-98.436415
AE-6	555531.00	2807363.00	25° 22' 55.238" N	98° 26' 52.737" O	25.382011	-98.447983
AE-7	555781.00	2807613.00	25° 23' 3.332" N	98° 26' 43.754" O	25.384259	-98.445487
AE-8	556131.00	2807713.00	25° 23' 6.535" N	98° 26' 31.214" O	25.385149	-98.442004
AE-9	556522.00	2807771.00	25° 23' 8.368" N	98° 26' 17.213" O	25.385658	-98.438115
AE-10	557081.00	2807813.00	25° 23' 9.656" N	98° 25' 57.202" O	25.386016	-98.432556
AE-11	557448.00	2807872.00	25° 23' 11.523" N	98° 25' 44.059" O	25.386534	-98.428905
AE-12	557801.00	2807942.00	25° 23' 13.750" N	98° 25' 31.416" O	25.387153	-98.425393
AE-13	558130.00	2808087.00	25° 23' 18.417" N	98° 25' 19.620" O	25.388449	-98.422117
AE-14	558436.00	2808275.00	25° 23' 24.486" N	98° 25' 8.640" O	25.390135	-98.419067
AE-15	558721.00	2808489.00	25° 23' 31.402" N	98° 24' 58.407" O	25.392056	-98.416224
AE-16	559008.00	2808699.00	25° 23' 38.188" N	98° 24' 48.103" O	25.393941	-98.413362
AE-17	559290.00	2808918.00	25° 23' 45.267" N	98° 24' 37.976" O	25.395908	-98.410549
AE-18	559621.00	2809048.00	25° 23' 49.446" N	98° 24' 26.109" O	25.397068	-98.407252
AE-19	559931.00	2809263.00	25° 23' 56.390" N	98° 24' 14.980" O	25.398997	-98.404161
AE-20	560281.00	2809463.00	25° 24' 2.841" N	98° 24' 2.421" O	25.400789	-98.400673
AE-21	560631.00	2809663.00	25° 24' 9.291" N	98° 23' 49.862" O	25.402581	-98.397184
AE-22	561031.00	2809813.00	25° 24' 14.109" N	98° 23' 35.521" O	25.403919	-98.393200
AE-23	561431.00	2809963.00	25° 24' 18.926" N	98° 23' 21.180" O	25.405257	-98.389217
AE-24	562831.00	2809563.00	25° 24' 5.712" N	98° 22' 31.139" O	25.401587	-98.375316
AE-25	563331.00	2809713.00	25° 24' 10.512" N	98° 22' 13.218" O	25.402920	-98.370338

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS						
AEROGENERADORES						
PUNTO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
AE-26	563631.00	2810263.00	25° 24' 28.345" N	98° 22' 2.388" O	25.407874	-98.367330
AE-27	563831.00	2810563.00	25° 24' 38.067" N	98° 21' 55.178" O	25.410574	-98.365327
AE-28	564085.00	2810813.00	25° 24' 46.155" N	98° 21' 46.044" O	25.412821	-98.362790
AE-29	564366.00	2811036.00	25° 24' 53.360" N	98° 21' 35.948" O	25.414822	-98.359986
AE-30	564631.00	2811313.00	25° 25' 2.323" N	98° 21' 26.415" O	25.417312	-98.357337
AE-31	564881.00	2811563.00	25° 25' 10.411" N	98° 21' 17.423" O	25.419559	-98.354840
AE-32	565181.00	2811813.00	25° 25' 18.491" N	98° 21' 6.640" O	25.421803	-98.351845
AE-33	565481.00	2812063.00	25° 25' 26.571" N	98° 20' 55.858" O	25.424047	-98.348849
AE-34	565831.00	2812363.00	25° 25' 36.267" N	98° 20' 43.276" O	25.426741	-98.345355
AE-35	566131.00	2812563.00	25° 25' 42.721" N	98° 20' 32.502" O	25.428534	-98.342362
AE-36	566431.00	2812763.00	25° 25' 49.174" N	98° 20' 21.727" O	25.430326	-98.339369
AE-37	566781.00	2812863.00	25° 25' 52.369" N	98° 20' 9.179" O	25.431213	-98.335883
AE-38	568218.50	2812663.00	25° 25' 45.632" N	98° 19' 17.755" O	25.429342	-98.321599
AE-39	571093.50	2812263.00	25° 25' 32.144" N	98° 17' 34.911" O	25.425595	-98.293031
AE-40	571681.00	2810963.00	25° 24' 49.782" N	98° 17' 14.129" O	25.413828	-98.287258
AE-41	572035.00	2811072.00	25° 24' 53.264" N	98° 17' 1.437" O	25.414796	-98.283732
AE-42	572181.00	2811413.00	25° 25' 4.324" N	98° 16' 56.145" O	25.417868	-98.282263
AE-43	572381.00	2811719.00	25° 25' 14.236" N	98° 16' 48.927" O	25.420621	-98.280258
AE-44	572531.00	2812063.00	25° 25' 25.392" N	98° 16' 43.491" O	25.423720	-98.278748
AE-45	563131.00	2806013.00	25° 22' 10.262" N	98° 22' 20.998" O	25.369517	-98.372500
AE-46	563500.00	2806017.00	25° 22' 10.335" N	98° 22' 7.794" O	25.369538	-98.368832
AE-47	563866.00	2806013.00	25° 22' 10.149" N	98° 21' 54.699" O	25.369486	-98.365194
AE-48	564224.00	2806014.00	25° 22' 10.126" N	98° 21' 41.890" O	25.369479	-98.361636
AE-49	564585.00	2806015.00	25° 22' 10.102" N	98° 21' 28.972" O	25.369473	-98.358048
AE-50	564931.00	2806113.00	25° 22' 13.234" N	98° 21' 16.575" O	25.370343	-98.354604

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS						
AEROGENERADORES						
PUNTO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
AE-51	566425.00	2805637.00	25° 21' 57.523" N	98° 20' 23.202" O	25.365979	-98.339778
AE-52	566753.00	2805837.00	25° 22' 3.972" N	98° 20' 11.431" O	25.367770	-98.336509
AE-53	567057.00	2806018.00	25° 22' 9.807" N	98° 20' 0.522" O	25.369391	-98.333478
AE-54	567389.00	2806193.00	25° 22' 15.442" N	98° 19' 48.611" O	25.370956	-98.330170
AE-55	567718.00	2806463.00	25° 22' 24.165" N	98° 19' 36.790" O	25.373379	-98.326886
AE-56	567996.00	2806717.00	25° 22' 32.377" N	98° 19' 26.797" O	25.375660	-98.324110
AE-57	568270.00	2806954.00	25° 22' 40.036" N	98° 19' 16.950" O	25.377788	-98.321375
AE-58	568531.00	2807213.00	25° 22' 48.412" N	98° 19' 7.563" O	25.380115	-98.318768
AE-59	568781.00	2807463.00	25° 22' 56.498" N	98° 18' 58.571" O	25.382361	-98.316270
AE-60	568981.00	2807763.00	25° 23' 6.217" N	98° 18' 51.359" O	25.385060	-98.314266
AE-61	569231.00	2808113.00	25° 23' 17.553" N	98° 18' 42.349" O	25.388209	-98.311763
AE-62	569381.00	2808863.00	25° 23' 41.909" N	98° 18' 36.842" O	25.394975	-98.310234
AE-63	569881.00	2809163.00	25° 23' 51.577" N	98° 18' 18.892" O	25.397660	-98.305248
AE-64	570531.00	2809113.00	25° 23' 49.841" N	98° 17' 55.639" O	25.397178	-98.298789
AE-65	571181.00	2809013.00	25° 23' 46.479" N	98° 17' 32.395" O	25.396244	-98.292332
AE-66	571581.00	2809013.00	25° 23' 46.410" N	98° 17' 18.080" O	25.396225	-98.288356
AE-67	572731.00	2808763.00	25° 23' 38.082" N	98° 16' 36.972" O	25.393912	-98.276937
AE-68	573531.00	2808663.00	25° 23' 34.690" N	98° 16' 8.361" O	25.392969	-98.268989
AE-69	574231.00	2808563.00	25° 23' 31.314" N	98° 15' 43.330" O	25.392032	-98.262036
AE-70	574581.00	2808613.00	25° 23' 32.876" N	98° 15' 30.795" O	25.392466	-98.258554
AE-71	574948.00	2808661.00	25° 23' 34.370" N	98° 15' 17.651" O	25.392881	-98.254903
AE-72	575318.00	2808711.00	25° 23' 35.928" N	98° 15' 4.400" O	25.393313	-98.251222
AE-73	575689.00	2808763.00	25° 23' 37.551" N	98° 14' 51.113" O	25.393764	-98.247531
AE-74	572159.71	2808892.36	25° 23' 42.388" N	98° 16' 57.392" O	25.395108	-98.282609
AE-75	575681.00	2809513.00	25° 24' 1.933" N	98° 14' 51.248" O	25.400537	-98.247569





DETALLE 1
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
ESCALA 1: S/E

NOTAS:

1. LA TOPOGRAFÍA Y EL TRAZADO DE LOS ELEMENTOS EXISTENTES (HUMEDALES, LÍNEAS ELÉCTRICAS, TORRES, ETC.) SON SÓLO DE REFERENCIA. LA POSICIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DEBERÁ SER VALIDADA IN SITIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
2. LAS LIMITACIONES DERIVADAS DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, HIDROLÓGICOS, TOPOGRÁFICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEBEN SER VERIFICADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
3. LA DELIMITACIÓN DE LA PARCELA DEBERÁ SER CONFIRMADA DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.

LEYENDA GENERAL	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA
	CAMINO 6 m DE ANCHO
	LIMITE DE PARCELA
	LÍNEA DE EVACUACIÓN 400 kV

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS								
LIMITE DE PREDIO								
PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
V-1	V-1 a V-2	7633.62	270°5'37"	563376.04	2809910.22	25° 24' 16.916" N	98° 22' 11.573" O	25.404699	-98.369881
V-2	V-2 a V-3	4094.37	90°1'24"	555812.63	2810943.11	25° 24' 51.585" N	98° 26' 42.127" O	25.414329	-98.445035
V-3	V-3 a V-4	4000.60	90°1'52"	555256.97	2806886.61	25° 22' 39.788" N	98° 27' 2.613" O	25.377719	-98.450726
V-4	V-4 a V-5	2012.94	88°36'19"	559220.26	2806341.54	25° 22' 21.520" N	98° 24' 40.878" O	25.372644	-98.411355
V-5	V-5 a V-6	3693.11	270°52'32"	559445.90	2808341.79	25° 23' 26.513" N	98° 24' 32.487" O	25.390698	-98.409024
V-6	V-6 a V-7	2044.92	269°53'15"	563108.98	2807871.78	25° 23' 10.691" N	98° 22' 21.474" O	25.386303	-98.372632
V-7	V-7 a V-8	6250.47	90°47'13"	562852.72	2805842.99	25° 22' 4.777" N	98° 22' 30.984" O	25.367994	-98.375273
V-8	V-8 a V-9	4060.07	89°58'10"	569042.57	2804974.59	25° 21' 35.561" N	98° 18' 49.668" O	25.359878	-98.313797
V-9	V-9 a V-10	5318.94	270°0'11"	569604.51	2808995.59	25° 23' 46.181" N	98° 18' 28.819" O	25.396161	-98.308005
V-10	V-10 a V-11	235.84	269°50'40"	574872.21	2808259.13	25° 23' 21.320" N	98° 15' 20.444" O	25.389256	-98.255679
V-11	V-11 a V-12	1212.18	53°13'16"	574840.19	2808025.48	25° 23' 13.731" N	98° 15' 21.636" O	25.387147	-98.256010
V-12	V-12 a V-13	319.35	119°1'16"	575900.64	2808612.71	25° 23' 32.627" N	98° 14' 43.569" O	25.392396	-98.245436
V-13	V-13 a V-14	2568.69	269°46'42"	575900.89	2808932.06	25° 23' 43.008" N	98° 14' 43.496" O	25.395280	-98.245415
V-14	V-14 a V-15	94.40	87°1'41"	578469.57	2808939.95	25° 23' 42.785" N	98° 13' 11.567" O	25.395218	-98.219880
V-15	V-15 a V-16	2567.71	93°6'53"	578464.39	2809034.21	25° 23' 45.850" N	98° 13' 11.733" O	25.396069	-98.219926
V-16	V-16 a V-17	696.54	270°5'3"	575896.68	2809032.72	25° 23' 46.281" N	98° 14' 43.626" O	25.396189	-98.245452
V-17	V-17 a V-18	841.04	89°42'24"	575897.30	2809729.26	25° 24' 8.924" N	98° 14' 43.463" O	25.402479	-98.245406
V-18	V-18 a V-19	72.57	99°11'58"	575056.27	2809725.70	25° 24' 8.961" N	98° 15' 13.564" O	25.402489	-98.253768
V-19	V-19 a V-20	2613.53	268°45'12"	575044.97	2809654.02	25° 24' 6.633" N	98° 15' 13.983" O	25.401843	-98.253884
V-20	V-20 a V-21	2274.71	270°7'31"	572455.06	2810004.66	25° 24' 18.494" N	98° 16' 46.607" O	25.405137	-98.279613
V-21	V-21 a V-22	8990.96	89°54'9"	572765.18	2812258.13	25° 25' 31.694" N	98° 16' 35.071" O	25.425471	-98.276409
V-22	V-22 a V-1	3590.74	89°56'41"	563856.09	2813468.73	25° 26' 12.523" N	98° 21' 53.785" O	25.436812	-98.364940
Perímetro = 65187.3005 m									
Área = 87382505.6696 m²									
Hectáreas = 8738.25 ha									

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS							
COORDENADAS TORRES METEOROLÓGICAS							
TORRE	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
Montecristo IV	559301.0	2808406.0	25° 23' 28.621" N	98° 24' 37.663" O	25.391284	-98.410462
San Tomás II	569518.0	2810209.0	25° 24' 25.715" N	98° 18' 31.750" O	25.407143	-98.308819
TR-01	558050.0	2807573.0	25° 23' 1.719" N	98° 25' 22.562" O	25.383811	-98.422934
TR-02	560880.0	2809294.0	25° 23' 57.259" N	98° 23' 41.010" O	25.399239	-98.394725
TR-03	566381.0	2812194.0	25° 25' 30.685" N	98° 20' 23.617" O	25.425190	-98.339894
TR-04	568246.0	2806349.0	25° 22' 20.373" N	98° 19' 17.918" O	25.372326	-98.321644

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS								
ZONAS DE ACOPIO Y EDIFICIO								
PUNTO	SUPERFICIE (Ha)	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
PLATAFORMA DE OFICINAS-A	1.5	556258.55	2808637.85	25° 23' 36.584" N	98° 26' 26.511" O	25.393495	-98.440697
PLATAFORMA DE ALMACEN-A	1.5	556357.64	2808624.36	25° 23' 36.132" N	98° 26' 22.967" O	25.393370	-98.439713
PLANTA DE CONCRETO-A	1.5	558964.34	2808288.49	25° 23' 24.849" N	98° 24' 49.729" O	25.390236	-98.413814
PLATAFORMA DE ALMACEN-B	1.5	564852.66	2809462.97	25° 24' 2.148" N	98° 21' 18.800" O	25.400597	-98.355222
PLANTA DE CONCRETO-B	1.5	569171.77	2808963.92	25° 23' 45.224" N	98° 18' 44.312" O	25.395896	-98.312309
PLATAFROMA	1.5	569500.25	2812390.38	25° 25' 36.556" N	98° 18' 31.921" O	25.426821	-98.308867
PLANTA DE CONCRETO-C	1.5	572337.20	2810260.45	25° 24' 26.830" N	98° 16' 50.776" O	25.407453	-98.280771
PLATAFORMA DE ALMACEN-C	1.5	575075.05	2809176.59	25° 23' 51.108" N	98° 15' 13.001" O	25.397530	-98.253612
PLATAFORMA DE OFICINAS-B	1.5	574946.63	2808373.17	25° 23' 25.014" N	98° 15' 17.758" O	25.390282	-98.254933

LAYOUT GENERAL
ESCALA 1: 35000

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROBADO	APROBADO
0.1	17.08.2026	ACTUALIZACIÓN DE LAYOUT	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.
0.0.	07.08.2026	PRIMERA EMISIÓN	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.

TÍTULO DE PROYECTO:
PARQUE EOLICO MONTECRISTO

CLIENTE:
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

TÍTULO DE PLANO:
LAYOUT GENERAL

OBJETO DEL PROYECTO:
INGENIERÍA BÁSICA

NÚMERO DE PROYECTO:
IOMX.6324101.00

ESCALA:
35000 (A1)

NÚMERO DE PLANO:
CMC-P-100-G

HOJA:
01 de 04

ENERTIS Applus+

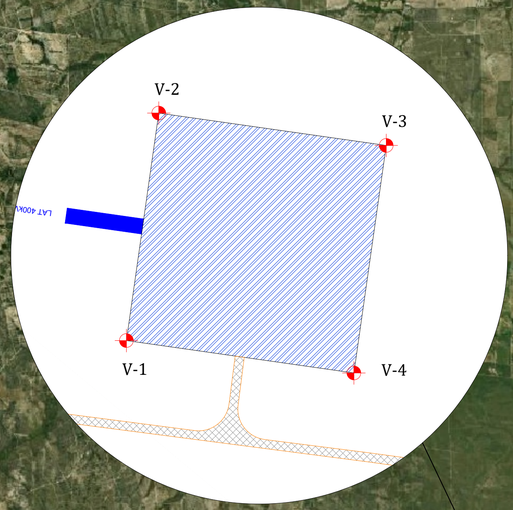
La información contenida en este documento es estrictamente confidencial, y su uso está restringido únicamente para los fines establecidos en el presente documento. Queda prohibida su modificación, explotación, reproducción, la comunicación a terceros, la difusión o distribución de todo o parte del documento sin el consentimiento previo por escrito de ENERTIS SOLAR, S.L. La falta de respuesta a cualquier solicitud de dicho consentimiento no se interpretará de ninguna manera como una autorización de uso, reproducción, difusión o distribución.

IOMX.6324101.00-CMC-P-100-G-LAYOUT GENERAL MONTECRISTO_R0C.dwg

PARA INFORMACIÓN. NO APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS										
LINEA DE TRANSMISION										
400 kV										
PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	RUMBO	X	Y	LATITUD	LONGITUD	LATITUD DECIMAL	LONGITUD DECIMAL
PI-1	PI 1 a PI 2	14039.008		N 81° 54' 48.76" W	556530.648	2808842.081	25° 23' 43.186" N	98° 26' 16.742" O	25.395329	-98.437984
PI-2	PI 2 a PI 3	14039.008	0° 0' 0.00"	N 81° 54' 48.76" W	542631.230	2810816.908	25° 24' 49.053" N	98° 34' 33.972" O	25.413626	-98.576103
PI-3	PI 3 a PI 4	28078.017	0° 0' 0.00"	N 81° 54' 48.76" W	528731.812	2812791.736	25° 25' 54.455" N	98° 42' 51.358" O	25.431793	-98.714266
PI-4	PI 4 a PI 5	26013.067	8° 16' 0.45" D	N 73° 38' 48.32" W	500932.977	2816741.391	25° 28' 3.857" N	98° 59' 26.588" O	25.467738	-98.990719
PI-5	PI 5 a PI 6	4825.908	0° 0' 0.00"	N 73° 38' 48.32" W	475972.293	2824065.592	25° 32' 1.263" N	99° 14' 20.954" O	25.533684	-99.239154
PI-6	PI 6 a PI 7	1217.726	39° 36' 43.31" I	S 66° 44' 28.38" W	471341.623	2825424.368	25° 32' 45.139" N	99° 17' 6.982" O	25.545872	-99.285273
PI-7	PI 7 a PI 8	1182.444	50° 30' 18.43" D	N 62° 45' 13.19" W	470222.860	2824943.507	25° 32' 29.427" N	99° 17' 47.034" O	25.541508	-99.296398
PI-8	PI 8 a PI 9	1396.452	0° 39' 49.13" I	N 63° 25' 2.33" W	469171.613	2825484.850	25° 32' 46.948" N	99° 18' 24.749" O	25.546374	-99.306875
PI-9	PI 9 a PI 10	1208.371	6° 56' 29.97" D	N 56° 28' 32.36" W	467922.780	2826109.747	25° 33' 7.167" N	99° 19' 9.555" O	25.551991	-99.319321
PI-10	PI 10 a PI 11	2408.176	26° 31' 3.78" I	N 82° 59' 36.14" W	466915.420	2826777.119	25° 33' 28.783" N	99° 19' 45.714" O	25.557995	-99.329365
PI-11	PI 11 a PI 12	2708.437	36° 52' 4.85" D	N 46° 7' 31.29" W	464525.228	2827070.879	25° 33' 38.133" N	99° 21' 11.403" O	25.560592	-99.353168
PI-12	PI 12 a PI 13	3514.946	1° 45' 50.53" D	N 44° 21' 40.76" W	462572.830	2828948.050	25° 34' 38.984" N	99° 22' 21.564" O	25.577496	-99.372657
PI-13	PI 13 a PI 14	1123.210	44° 35' 32.70" I	N 88° 57' 13.46" W	460115.247	2831461.042	25° 36' 0.446" N	99° 23' 49.923" O	25.600124	-99.397201
PI-14	PI 14 a PI 15	15652.948	0° 32' 30.43" I	N 89° 29' 43.90" W	458992.224	2831481.552	25° 36' 1.002" N	99° 24' 30.187" O	25.600278	-99.408385
PI-15	PI 15 a PI 16	8852.646	3° 45' 47.48" D	N 85° 43' 56.42" W	443339.883	2831619.369	25° 36' 3.616" N	99° 33' 51.348" O	25.601004	-99.564263
PI-16	PI 16 a PI 17	2071.310	24° 43' 20.50" I	S 69° 32' 43.08" W	434511.782	2832278.147	25° 36' 23.714" N	99° 39' 7.949" O	25.606587	-99.652208
PI-17	PI 17 a PI 18	1572.190	11° 19' 42.50" D	S 80° 52' 25.58" W	432571.071	2831554.293	25° 35' 59.869" N	99° 40' 17.394" O	25.599964	-99.671498
PI-18	PI 18 a PI 19	799.985	42° 42' 3.86" I	S 38° 10' 21.72" W	431018.783	2831304.928	25° 35' 51.504" N	99° 41' 12.996" O	25.597640	-99.686943
PI-19	PI 19 a PI 20	9693.349	43° 47' 21.99" D	S 81° 57' 43.72" W	430524.365	2830676.019	25° 35' 30.977" N	99° 41' 30.602" O	25.591938	-99.691834
PI-20	PI 20 a PI 21	1241.417	0° 0' 0.00"	S 81° 57' 43.72" W	420926.245	2829320.624	25° 34' 45.178" N	99° 47' 14.368" O	25.579216	-99.787325
PI-21	PI 21 a PI 22	4666.000	7° 53' 40.30" I	S 74° 4' 3.41" W	419697.024	2829147.039	25° 34' 39.297" N	99° 47' 58.388" O	25.577582	-99.799552
PI-22	PI 22 a PI 23	7863.241	19° 35' 50.12" D	N 86° 20' 6.46" W	415210.261	2827866.209	25° 33' 56.759" N	99° 50' 38.907" O	25.565766	-99.844141
PI-23	PI 23 a PI 24	1682.615	5° 33' 10.77" D	N 80° 46' 55.69" W	407363.100	2828368.831	25° 34' 11.400" N	99° 55' 20.251" O	25.569833	-99.922292
PI-24	PI 24 a PI 25	1668.143	40° 58' 19.45" I	S 58° 14' 44.86" W	405702.214	2828638.368	25° 34' 19.783" N	99° 56' 19.841" O	25.572162	-99.938845
PI-25	PI 25 a PI 26	1828.008	12° 31' 19.71" D	S 70° 46' 4.57" W	404283.770	2827760.464	25° 33' 50.918" N	99° 57' 10.450" O	25.564144	-99.952903
PI-26	PI 26 a PI 27	618.993	13° 5' 6.56" D	S 83° 51' 11.13" W	402557.779	2827158.327	25° 33' 30.939" N	99° 58' 12.145" O	25.558594	-99.970040
PI-27	PI 27 a PI 28	328.977	8° 53' 53.37" D	N 87° 14' 55.50" W	401942.345	2827092.046	25° 33' 28.638" N	99° 58' 34.181" O	25.557955	-99.976161
PI-28	PI 28 a PI 29	2038.537	1° 9' 13.13" D	N 86° 5' 42.38" W	401613.746	2827107.837	25° 33' 29.073" N	99° 58' 45.960" O	25.558076	-99.979433
PI-29	PI 29 a PI 30	591.652	7° 52' 39.86" D	N 78° 13' 2.52" W	399579.942	2827246.662	25° 33' 33.093" N	99° 59' 58.876" O	25.559192	-99.999688
PI-30	PI 30 a PI 31	3766.957	5° 24' 0.98" I	N 83° 37' 3.50" W	399000.757	2827367.477	25° 33' 36.878" N	100° 0' 19.663" O	25.560244	-100.005462
PI-31	PI 31 a PI 32	1229.504	6° 5' 25.91" D	N 77° 31' 37.60" W	395257.147	2827786.223	25° 33' 49.550" N	100° 2' 33.929" O	25.563764	-100.042758
PI-32	PI 32 a PI 33	439.131	29° 1' 43.04" I	S 73° 26' 39.36" W	394056.661	2828051.769	25° 33' 57.873" N	100° 3' 17.024" O	25.566076	-100.054729
PI-33	PI 33 a PI 34	278.053	35° 49' 52.49" D	N 70° 43' 28.15" W	393635.736	2827926.639	25° 33' 53.697" N	100° 3' 32.072" O	25.564916	-100.058909
PI-34	PI 34 a PI 35	405.463	85° 16' 25.22" I	S 24° 0' 6.63" W	393373.270	2828018.428	25° 33' 56.612" N	100° 3' 41.504" O	25.565726	-100.061529
PI-35	PI 35 a PI 36	388.938	30° 52' 59.52" D	S 54° 53' 6.15" W	393208.341	2827648.024	25° 33' 44.530" N	100° 3' 47.308" O	25.562369	-100.063141
PI-36					392890.190	2827424.300	25° 33' 37.175" N	100° 3' 58.644" O	25.560326	-100.066290
Longitud = 169,432.83 m										
km Circuito = 169.43										

T S.E. PE. MONTECRISTO - S.E. REGIOMONTANO
400 kV - 1C - 174.72 km - 2 C/F - 1113 ACSR - TA



A SUBESTACIÓN ELEVADORA MONTECRISTO
ESCALA 1: 3000



DETALLE 1
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
ESCALA 1: S/E

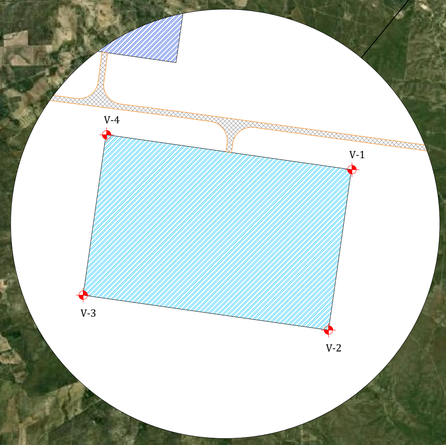
NOTAS:

1. LA TOPOGRAFÍA Y EL TRAZADO DE LOS ELEMENTOS EXISTENTES (HUMEDALES, LÍNEAS ELÉCTRICAS, TORRES, ETC.) SON SÓLO DE REFERENCIA. LA POSICIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DEBERÁ SER VALIDADA IN SITIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
2. LAS LIMITACIONES DERIVADAS DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, HIDROLÓGICOS, TOPOGRÁFICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEBEN SER VERIFICADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
3. LA DELIMITACIÓN DE LA PARCELA DEBERÁ SER CONFIRMADA DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.

P.I. 1
P.I. 2
P.I. 3
P.I. 4

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS									
SUBESTACION									
PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
V-1	V-1 a V-2	150.00	90°0'0"	556541.18	2808916.11	25° 23' 45.591" N	98° 26' 16.354" O	25.395997	-98.437876
V-2	V-2 a V-3	150.00	90°0'0"	556689.68	2808894.99	25° 23' 44.884" N	98° 26' 11.042" O	25.395801	-98.436401
V-3	V-3 a V-4	150.00	90°0'0"	556668.56	2808746.48	25° 23' 40.059" N	98° 26' 11.821" O	25.394461	-98.436617
V-4	V-4 a V-1	150.00	90°0'0"	556520.05	2808767.61	25° 23' 40.766" N	98° 26' 17.132" O	25.394657	-98.438092
Perímetro = 600.0000 m									
Área = 22499.9999 m²									
Hectáreas = 2.25 ha									

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS									
BESS MONTECRISTO									
PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
V-1	V-1 a V-2	169.73	90°0'0"	556852.17	2808634.39	25° 23' 36.390" N	98° 26' 5.267" O	25.393442	-98.434796
V-2	V-2 a V-3	259.50	90°0'0"	556828.26	2808466.35	25° 23' 30.931" N	98° 26' 6.148" O	25.391925	-98.435041
V-3	V-3 a V-4	169.73	90°0'0"	556571.34	2808502.90	25° 23' 32.154" N	98° 26' 15.337" O	25.392265	-98.437594
V-4	V-4 a V-1	259.50	90°0'0"	556595.25	2808670.94	25° 23' 37.613" N	98° 26' 14.456" O	25.393781	-98.437349
Perímetro = 858.4621 m									
Área = 44044.8474 m²									
Hectáreas = 4.40 ha									



B BESS MONTECRISTO
ESCALA 1: 3000

LINEA DE INTERCONEXIÓN
ESCALA 1: S/E

LEYENDA GENERAL

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA
	CAMINO 6 m DE ANCHO
	LIMITE DE PARCELA
	LÍNEA DE EVACUACIÓN 400 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROBADO	APROBADO
0.1	17.08.2026	ACTUALIZACIÓN DE LAYOUT	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.
0.0.	07.08.2026	PRIMERA EMISIÓN	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.

TÍTULO DE PROYECTO: PARQUE EOLICO MONTECRISTO
CLIENTE: THERMION
TÍTULO DE PLANO: LAYOUT GENERAL
OBJETO DEL PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA
NÚMERO DE PROYECTO: IOMX.6324101.00
ESCALA: S/E(A1)
NÚMERO DE PLANO: CMC-P-100-G
HOJA: 02 de 04
ENERTIS Applus+

La información contenida en este documento es estrictamente confidencial, y su uso está restringido únicamente para los fines establecidos en el presente documento. Queda prohibida su modificación, explotación, reproducción, la comunicación a terceros, la difusión o distribución de todo o parte del documento sin el consentimiento previo por escrito de ENERTIS SOLAR, S.L. La falta de respuesta a cualquier solicitud de dicho consentimiento no se interpretará de ninguna manera como una autorización de uso, reproducción, difusión o distribución.

IOMX.6324101.00-CMC-P-100-G-LAYOUT GENERAL MONTECRISTO_R00.dwg

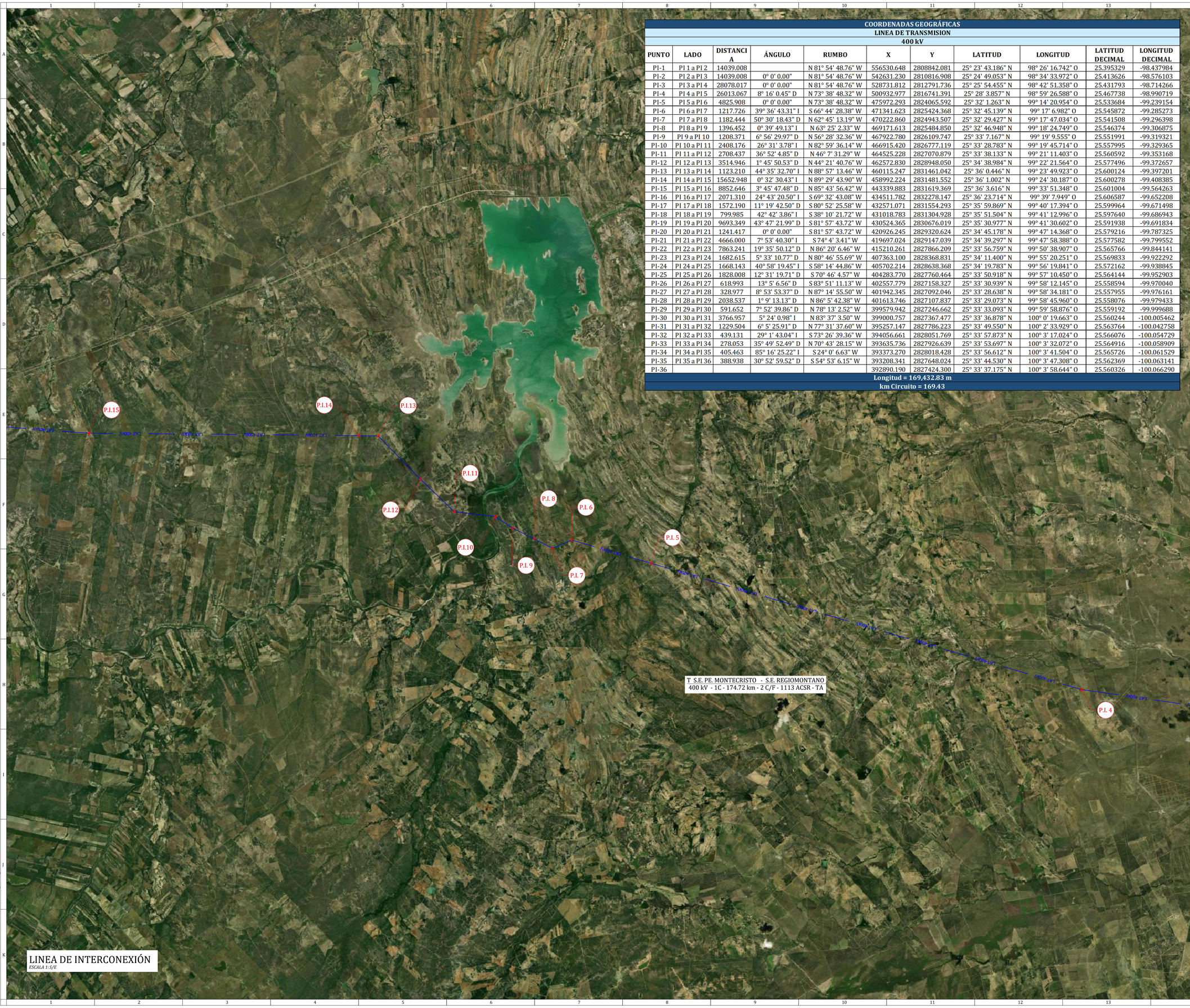
PARA INFORMACIÓN. NO APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

LINEA DE TRANSMISION

400 kV

PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	RUMBO	X	Y	LATITUD	LONGITUD	LATITUD DECIMAL	LONGITUD DECIMAL
PI-1	PI 1 a PI 2	14039.008		N 81° 54' 48.76" W	556530.648	2808842.081	25° 23' 43.186" N	98° 26' 16.742" O	25.395329	-98.437984
PI-2	PI 2 a PI 3	14039.008	0° 0' 0.00"	N 81° 54' 48.76" W	542631.230	2810816.908	25° 24' 49.053" N	98° 34' 33.972" O	25.413626	-98.576103
PI-3	PI 3 a PI 4	28078.017	0° 0' 0.00"	N 81° 54' 48.76" W	528731.812	2812791.736	25° 25' 54.455" N	98° 42' 51.358" O	25.431793	-98.714266
PI-4	PI 4 a PI 5	26013.067	8° 16' 0.45" D	N 73° 38' 48.32" W	500932.977	2816741.391	25° 28' 3.857" N	98° 59' 26.588" O	25.467738	-98.990719
PI-5	PI 5 a PI 6	4825.908	0° 0' 0.00"	N 73° 38' 48.32" W	475972.293	2824065.592	25° 32' 1.263" N	99° 14' 20.954" O	25.533684	-99.239154
PI-6	PI 6 a PI 7	1217.726	39° 36' 43.31" I	S 66° 44' 28.38" W	471341.623	2825424.368	25° 32' 45.139" N	99° 17' 6.982" O	25.545872	-99.285273
PI-7	PI 7 a PI 8	1182.444	50° 30' 18.43" D	N 62° 45' 13.19" W	470222.860	2824943.507	25° 32' 29.427" N	99° 17' 47.034" O	25.541508	-99.296398
PI-8	PI 8 a PI 9	1396.452	0° 39' 49.13" I	N 63° 25' 2.33" W	469171.613	2825484.850	25° 32' 46.948" N	99° 18' 24.749" O	25.546374	-99.306875
PI-9	PI 9 a PI 10	1208.371	6° 56' 29.97" D	N 56° 28' 32.36" W	467922.780	2826109.747	25° 33' 7.167" N	99° 19' 9.555" O	25.551991	-99.319321
PI-10	PI 10 a PI 11	2408.176	26° 31' 3.78" I	N 82° 59' 36.14" W	466915.420	2826777.119	25° 33' 28.783" N	99° 19' 45.714" O	25.557995	-99.329365
PI-11	PI 11 a PI 12	2708.437	36° 52' 4.85" D	N 46° 7' 31.29" W	464525.228	2827070.879	25° 33' 38.133" N	99° 21' 11.403" O	25.560592	-99.353168
PI-12	PI 12 a PI 13	3514.946	1° 45' 50.53" D	N 44° 21' 40.76" W	462572.830	2828948.050	25° 34' 38.984" N	99° 22' 21.564" O	25.577496	-99.372657
PI-13	PI 13 a PI 14	1123.210	44° 35' 32.70" I	N 88° 57' 13.46" W	460115.247	2831461.042	25° 36' 0.446" N	99° 23' 49.923" O	25.600124	-99.397201
PI-14	PI 14 a PI 15	15652.948	0° 32' 30.43" I	N 89° 29' 43.90" W	458992.224	2831481.552	25° 36' 1.002" N	99° 24' 30.187" O	25.600278	-99.408385
PI-15	PI 15 a PI 16	8852.646	3° 45' 47.48" D	N 85° 43' 56.42" W	443339.883	2831619.369	25° 36' 3.616" N	99° 33' 51.348" O	25.601004	-99.564263
PI-16	PI 16 a PI 17	2071.310	24° 43' 20.50" I	S 69° 32' 43.08" W	434511.782	2832278.147	25° 36' 23.714" N	99° 39' 7.949" O	25.606587	-99.652208
PI-17	PI 17 a PI 18	1572.190	11° 19' 42.50" D	S 80° 52' 25.58" W	432571.071	2831554.293	25° 35' 59.869" N	99° 40' 17.394" O	25.599964	-99.671498
PI-18	PI 18 a PI 19	799.985	42° 42' 3.86" I	S 38° 10' 21.72" W	431018.783	2831304.928	25° 35' 51.504" N	99° 41' 12.996" O	25.597640	-99.686943
PI-19	PI 19 a PI 20	9693.349	43° 47' 21.99" D	S 81° 57' 43.72" W	430524.365	2830676.019	25° 35' 30.977" N	99° 41' 30.602" O	25.591938	-99.691834
PI-20	PI 20 a PI 21	1241.417	0° 0' 0.00"	S 81° 57' 43.72" W	420926.245	2829320.624	25° 34' 45.178" N	99° 47' 14.368" O	25.579216	-99.787325
PI-21	PI 21 a PI 22	4666.000	7° 53' 40.30" I	S 74° 4' 3.41" W	419697.024	2829147.039	25° 34' 39.297" N	99° 47' 58.388" O	25.577582	-99.799552
PI-22	PI 22 a PI 23	7863.241	19° 35' 50.12" D	N 86° 20' 6.46" W	415210.261	2827866.209	25° 33' 56.759" N	99° 50' 38.907" O	25.565766	-99.844141
PI-23	PI 23 a PI 24	1682.615	5° 33' 10.77" D	N 80° 46' 55.69" W	407363.100	2828368.831	25° 34' 11.400" N	99° 55' 20.251" O	25.569833	-99.922292
PI-24	PI 24 a PI 25	1668.143	40° 58' 19.45" I	S 58° 14' 44.86" W	405702.214	2828638.368	25° 34' 19.783" N	99° 56' 19.841" O	25.572162	-99.938845
PI-25	PI 25 a PI 26	1828.008	12° 31' 19.71" D	S 70° 46' 4.57" W	404283.770	2827760.464	25° 33' 50.918" N	99° 57' 10.450" O	25.564144	-99.952903
PI-26	PI 26 a PI 27	618.993	13° 5' 6.56" D	S 83° 51' 11.13" W	402557.779	2827158.327	25° 33' 30.939" N	99° 58' 12.145" O	25.558594	-99.970040
PI-27	PI 27 a PI 28	328.977	8° 53' 53.37" D	N 87° 14' 55.50" W	401942.345	2827092.046	25° 33' 28.638" N	99° 58' 34.181" O	25.557955	-99.976161
PI-28	PI 28 a PI 29	2038.537	1° 9' 13.13" D	N 86° 5' 42.38" W	401613.746	2827107.837	25° 33' 29.073" N	99° 58' 45.960" O	25.558076	-99.979433
PI-29	PI 29 a PI 30	591.652	7° 52' 39.86" D	N 78° 13' 2.52" W	399579.942	2827246.662	25° 33' 33.093" N	99° 59' 58.876" O	25.559192	-99.999688
PI-30	PI 30 a PI 31	3766.957	5° 24' 0.98" I	N 83° 37' 3.50" W	399000.757	2827367.477	25° 33' 36.878" N	100° 0' 19.663" O	25.560244	-100.005462
PI-31	PI 31 a PI 32	1229.504	6° 5' 25.91" D	N 77° 31' 37.60" W	395257.147	2827786.223	25° 33' 49.550" N	100° 2' 33.929" O	25.563764	-100.042758
PI-32	PI 32 a PI 33	439.131	29° 1' 43.04" I	S 73° 26' 39.36" W	394056.661	2828051.769	25° 33' 57.873" N	100° 3' 17.024" O	25.566076	-100.054729
PI-33	PI 33 a PI 34	278.053	35° 49' 52.49" D	N 70° 43' 28.15" W	393635.736	2827926.639	25° 33' 53.697" N	100° 3' 32.072" O	25.564916	-100.058909
PI-34	PI 34 a PI 35	405.463	85° 16' 25.22" I	S 24° 0' 6.63" W	393373.270	2828018.428	25° 33' 56.612" N	100° 3' 41.504" O	25.565726	-100.061529
PI-35	PI 35 a PI 36	388.938	30° 52' 59.52" D	S 54° 53' 6.15" W	393208.341	2827648.024	25° 33' 44.530" N	100° 3' 47.308" O	25.562369	-100.063141
PI-36					392890.190	2827424.300	25° 33' 37.175" N	100° 3' 58.644" O	25.560326	-100.066290
Longitud = 169,432.83 m										
km Circuito = 169.43										



LINEA DE INTERCONEXIÓN
ESCALA 1:5/E



DETALLE 1
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
ESCALA 1: S/E

NOTAS:

1. LA TOPOGRAFÍA Y EL TRAZADO DE LOS ELEMENTOS EXISTENTES (HUMEDALES, LÍNEAS ELÉCTRICAS, TORRES, ETC.) SON SÓLO DE REFERENCIA. LA POSICIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DEBERÁ SER VALIDADA IN SITIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
2. LAS LIMITACIONES DERIVADAS DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, HIDROLÓGICOS, TOPOGRÁFICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEBEN SER VERIFICADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
3. LA DELIMITACIÓN DE LA PARCELA DEBERÁ SER CONFIRMADA DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.

LEYENDA GENERAL

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA
	CAMINO 6 m DE ANCHO
	LIMITE DE PARCELA
	LÍNEA DE EVACUACIÓN 400 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROBADO	APROBADO
0.1	17.08.2026	ACTUALIZACIÓN DE LAYOUT	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.
0.0.	07.08.2026	PRIMERA EMISIÓN	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.

TÍTULO DE PROYECTO: PARQUE EOLICO MONTECRISTO
CLIENTE: THERMION — Un paso adelante | A step ahead
TÍTULO DE PLANO: LAYOUT GENERAL
OBJETO DEL PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA
NÚMERO DE PROYECTO: IOMX.6324101.00
ESCALA: S/E(A1)
NÚMERO DE PLANO: CMC-P-100-G
HOJA: 03 de 04
ENERTIS Applus+

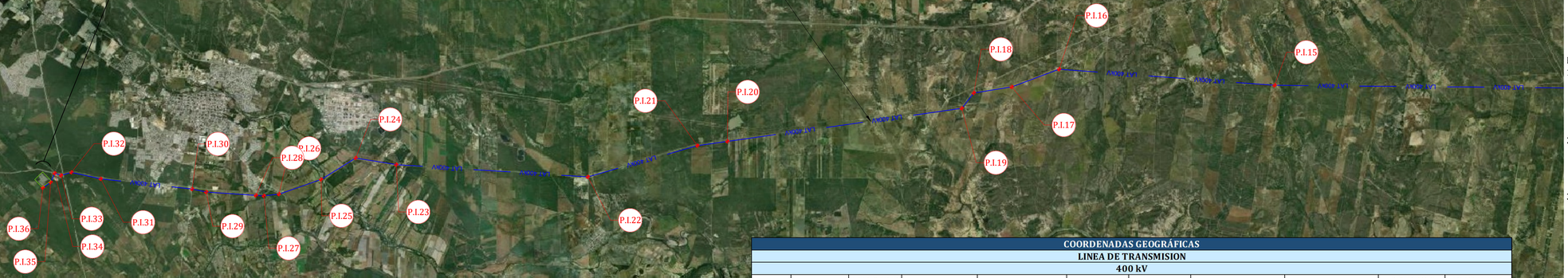
La información contenida en este documento es estrictamente confidencial, y su uso está restringido únicamente para los fines establecidos en el presente documento. Queda prohibida su modificación, explotación, reproducción, la comunicación a terceros, la difusión o distribución de todo o parte del documento sin el consentimiento previo por escrito de ENERTIS SOLAR, S.L. La falta de respuesta a cualquier solicitud de dicho consentimiento no se interpretará de ninguna manera como una autorización de uso, reproducción, difusión o distribución.

PARA INFORMACIÓN. NO APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN



C S.E.-REGIOMONTANO
ESCALA 1: 7000

T S.E. PE. MONTECRISTO - S.E. REGIOMONTANO
400 kV - 1C - 174.72 km - 2 C/F - 1113 ACSR - TA



LINEA DE INTERCONEXIÓN
ESCALA 1: S/E

COORDENADAS GEOGRÁFICAS APROXIMADAS									
SUBESTACION CFE REGIOMONTANO 400 Kv									
PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	X UTM ZONA 14N	Y UTM ZONA 14N	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LONGITUD	LATITUD GRADOS DECIMALES	LONGITUD GRADOS DECIMALES
P-1	P -1 a P -2	486.11	89°56'23"	392879.56	2828071.02	25° 33' 58.193" N	100° 3' 59.211" O	25.566165	-100.066447
P-2	P -2 a P -3	62.46	96°35'45"	393216.51	2827720.63	25° 33' 46.892" N	100° 3' 47.036" O	25.563026	-100.063065
P-3	P -3 a P -4	47.33	170°53'12"	393176.76	2827672.45	25° 33' 45.316" N	100° 3' 48.446" O	25.562588	-100.063457
P-4	P -4 a P -5	344.72	173°14'25"	393141.24	2827641.18	25° 33' 44.290" N	100° 3' 49.710" O	25.562303	-100.063808
P-5	P -5 a P -6	435.16	99°19'26"	392857.50	2827445.41	25° 33' 37.853" N	100° 3' 59.821" O	25.560515	-100.066617
P-6	P -6 a P -1	449.89	90°0'50"	392555.61	2827758.83	25° 33' 47.961" N	100° 4' 10.730" O	25.563322	-100.069647
Perímetro = 1825.6777 m									
Área = 211291.0294 m²									
Hectáreas = 21.13 ha									



DETALLE 1
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
ESCALA 1: S/E

NOTAS:

1. LA TOPOGRAFÍA Y EL TRAZADO DE LOS ELEMENTOS EXISTENTES (HUMEDALES, LÍNEAS ELÉCTRICAS, TORRES, ETC.) SON SÓLO DE REFERENCIA. LA POSICIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DEBERÁ SER VALIDADA IN SITIO DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
2. LAS LIMITACIONES DERIVADAS DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, HIDROLÓGICOS, TOPOGRÁFICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEBEN SER VERIFICADAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.
3. LA DELIMITACIÓN DE LA PARCELA DEBERÁ SER CONFIRMADA DURANTE EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS										
LINEA DE TRANSMISION										
400 kV										
PUNTO	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	RUMBO	X	Y	LATITUD	LONGITUD	LATITUD DECIMAL	LONGITUD DECIMAL
PI-1	PI 1 a PI 2	14039.008		N 81° 54' 48.76" W	556530.648	2808842.081	25° 23' 43.186" N	98° 26' 16.742" O	25.395329	-98.437984
PI-2	PI 2 a PI 3	14039.008	0° 0' 0.00"	N 81° 54' 48.76" W	542631.230	2810816.908	25° 24' 49.053" N	98° 34' 33.972" O	25.413626	-98.576103
PI-3	PI 3 a PI 4	28078.017	0° 0' 0.00"	N 81° 54' 48.76" W	528731.812	2812791.736	25° 25' 54.455" N	98° 42' 51.358" O	25.431793	-98.714266
PI-4	PI 4 a PI 5	26013.067	8° 16' 0.45" D	N 73° 38' 48.32" W	500932.977	2816741.391	25° 28' 3.857" N	98° 59' 26.588" O	25.467738	-98.990719
PI-5	PI 5 a PI 6	4825.908	0° 0' 0.00"	N 73° 38' 48.32" W	475972.293	2824065.592	25° 32' 1.263" N	99° 14' 20.954" O	25.533684	-99.239154
PI-6	PI 6 a PI 7	1217.726	39° 36' 43.31" I	S 66° 44' 28.38" W	471341.623	2825424.368	25° 32' 45.139" N	99° 17' 6.982" O	25.545872	-99.285273
PI-7	PI 7 a PI 8	1182.444	50° 30' 18.43" D	N 62° 45' 13.19" W	470222.860	2824943.507	25° 32' 29.427" N	99° 17' 47.034" O	25.541508	-99.296398
PI-8	PI 8 a PI 9	1396.452	0° 39' 49.13" I	N 63° 25' 2.33" W	469171.613	2825484.850	25° 32' 46.948" N	99° 18' 24.749" O	25.546374	-99.306875
PI-9	PI 9 a PI 10	1208.371	6° 56' 29.97" D	N 56° 28' 32.36" W	467922.780	2826109.747	25° 33' 7.167" N	99° 19' 9.555" O	25.551991	-99.319321
PI-10	PI 10 a PI 11	2408.176	26° 31' 3.78" I	N 82° 59' 36.14" W	466915.420	2826777.119	25° 33' 28.783" N	99° 19' 45.714" O	25.557995	-99.329365
PI-11	PI 11 a PI 12	2708.437	36° 52' 4.85" D	N 46° 7' 31.29" W	464525.228	2827070.879	25° 33' 38.133" N	99° 21' 11.403" O	25.560592	-99.353168
PI-12	PI 12 a PI 13	3514.946	1° 45' 50.53" D	N 44° 21' 40.76" W	462572.830	2828948.050	25° 34' 38.984" N	99° 22' 21.564" O	25.577496	-99.372657
PI-13	PI 13 a PI 14	1123.210	44° 35' 32.70" I	N 88° 57' 13.46" W	460115.247	2831461.042	25° 36' 0.446" N	99° 23' 49.923" O	25.600124	-99.397201
PI-14	PI 14 a PI 15	15652.948	0° 32' 30.43" I	N 89° 29' 43.90" W	458992.224	2831481.552	25° 36' 1.002" N	99° 24' 30.187" O	25.600278	-99.408385
PI-15	PI 15 a PI 16	8852.646	3° 45' 47.48" D	N 85° 43' 56.42" W	443339.883	2831619.369	25° 36' 3.616" N	99° 33' 51.348" O	25.601004	-99.564263
PI-16	PI 16 a PI 17	2071.310	24° 43' 20.50" I	S 69° 32' 43.08" W	434511.782	2832278.147	25° 36' 23.714" N	99° 39' 7.949" O	25.606587	-99.652208
PI-17	PI 17 a PI 18	1572.190	11° 19' 42.50" D	S 80° 52' 25.58" W	432571.071	2831554.293	25° 35' 59.869" N	99° 40' 17.394" O	25.599964	-99.671498
PI-18	PI 18 a PI 19	799.985	42° 42' 3.86" I	S 38° 10' 21.72" W	431018.783	2831304.928	25° 35' 51.504" N	99° 41' 12.996" O	25.597640	-99.686943
PI-19	PI 19 a PI 20	9693.349	43° 47' 21.99" D	S 81° 57' 43.72" W	430524.365	2830676.019	25° 35' 30.977" N	99° 41' 30.602" O	25.591938	-99.691834
PI-20	PI 20 a PI 21	1241.417	0° 0' 0.00"	S 81° 57' 43.72" W	420926.245	2829320.624	25° 34' 45.178" N	99° 41' 14.368" O	25.579216	-99.787325
PI-21	PI 21 a PI 22	4666.000	7° 53' 40.30" I	S 74° 4' 3.41" W	419697.024	2829147.039	25° 34' 39.297" N	99° 47' 58.388" O	25.577582	-99.799552
PI-22	PI 22 a PI 23	7863.241	19° 35' 50.12" D	N 86° 20' 6.46" W	415210.261	2827866.209	25° 33' 56.759" N	99° 50' 38.907" O	25.565766	-99.844141
PI-23	PI 23 a PI 24	1682.615	5° 33' 10.77" D	N 80° 46' 55.69" W	407363.100	2828368.831	25° 34' 11.400" N	99° 55' 20.251" O	25.569833	-99.922292
PI-24	PI 24 a PI 25	1668.143	40° 58' 19.45" I	S 58° 14' 44.86" W	405702.214	2828638.368	25° 34' 19.783" N	99° 56' 19.841" O	25.572162	-99.938845
PI-25	PI 25 a PI 26	1828.008	12° 31' 19.71" D	S 70° 46' 4.57" W	404283.770	2827760.464	25° 33' 50.918" N	99° 57' 10.450" O	25.564144	-99.952903
PI-26	PI 26 a PI 27	618.993	13° 5' 6.56" D	S 83° 51' 11.13" W	402557.779	2827158.327	25° 33' 30.939" N	99° 58' 12.145" O	25.558594	-99.970040
PI-27	PI 27 a PI 28	328.977	8° 53' 53.37" D	N 87° 14' 55.50" W	401942.345	2827092.046	25° 33' 28.638" N	99° 58' 34.181" O	25.557955	-99.976161
PI-28	PI 28 a PI 29	2038.537	1° 9' 13.13" D	N 86° 5' 42.38" W	401613.746	2827107.837	25° 33' 29.073" N	99° 58' 45.960" O	25.558076	-99.979433
PI-29	PI 29 a PI 30	591.652	7° 52' 39.86" D	N 78° 13' 2.52" W	399579.942	2827246.662	25° 33' 33.093" N	99° 59' 58.876" O	25.559192	-99.999688
PI-30	PI 30 a PI 31	3766.957	5° 24' 0.98" I	N 83° 37' 3.50" W	399000.757	2827367.477	25° 33' 36.878" N	100° 0' 19.663" O	25.560244	-100.005462
PI-31	PI 31 a PI 32	1229.504	6° 5' 25.91" D	N 77° 31' 37.60" W	395257.147	2827786.223	25° 33' 49.550" N	100° 2' 33.929" O	25.563764	-100.042758
PI-32	PI 32 a PI 33	439.131	29° 1' 43.04" I	S 73° 26' 39.36" W	394056.661	2828051.769	25° 33' 57.873" N	100° 3' 17.024" O	25.566076	-100.054729
PI-33	PI 33 a PI 34	278.053	35° 49' 52.49" D	N 70° 43' 28.15" W	393635.736	2827926.639	25° 33' 53.697" N	100° 3' 32.072" O	25.564916	-100.058909
PI-34	PI 34 a PI 35	405.463	85° 16' 25.22" I	S 24° 0' 6.63" W	393373.270	2828018.428	25° 33' 56.612" N	100° 3' 41.504" O	25.565726	-100.061529
PI-35	PI 35 a PI 36	388.938	30° 52' 59.52" D	S 54° 53' 6.15" W	393208.341	2827648.024	25° 33' 44.530" N	100° 3' 47.308" O	25.562369	-100.063141
PI-36					392890.190	2827424.300	25° 33' 37.175" N	100° 3' 58.644" O	25.560326	-100.066290
Longitud = 169,432.83 m										
km Circuito = 169.43										

LEYENDA GENERAL

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA
	CAMINO 6 m DE ANCHO
	LIMITE DE PARCELA
	LÍNEA DE EVACUACIÓN 400 kV

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO	COMPROBADO	APROBADO
0.1	17.08.2026	ACTUALIZACIÓN DE LAYOUT	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.
0.0.	07.08.2026	PRIMERA EMISIÓN	S.G.H.	D.A.G.M.	R.A.V.

TÍTULO DE PROYECTO:
PARQUE EOLICO MONTECRISTO

CLIENTE:
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

TÍTULO DE PLANO:
LAYOUT GENERAL

OBJETO DEL PROYECTO:
INGENIERÍA BÁSICA

NÚMERO DE PROYECTO:
IOMX.6324101.00

ESCALA:
S/E(A1)

NÚMERO DE PLANO:
CMC-P-100-G

HOJA:
04 de 04

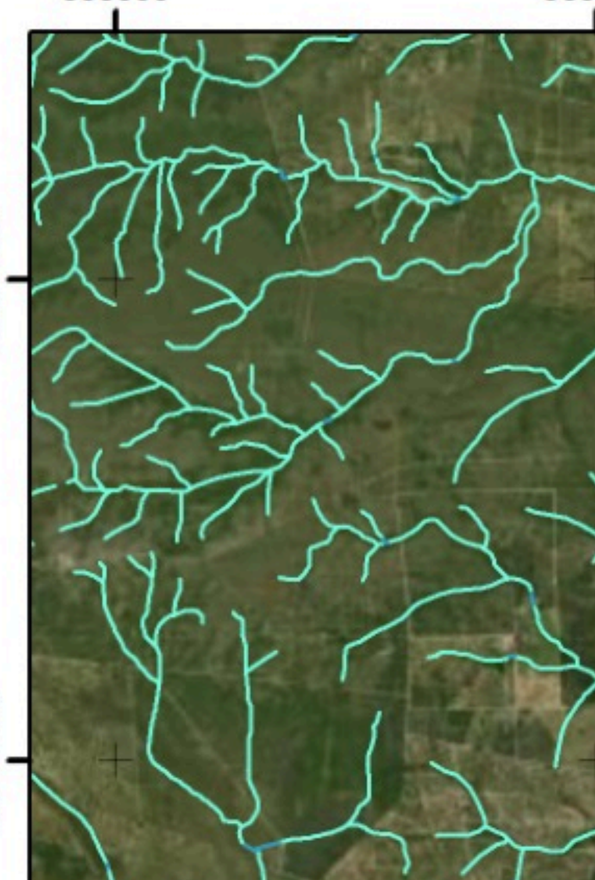
ENERTIS Applus+

La información contenida en este documento es estrictamente confidencial, y su uso está restringido únicamente para los fines establecidos en el presente documento. Queda prohibida su modificación, explotación, reproducción, la comunicación a terceros, la difusión o distribución de todo o parte del documento sin el consentimiento previo por escrito de ENERTIS SOLAR, S.L. La falta de respuesta a cualquier solicitud de dicho consentimiento no se interpretará de ninguna manera como una autorización de uso, reproducción, difusión o distribución.

IOMX.6324101.00-CMC-P-100-G-LAYOUT GENERAL MONTECRISTO_800.dwg

555000 560000 565000 570000 575000

2820000 2815000 2810000 2805000 2800000





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

CORRIENTES DE AGUA EN EL ÁREA DE PROYECTO

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

LEYENDA

Área de proyecto

Red hidrológica

Intermitente

THERMION
Un paso adelante | A step ahead

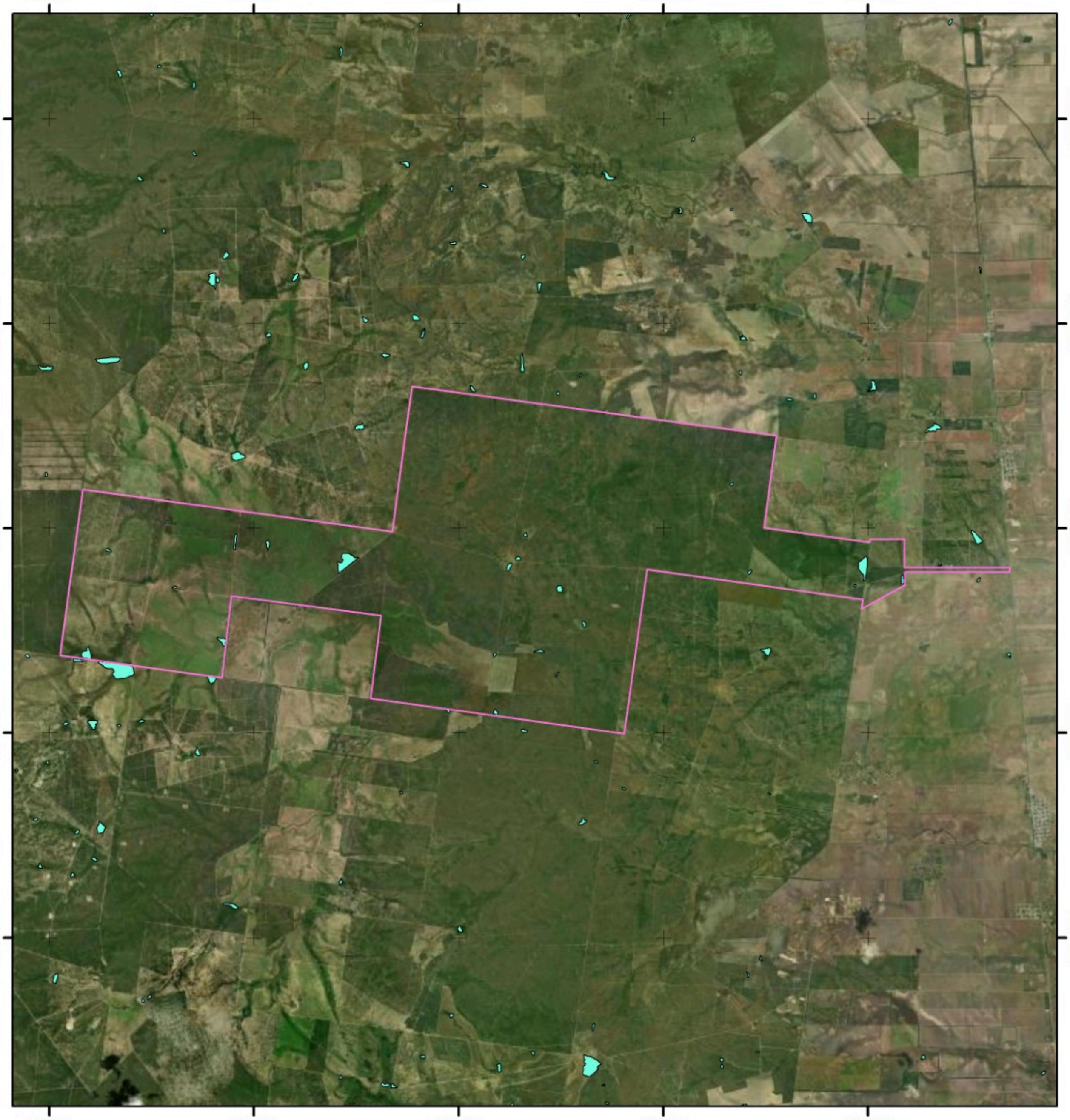
N

1:124,000

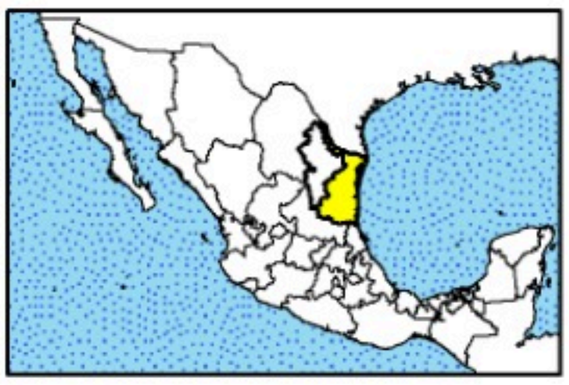
0 1,500 3,000 Metros

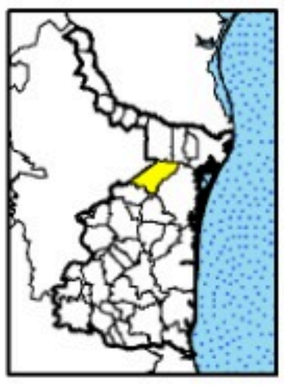
555000 560000 565000 570000 575000

2820000 2815000 2810000 2805000 2800000



555000 560000 565000 570000 575000





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

CUERPOS DE AGUA EN EL ÁREA DE PROYECTO

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

LEYENDA

Área de proyecto

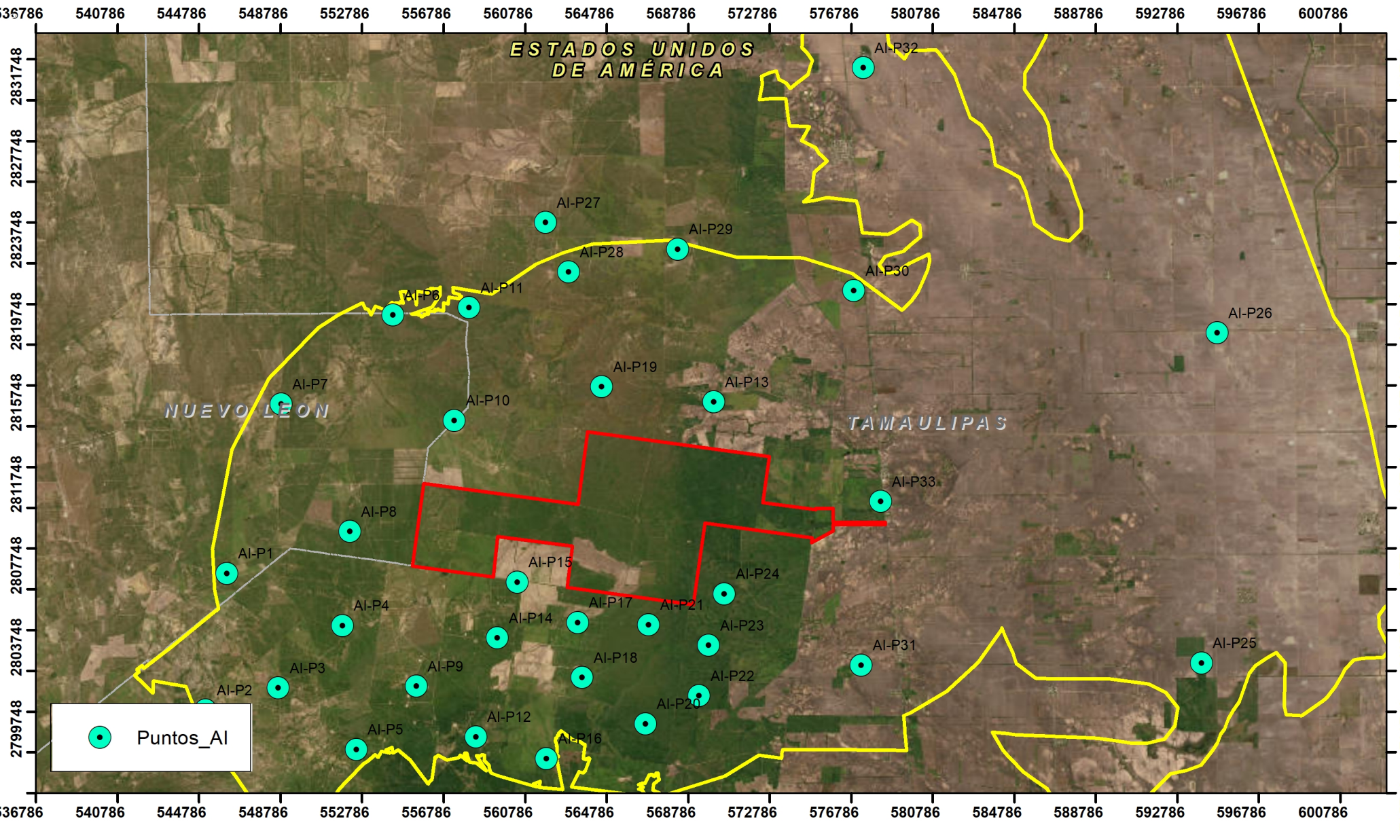
Cuerpos de agua

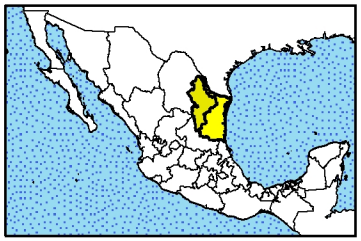
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

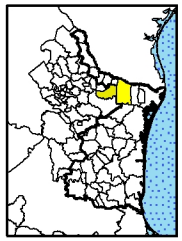
N

1:124,000

0 1,500 3,000 Metros







FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

PUNTOS DE MONITOREO EN EL AI

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

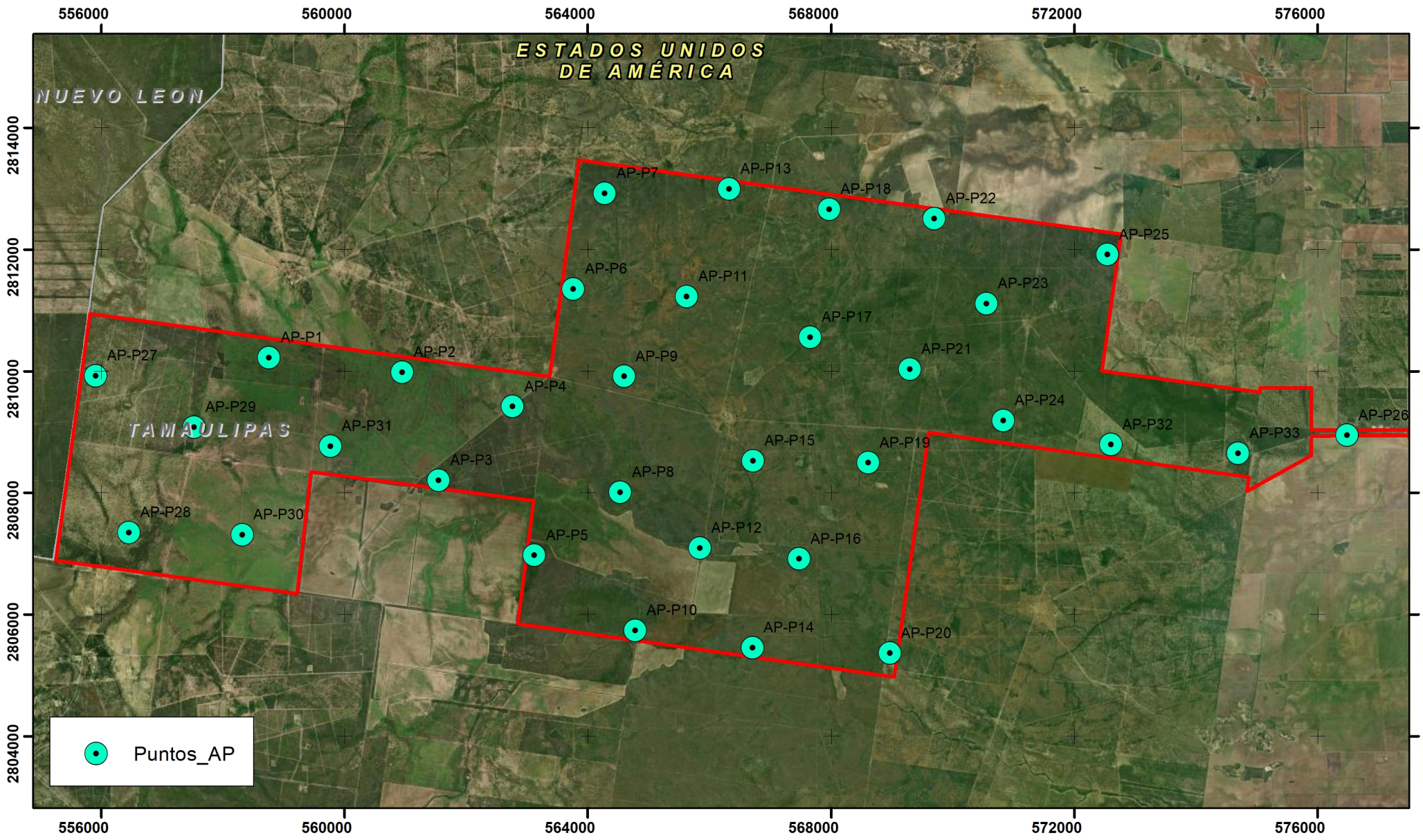
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

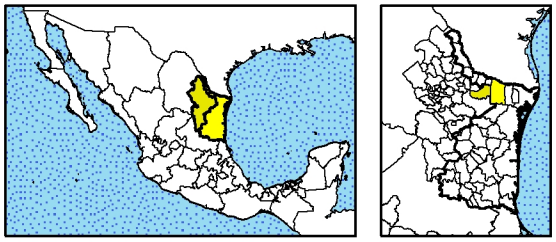
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:251,665

0 4,200 8,400 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

PUNTOS DE MONITOREO EN EL AP

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

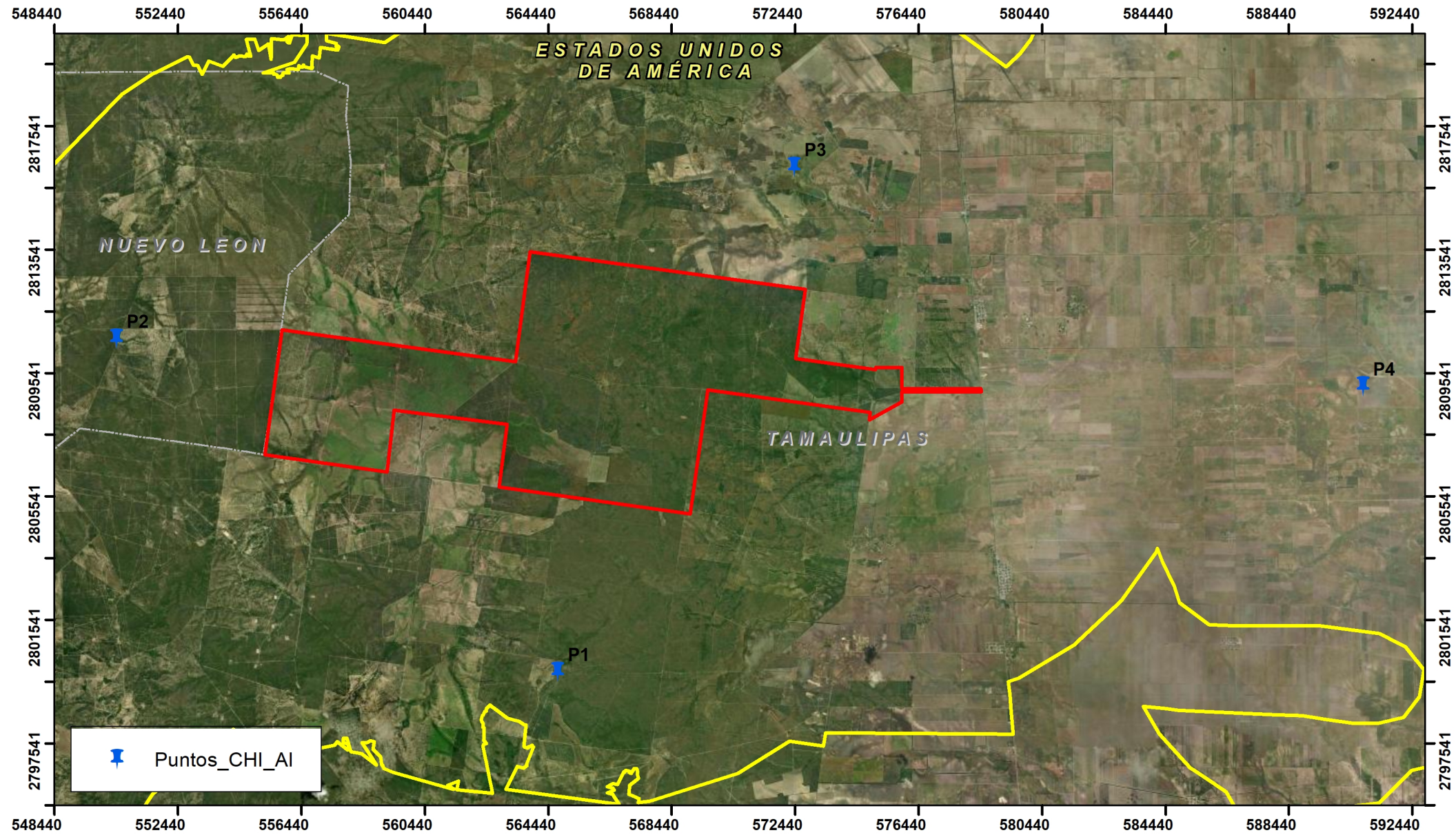
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

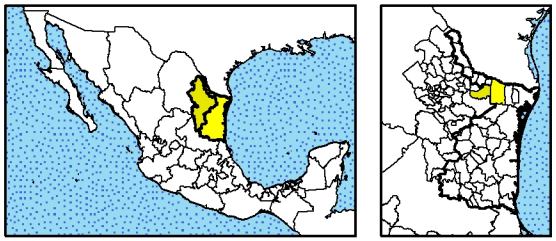
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:86,014

0 1,400 2,800 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

PUNTOS DE MONITOREO DE QUIROPTEROS, AI

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

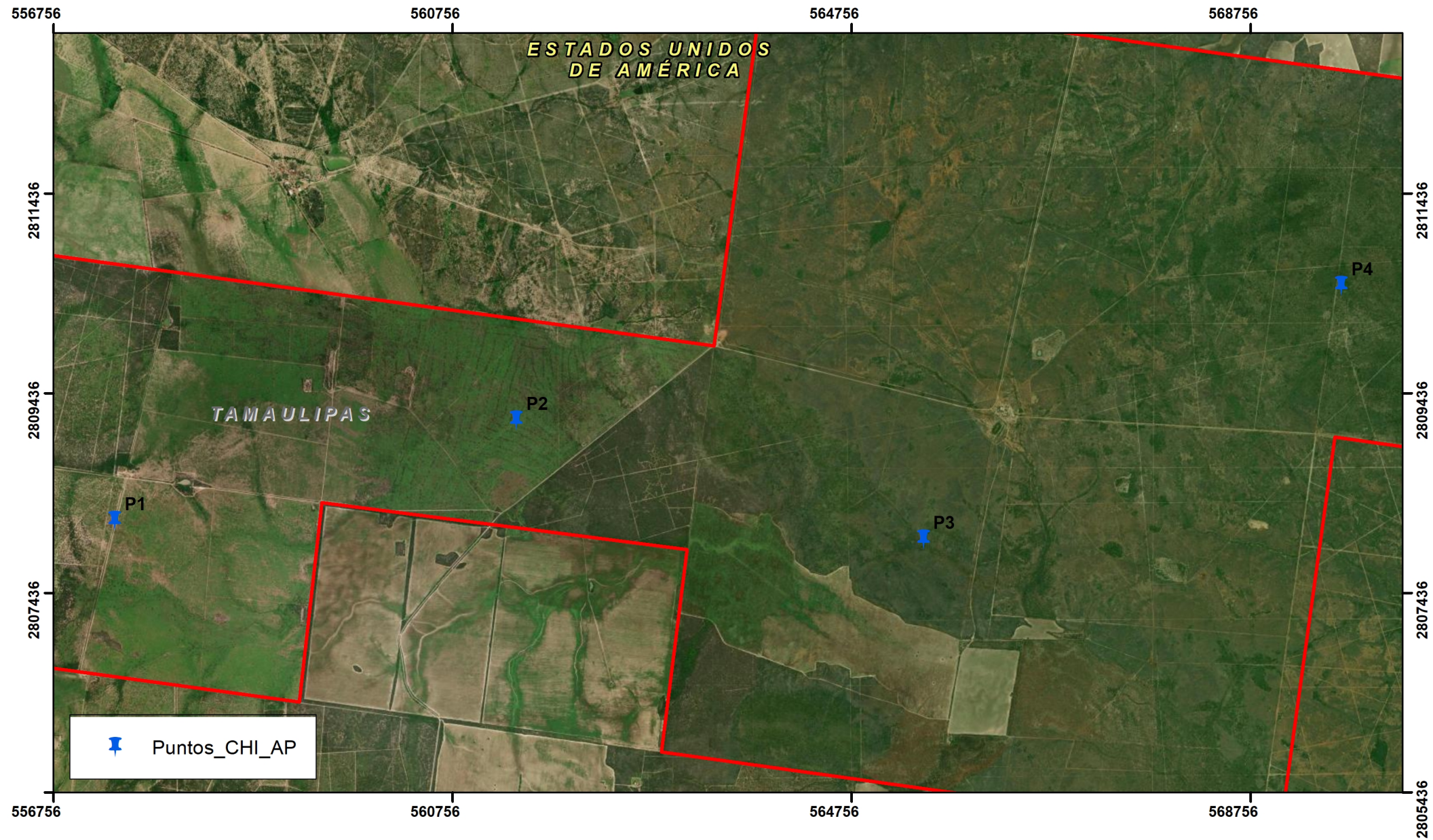
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

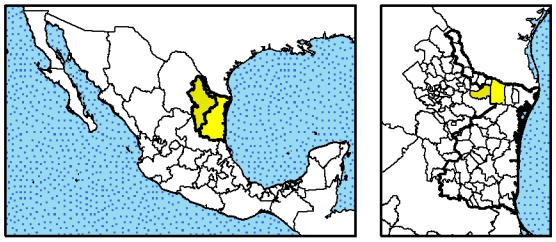
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:168,847

0 2,800 5,600 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

PUNTOS DE MONITOREO DE QUIROPTEROS, AP

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

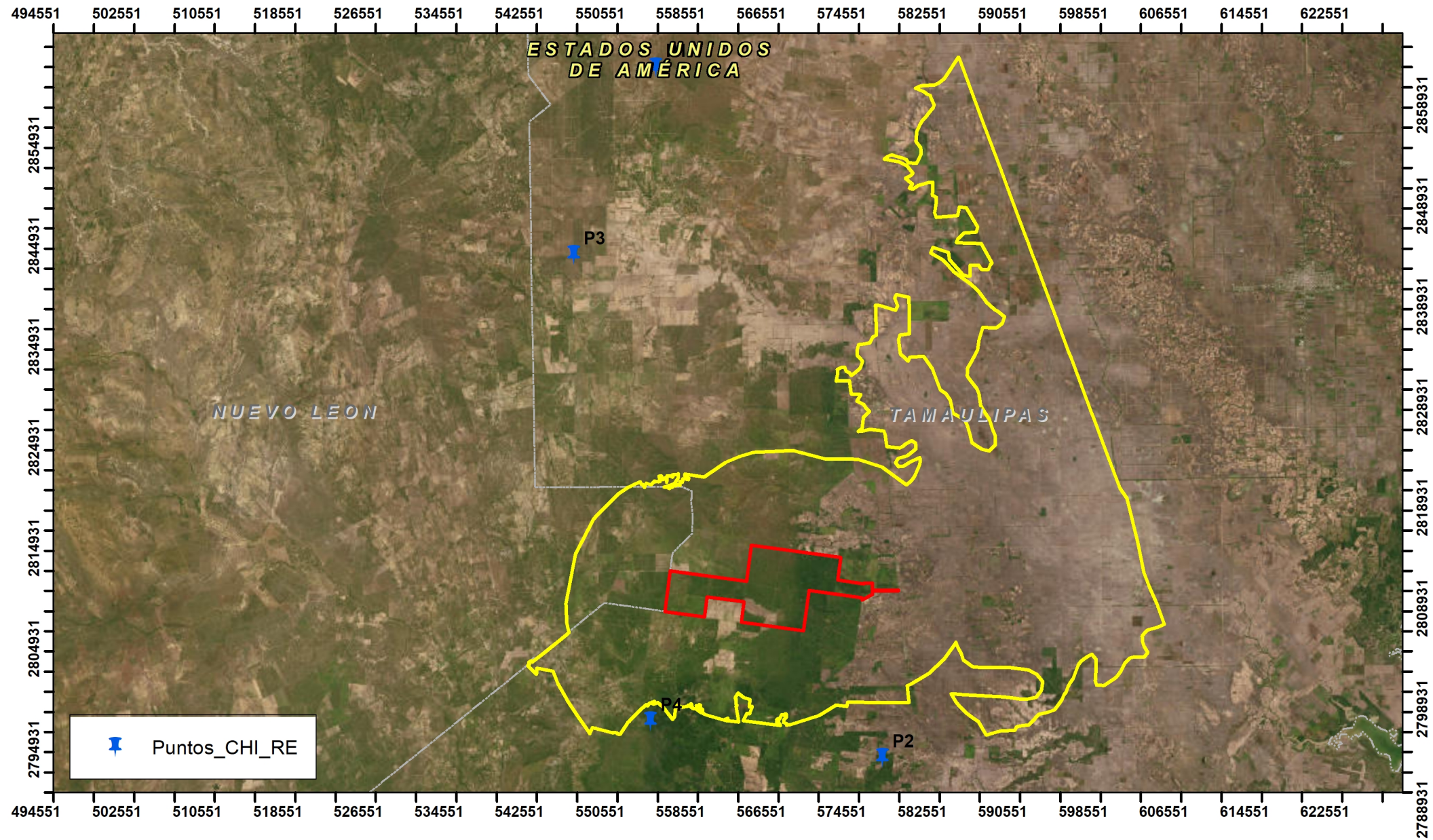
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

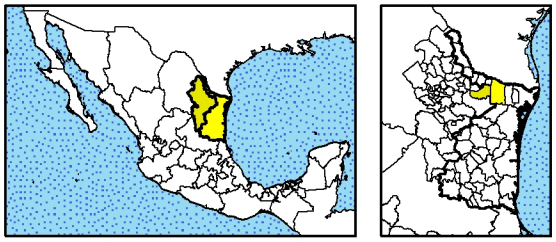
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:51,418

0 850 1,700 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

PUNTOS DE MONITOREO DE QUIROPTEROS, RE

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

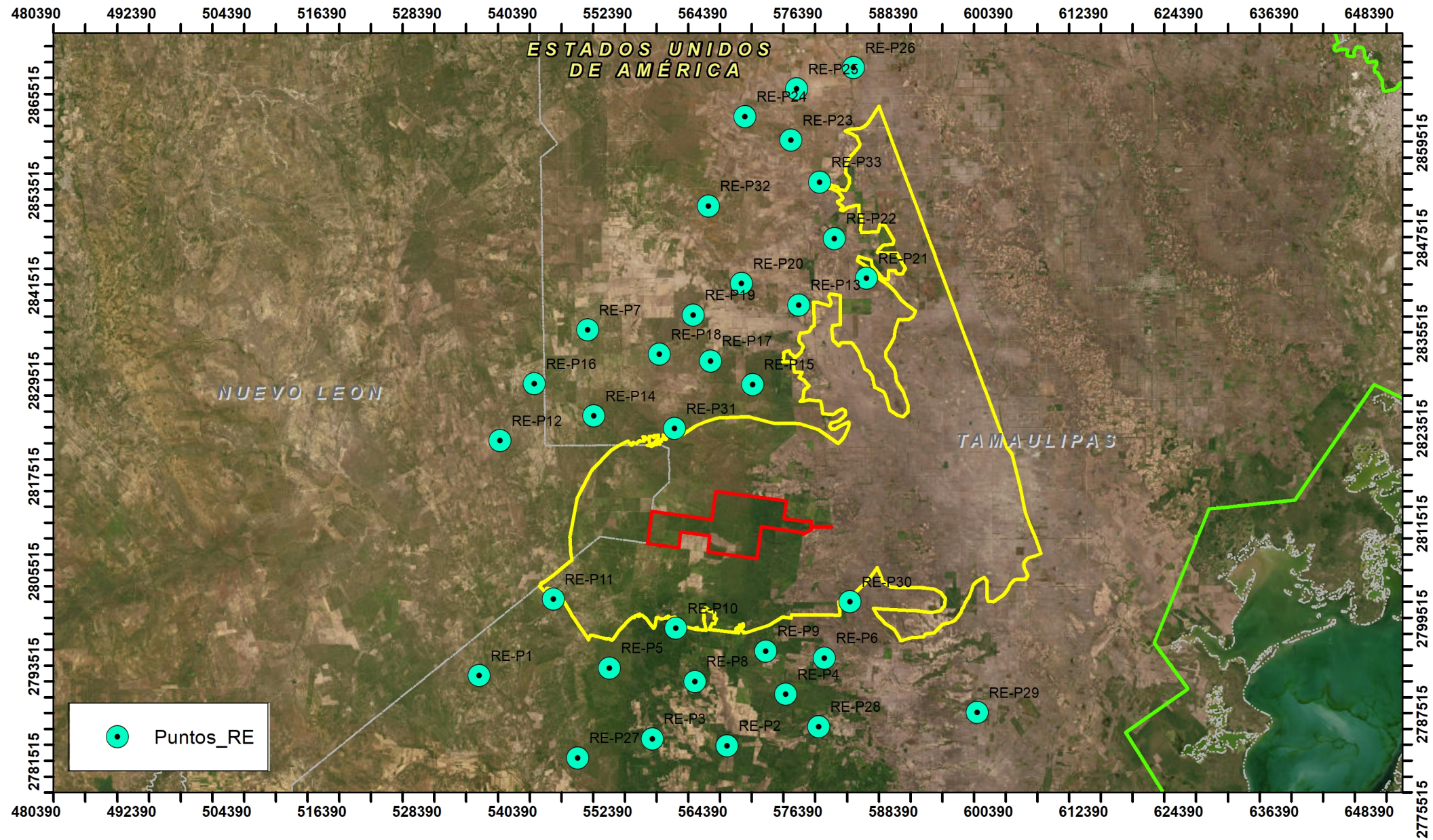
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

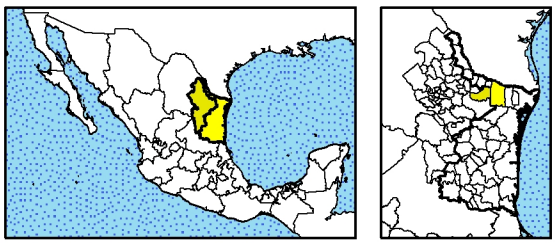
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:510,794

0 8,000 16,000 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

PUNTOS DE MONITOREO EN LA RE

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

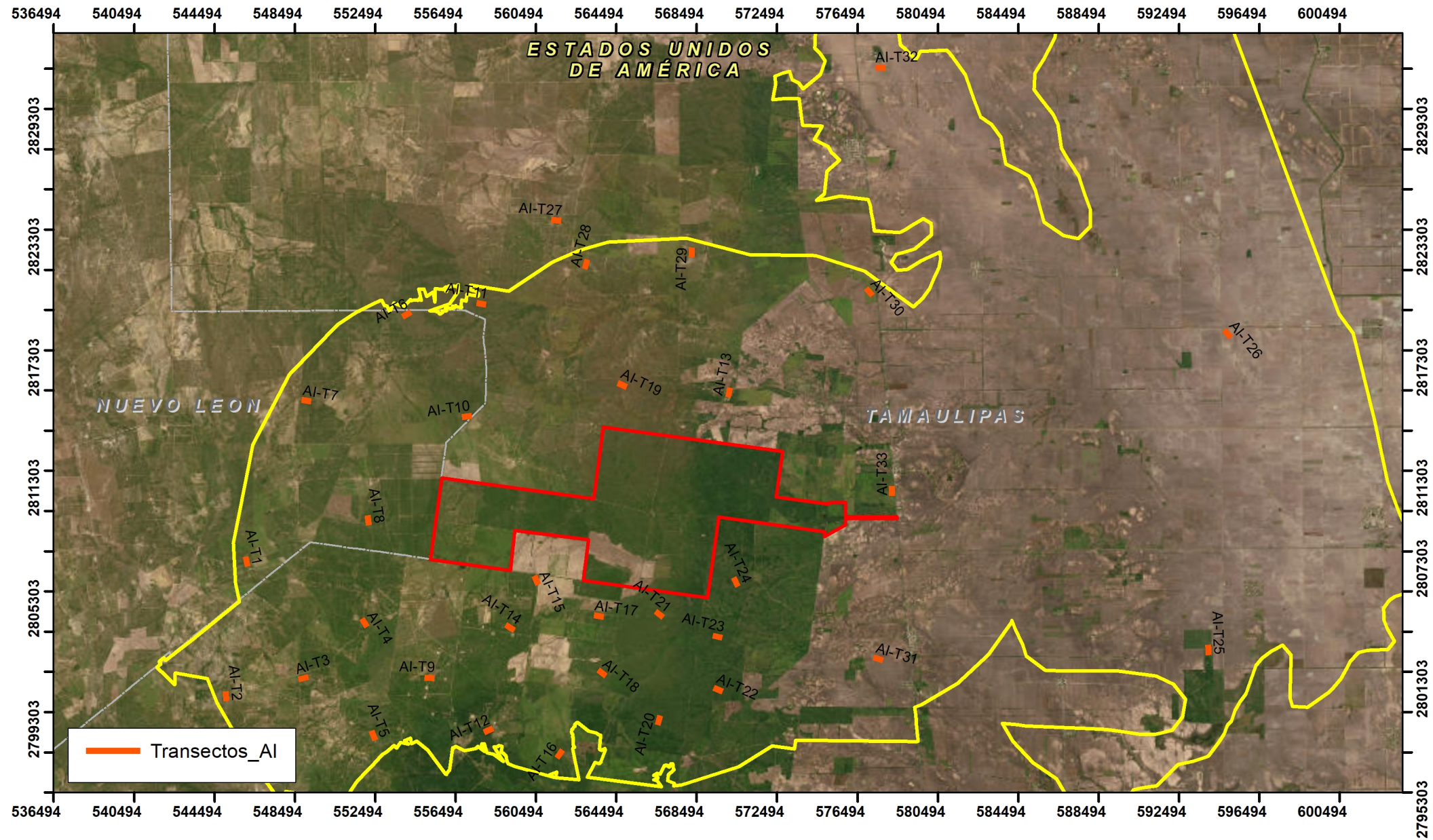
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

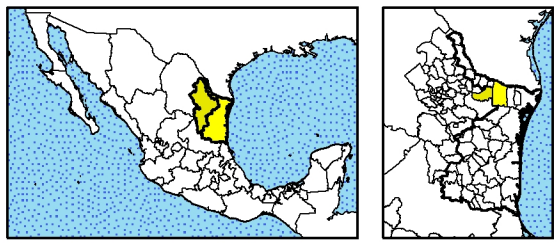
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:645,714

0 10,500 21,000 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

TRANSECTOS DE MONITOREO EN EL AI

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

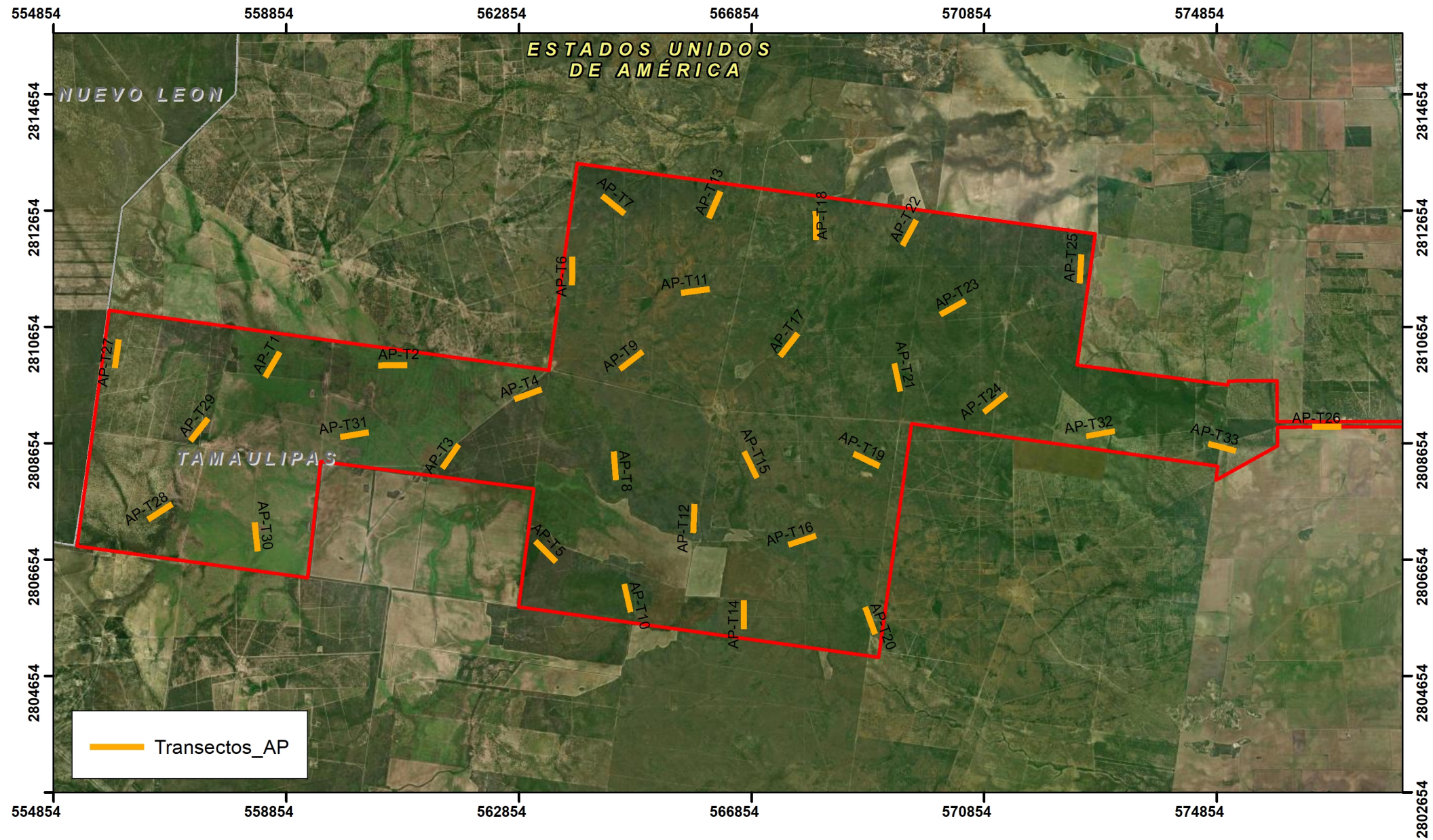
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

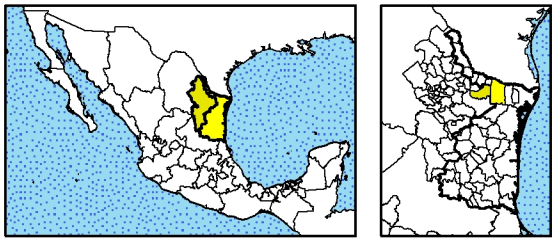
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:254,936

0 4,250 8,500 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

TRANSECTOS DE MONITOREO EN EL AP

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

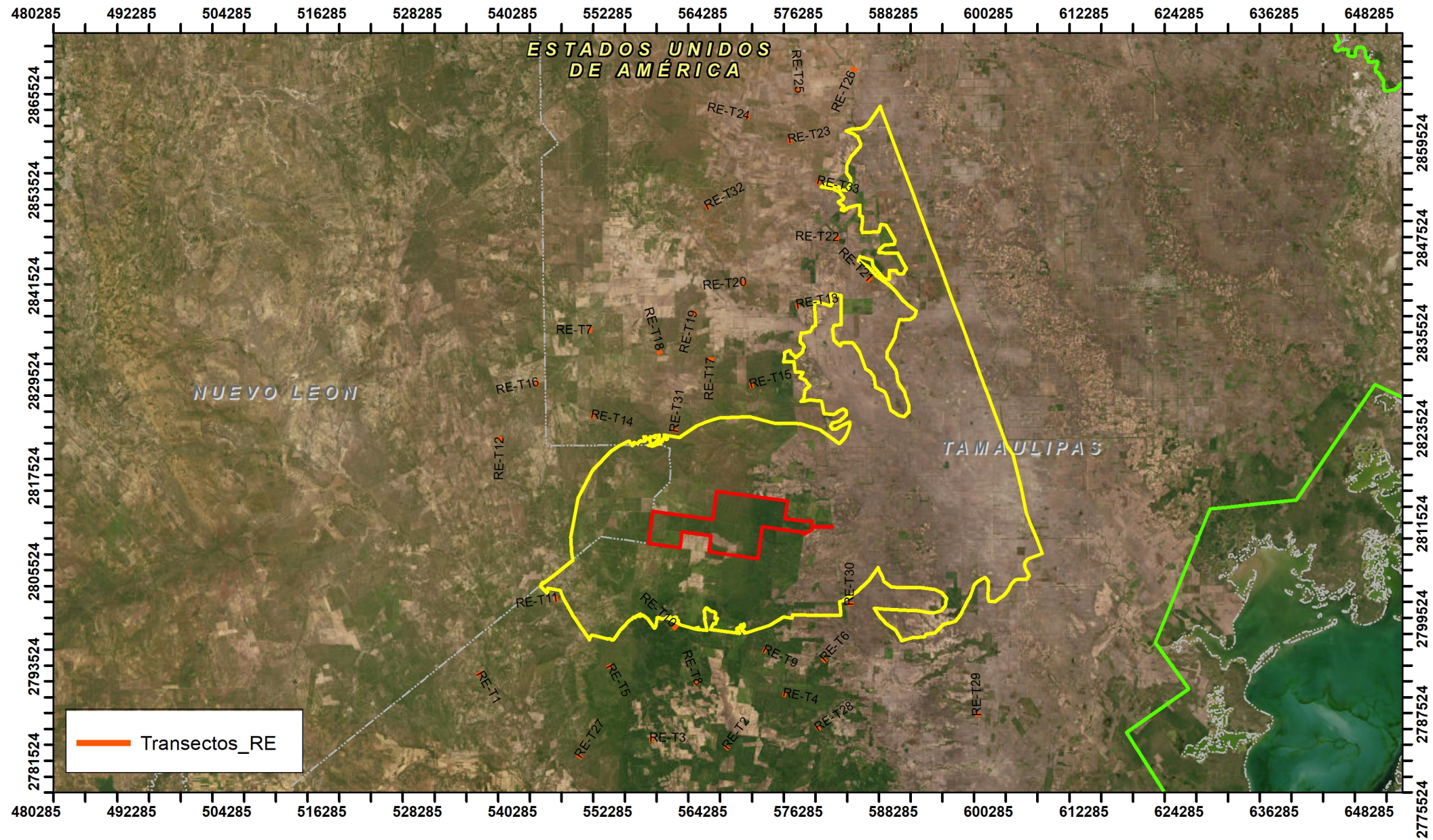
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

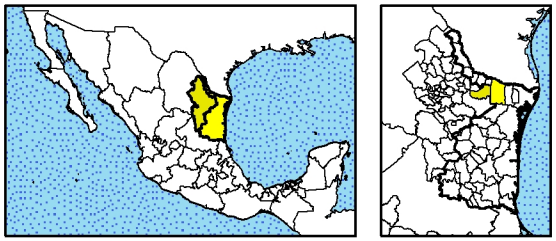
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:88,184

0 1,450 2,900 Metros





FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

TRANSECTOS DE MONITOREO EN LA RE

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

Leyenda

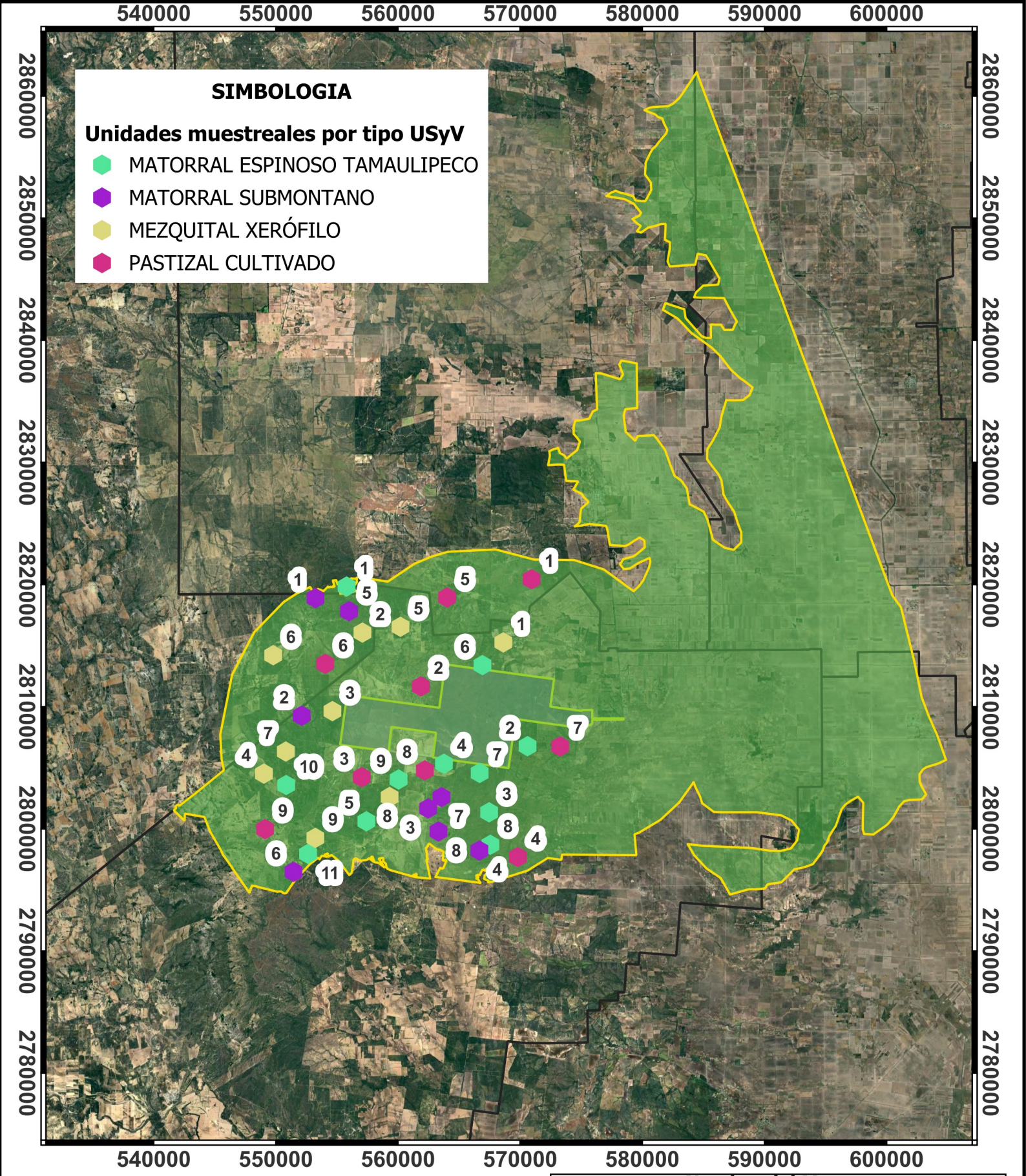
- Región Ecológica
- Área del Proyecto
- Área de influencia

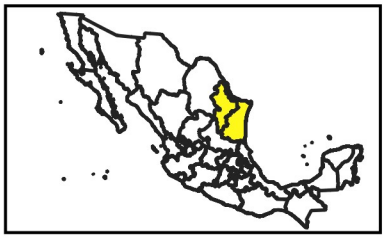
THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:645,608

0 10,500 21,000 Metros







FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

Nombre del Mapa:
Unidades muestreales del Àrea de Influencia

Nombre del Proyecto: "PARQUE EÓLICO MONTECRISTO "

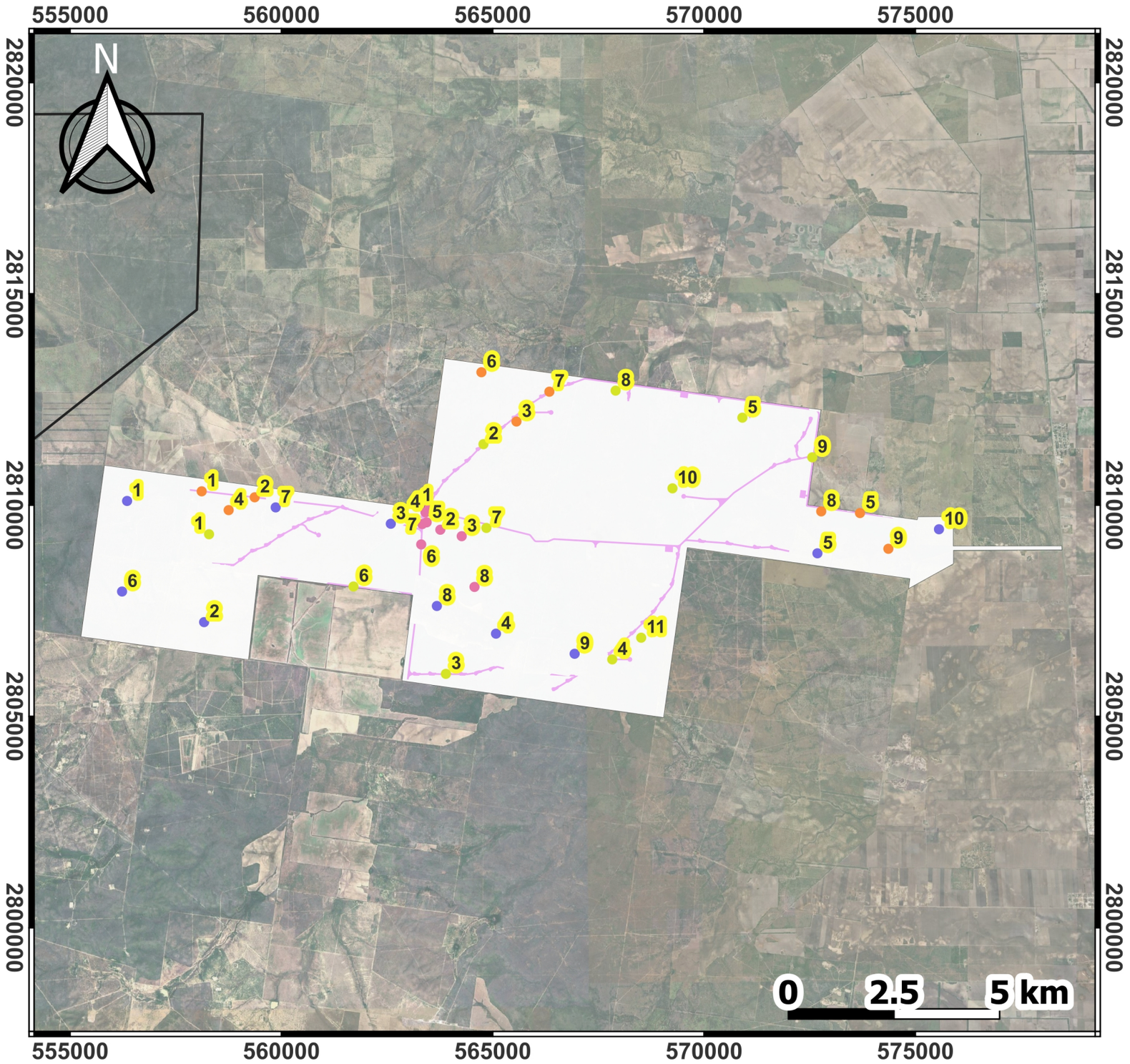
SIMBOLOGÌA

- Área de Influencia
- Estado de Nuevo Leòn
- Estado de Tamaulipas
- Municipio Reynosa

3 0 3 km

N

THERMION
Un paso adelante | A step ahead



Nombre del Mapa: Unidades muestreales del Àrea del Proyecto

Nombre del Proyecto: "PARQUE EÓLICO MONTECRISTO "

SIMBOLOGÌA

- Àrea del Proyecto
- Àreas de afectaciòn

Unidades muestreales por tipo USyV

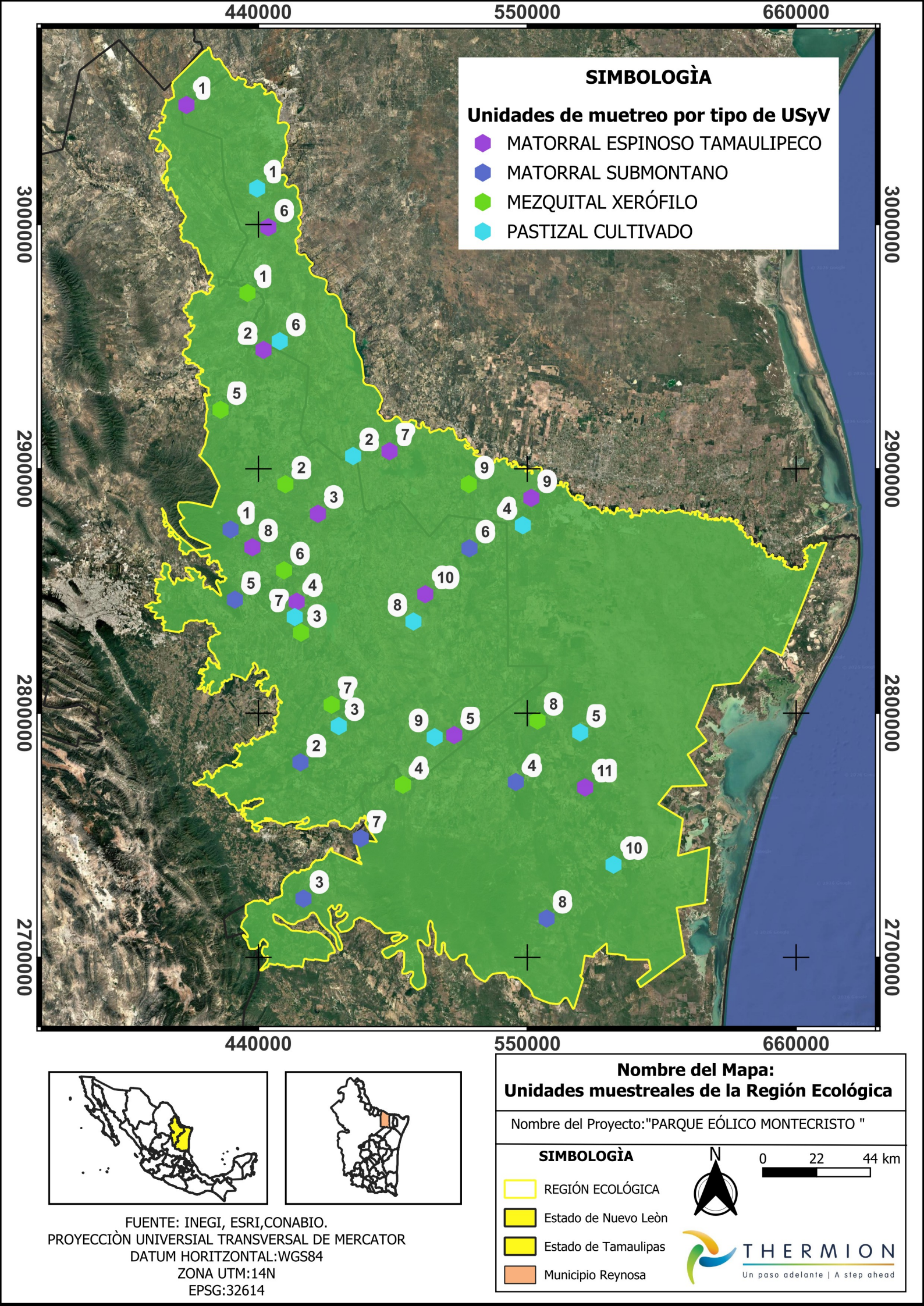
- MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- MATORRAL SUBMONTANO
- MEZQUITAL XERÓFILO
- PASTIZAL CULTIVADO





FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

THERMION
Un paso adelante | A step ahead



FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

Nombre del Mapa:
Unidades muestreales de la Región Ecológica

Nombre del Proyecto:"PARQUE EÓLICO MONTECRISTO "

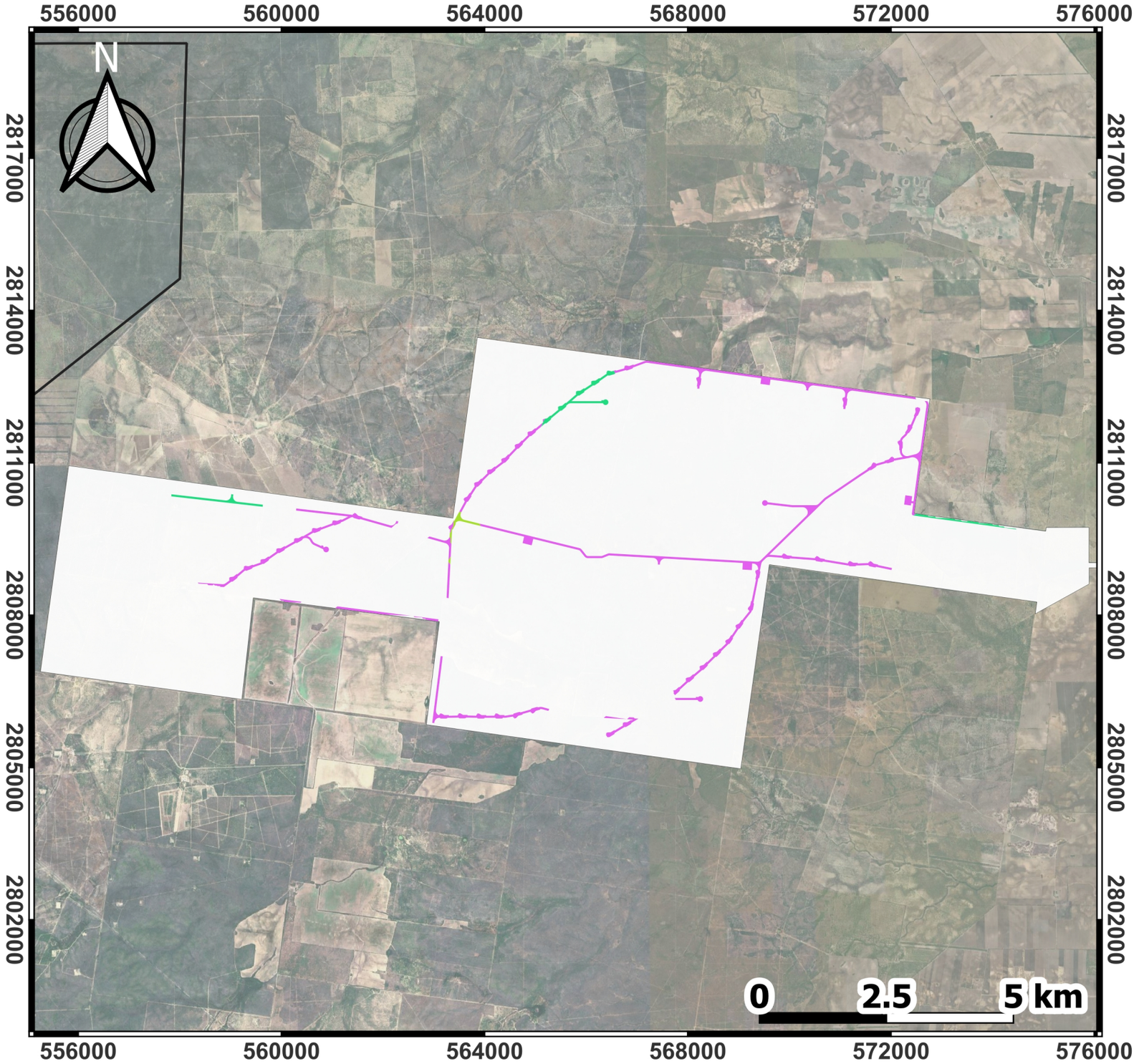
SIMBOLOGÌA

- REGIÓN ECOLÓGICA
- Estado de Nuevo Leòn
- Estado de Tamaulipas
- Municipio Reynosa

N

0 22 44 km

THERMION
Un paso adelante | A step ahead



Nombre del Mapa: Superficie forestal en el àrea de afectaciòn

Nombre del Proyecto: "PARQUE EÓLICO MONTECRISTO "

SIMBOLOGÌA

Limite del àrea del Proyecto

Tipos de vegetaciòn de los poligonos forestales

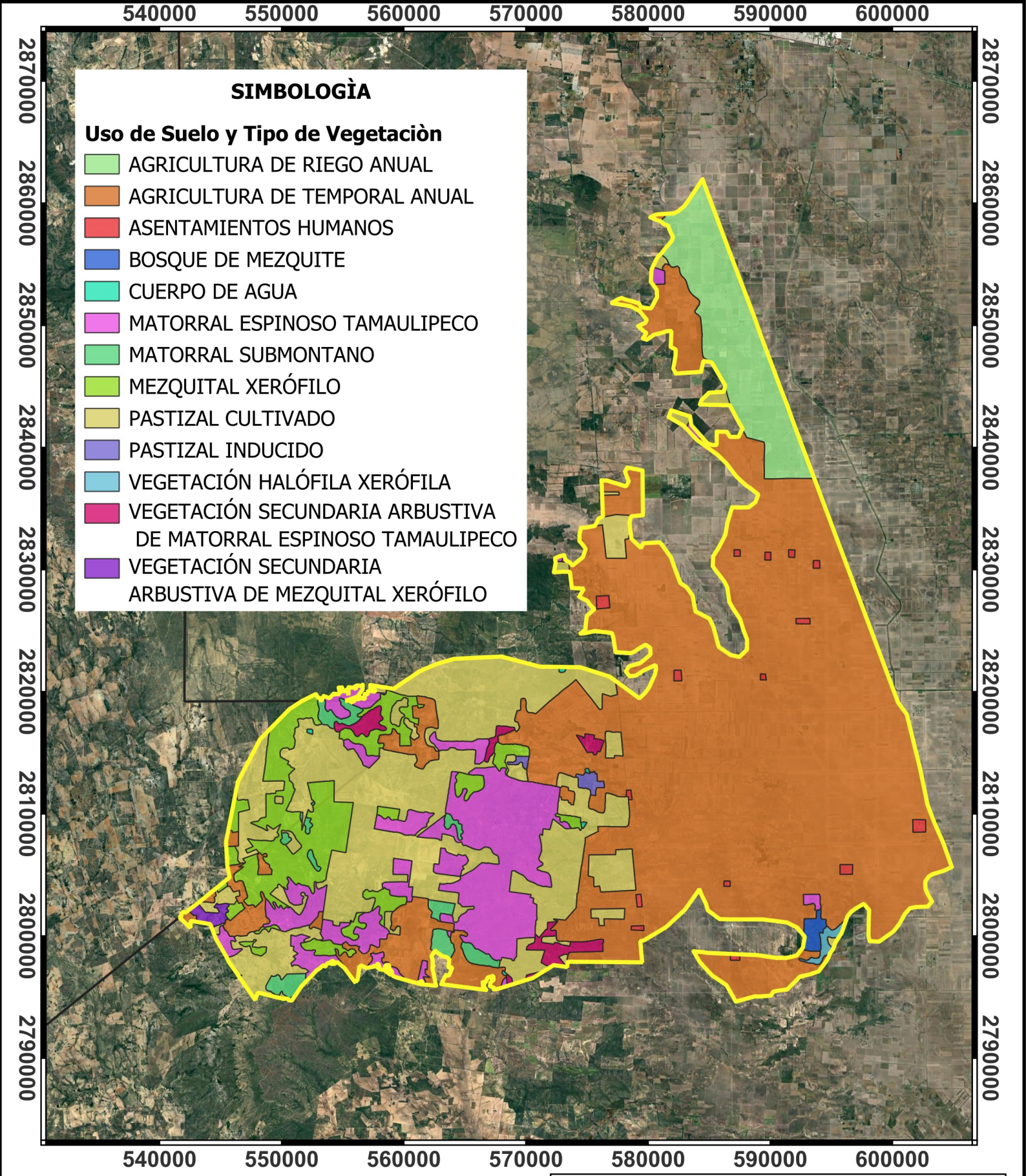
- MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- MATORRAL SUBMONTANO
- MEZQUITAL XERÓFILO

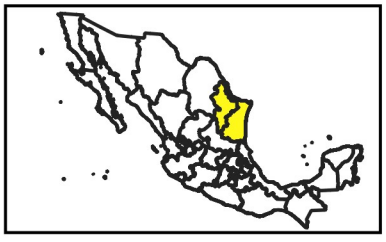




FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

THERMION
Un paso adelante | A step ahead







FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

Nombre del Mapa:
Uso de SUelo y Tipo de Vegetaciòn del Àrea de Influencia

Nombre del Proyecto: "PARQUE EÓLICO MONTECRISTO "

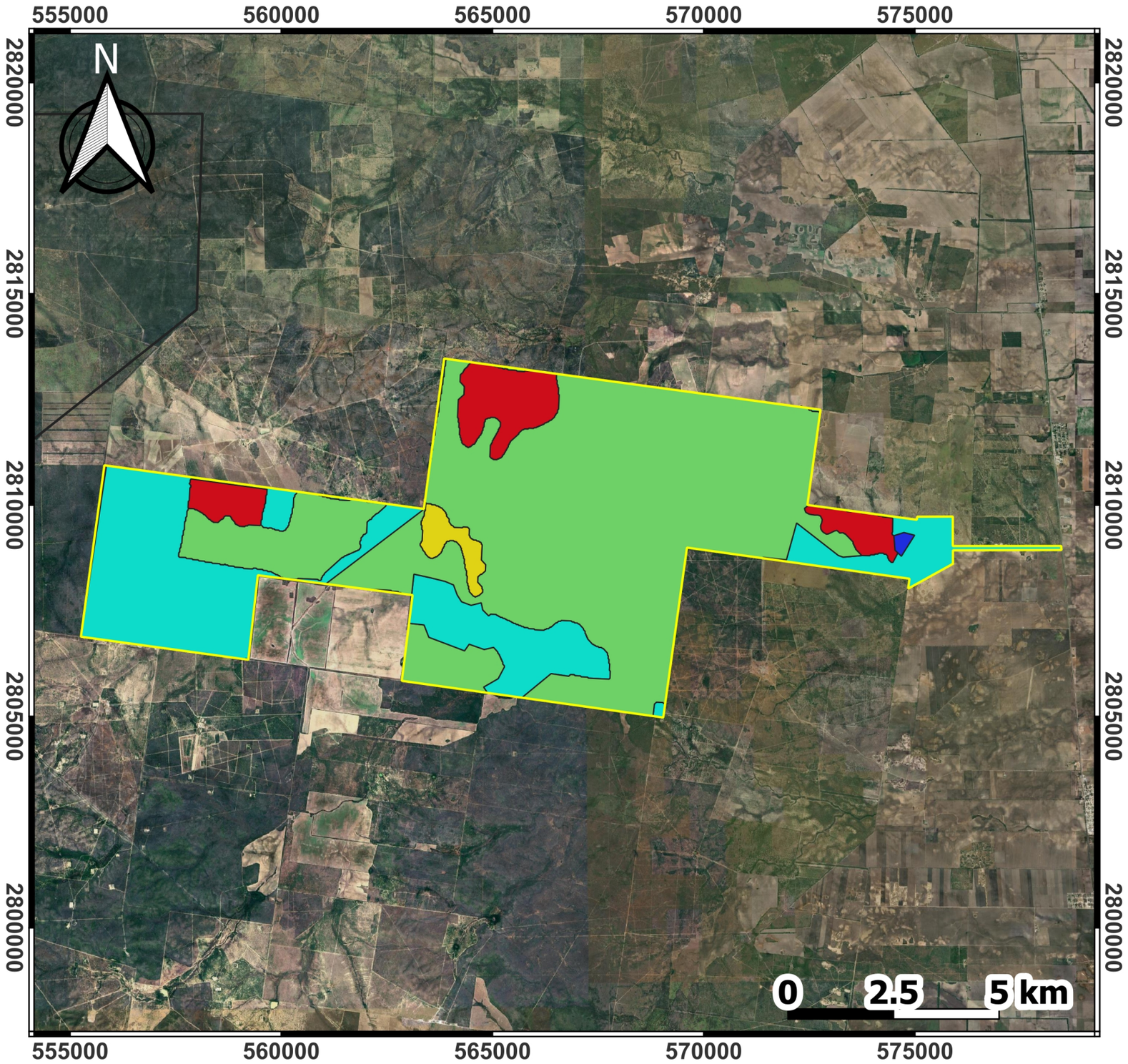
SIMBOLOGÌA

- Limite del Área de Influencia
- Estado de Nuevo Leòn
- Estado de Tamaulipas
- Municipio Reynosa

N

0 2 4 km

THERMION
Un paso adelante | A step ahead



Nombre del Mapa: Uso de Suelo y Tipo de Vegetaciòn del Àrea del Proyecto

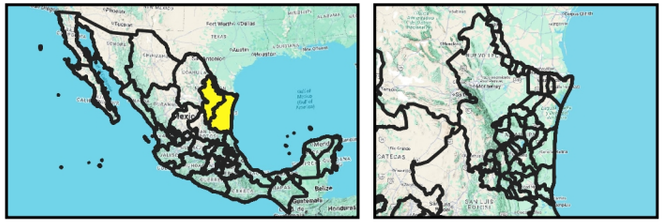
Nombre del Proyecto: "PARQUE EÓLICO MONTECRISTO "

SIMBOLOGÌA

Limite del àrea del Proyecto

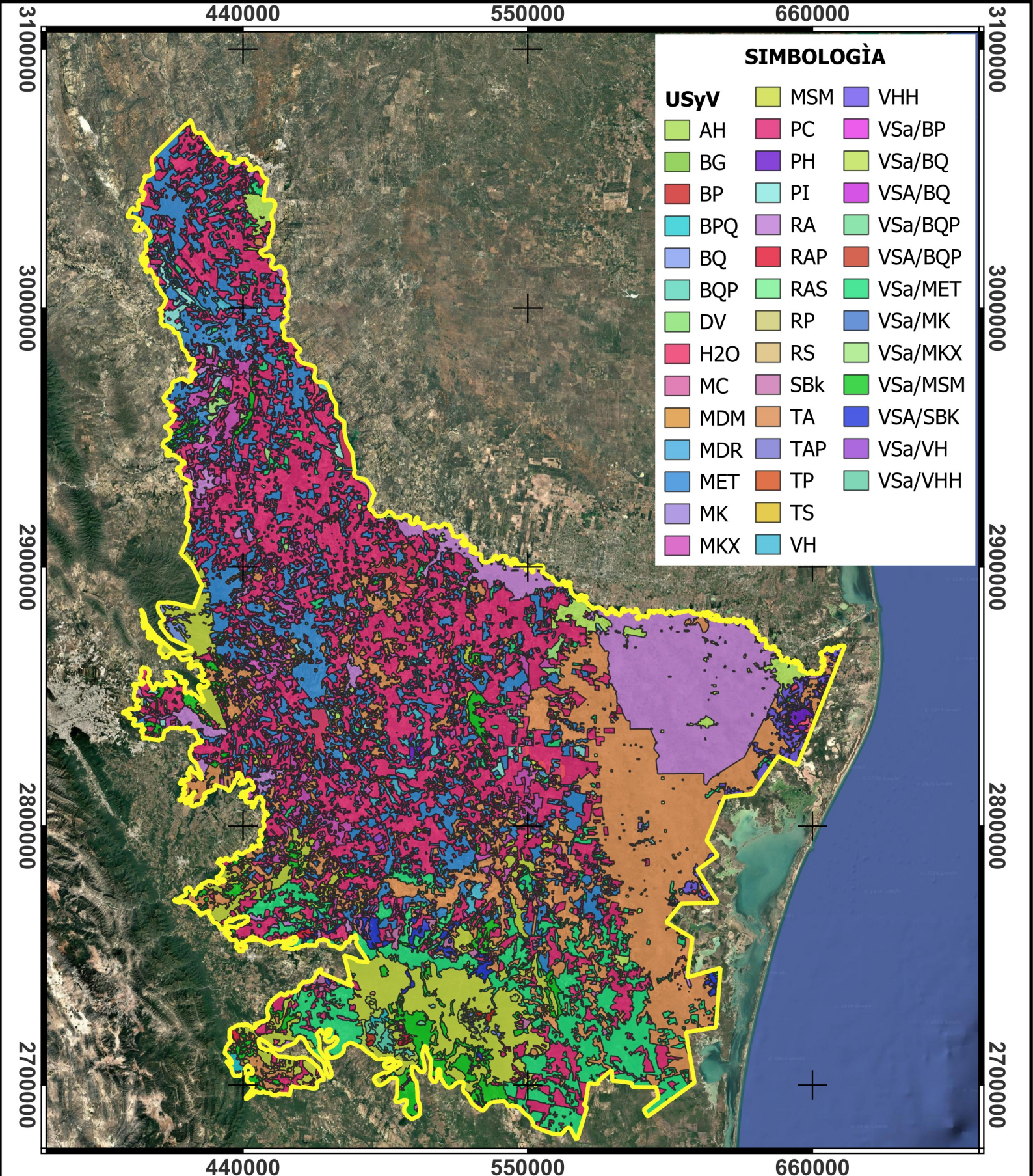
Uso de Suelo y Tipo de Vegetaciòn

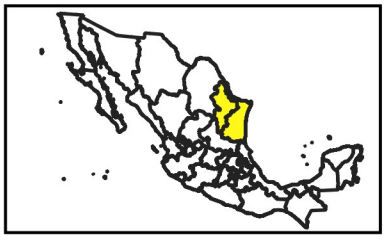
- CUERPO DE AGUA
- MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO
- MATORRAL SUBMONTANO
- MEZQUITAL XERÓFILO
- PASTIZAL CULTIVADO



FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

THERMION
Un paso adelante | A step ahead







FUENTE: INEGI, ESRI,CONABIO.
PROYECCIÒN UNIVERSIAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM HORITZONTAL:WGS84
ZONA UTM:14N
EPSG:32614

Nombre del Mapa:
Uso de Suelo y Tipo de Vegetación de la Región Ecológica

Nombre del Proyecto: "PARQUE EÓLICO MONTECRISTO"

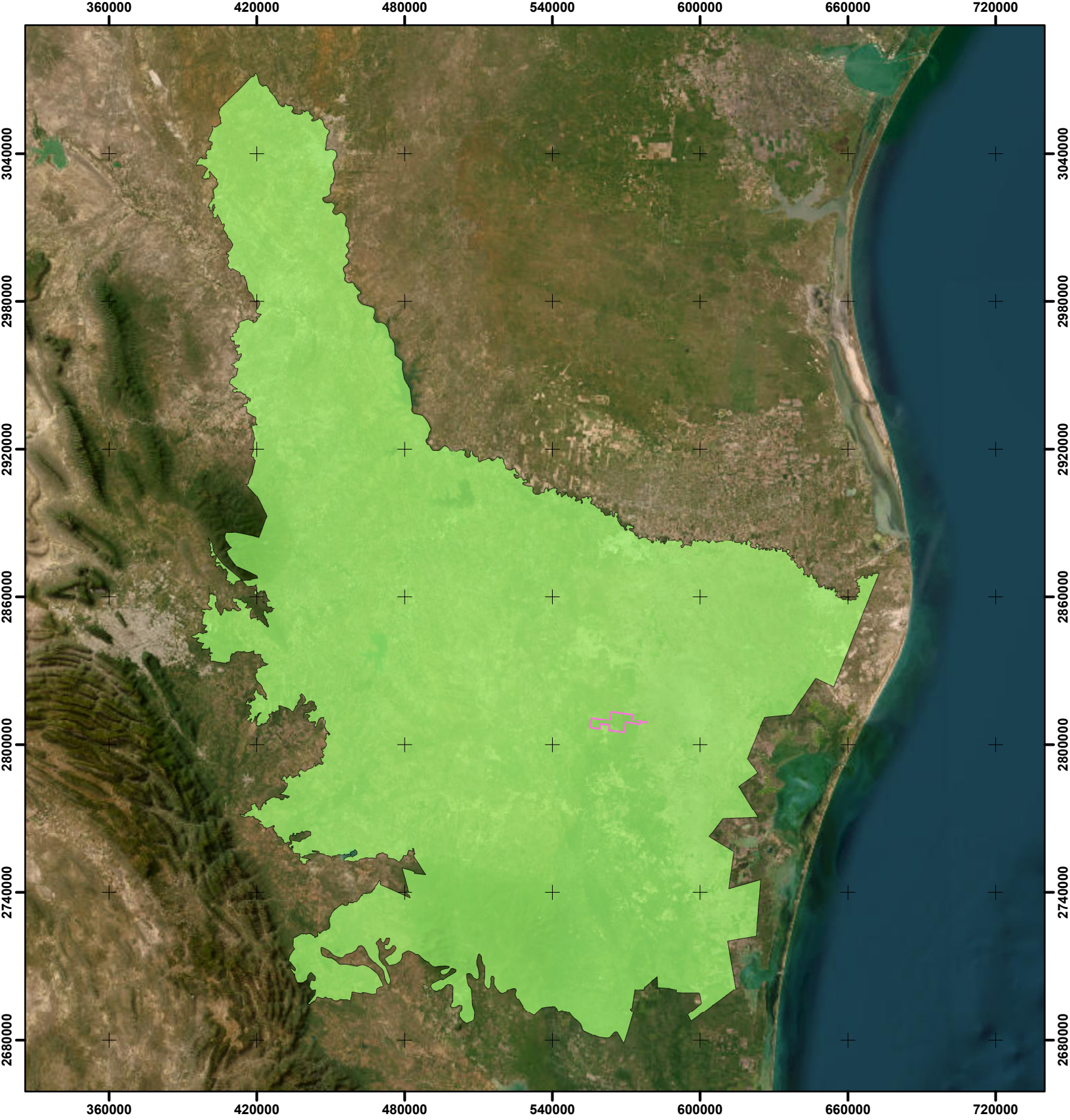
SIMBOLOGÌA

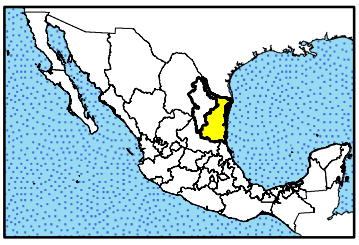
- LIMITE DE LA REGIÓN ECOLÓGICA
- Estado de Nuevo Leòn
- Estado de Tamaulipas
- Municipio Reynosa

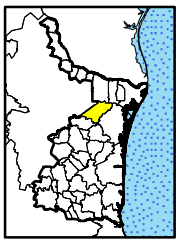
0 22 44 km

N

THERMION
Un paso adelante | A step ahead







FUENTE: INEGI, ESRI, CONABIO.
PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: WGS84
ZONA UTM: ZONA 14 N
EPSG: 32614

REGIÓN ECOLÓGICA

MIA-P
"Parque Eólico Montecristo"

LEYENDA

Área de proyecto

Región Ecológica

THERMION
Un paso adelante | A step ahead

N

1:2,012,000

0 20,000 40,000 Metros

Manual de
RESTAURACIÓN FORESTAL



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Manual de
RESTAURACIÓN FORESTAL



1a edición impresa: 2015
1a reimpresión: 2018
2a edición impresa: 2023
1a edición digital: 2023
ISBN. Versión digital: 978-607-8383-47-4
ISBN. Versión impresa:
Fotografía: Personal de la Gerencia de Reforestación y Restauración de Cuencas Hidrográficas y personal del programa en las Gerencias Estatales.
DR. © 2019. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán
C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.
Tel. 01 (33) 3777-7000
www.gob.mx/conafor

Impreso y hecho en México. Printed and made in México.
Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Mensaje del Director General de la CONAFOR

El Gobierno de México, encabezado por el presidente Lic. Andrés Manuel López Obrador, promueve el Desarrollo Forestal Sustentable, política pública dentro del cual se establecen acciones de Restauración Forestal, misma que desempeña un papel fundamental en la misión de recuperar áreas degradadas del país.

La Restauración Forestal permite mediante las distintas acciones y prácticas, la recuperación de los hábitats naturales y su permanencia, así como incrementar la probabilidad de que estas áreas vuelvan a desempeñar su papel vital en la mitigación de la perdida de la biodiversidad del país.

En este sentido, el Gobierno de México, a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), promueve la participación activa de ejidos, comunidades, pequeños propietarios, pueblos indígenas y afromexicanos en la toma de decisiones sobre el uso y recuperación de los recursos forestales en sus territorios, acciones encaminadas hacia el fortalecimiento de la gobernanza local; lo anterior mediante la asignación de apoyos que además coadyuvan en la generación de empleo local y el mejoramiento del bienestar social.

En ese marco, el presente Manual es un documento que permite orientar a las personas beneficiarias del programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar en aspectos técnicos y de planeación, ejecución y seguimiento sobre los procesos de restauración forestal. Asimismo, es de utilidad para todas las personas interesadas en los temas de restauración de ecosistemas y al público en general, emplea un lenguaje simplificado, sin perder el sentido técnico necesario para explicar de forma sencilla el proceso de restauración y las acciones básicas requeridas para revertir los procesos de degradación de los ecosistemas.

Luis Meneses Murillo

CONTENIDO

Presentación 6
Introducción 7
Capítulo I. Principios básicos de la restauración ecológica y la restauración forestal 9
1.1 Restauración ecológica 9
1.2 Sucesión ecológica 9
1.3 La restauración y la capacidad de recuperación de los ecosistemas 10
1.4 Restauración Forestal 11
Capítulo II. Planeación 13
2.1 Áreas elegibles para la restauración forestal y reconversión productiva 13
2.2 Selección del sitio 14
2.3 Definición de los objetivos de restauración 18
2.4 Elaboración de un diagnóstico del sitio 19
2.5 Identificación de ecosistemas o modelos de referencia 21
2.6 Selección de especies 22
2.7 Selección de germoplasma 25
2.8 Estrategias de intervención 27
2.8.1 Protección 28
2.8.2 Obras y prácticas de conservación y restauración de suelos 28
2.8.3 Reforestación 31
2.8.4 Prácticas de manejo de biodiversidad 38
2.8.5 Captación y manejo de agua de lluvia 41
2.8.6 Sistemas agroforestales (SAF) 42
Capítulo III. Ejecución 45
3.1 Protección del predio 45
3.1.1 Características mínimas del cercado 45
3.1.2 Instalación del cercado 46
3.1.3 Apertura de brechas cortafuego 50
3.2 Construcción de las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos 52
3.3 Reforestación 52
3.3.1 Producción de planta 52
3.3.2 Calidad de la planta 53

3.3.3 Extracción y transporte de la planta 58
3.3.4 Manejo postvivero y traslado al sitio de reforestación 64
3.3.5 Trazo del arreglo de plantación 66
3.3.6 Calendario óptimo de plantación 73
3.3.7 Plantación 73

Capítulo IV. Mantenimiento de las zonas restauradas 86
4.1 Mantenimiento de las actividades de protección 86
4.2 Mantenimiento de obras de conservación y restauración de suelos 87
4.3 Mantenimiento de la reforestación 87
4.3.1 Reposición de planta muerta 88
4.3.2 Rehabilitación de cajetes 89
4.3.3 Control de malezas 89
4.3.4 Fertilización 92
4.3.5 Control de plagas y enfermedades 94
4.4 Actividades complementarias al mantenimiento 98
4.4.1 Podas 98
4.4.2 Aclareos 100

Ejemplos de casos exitosos de restauración forestal 102
Referencias bibliográficas 107

Presentación

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) es un Organismo Público descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de planes, programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

Bajo dichos objetivos, la Estrategia Nacional de Restauración y Reconversión Productiva es uno de los instrumentos diseñados para ejecutar intervenciones en materia de restauración forestal a través de la focalización de superficies en microcuencas estratégicas, misma que considera factores técnicos, ambientales y económicos de los territorios con degradación forestal.

Las acciones de restauración forestal también responden a compromisos internacionales que ha suscrito México en cuestión de medio ambiente y desarrollo, como son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, en términos específicos, la implementación de acciones de restauración forestal se alinea con los objetivos 13 “Acción por el clima” y 15 “Vida de ecosistemas terrestres”, los cuales promueven medidas urgentes que reduzcan la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Mediante estos principios, el presente manual proporciona información y forma las bases para la ejecución de acciones de restauración forestal, entendiendo esto como un proceso integral donde influyen componentes naturales, sociales y técnicos, los cuales serán actores determinantes para el éxito de dichas acciones.

Introducción

Los ecosistemas forestales son un factor determinante en la mejora de las condiciones sociales y económicas de las personas que habitan en las zonas forestales y rurales del país, en este sentido, dos de los grandes desafíos para México son conservar la extensión de sus bosques, selvas, humedales y zonas áridas, y recuperar las superficies forestales que se han perdido o degradado por factores como el cambio de uso del suelo, avance de la frontera agrícola y pecuaria, tala ilegal, y la expansión de las áreas urbanas. La pérdida y la reducción de la cubierta forestal están fuertemente ligadas a la deforestación, la cual puede darse como resultado de la presencia de plagas y enfermedades, incendios forestales y fenómenos naturales adversos, lo cual se traduce en la pérdida de suelos y superficie de bosques y selvas; así como, la pérdida en la producción de bienes y servicios ambientales.

La restauración forestal es el conjunto de actividades tendientes a rehabilitar un ecosistema forestal degradado para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo. Las acciones incluyen obras de conservación y restauración de suelos, protección de áreas reforestadas, reforestación, mantenimiento y el establecimiento de sistemas agroforestales como una opción en la reconversión productiva.

La CONAFOR, a través de la Estrategia Nacional de Restauración Forestal y Reconversión Productiva (ENRFRP) busca atender los terrenos forestales y preferentemente forestales degradados del país con acciones de restauración encaminados hacia el Manejo Integrado del Territorio, el cual permite una integración de políticas públicas de los tres órdenes de gobierno para la implementación de programas de manera coordinada para lograr un Desarrollo Rural Sustentable.

Principios básicos de la restauración ecológica y la restauración forestal

1

1.1 Restauración ecológica

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), define a la Restauración Ecológica como el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. El mismo organismo señala que la restauración ecológica se basa en modelos de referencia para restablecer la integridad biótica en términos de composición de especies y estructura de la comunidad, y recuperar las funciones del ecosistema (SER, 2004).
Atributos clave del ecosistema:

- Composición: se refiere a la variedad de organismos presentes en un ecosistema (McDonald, et al., 2016).
- Estructura: es la organización física de un sistema ecológico, incluyendo la densidad, estratificación y distribución de especies (sus poblaciones, tamaño de hábitat y complejidad), estructura de copa y el patrón de parches de hábitat, así como de elementos abióticos (McDonald, et al., 2016).
- Funciones: son el resultado de interacciones y relaciones entre la biota y elementos abióticos, esto incluye procesos ecosistémicos tales como la producción primaria, descomposición, reciclaje de nutrientes y la transpiración, y propiedades emergentes como la competencia y la resiliencia (McDonald, et al., 2016).

1.2 Sucesión ecológica

La sucesión ecológica es un proceso natural de recambio en la riqueza y abundancia de especies y comunidades, relacionado con las transformaciones microambientales y edáficas que ocurren después de un disturbio, y es la principal estrategia natural que poseen los ecosistemas

degradados para recuperarse (Proaño & Duarte, 2018).

Durante el proceso de sustitución de especies a lo largo del tiempo, la etapa de sucesión inicial presenta una predominancia de especies pioneras, que se caracterizan por una alta capacidad reproductiva, dispersión efectiva y crecimiento rápido, crecen estimuladas por la abundancia de luz y algunas están adaptadas a suelos pobres en nutrientes. En contraste, la etapa sucesional tardía se caracteriza por la presencia de especies maduras o tardías, las cuales presentan características opuestas a las especies pioneras, como estrategias de dispersión y reproducción más complejas (dispersión de semillas a través animales, polinizadores específicos, etc.), tolerancia a la sobra (en ecosistemas boscosos) y un crecimiento más lento, entre otras. Entre estos dos estadios, se encuentra una etapa intermedia con especies secundarias, que tienen un requerimiento intermedio de recursos entre las pioneras y las tardías, éstas se presentan después de la colonización de las especies pioneras y generan condiciones ambientales aptas para el desarrollo de las especies tardías (Begon *et al*. 2006, citado en Duarte, *et al*., 2018).

De este proceso se deriva una clasificación de las especies en grupos sucesionales de acuerdo con su rol en el proceso de sucesión ecológica (pioneras, secundarias y tardías), que resulta de gran utilidad en la selección de especies para los proyectos de restauración.

1.3 La restauración y la capacidad de recuperación de los ecosistemas

Los ecosistemas naturales saludables tienen la capacidad de recuperarse por sí mismos de disturbios o cambios ambientales importantes que alteren su estado de equilibrio, esta capacidad se conoce como resiliencia. Se dice que un ecosistema es resiliente cuando es capaz de recuperar sus atributos estructurales y funcionales después de verse alterado por un disturbio; es decir, de volver a su estado de equilibrio (Proaño & Duarte, 2018), teniendo un comportamiento como se muestra en la Figura 1.

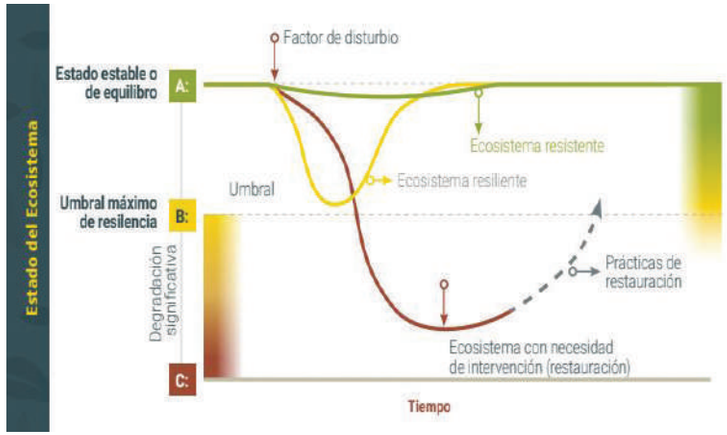


Figura 1. Respuesta de ecosistemas naturales a un disturbio. Fuente adaptado de Van Andel & Aronson, 2012.

De acuerdo con lo anterior, la restauración ecológica es una práctica necesaria cuando el ecosistema ha perdido su capacidad de recuperarse por sí sola, debido a la presencia de un disturbio cuya magnitud y/o duración excede sus capacidades intrínsecas. Idealmente, las prácticas de restauración buscan recuperar la resiliencia de los ecosistemas, interviniendo hasta alcanzar el punto en el que el ecosistema pueda seguir su desarrollo de forma autónoma (Proaño & Duarte, 2018).

Por lo tanto, la restauración debe entenderse como un proceso a largo plazo, en el que la magnitud y el tiempo de exposición del área al disturbio influirán en el tiempo que necesitará para recuperarse, así como en el nivel de recuperación que puede alcanzar (Proaño & Duarte, 2018). Gann *et al*. (2019) señalan que la restauración ecológica forma parte de una gama de actividades recuperativas que pueden concebirse como parte de un continuo, y cada una de éstas presenta diferentes alcances.

1.4 Restauración Forestal

Si bien, los conceptos descritos anteriormente abordan los aspectos ecológicos de la restauración, en la realidad los ecosistemas no funcionan de forma independiente del entorno que los rodea. La presión por la extracción de materias primas, el cambio de uso del suelo para fines productivos y la creciente demanda de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica y la fertilidad del suelo, entre otros, han creado la necesidad

de abordar el tema de la restauración desde un enfoque integral, que atienda la recuperación de la integridad ecológica tanto como las necesidades de la población que coexiste con estos ecosistemas degradados.

Como respuesta a esta necesidad, organizaciones internacionales como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), han adoptado conceptos como el de Restauración del Paisaje Forestal, y lo definen como “un proceso planificado que pretende recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en paisajes forestales que han sido deforestados o degradados” (Maginnis *et al*., 2007; Mansourian, 2005, citados en Newton & Tejedor, 2011).

En México, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define a la Restauración Forestal como el “conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal para recuperar parcial o totalmente sus funciones originales” (DOF, 2018), y en este sentido, la Estrategia Nacional de Restauración Forestal y Reconversión Productiva aborda el tema de la restauración bajo un enfoque de Manejo Integrado del Territorio (MIT), el cual, comprende la interacción entre diversos usos de la tierra, como áreas destinadas a la conservación, áreas con manejo forestal sustentable, reforestación, obras de conservación de suelo; sistemas agroforestales y prácticas de manejo de biodiversidad, para mantener y restablecer las funciones ambientales, sociales y económicas de áreas forestales degradadas.

Planeación 2

2.1 Áreas elegibles para la restauración forestal y reconversión productiva

La CONAFOR identifica las zonas de elegibilidad con base en criterios técnicos y sociales, como el nivel de degradación en terrenos forestales, el porcentaje de cobertura de copa, la marginación y la presencia de comunidades indígenas, entre otros. Utiliza como herramienta los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para analizar y procesar distintos tipos de cartografía digital, y publica los resultados del análisis de forma anual en la página Web oficial (Figura 2).

Los principales criterios para determinar las áreas elegibles son:

- Terrenos forestales con degradación ligera y moderada.
- Terrenos forestales de productividad baja con cobertura de copa menor al 20%.
- Terrenos preferentemente forestales.
- Terrenos forestales con productividad media con cobertura de copa entre 20 y 49%.

Los insumos para la delimitación de las áreas elegibles constan de dos tipos:

Información en formato Vector (Nacional y Estatal)

- Uso del suelo y vegetación serie VII de (INEGI 2018).
- Estudios de degradación del suelo (COLPOS, 2002).
- Microcuencas (COLPOS-FIRCO).
- Información del Registro Agrario Nacional (Ejidos y comunidades).
- Índice de marginación por localidades (INEGI).
- Municipios de muy alta marginación (INEGI).
- Presencia de comunidades indígenas (INEGI).
- Marco Geoestadístico Municipal, División Estatal INEGI 2019.
- Marco Geoestadístico Municipal., División Municipal INEGI 2019.

- Marco Geoestadístico Municipal, Polígonos Urbanos INEGI 2019.
- Marco Geoestadístico Municipal, Localidades Rurales INEGI 2019.

Información en formato Ráster (Imágenes Satelitales)

- Imágenes RAPIDEYE
- Imágenes Spot
- Imágenes Landsat
- Imágenes Sentinel
- Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM)



Figura 2. Áreas elegibles 2022 para el concepto de apoyo RFM. Restauración Forestal de Microcuencas y regiones estratégicas. Fuente: CONAFOR 2022.

Esta información geoespacial se emite a nivel nacional y estatal y puede visualizarse en plataformas como Google Earth y distintos softwares de Sistemas de Información Geográfica (ArcMap, QGis, etc.).

2.2 Selección del sitio

Para solicitar apoyos de restauración forestal, el predio propuesto debe estar dentro de las áreas elegibles establecidas por la CONAFOR y cumplir con los criterios de elegibilidad establecidos en las Reglas de Operación vigentes.

Para confirmar lo anterior, se pueden realizar los siguientes pasos:

Primer paso

Verificar que el predio esté dentro de las áreas elegibles, consultando en la página Web de la CONAFOR los mapas digitales a nivel nacional y por entidad federativa, o bien, si se cuenta con el polígono del predio en formato shapefile, ingresar a la siguiente dirección: http://apoyos.cnf.gob.mx/areas_elegibilidad/, una vez en el sitio, realizar lo siguiente:

1. En la sección “Comprueba si tu terreno está dentro de algún área elegible”, seleccionar la opción “seleccionar archivo”; es importante mencionar que el sistema solo admite archivos en formato Shapefile (.shp) en coordenadas geográficas.
2. Una vez seleccionado el archivo, hacer clic en la opción “Buscar”, esperar unos segundos para visualizar los tipos de apoyo a los que tiene acceso el predio de acuerdo con las áreas elegibles (Figura 3).

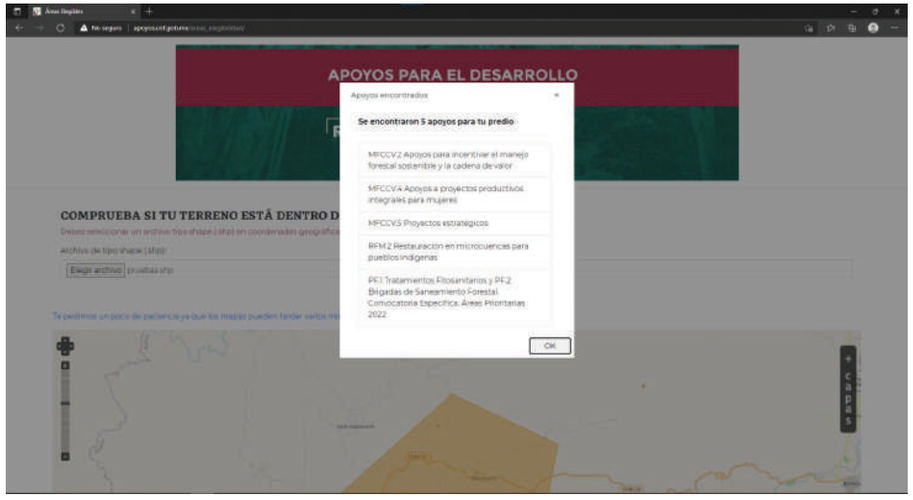


Figura 3. Vista de la página web de ubicación de las áreas elegibles de la CONAFOR.

Segundo paso

Realizar recorridos de campo en todo el predio para reconocer sus características y verificar que cumpla con los criterios de elegibilidad (Figura 4, Figura 5, Figura 6).

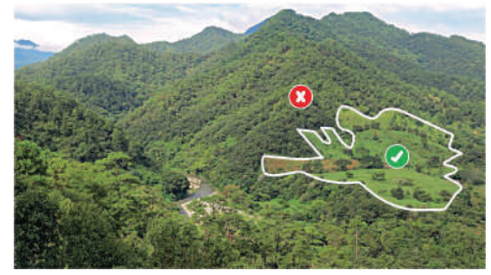


Figura 4. Ubicación de áreas que cumplen con los criterios de pérdida de cubierta forestal.

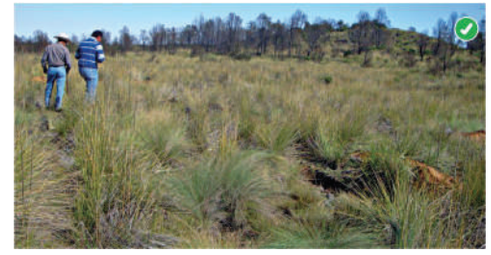


Figura 5. Reconocimiento en campo de las características del predio.



Figura 6. Ejemplo de un predio con un nivel de degradación moderado.

La cobertura arbórea promedio del o los polígonos propuestos a trabajar debe ser menor a 50% (Figura 7 y 8). En la Figura 9 se muestra un área que no cumple con los requerimientos mínimos.



Figura 7. Predio con cobertura de copa menor al 20%.



Figura 8. Predio con cobertura de copa entre el 20 y 49%.



Figura 9. Predio con cobertura de copa igual o mayor al 50%, fuera de los criterios para la restauración forestal.

Tercer paso

Realizar la Georreferenciación del predio (ubicación geográfica) mediante recorridos perimetrales y con el uso de un geoposicionador portátil (GPS) (Figura 10.)

Es importante considerar únicamente las áreas de predio que cumplen con los criterios de elegibilidad, dejando fuera aquellas que no se apeguen a éstos, por lo tanto, la delimitación puede resultar en más de un polígono.

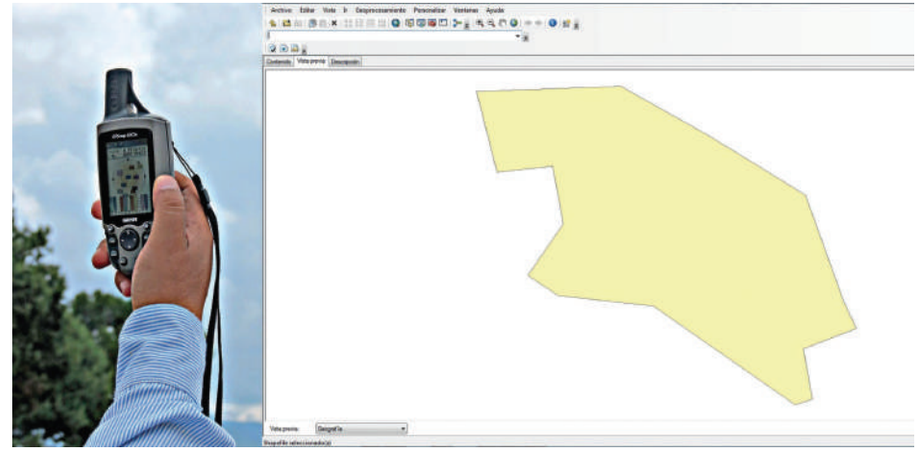


Figura 10. Georreferenciación del predio y obtención del polígono definitivo.

2.3 Definición de los objetivos de restauración

Una vez seleccionado el sitio, se deben definir los objetivos del proyecto de restauración, para esto, es necesario tener claro el nivel de recuperación que se pretende alcanzar con la intervención, es decir, si se busca una restauración íntegra de ecosistema, la cual implica recuperar su composición, estructura y funciones al máximo posible, o si se busca la recuperación de servicios ecosistémicos puntuales, como el control de la erosión, la regulación hídrica, la fertilidad del suelo y/o fomentar el cambio de uso de suelo a sistemas de producción más sostenibles.

Considerando que la restauración se aborda desde un enfoque de Manejo Integrado del Territorio, pueden plantearse objetivos socioeconómicos además de los objetivos ecológicos que generalmente se incluyen en los proyectos. Estos objetivos usualmente se relacionan con la generación de empleos, la conservación de las tradiciones culturales, la diversificación de la producción y la generación de beneficios económicos, entre otros (Proaño & Duarte, 2018).

Es muy importante que los objetivos planteados (ya sean ecológicos o socioeconómicos) respondan a las preguntas ¿qué se quiere lograr? y ¿qué aspectos se quiere enfatizar?, pues en ellos se concentrarán los esfuerzos de monitoreo y evaluación del proyecto (Proaño & Duarte, 2018).

En la práctica, los objetivos están estrechamente relacionados con el uso que se dará al sitio restaurado (Cuadro 1), por lo tanto, en esta etapa de la planeación es fundamental la participación de los propietarios, pues el éxito de la restauración a largo plazo, depende en gran medida, de la aceptación y apropiación por parte de los involucrados (dueños).

Cuadro 1. Ejemplos de la relación entre los objetivos de restauración, el nivel de recuperación deseado y el uso que se dará al sitio.

Nivel de recuperación deseado	Objetivo	Uso que se dará al sitio
Restauración íntegra del ecosistema	Propiciar el uso del área como hábitat del quetzal mesoamericano *(Pharomachrus mocinno).*	Área destinada a la conservación (sin aprovechamiento).
Recuperación de servicios ecosistémicos puntuales	Mejorar la capacidad de infiltración del suelo y reducir la erosión.	Área destinada a la protección (corto y mediano plazo) y al aprovechamiento de productos no maderables con valor comercial (largo plazo).
Producción sostenible	Aumentar la diversidad de especies arbóreas en potreros	Uso como agostadero (mediano plazo) y aprovechamiento maderable (largo plazo).

2.4 Elaboración de un diagnóstico del sitio

La elaboración de un diagnóstico del sitio a restaurar proporciona información detallada sobre las características del predio y el estado de degradación en el que se encuentra, información que permitirá seleccionar las prácticas y actividades adecuadas para alcanzar los objetivos del proyecto.
La información para elaborar el diagnóstico puede obtenerse a través de la revisión de documentos, de entrevistas a propietarios y vecinos y de la observación directa en campo.

Los principales elementos que se deben incluir en el diagnóstico son los siguientes:

Ubicación de predio en el paisaje: ubicar el predio en la microcuenca (parte alta, media o baja), caracterizar el relieve, el tipo de vegetación, la clasificación del suelo y el clima presentes en la zona (Figura 11).

Es muy portante evaluar el potencial de regeneración, es decir, la disponibilidad de especies en la región, su ubicación, abundancia y etapa sucesional en la que se presentan, así como las diferentes trayectorias sucesionales que ofrece el paisaje, ya que esta información es una buena aproximación a las especies que pueden ser utilizadas en el proyecto de restauración y las trayectorias sucesionales pueden servir como ecosistemas de referencia (Vargas, 2011). Se deben identificar también los aspectos del paisaje que pueden limitar la restauración del área (como fuentes de contaminación fuera del alcance del proyecto), o promoverla (como remanentes de bosques cercanos que faciliten la llegada de animales dispersores y semillas) (Proaño & Duarte, 2018)
Condición actual de la vegetación y uso del suelo: identificar las especies presentes en el predio, su abundancia, la etapa sucesional a la que corresponden, su arreglo en los estratos y en caso de conocerlas, sus funciones en el proceso de restauración y usos locales, así como el uso que se da al sitio.
·Degradación del suelo: identificar y describir los procesos de degradación del suelo presentes en el predio. Para realizar una caracterización completa se recomienda usar la metodología ASSOD (Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation, 1997, promovida por la FAO), la cual se describe en el “Manual de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales” (CONAFOR, 2018), disponible en la página Web oficial de la CONAFOR.

Entender las barreras para la sucesión ecológica que existen en un área es clave para identificar las estrategias y prácticas de restauración más adecuadas (Proaño & Duarte, 2018), por lo tanto, toda la información generada en el diagnóstico debe ser analizada de manera integral, buscando relaciones de causa y efecto entre la historia de degradación y las condiciones actuales, para identificar las barreras ambientales (inexistencia de un banco de semillas, presencia periódica de fuego, especies invasoras, etc.) y socioeconómicas (cambio de uso de suelo, tala, sobrepastoreo, etc.) que impiden, limitan o desvían la sucesión ecológica en el área degradada (Vargas, 2007).



Figura 11. Es muy importante ubicar el predio en un contexto regional y del paisaje.

2.5 Identificación de ecosistemas o modelos de referencia

El ecosistema de referencia (también llamado “modelo de referencia” o simplemente “la referencia”) describe la condición aproximada en la que estaría el sitio si no hubiese ocurrido la degradación, sirve de modelo para planear un proyecto de restauración y más adelante, para su evaluación (SER, 2004; Gann, *et al*. 2019).

Los ecosistemas de referencia se desarrollan utilizando múltiples fuentes de información, como sitios de referencia (sitios ambiental y ecológicamente similares al sitio del proyecto, pero que han experimentado una degradación menor o mínima), listados florísticos, fotografías históricas, historias orales de las personas de la región, entre otras (SER, 2004; Gann, *et al.* 2019), éstas últimas son especialmente útiles en áreas fuertemente degradadas donde no se dispone de sitios de referencia.

Los modelos de referencia no deben utilizarse para inmovilizar a un ecosistema en un momento específico, se debe considerar la capacidad inherente de los ecosistemas para cambiar en respuesta a condiciones cambiantes, incluso podrían ser necesarias referencias múltiples o secuenciales para reflejar la dinámica del ecosistema, o los cambios anticipados a lo largo del tiempo (Gann, *et al.* 2019), así, por ejemplo, un área en proceso de regeneración natural puede funcionar como referencia de un estadio sucesional temprano (Proaño & Duarte, 2018).

Definir un ecosistema o modelo de referencia es muy importante para guiar los procesos de restauración, sobre todo, cuando se busca una restauración íntegra del ecosistema; cuando el proyecto busca recuperar parcialmente los atributos del ecosistema degradado, es de utilidad contar con sitios en los que se hayan implementado prácticas de restauración o manejo sostenible y que hayan permitido mejorar la provisión de los servicios ecosistémicos de interés (fertilidad del suelo, el control de la erosión, etc.), por ejemplo, en sistemas agroforestales o reforestaciones exitosas (Proaño & Duarte, 2018).

La caracterización del ecosistema de referencia puede aportar información valiosa para el establecimiento de los indicadores de monitoreo y posteriormente para la evaluación del proyecto. Estos indicadores pueden estar relacionados con la biodiversidad, la densidad, la fertilidad de suelo, la infiltración etc., y deben seleccionarse en función de los objetivos planteados.

2.6 Selección de especies

La selección de las especies a utilizar en la restauración es un aspecto fundamental de la planeación, una adecuada selección puede motivar el interés de los propietarios para mantener el proyecto a mediano y largo plazo. Las especies deben ser de preferencia nativas y multipropósito, por lo que será necesario combinar el conocimiento de los propietarios, expertos locales y científicos para seleccionar aquellas que aportan mayores beneficios.

El listado de especies potenciales para utilizar en las actividades de restauración puede obtenerse de la evaluación del potencial de regeneración y de la descripción de la vegetación presente en el sitio, ambas realizadas en el diagnóstico, como se pueden observar en las Figura 12 y Figura 13.
Para facilitar la selección, se pueden utilizar criterios ecológicos y socioeconómicos que permiten priorizar las especies en función de las características del sitio y los objetivos del proyecto. A continuación se describen algunos de éstos criterios:

- Grupos sucesionales: este criterio prioriza las especies en función del grupo sucesional al que pertenecen (especies pioneras, secundarias y tardías). La aparición de estos grupos en los ecosistemas se relaciona directamente con el nivel de degradación, y éste a su vez con la sucesión ecológica. Por lo tanto, de acuerdo con este criterio, la selección de las especies depende del nivel de degradación que presenta el sito (Terán *et al*., 2018).

- Funciones en la restauración: este criterio prioriza las especies de acuerdo a las funciones que cumplen en el proceso de restauración, como la fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica al suelo, nodrizaje, refugio y alimento de fauna silvestre, atracción de dispersores, etc. En este caso, la selección depende de las necesidades específicas de recuperación del sitio y los aspectos que se quiere enfatizar (Terán *et al*., 2018).
- Uso de las especies: este criterio prioriza las especies en función de los servicios o beneficios que proveen a los dueños de la tierra, como la producción de alimentos, forraje, leña, carbón, madera, fibras, productos medicinales o de uso ritual, etc., por lo tanto, la selección depende de las necesidades e intereses del propietario (Terán *et al*., 2018).

En los cuadros Cuadro 2 y Cuadro 3, se presentan algunas consideraciones importantes para la selección de las especies con fines de restauración forestal.

Cuadro 2. Atributos para la selección de especies (Tomado de Vargas, 2011).

Morfológicos	Reproductivos	Otros
Planta completa · Hábito: arbusto, árbol, hierba · Altura	· Reproducción sexual · Reproducción vegetativa	**Nivel poblacional:** frecuencia, abundancia y tipo de distribución de la especie (individuos aislados o agrupaciones)
Copa · Forma de copa · Cobertura de copa (diámetro aproximado) · Densidad de follaje	**Estrategia de dispersión de las semillas** · Zoocoria, anemocoria y/o barocoria (tipo de fruto)	**Asociación** · Tipo de asociación con otras especies nativas y/o exóticas · Presencia de micorrizas · Tolerancia a la luz · Resistencia a heladas · Fijadora de nitrógeno · Producción de hojarasca (diaria, semanal, mensual) · Usos tradicionales y/o industriales potenciales: protección márgenes hídricas y nacederos-, control erosión, recuperación de suelos y protección de taludes, cerca viva; ornamental; barrera contra heladas · Prestación de Servicios Ambientales
Hoja · Área foliar específica · Contenido de materia seca · Cociente peso fresco/peso seco · Tipo de hoja	**Estrategia de polinización** · Ornitófila, entomófila o anemófila (tipo de flor) · Banco de semillas · Banco de plántulas · Banco de retoños	

Cuadro 3. Cualidades de las especies con respecto a los objetivos de restauración (tomado de Cortina, et al, 2006).

Objetivo de la restauración	Prioridades en la selección de las especies
· Aumentar la diversidad genética, la plasticidad fenotípica, evitar la depresión por auto-cruzamiento. · Resistencia a condiciones adversas (actuales o futuras). · Protección del suelo. · Almacenaje de carbono. · Potenciar poblaciones de herbívoros. · Producción de miel. · Incremento de recursos alimentarios para la fauna. · Aumentar la resistencia y resiliencia frente a perturbaciones. · Mejorar la fertilidad del suelo. · Modificar el flujo de recursos (Ingeniería de ecosistemas). · Producción de madera u otros productos. · Regulación hídrica.	· Diversidad de genomas, procedencias. · Plasticidad fenotípica, rasgos morfo-funcionales asociados a resistencia a frío, sequía, contaminación, etc. · Elevada tasa de crecimiento, crecimiento horizontal, abundante y rápida reproducción, reproducción vegetativa. · Elevada producción, producción de materia orgánica recalcitrante, asignación de biomasa subterránea. · Elevada palatabilidad, tolerancia a la herbivoría. · Producción de flores, variedades melíferas. · Producción de frutos elevada y extendida en el tiempo, calidad de los frutos. · Capacidad de rebrote, contenidos relativos de humedad elevados, piñas serótinas, banco de semillas persistente, defensas frente a plagas. · Elevada tasa de producción, fijación de nitrógeno, sistemas radiculares fibrosos, enraizamiento profundo. · Rasgos asociados a la modificación de flujos hídricos, ambiente lumínico, redistribución de agua y nutrientes del suelo. · Elevada tasa de crecimiento, fuste recto, buena poda natural, poca producción de ramas, productos forestales no maderables. · Cobertura, eficiencia en el uso del agua, profundidad de enraizamiento, infiltración.



Figura 12. Ejemplo de las especies presentes en el ecosistema templado frio en México.



Figura 13. Ejemplo de las especies presentes en un ecosistema árido y semiárido en México.

2.7 Selección de germoplasma

Considerar el componente genético de las especies que se utilizarán en los proyectos de restauración es fundamental para logar el éxito del proyecto a largo plazo, y al igual que la selección de especies, el germoplasma adecuado se elige en función de los objetivos del proyecto.

Es muy importante recordar que la restauración ecológica aspira a llevar a un ecosistema degradado a una trayectoria de recuperación que permita la adaptación a los cambios locales y globales, así como la persistencia y evolución de las especies que lo componen (Gann, *et al.* 2019). En este sentido, cuando los objetivos del proyecto de restauración tienden a la recuperación parcial o íntegra del ecosistema, se deben considerar la diversidad genética del germoplasma y su origen o procedencia, ya que estos factores afectan significativamente la supervivencia, crecimiento y productividad de los árboles, así como a la capacidad de adaptación y, por lo tanto, a la auto-sostenibilidad de las poblaciones (Thomas *et al*., 2015).

- Diversidad genética: para aumentar la resiliencia en los ecosistemas restaurados, el germoplasma debe ser suficientemente diverso para evitar los efectos negativos de la endogamia (producción de descendencia mediante la cruza de individuos emparentados) y reforzar la resistencia de las poblaciones a los factores de estrés agudo y crónico, como plagas y enfermedades, además de las sequías y otros efectos del progresivo cambio climático (Thomas *et al.,* 2015).

En la práctica, esto supone priorizar la obtención de plántulas por semilla (reproducción sexual) antes que el uso de estacas, hijuelos, esquejes, bulbos, etc. (reproducción asexual) y recolectar dichas semillas de poblaciones suficientemente amplias y de un gran número de árboles madre no emparentados y espaciados entre sí, además de evitar el uso en sucesión de colecciones de semillas provenientes de rodales plantados de escasa diversidad genética, ya que esto puede exacerbar los efectos de una estrecha base genética en las poblaciones subsiguientes (Thomas *et al*., 2015).

- Origen o procedencia: se ha adoptado ampliamente el concepto de restringir la recolección de propágulos a un área de procedencia local, para asegurar que estén adaptados localmente. Sin embargo, el protocolo de recolectar propágulos únicamente de sitios muy cercanos al sitio de restauración se considera ahora una interpretación inadecuada de la procedencia local, ya que la distancia geográfica puede no ser una buena medida de las diferencias ecológicas entre sitios. Es muy importante considerar lo anterior sobre todo en paisajes en gran parte degradados, donde en los fragmentos más pequeños hay riesgo de una endogamia elevada (Gann, *et al.,* 2019).

En la práctica, esto significa que en paisajes fragmentados donde las poblaciones son más pequeñas, menos densas y más aisladas, puede ser necesaria la recolección de propágulos a mayores distancias y de múltiples fuentes, para capturar suficiente diversidad genética y reconstruir comunidades funcionales y resilientes (Gann, *et al.,* 2019).

En cambio, cuando el proyecto incluye la reconversión productiva y se contempla el aprovechamiento de alguna especie (ya sea de todo el individuo o de alguna de sus partes), el germoplasma puede seleccionarse en función de las características de interés, por ejemplo, si el objetivo es el aprovechamiento maderable, lo ideal es obtener germoplasma de individuos con los mejores crecimientos en diámetro y altura y con fuste rectos y limpios; si el objetivo es el aprovechamiento de fibra de Agave lechuguilla, se recomienda obtener hijuelos de plantas que tengan buena velocidad de regeneración del cogollo y que tengan cogollos con diámetros grandes en su base, lo que implica un menor turno técnico de aprovechamiento y mayor producción de fibra por planta, respectivamente, así como el color, diámetro y longitud de fibra deseada (Castillo *et al*. 2012).

2.8 Estrategias de intervención

El grado de intervención necesario para un sitio estará definido por el nivel de degradación que presenta, la capacidad del ecosistema de recuperarse después del disturbio (resiliencia) y de los objetivos del proyecto.

Generalmente, cuando se busca la recuperación total o parcial de los atributos del ecosistema para destinar el área a la conservación o la protección, las prácticas y actividades se enfocan en recuperar la resiliencia de dicho ecosistema, interviniendo hasta alcanzar el punto en que éste tenga la capacidad de seguir su desarrollo de forma autónoma (Duarte, *et al*., 2018), para lograrlo pueden utilizarse dos estrategias de intervención: la restauración pasiva y la restauración activa.

- Restauración pasiva o regeneración natural: se utiliza cuando en el sitio no existen barreras para la regeneración natural y la restauración puede lograrse con la mínima intervención, realizando actividades puntuales como la eliminación de las fuentes de disturbio y la protección del área. Esta estrategia permite o facilita el proceso natural de sucesión, por lo que no incluye la siembra o plantación de individuos (Duarte, *et al.,* 2018).
- Restauración activa o restauración asistida: se utiliza cuando en el sitio no existe potencial para la regeneración natural o es muy bajo, por ejemplo, en sitios donde no existen las condiciones para la llegada de propágulos o es insuficiente, la ausencia o escasa cobertura y la degradación del suelo no permiten la germinación y establecimiento de las plántulas y/o la presencia de especies vegetales o animales exóticas impiden la permanencia de éstas (Duarte, *et al*., 2018). Esta estrategia se utiliza cuando es necesaria la intervención humana para iniciar o acelerar el proceso de restauración, por lo que generalmente incluye la siembra y/o plantación de individuos que requirieron un proceso de producción.

En cambio, cuando el proyecto busca la reconversión productiva de un predio (o de alguna zona dentro del predio), las prácticas y actividades se enfocan en recuperar servicios ecosistémicos puntuales que generan beneficios socioeconómicos para las poblaciones humanas, por ejemplo, la recuperación de la fertilidad del suelo en terrenos agrícolas degradados para mejorar la producción, la diversificación de especies arbóreas en potreros para proveer sombra al ganado y diversificar fuentes de nutrición animal, etc. La estrategia más utilizada para este fin es el establecimiento de sistemas agroforestales (SAF).

Sistemas agroforestales (SAF): son utilizados para recuperar áreas agrícolas que ya no producen satisfactoriamente o para fomentar el cambio de uso de suelo a sistemas de producción más sostenibles (Duarte, *et al.,* 2018). En la práctica, es muy importante que el SAF seleccionado sea compatible con las condiciones socioculturales de la región y que atienda las necesidades y prioridades del productor.

De acuerdo con Duarte, *et al*. (2018), la selección de prácticas y actividades se realiza una vez definida la estrategia de restauración, para seleccionarlas se debe considerar su relación con los objetivos del proyecto y los aspectos que se describen a continuación:

- Deben relacionarse con las causas y efectos de los problemas de degradación evidenciados en la fase de diagnóstico y enfocarse en eliminar o reducir las barreras para la sucesión ecológica o los principales factores de degradación del área.
- Deben ser acordes con los fondos y recursos disponibles (dinero, mano de obra, plantas, especies, semillas, etc.) y buscar el equilibrio entre costo y beneficio.
- Deben tener en cuenta el contexto del paisaje y los flujos de materiales, agua y semillas, así como los aspectos culturales.

2.8.1 Protección

Esta actividad consiste en la delimitación física del área a restaurar para aislarla de algunas fuentes de disturbio, como la entrada de ganado, vandalismo, incendios, entre otras. Esta actividad puede realizarse a nivel de predio a través de un cercado y/o la construcción de brechas cortafuego, o a nivel individual, protegiendo a cada una de las plantas de interés.

El tipo de protección que se elija debe atender una problemática previamente identificada, como la presencia de ganado y/o fauna nociva, la cercanía con áreas con áreas agrícolas que realicen quemas, caminos, etc.

2.8.2 Obras y prácticas de conservación y restauración de suelos

Estas obras se utilizan en terrenos con laderas degradadas y presencia de cárcavas, los trabajos a nivel de ladera tienen como objetivo evitar, reducir o controlar el escurrimiento superficial y aumentar la filtración del agua en el suelo, además incrementan la humedad del suelo, lo que favorece el establecimiento de la vegetación (CONAFOR, 2018).

Los trabajos a nivel de cárcava se realizan siempre y cuando las prácticas a nivel de ladera no sean suficientes para controlar el escurrimiento, el objetivo de estas actividades es el de disminuir la velocidad del agua, favorecer la sedimentación de las partículas que lleva en suspensión y finalmente estabilizar la cárcavas (CONAFOR, 2018).

De acuerdo con el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales (CONAFOR, 2018), se pueden realizar las siguientes obras:

Para el control de la erosión laminar en ladera:

- Terrazas de formación sucesiva.
- Zanja trinchera (tinas ciegas).
- Sistema zanja bordo.
- Roturación.
- Acomodo de material vegetal muerto en curvas a nivel y con ramas entrelazadas.
- Barreras de piedra en curvas a nivel.
- Bordos en curvas a nivel.
- Cortinas rompe vientos.
- Terrazas de muro vivo con estacas.
- Barreras vivas.
- Barreras vivas (modalidad propagación vegetativa).
- Abonos verdes con especies de cobertera.
- Terrazas de piedra.

Para el control de la erosión en cárcavas:

- Presas de malla de alambre electro soldada o ciclónica.
- Presas de morillos.
- Presa de ramas.
- Presas de piedra acomodada.
- Presas de geocostales.
- Presas de mampostería.
- Presa de gaviones.
- Zanjas derivadoras de escorrentía.
- Estabilización de taludes.
- Cabeceo de cárcavas.

Para seleccionar las obras adecuadas de acuerdo a las características del predio será necesario retomar los resultados obtenidos del diagnóstico,

específicamente de la caracterización del relieve a nivel de predio, con el fin de identificar si dentro de mismo hay planicies, cárcavas, escurrimientos, afloramientos de rocas, entre otras características que ayuden a definir el tipo de obra o práctica que se requiere (Figura 14).



Figura 14. Localización de cárcavas dentro del predio a intervenir.

Adicionalmente, se debe considerar lo siguiente:

- La pendiente del terreno y la vegetación existente en el predio: estos factores determinan en gran medida el tipo de obra a realizar, ya que a mayor pendiente y escasez de vegetación el arrastre de los materiales y sedimentos es mayor (Figura 15). Además, entre mayor sea la pendiente el costo de mano de obra, maquinara e incluso materiales aumenta significativamente, por lo que no se recomienda la implementación de estas obras en pendientes mayores a 45% (aproximadamente 24 grados), por otro lado, la presencia de vegetación puede modificar la distribución de las obras y limita el uso de maquinaria.



Figura 15. La pendiente y vegetación existente en el predio son factores determinantes para la elección de las obras de conservación y restauración de suelos.

- La disponibilidad de materiales dentro del predio para la ejecución de las obras y las características del suelo: es importante considerar también la disponibilidad de materiales como piedras, material vegetativo muerto y/o propágulos (hijuelos, estacas, etc.) en el predio, pues su disponibilidad permite agilizar los trabajos y reducir los costos de las obras. El uso de estos materiales se recomienda siempre y cuando el movimiento o remoción no genere un impacto negativo como erosión o pérdida de cobertura, entre otros (Figura 16). Además, considerar las características suelo como la textura y la profundidad ayudará a determinar la viabilidad de la apertura de zanjas, bordos, roturación, etc., así como las herramientas y/o maquinaria a utilizar.



Figura 16. Disponibilidad de materiales y características del suelo.

La determinación de obras y/o prácticas no está limitada a la realización de un solo tipo en todo el predio, dependiendo de las características de éste, se puede plantear la combinación de dos o más obras, siempre y cuando la disponibilidad de los materiales y el requerimiento de restauración del terreno lo permitan. Aunado a ello, la elección del tipo de obra deberá realizarse de acuerdo con criterios técnicos estrictos, debido a que, en caso de implementar obras poco eficientes o inadecuadas para el área de interés, éstas pueden aumentar de manera gradual la degradación del suelo.

2.8.3 Reforestación

Esta actividad consiste en el establecimiento de especies arbóreas, arbustivas y/o herbáceas en el área degradada. Aunque la actividad más común es la plantación de especies arbóreas y arbustivas producidas en vivero a través de semilla (reproducción sexual), también considera la plantación de varetas, estacas, rizomas, hijuelos, etc. (reproducción vegetativa) y la siembra directa en el terreno.

A continuación, se describen los principales factores a considerar para establecer una reforestación:

Densidad de plantación

Considerando las características de los tipos de vegetación presentes en México, la CONAFOR los ha agrupado en tres grandes grupos y ha establecido una densidad óptima de plantación para cada uno de ellos, como se indica en el siguiente cuadro:

No obstante, la densidad de plantación deberá estar acorde a las necesidades del sitio, a la cobertura existente y al diseño mismo de la plantación, por lo que la información aquí presentada, proporciona las bases para el planteamiento adecuado la restauración forestal.

Cuadro 4. Densidad promedio de planta determinada por hectárea por tipo de ecosistema.

Concepto	Ecosistema					
	Templado		Tropical		Árido y semiárido	
Rango	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta
Cantidad de plantas/ha	600	1,100	350	750	300	700

Diseño de la plantación

Para definir el arreglo de la plantación se debe considerar la distancia necesaria entre plantas, es decir, el espacio que las especies seleccionadas demandan al ser adultas (en las etapas juveniles las plantaciones deben tener al menos el doble de densidad que en la etapa adulta), así como su posición respecto a las obras de conservación de suelos y el arreglo topológico.

Las dimensiones y ubicación en el terreno de las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos influirán en el espacio disponible para colocar la planta, dependiendo del tipo de obra se podrán colocar las plantas como se describe a continuación:

- Establecimiento en las obras: las plantas se colocan en las obras (en la roturación, como se muestra en la Figura 17) o en el bordo, siempre y cuando esté bien compactado (en terrazas, zanja trin-

chera, zanja bordo y bordos en curvas a nivel, como se observa en la Figura 18 y Figura 19) para prolongar la vida útil de la obra.



Figura 17. Posición de la planta en las obras de roturación



Figura 18. Posición de la planta en obras de zanja trinchera.



Figura 19. Posición de la planta en obras de zanja bordo.

- Establecimiento al margen de las obras: la planta se coloca en la orilla y a lo largo de las obras (en acomodo de material vegetal muerto y barreras de piedra acomodada, Figura 20 y Figura 21).

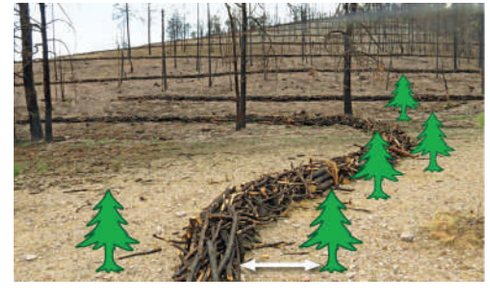


Figura 20. Posición de la planta al margen del acomodo de material vegetal muerto.



Figura 21. Posición de la planta al margen de barreras de piedra acomodada.

- Establecimiento de la planta entre las obras: la planta se coloca en la superficie disponible entre las obras, utilizando algún tipo de arreglo topológico (marco real, tres bolillo o irregular). El arreglo es complementario a la plantación en las obras y al margen de ellas, y con éste se cumple con la densidad establecida para cada tipo de ecosistema (Figura 22).



Figura 22. Disponibilidad de superficie para reforestar después del establecimiento de barreras de piedra acomodada.

Parte importante de la reforestación, es el arreglo topológico, los cuales se describen brevemente a continuación, los más comunes y los casos en los que se recomienda su uso.

- Marco real: las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos, se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores al 20% (Figura 23), estos pueden realizarse entre las distintas obras, como barreras de piedra acomodada (Figura 24), etc.

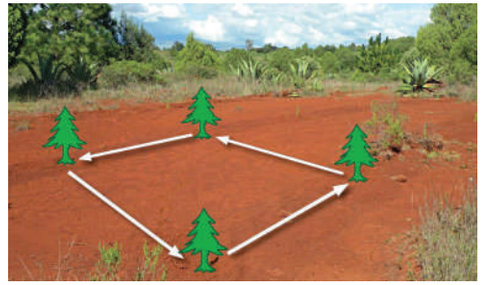


Figura 23. Ejemplo del arreglo de plantación en marco real.



Figura 24. Arreglo de la plantación en marco real entre barreras de piedra acomodada.

- Tres bolillo o triángulo equilátero: las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales), este arreglo se recomienda en terrenos con pendientes mayores al 20%, aunque también se pueden utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este arreglo se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez, aprovechar los escurrimientos (Figura 25).

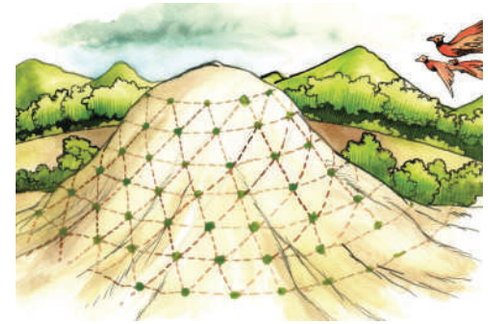


Figura 25. Arreglo de plantación en tres bolillo o triángulo equilátero.

Un error frecuente en el trazo del arreglo a tres bolillo es considerar que la distancia entre líneas de plantación debe ser igual a la distancia entre árboles, cuando se realiza de esta manera, la distancia que existe entre los árboles es mayor que la distancia que técnicamente le corresponde, por lo que el trazo correcto sería una distancia entre plantes de 3 m y una distancia entre líneas de 2.5 m (Figura 26).

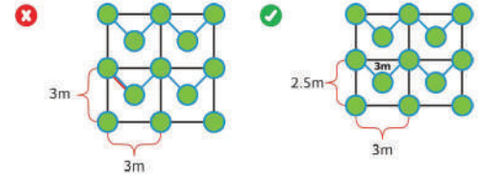


Figura 26. Ejemplo del trazo correcto e incorrecto del arreglo a tres bolillo.

- Irregular: se utiliza cuando las condiciones del terreno como pendientes muy pronunciadas, obstáculos naturales (rocas, árboles, cárcavas, etc.), falta de suelo, u otras, no permiten un trazo definido. Este arreglo topológico, en muchos casos, resulta ser el más adecuado, toda vez que, de acuerdo con la situación del sitio a intervenir, se requiere el manejo de mezcla de especies tanto de forma como de función, y la utilización de “parches” suele ser la mejor estrategia para establecer la planta (Figura 27).

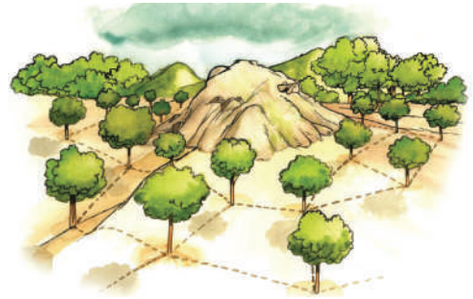


Figura 27. Vista de Trazo irregular según la topografía del terreno.

Cálculo del requerimiento de planta

El tipo de obras de suelo a establecer en el predio nos indicará la cantidad de planta necesaria para colocar en las obras y/o al margen de ellas, y la planta necesaria para establecer entre las obras se puede calcular determinando la distancia entre hileras y entre plantas.

Para calcular número de plantas necesarias para una plantación con arreglo definido, se pueden utilizar las siguientes fórmulas:
Observaciones: no se debe establecer la planta bajo cobertura de copa arbórea, al interior de cárcavas, ni en derecho de vía de líneas eléctricas, caminos o carreteras.

Cuadro 5. Fórmulas para determinar el requerimiento de planta.

Arreglo	Fórmula	Descripción
Marco real (cuadrado o rectangular)	N= M/(a x A)	Área a plantar entre el resultado de la multiplicación de ancho por el largo.
Tresbolillo o triangular	N= M/ (a^2x 0.866)	Área a plantar entre el resultado de la multiplicación del ancho al cuadrado por la constante.
Lineal	N= L/a	Longitud a plantar entre el ancho de la hilera.

Dónde:
N= Número de plantas requeridas
M= Área a plantar (en metros cuadrados)
"A" y "a"= Distancia entre plantas (A= Largo, a= Ancho)
0.866= Constante
L= longitud a plantar

Cuadro 6. Ejemplo del cálculo de los requerimientos de planta utilizando un arreglo a tres bolillo.

Concepto	Descripción
Tipo ecosistema	Templado- Frío
Arreglo de plantación definido	Tres bolillo 3 x 3 m
Superficie	1 hectárea (10,000 m^2)
Tipo de obra o práctica de suelo	Zanja trinchera, 2 x 0.40 x 0.40 m
Número de zanjas por hectárea	200 zanjas (400 metros)
Distancia entre zanjas	12.5 m
Superficie disponible entre obras	6,640 m^2 por hectárea

Con la información anterior, se determina lo siguiente:
1. Cantidad de planta a establecer en las obras y/o prácticas de suelos.
N=L/a
N= 400 m/2 m
N= 200 plantas

2. Cantidad de planta a establecer entre las obras y/o prácticas de suelo.
N= M/a2 x 0.866
N= 6,640/32 x 0.866
N= 6,640/9 x 0.866
N=6,640/7.80
N=851 plantas

Densidad estimada: 200+851= 1,051 plantas por hectárea.

2.8.4 Prácticas de manejo de biodiversidad

De acuerdo con la Secretaria de Medio Ambiente del estado de São Paulo, Brasil (2011), las técnicas de nucleación o prácticas de manejo de biodiversidad, consisten en la formación de micro hábitats o núcleos para facilitar la llegada de especies de animales, vegetales y microorganismos de los fragmentos vecinos al área de restauración, y su objetivo es crear condiciones adecuadas en las áreas degradadas para iniciar el proceso de regeneración natural y generar conectividad con el paisaje.

Para que las prácticas sean eficaces es necesario contar con información de la fauna local que puede fungir como dispersora y adaptar las estructuras a las necesidades específicas de cada grupo. Esta informa-

ción podrá obtenerse mediante registros directos (avistamientos, foto trampeo, etc.), indirectos (huellas, excretas y/o conocimiento local de los propietarios) y complementarla con información bibliográfica sobre la distribución y hábitos generales de las especies de la región, lo que permitirá el planteamiento de las prácticas adecuadas y el objetivo que se pretende cumplir.

A continuación se describen algunas de las prácticas de manejo de biodiversidad más comunes:

- Perchas artificiales: las aves y murciélagos se consideran las especies más efectivas en la dispersión de semillas entre fragmentos de vegetación, durante sus vuelos utilizan árboles aislados para descansar y alimentarse, formando una lluvia de semillas de diferentes especies y ubicaciones debajo de éstos árboles debido a la regurgitación, defecación o caída de frutos y semillas. Las perchas artificiales buscan reproducir el papel de estos árboles para aumentar la llegada de aves dispersoras al área degradada y así enriquecer el banco de semillas del suelo y el reclutamiento de plántulas.
  Dependiendo del comportamiento de las aves de la zona pueden construirse perchas secas o vivas; las perchas secas imitan las ramas secas de los árboles, generalmente se construyen con postes de madera o bambú y se le colocan varas cruzadas (para simular las ramas); en cambio, las perchas vivas imitan a los árboles para atraer a las especies que no usan las perchas secas (dentro de este grupo destacan los murciélagos), éstas pueden construirse plantando enredaderas de rápido crecimiento y de preferencia fructíferas en la base de perchas secas (para simular el follaje).
  En general, las perchas suelen medir alrededor de tres metros de altura y para facilitar la germinación o la colecta de las semillas caídas se coloca una parcela escarificada en la base del poste. Las perchas artificiales deben colocarse en sitios estratégicos donde no haya árboles o estructuras que cumplan la misma función.

- Refugios para aves y murciélagos: son estructuras hechas principalmente de madera, cuya forma y tamaño depende de las especies que se quiere atraer y de sus hábitos (aunque en la práctica generalmente tienen forma de cajas). Al igual que las perchas artificiales, el objetivo de su implementación es promover la presencia de aves y murciélagos en el área de restauración para aumentar la lluvia de semillas. Para su construcción se deben utilizar materiales libres de compuestos tóxicos y se recomienda instalarlos al menos a dos metros sobre el nivel del suelo. Los refugios para murciélagos tienen mayor probabilidad de ser ocupados cuando se encuentran cerca de áreas verdes o cuerpos de agua y cuando son instalados en paredes o en postes, debido a que estas estructuras dificultan la llegada de depredadores (Rivera y Reyes, 2022).
- Madrigueras artificiales: esta práctica consiste en la construcción de refugios artificiales para ofrecer cobijo y protección a pequeños mamíferos (generalmente roedores), reptiles, anfibios, etc., de los efectos del sol, el viento y depredadores. El objetivo de su construcción es que estas especies, en el corto y mediano plazo, faciliten la llegada de semillas de los fragmentos de vegetación vecinos y que la descomposición de los materiales utilizados cree condiciones adecuadas para su geminación. Las madrigueras se construyen con materiales vegetales muertos (ramas, tocones, residuos forestales etc.) y/o piedras. Generalmente se forman estructuras en forma de domo con huecos que permiten la entrada y salida de los animales, y se colocan en sitios protegidos para que los animales puedan llegar hasta ellos, como en zonas cercanas a riberas de ríos o arroyos, entre fragmentos de vegetación, en laderas protegidas, etc. (Figura 28).



Figura 28. Conformación de madrigueras artificiales con materiales de la región.

- Comederos y bebederos para fauna silvestre: los comederos y bebederos son estructuras para almacenar alimentos (granos, forrajes etc.) y agua para la fauna silvestre (principalmente mamíferos medianos). El objetivo de su implementación es proveer alimento y agua de forma temporal o permanente para atraer a especies dispersoras al área degradada.

Para seleccionar la práctica adecuada se debe considerar la distancia entre el área a restaurar y los fragmentos de vegetación aledaños ya que estos factores influyen en su efectividad, por ejemplo, las perchas pueden estar más lejos de los fragmentos de vegetación porque las aves pueden atravesar las barreras creadas en el paisaje, en cambio, para que las madrigueras o comederos para mamíferos sean utilizadas debe haber mayor conectividad para que los animales logren llegar al área de restauración (Duarte, *et al*. 2018).

El uso de estas prácticas se recomienda cuando no existen barreras para la germinación y desarrollo de la regeneración natural (como la ausencia de sustrato, arrastre o depredación de las semillas, etc.), o cuando se realicen actividades complementarias para eliminar dichas barreras, ya que si existen, las prácticas no tendrán éxito y se desperdiciarán los recursos invertidos (Duarte, *et al*. 2018). Se debe asegurar también la accesibilidad de la fauna al predio, cuidando que las actividades de protección no impidan el acceso de la fauna a las estructuras.

2.8.5 Captación y manejo de agua de lluvia

Esta actividad consiste en la construcción de presas de mampostería, bordos de almacenamiento de agua (jagüey), y en caso de ser factible, la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia en techos de construcciones rurales. El objetivo de su construcción es mejorar la eficiencia en el uso de agua de lluvia, ayudar a mantener el suministro de agua en la época de estiaje y regular la distribución del agua para diversos usos en el medio rural (doméstico, consumo animal, riego etc.).

- Presas de mampostería: son estructuras de piedra, arena y cemento que se construyen perpendicular a las cárcavas; su objetivo principal es la disminución de la escorrentía superficial y almacenamiento de agua, además de la retención de azolves (debido a su alto costo, no es recomendable su construcción si no se acompaña con una serie de presas filtrantes aguas arriba, para evitar su rápido azolvamiento, y la disminución de su vida útil) (CONAFOR, 2018). Las consideraciones necesarias para su construcción pueden consultarse en el Manual de Obras y Prácticas de Conservación y Restauración de Suelos Forestales.
- Jagüey: también son conocidos como embalses, aljibes o bordos de almacenamiento de agua. Son depresiones del terreno o pequeñas y medianas presas artificiales que permiten almacenar agua de los escurrimientos superficiales. Su objetivo es captar, almacenar y regular la distribución de agua para diversos usos (Fernández *et al.* 2017).
- Captación de agua de lluvia en construcciones rurales: es un sistema de captación de agua de lluvia que consiste en la instalación de componentes y accesorios para recolectar, conducir, almacenar y tratar el agua de lluvia captada en los techos de las viviendas. Los principales componentes del sistema son la superficie de captación (techo), canaletas, tubos y otros elementos de conducción, filtros, cisternas, tanques de plástico o cualquier tipo de contenedor seguro para guardar agua, bombas, entre otros (SEDEMA, 2020). En cada caso, el diseño del sistema debe adecuarse a la vivienda y al uso que se dará al agua.

2.8.6 Sistemas agroforestales (SAF)

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en donde las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociaciones con cultivos y/o animales de granja en un mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal (CATIE, 1986, citado en Musálem, 2002).

En la práctica, existe una gran variedad de sistemas que han sido desarrollados en respuesta a las condiciones particulares de cada sitio, lo que dificulta su clasificación bajo un solo esquema. Una de las clasificaciones más comunes se basa en la combinación de sus componentes (forestal, agrícola, pecuario), así, tenemos sistemas agrosilvícolas (sistemas donde se combinan árboles con cultivos agrícolas), sistemas silvopastoriles (sistemas donde se integran pastos para ganado en asociación con árboles) y finalmente sistemas agrosilvopastoriles (sistemas donde se combinan árboles con cultivos agrícolas y pastos para producción animal) (ONF, 2013).

Entre los sistemas agrosilvícolas, podemos encontrar los siguientes:

- Cultivo en callejones: se establecen hileras de árboles (o especies forestales como maguey, nopales, etc.) intercalados con cultivos anuales entre las hileras de plantación. En áreas con pendientes pronunciadas las especies forestales pueden establecerse en curvas a nivel, fungiendo como barreras vivas para conservar el agua

y disminuir la erosión, además, se considera conveniente utilizar especies fijadoras de nitrógeno (Erythrina spp., Gliricidia spp., Leucaena spp., Inga spp., Alnus spp., etc.), sobre todo en suelos de baja fertilizad (Russo, 2016).

Por sus características este sistema de producción que se adapta bien a los suelos de baja fertilidad en áreas degradadas y a zonas secas y semiáridas (Figura 29).



Figura 29. Establecimiento de especie forestal con cultivo hortícola.

- Enriquecimiento de acahuales: también suele llamarse barbecho mejorado o acahual mejorado y presenta una alternativa para zonas donde se utiliza la agricultura migratoria (roza, tumba y quema). Es un sistema rotacional en el cual se plantan árboles de interés (maderables, frutales, etc.) en el barbecho siguiente a un periodo de cultivo, es decir, que las especies arbóreas de interés se combinan con la vegetación secundaria. El barbecho también puede enriquecerse con especies fijadoras de nitrógeno (árboles o herbáceas) para acelerar la producción de biomasa, mejorar las propiedades del suelo y acortar el periodo de descanso (Jiménez y Muschler, 1999; Soto *et al*., 2011).

Entre los sistemas silvopastoriles podemos encontrar los siguientes:

- Árboles y arbustos dispersos en potreros: se caracteriza por la interacción simultánea del ganado, pastos y especies arbóreas. Para su establecimiento se permite el desarrollo controlado de especies arbóreas de interés (maderables, leña, frutales, forrajeros, etc.) que aparecen por regeneración natural en los potreros o se establecen deliberadamente aislados, en hileras o manchones. Los árboles en potreros crean un microclima benéfico para el ganado (sin exceso de calor o lluvia) y pueden complementar su dieta, además, promueven la recuperación de la avifauna, la recuperación del suelo (control de erosión, fertilización, reciclaje de nutrientes) y contribuyen a la captura de carbono, entre otros beneficios ecológicos (Botero y Russo, 2016).

- Bancos de proteína: son áreas donde se siembran leguminosas arbustivas forrajeras con una alta densidad (en monocultivo) para maximizar la producción de forraje con un alto contenido de proteína. Se pueden establecer bajo tres formas de manejo diferentes: bancos para corte y acarreo (las ramas con hojas son cortadas, picadas y suministradas en comederos al ganado); bancos para ramoneo (las hojas y los tallos tiernos de la leguminosa arbustiva son consumidos en forma directa por el ganado); en callejones (alternan hileras de arbustos de una especie leguminosa forrajera con callejones sembrados con pastos y leguminosas forrajeras rastreras, el ganado ramonea los arbustos y además consume pastos y leguminosas rastreras) (Cruz y Nieuwenhuyse, 2008).

Para determinar cuál es el sistema agroforestal adecuado, se deberán considerar las necesidades del productor (qué productos se quiere producir), las características del sitio (suelo, clima, etc.) y las condiciones socioeconómicas (disponibilidad de mano de obra, cantidad de terreno efectivo, etc.).

Ejecución 3

3.1 Protección del predio

Se recomienda establecer el cercado antes de la construcción de las obras y prácticas de conservación de suelos y de la reforestación para evitar la destrucción de las obras, el pisoteo y ramoneo que puede ocasionar la introducción de ganado en el área restaurada, mientras que las brechas cortafuego pueden realizarse una vez terminada la reforestación.

3.1.1 Características mínimas del cercado

Debido a su durabilidad y a la facilidad de su colocación, se recomienda el uso de postes de tubo o ángulo metálicos, colocados a una distancia máxima de 4 m y con al menos cuatro hilos de alambre de púas (separado máximo 30 cm entre hilos).
A continuación, en el Cuadro 7 se describen los tipos de poste para cercado y sus características generales, así como de manera ilustrativa (Figura 30), su colocación. En el siguiente cuadro se describen las características de los diferentes tipos de poste que se pueden utilizar.

Cuadro 7. Tipos de poste para cercado y sus características.

Tipo	Características
Concreto	8 cm x 8 cm x 2.50 m
Concreto	12 cm x 12 cm x 2.50 m
Metálico en “Y”	Altura: 1.98 m, peso: 3.1 kg
Acero	Altura: 1.98 m, peso: 2.59 kg
Madera	Altura: 1.98 m, diámetro de 10, 13 y 20 cm
Vigas y polines	Altura: 1.98 m, diámetro 5 x 5 pulgadas
Tubo metálico	Altura: 1.98 m, diámetro de 5 pulgadas
Ángulo metálico	Opcional

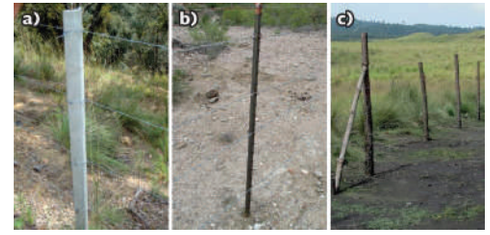


Figura 30. Tipos de poste para el cercado: a) de concreto, b) metálico, c) polín de madera.

La fijación del alambre de púas al poste es un factor determinante para el adecuado funcionamiento del cercado. El material de fijación depende del tipo de poste; grapas metálicas de una pulgada de longitud y calibre 9 para postes de madera y alambre recocido/galvanizado calibre 14.5 para para postes metálicos y de concreto (Figura 31).



Figura 31. Ejemplo de la correcta fijación del alambre de púas al poste

3.1.2 Instalación del cercado

Para la instalación del cercado considerar los siguientes pasos:

Primer paso
Limpiar, trazar y marcar (con cal o hilo plástico) el perímetro donde se instalarán los postes (se debe proteger únicamente el perímetro del o los polígonos propuestos para las actividades de restauración). Durante el trazo pueden presentarse los siguientes supuestos:

Sin cerco existente o no definido: cuando el predio a restaurar no cuenta con cercado de alambre de púas o solamente existen barreras vivas, en estos casos se debe establecer la totalidad del cercado conforme a las especificaciones (Figura 32).



Figura 32. Terreno sin protección o cercado.

Cerco existente pero deteriorado: cuando existe un cerco de alambre de púas es necesario evaluar el estado físico del mismo, si está condiciones de cumplir el objetivo de protección del predio se le podrá dar mantenimiento (tensarlo o reemplazar los postes, grapas o alambre que sea necesario), de lo contrario, deberá instalarse un nuevo cercado de acuerdo con las características indicadas (Figura 33).



Figura 33. Ejemplo de un cerco deteriorado que debe reemplazarse totalmente.

Cerco existente propiedad de un tercero colindante: en este caso, se deberá establecer un cerco nuevo (en sustitución al existente o de forma paralela), contando previamente con la autorización del dueño del cercado colindante para la realización de dicha actividad.



Figura 34. Instalación de un cerco paralelo al cerco existente de un colindante.

Cerco con barrera natural en uno de sus lados (acantilado, barranco, pared rocosa, etc.): en este caso se deberá evaluar si la barrera natural cumple la función de protección necesaria para el área, en caso de no garantizarlo, se deberá establecer el cercado conforme a las especificaciones mencionadas.



Figura 35. Barrera natural (barranco) que cumple la función de protección del área.

Segundo paso

Abrir las cepas donde se colocará el poste, las dimensiones aproximadas de dichas cepas son de 30 x 30 x 40 cm (Figura 36)(dependiendo de las condiciones del suelo) y deberán colocarse a una distancia máxima de 4 m entre postes, marcados desde el centro de la cepa.

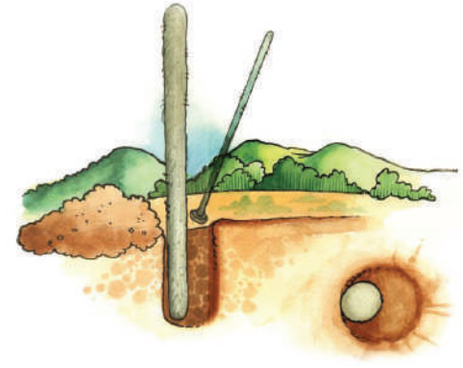


Figura 36. Cepa para la instalación de postes.

Tercer paso

Colocar los postes buscando que queden completamente verticales y rellenar la cepa, para esto, se pueden utilizar materiales como la misma tierra, piedra, gravilla u hormigón (cemento más grava), a excepción del hormigón, el uso de los demás materiales requiere la compactación mediante el uso de pisón metálico u otra herramienta, de manera que el poste quede fijo (Figura 37).



Figura 37. Relleno de la cepa con hormigón para una mayor fijación del poste.

Cuarto paso
Una vez que ha quedado firme el poste, se coloca el alambre de púas (Figura 38); para tensar el alambre se utiliza una horquilla de metal o madera en forma de "H".



Figura 38. Instalación del cercado: a) tensado del alambre púas, b) fijación al poste.

Observaciones:

- Para entrar al predio sin comprometer la protección, es necesario dejar una puerta o "falso" de al menos dos metros de ancho o más si ingresan vehículos.
- Los postes de madera requeridos para el cercado no deberán ser producto de la corta de material maderable vivo del área (Figura 39), puesto que es contrario a los objetivos de la restauración. Se deberán buscar materiales muertos que presenten características como dureza que favorezca la durabilidad del cercado.



Figura 39. Postes con material maderable vivo, materiales no recomendados para la actividad.

3.1.3 Apertura de brechas cortafuego

Para prevenir incendios forestales y/o daños por quemas no controladas, es necesario realizar la apertura de brechas cortafuego en el perímetro del área propuesta para las actividades de restauración.

La brecha corta fuego consiste en la remoción y limpieza de material combustible en franjas para evitar el avance del fuego. Esta práctica está fundamentada en el modelo del triángulo del fuego (Figura 40), el cual indica que ante la ausencia de cualquiera de sus elementos el fuego se extingue.



Figura 40. Triángulo del fuego.

Para su apertura se debe considerar los siguientes pasos:

Primer paso
Realizar el trazo de la brecha, evitando que se dirija a favor de la pendiente.

Segundo paso
Hacer la brecha de al menos 2 m de ancho (Figura 41), eliminando todo elemento natural que favorezca la combustión. Esta actividad puede realizarse de manera manual (machete, azadón, etc.) mecanizada (cha-

peadora mecánica o desbrozadora) o mediante control químico (uso de herbicidas), en este último caso, es importante el uso de herbicidas preferentemente biológicos o en su defecto, que mediante la ficha técnica del producto, se compruebe el bajo o nulo impacto ambiental por su uso.

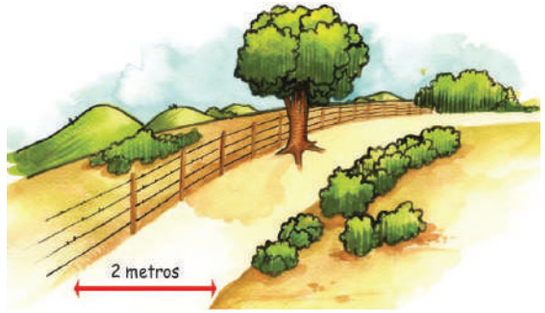


Figura 41. Vista general de la apertura de una brecha cortafuego.

Tercer paso

Retirar el material vegetal resultante hasta descubrir el suelo mineral, para prevenir que posteriormente funcione como combustible. Esta actividad se puede realizar con el uso del rastrillo, machete, palas, etc., y complementarlo con el uso de control químico tomando en cuenta lo mencionado en el paso anterior (Figura 42).



Figura 42. Apertura de brecha cortafuego: a) correcto, sin presencia de material combustible y b) incorrecto, con material combustible.

Observaciones:

- Las obras y prácticas de restauración de suelos podrán extenderse hasta los márgenes del cercado en caso de que inevitablemente la brecha se haya trazado a favor de la pendiente (a excepción del acomodo de material vegetal muerto), de la misma forma la reforestación podrá establecerse al margen del área de la brecha cuando el diseño así lo requiera.

- La época más recomendable para realizar la brecha corta fuego es al término del periodo regular de lluvias, para que una vez llegada la temporada de sequía, no se tenga material combustible en el perímetro del predio que pudiese dar origen a un incendio.

3.2 Construcción de las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos

Las especificaciones de las obras y prácticas de conservación y restauración de suelos se encuentran descritas en el "Manual de obras y prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales" de la CONAFOR, disponible para su consulta en la página oficial https://www.gob.mx/conafor.

Para la ejecución de las obras se deberá seguir el criterio de cuenca, enfocándose primero en contrarrestar la pérdida de suelo en las zonas de ladera (iniciando de la parte alta hacia la parte baja), mediante obras y prácticas en curvas a nivel y posteriormente controlar la erosión hídrica en las cárcavas. Todas las obras deberán determinarse con el apoyo de un asesor técnico.

3.3 Reforestación

3.3.1 Producción de planta

A partir de las Reglas de Operación 2022, "La CONAFOR, como parte del apoyo de restauración, proporcionará a las Personas Beneficiarias recursos económicos para la adquisición de planta de las especies forestales, requeridas para realizar la reforestación y la reposición de planta muerta en cada anualidad de mantenimiento, información que deberá estar contenida en el proyecto técnico".

Dicha planta necesaria para la ejecución de las acciones de restauración forestal, deberá ser obtenida, preferentemente, de viveros que garanticen los estándares de calidad, la cantidad y las especies requeridas. En la página del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), los interesados podrán consultar un Directorio de Viveros que venían aportando la planta para los programas de restauración de la CONAFOR.

La CONAFOR podrá, por sí misma o través de terceros, llevar a cabo supervisiones durante los procesos de producción, a los viveros que las Per-

con el objeto de asegurar que las especies sean producidas con los parámetros de calidad que los proyectos de restauración necesiten. De igual manera, podrá verificarse la condición de la entrega de planta y el proceso de transporte.

3.3.2 Calidad de la planta

La calidad de planta se define como la capacidad que tienen los individuos para adaptarse y desarrollarse en condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, y depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas del utilizadas para su reproducción (Prieto *et al.,* 2009).

La calidad de planta considera la morfología (forma y estructura) y la fisiología (funciones y proceso vitales), características que influyen en el crecimiento inicial del sitio. Las características morfológicas son, entre otras, la altura de la planta, diámetro al cuello de la raíz, grado de lignificación, longitud y estructura de la raíz, relación parte aérea/parte radical, estas características así como algunas cualitativas como el vigor, la densidad del follaje, el grado de lignificación y la sanidad pueden medirse de forma simple, por lo que generalmente la calidad de planta se basa en ellas.

En este sentido, las características morfo-fisiológicas de las plantas serán dictadas por los requerimientos de cada sitio a intervenir y el sistema de producción a utilizar también dependerá de ello. Se reconocen tres sistemas de producción diferenciados por la asociación del tipo de contenedor, insumos y algunos rasgos tecnológicos para el proceso productivo. A continuación de describen brevemente las características de cada uno y en la Figura 43 se muestran de manera ilustrativa.

- Sistema en contenedores: tiene como base la utilización de contenedores de plástico rígido o de poliestireno expandido y el uso de sustratos compuestos (no usa suelo mineral). Hay especies que por su lento crecimiento pueden permanecer en estos contenedores hasta 24 meses, lo que implica utilizar contenedores con mayor capacidad volumétrica (mínimo 220 ml y hasta 300 ml).
- Sistema tradicional en bolsa: utiliza el envase de polietileno negro y permite el manejo de especies de diferentes patrones de crecimiento. El sustrato es a base de suelo mineral mezclado con mejoradores como la corteza de pino compostada. Se recomienda como mejor alternativa para especies que requieren permanecer en vivero hasta 24 meses, que deban alcanzar diámetros a la base del tallo mínimo de 1 cm y especies con sistema radical fibroso y violento.
- Sistema a raíz desnuda: recomendado principal y exclusivamente para rosetófilas como agaves y yucas. Puede considerarse también para especies con reproducción vegetativa como las cactáceas (nopales, pitayas, etc.) y la candelilla. Se basa en la siembra o plantación de especies sobre terreno que ha recibido algún tipo de preparación como la remoción y fertilización previa. En ocasiones se forman melgas (pequeñas parcelas) o pequeños bordos de surco donde se establecen las plantas (plántulas de semilla).

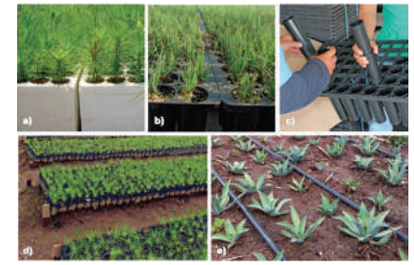


Figura 43. Sistemas de producción de planta forestal. a) Charola de poliestireno expandido, b) contenedor de plástico rígido, c) charola de plástico con tubetes intercambiables, d) producción en bolsa de polietileno y e) producción a raíz desnuda.

Características morfológicas de la planta

De manera general, las plantas producidas en contenedor y en bolsa, deben guardar una relación equilibrada entre la altura y el diámetro al cuello de la raíz, que a su vez, está relacionada con el tiempo de permanencia de la planta en el vivero y la capacidad volumétrica del contenedor.

Se debe considerar que para especies arbóreas cespitosas (*Pinus montezumae, P. devoniana*, entre otras) no aplica el concepto de altura, y que para especies como los agaves y las yucas, lo fundamental será la formación y lignificación de espinas y número de hojas por roseta (en agaves), así como número de hojas y número de bulbos (en yucas).

En el Cuadro 8 y Cuadro 9 se presentan algunos parámetros a considerar para los diferentes tipos de planta y forma biológica (arbórea y no arbórea). Dichos parámetros fungen como referencia dado que las especies

pueden desarrollar distintas características en función de los requerimientos de cada sitio a intervenir y del sistema de producción (tipo y tamaño del contenedor)

Cuadro 8. Parámetros morfológicos de calidad usados para especies arbóreas.

Tipo de planta	Conífera no cespitosa	Conífera cespitosa	Latifoliadas o tropicales
Diámetro del tallo	Mínimo 4 mm	Mínimo 6 mm	No aplica
Altura de la planta	15 a 25 cm	No aplica	20 a 35 cm
Raíz	Raíces bien distribuidas y con un con un eje central definido. Sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. Sin malformaciones o nudos y con abundantes puntos de crecimiento. Abarcando el 70 u 80% del cepellón.		
Micorrizas	Cobertura en cepellón mínima del 40%		N/A
Lignificación	2/3 partes del tallo principal, evitar planta excesivamente alta y delgada		
Integridad	Plantas completas, sin daños físicos o mecánicos (fracturadas)		
Sanidad	Sin alteraciones morfológicas y libres de plagas y enfermedades		
Edad (meses)	6 - 12	18 - 24	3 - 8

Cuadro 9. Parámetros morfológicos de calidad usados para especies no arbóreas.

Tipo de contenedor	**Tipo de planta**	**No. de hojas y/o bulbos**	**Sistema radical**	**Edad (meses)**
RAIZ DESNUDA	Agaves (*Agave* spp.)	De 6 a 10 hojas	Fibroso, de color pardo	18 - 24
	Yucas (Yucca spp.)	6 hojas y 3 bulbos	Fibroso	18 - 24
BOLSA (13X19cm)	Patas de elefante (*Beaucarnea* spp.)	Bulbo de 2 a 3 cm de diámetro	Fibroso	18 - 24
	Sotol (*Dasylirion* spp.	De 4 a 6 hojas	Fibroso	18
	Cortadillo (*Nolina* spp.)	De 4 a 6 hojas	Fibroso	12 - 24
BOLSA (15x25cm)	Palmas arborescentes (Brahea spp.)	Más de 3 hojas	Fibroso	18

INTEGRIDAD: Plantas completas, sin daños físicos o mecánicos
SANIDAD: Plantas libres de plagas y enfermedades

En la Figura 44, 45 y 46, se muestran las características morfo-fisiológicas que se deben tomar en cuenta para determinar la calidad de la planta, describiendo las características por sistema de producción, siendo los más comunes en contenedores, en bolsa (tradicional) y raíz desnuda.



Figura 44. Parámetros morfo-fisiológicos a considerar para determinar la calidad de una planta producida en sistema de contenedores.



Figura 45. Parámetros morfo-fisiológicos a considerar para determinar la calidad de una planta producida en sistema tradicional de bolsa.

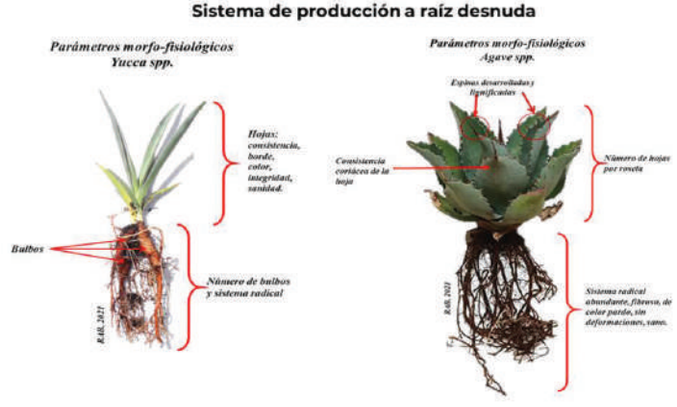


Figura 46. Parámetros morfo-fisiológicos a considerar para determinar la calidad de una planta producida en sistema a raíz desnuda.

Para garantizar la calidad de la planta es muy importante dar seguimiento al programa de producción. Este seguimiento puede realizarse a través de visitas de supervisión a los viveros durante todo el proceso (Figura 47); al inicio para asegurar que la siembra se realice en la fecha correspondiente, y en la etapa de desarrollo y entrega, para asegurar que la planta cumpla con las características convenidas.



Figura 47. Supervisión del programa de producción de planta.

Para la cuantificación y valoración de la planta de vivero, se podrá utilizar la “Metodología para la evaluación de calidad y levantamiento del inventario de planta en los viveros forestales” emitida por la Coordinación General de Conservación y Restauración, disponible para su consulta en la página oficial https://www.gob.mx/conafor.

3.3.3 Extracción y transporte de la planta

Es importante tener en cuenta que cualquier movimiento, manipulación o traslado de la planta, incluso dentro del mismo vivero, provoca estrés y le puede causar la muerte, por lo tanto, la forma en que la planta es manipulada y transportada al sitio de plantación es un factor determinante en el establecimiento y sobrevivencia de la misma.

El traslado de la planta se debe realizar de preferencia cuando el temporal de lluvias esté bien establecido en la región a reforestar, para que en campo reciba la cantidad de humedad suficiente para arraigarse. Y el establecimiento de la planta en el sitio definitivo se debe realizar en un tiempo no mayor a una semana a partir de su retiro del vivero.

Con base en lo anterior, deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones para que la planta llegue al campo en las condiciones óptimas para ser establecida.

Extracción y embalaje

Una vez verificado en el vivero que la planta corresponde a las especies, cantidad y características técnicas convenidas (altura, diámetro, lignificación, volumen de contenedor, etc.), se deberá programar con el viverista y el transportista la fecha de retiro de la planta así como la logística para realizar el traslado.



Figura 48. Muestra de una planta con parámetros morfo-fisiológicos de calidad óptimos, de acuerdo con los requerimientos del sitio a intervenir.

Previo a la extracción de la planta del contenedor, en el caso de las charolas, se deberá aplicar un riego para reducir el estrés de la planta a la hora de la manipulación y traslado (Figura 49) y no se deberá aceptar ni extraer planta suprimida (planta subdesarrollada, elongada o que no reúna las características mínimas de los parámetros morfo-fisiológicos de calidad pre-establecidos).



Figura 49. Riego de la planta previo a su extracción.

Para la planta producida en contenedores (charola de plástico rígido o poliestireno expandido) considerar lo siguiente:

- La extracción y embalaje de la planta deberá realizarse bajo sombra.
- El embalaje puede realizarse preferentemente a cepellón desnudo; en rejas de madera (huacales) y cajas plásticas (taras) recubiertas de papel humedecido, o en paquetes conformados con plástico adherible (vitafilm) (Figura 50).
- Si se empaquetan con plástico vitafilm, deben conformarse arreglos piramidales de máximo 10 cepellones (bien alineados) y envolverse con tres vueltas de plástico, cuidando que no se sellen los paquetes ni se aplique demasiada presión que lleve a la compactación y/o deformación del cepellón y daño al sistema radical.

- Los paquetes deben llevar la parte inferior libre (colocar a 2 cm de la base del cepellón) para propiciar el intercambio gaseoso en el proceso de respiración de las raíces y se debe evitar cubrir la parte superior de los cepellones para permitir el acceso al agua en caso de aplicación de riego de emergencia.
- Una vez empaquetada la planta y mientras se espera la carga al vehículo, los paquetes o cajas deben permanecer en un lugar bajo sombra, con acceso al agua para riegos de auxilio y acomodada en secciones para favorecer la aireación.
- Cuando la planta sea entregada en la charola (Figura 51), se debe realizar un conteo de las plantas vivas contenidas por charola, y para charolas con tubetes intercambiables, cerciorarse que contenga sólo tubetes con planta viva, en ambos casos solo se debe tener una planta por cavidad. El vehículo en el que se va a transportar la planta, deberá estar acondicionada para la estiba de charolas, de manera que no se sobrepongan las plantas y lleguen a dañarse, reduciendo su probabilidad de sobrevivencia.



Figura 50. Extracción y embalaje de planta bajo sombra.

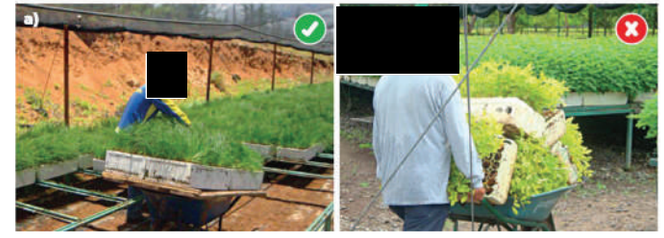


Figura 51. Entrega de planta en charolas de poliestireno expandido. a) Forma correcta de acarrear, b) forma incorrecta de acarrear.

Para la planta producida en bolsa de polietileno, considerar lo siguiente:

- Se deberá llevar un conteo de las bolsas con planta viva que se extraen en las platabandas y comprobar contra las que se estiban en el vehículo. Considerando que el vehículo deberá estar acondicionado con estibas o pisos, de tal manera que las bolsas no se apilen unas sobre otras.
- Durante el proceso de extracción, acarreo y acomodo de la planta en los vehículos, los ejemplares deberán sujetarse de la bolsa y no del follaje o tallo (Figura 52), lo cual evita el aumento de estrés por dicha actividad.

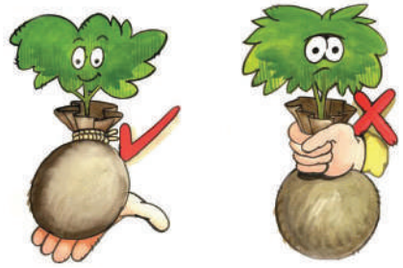


Figura 52. Sujeción de la planta durante el proceso extracción, acarreo y acomodo

El acarreo de las platabandas a los vehículos debe realizarse en cajas (plástico o madera), plataformas, remolques o carretillas. En cualquiera de estos casos, las plantas deben colocarse en posición vertical o ligeramente inclinadas (Figura 53) y no estibar las bolsas unas sobre otras, siempre se deberán poner tarimas entre cada tendido de bolsas.



Figura 53. Acomodo de las plantas en carretillas. a) Manera adecuada (ordenada y vertical o con poca inclinación) b) manera incorrecta (amontonada y acostada).

Estibado y transporte

Para estivar y transportar la planta correctamente se debe considerar lo siguiente:

- El vehículo debe estar acondicionado para el transporte de la planta con redilas, tarimas a nivel o rieles a manera de mesas portacontenedores (Figura 54) y contar con una cubierta superior de malla sombra (para evitar la deshidratación y maltrato del follaje por efectos del viento), estas condiciones también aplican para sistemas de arrastre como remolques.
- No estibar los paquetes a granel (sin cajas), y en caso de ser necesario, no se deben estibar más de dos niveles para no aplastar el cepellón ni maltratar el follaje (Figura 55).



Figura 54. Estibado de la planta en vehículos. a) Estibado correcto de charolas, b) estibado correcto de paquetes a granel (no más de dos niveles).



Figura 55. Estibado correcto de paquetes a granel.

- Para el transporte de planta en cajas de madera o plástico (Figura 56), no se deben estibar más de 6 cajas o rejas (siempre y cuando el follaje de la planta no exceda la altura de la caja), ya que una mayor cantidad de estibas ocasiona daños y estrés a la planta por sobrecarga.



Figura 56. Estibado adecuado de cajas en vehículo.

- Para el trasporte de la planta en charola de plástico rígido, de unicel o charola con tubetes intercambiables, se deben utilizar tarimas a nivel o rieles a manera de mesas portacontenedores en el vehículo (Figura 57), la separación entre estos debe ser suficiente para permitir que el follaje de la planta se mantenga sin dobleces y no sufra daños mecánicos (Figura 58).

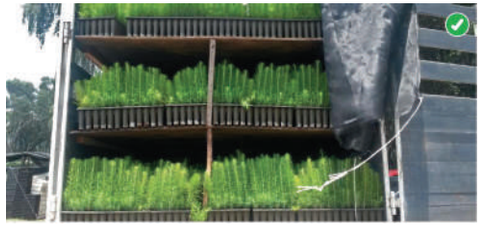


Figura 57. Estibado correcto de contenedores en vehículos acondicionados.



Figura 58. Estibado incorrecto de contenedores, la planta puede sufrir daños mecánicos por el movimiento del vehículo.

- Es importante notificar al viverista sobre cualquier anomalía que comprometa la integridad de la planta, ya sea en su conteo, extracción, empaquetado o estibado en el vehículo.
- Una vez que la planta sale del vivero con las condiciones adecuadas de extracción, embalaje y estibado, la responsabilidad del cuidado y manejo es totalmente de la persona beneficiaria y del transportista hasta la llegada a su destino, por lo que es de suma importancia que exista una logística bien definida del traslado, considerando variables como el tiempo estimado del viaje, escalas y personal que realizará la descarga de la planta del vehículo.
- El viaje debe realizarse antes del medio día o al atardecer para reducir el estrés de la planta por exposición prolongada al sol, los cambios bruscos de temperatura y a una velocidad moderada, preferentemente sin escalas o paradas prolongadas.
- Se deben realizar el número de viajes que sean necesarios, según la capacidad del o los vehículos. Si existe dudas sobre la capacidad de vehículo consultar con el viverista.

3.3.4 Manejo postvivero y traslado al sitio de reforestación

Una vez que la planta ha llegado al destino provisional (centro de acopio) o definitivo, es importante considerar los siguientes aspectos:

- La descarga deberá realizarse en un lugar plano, de preferencia utilizar carretillas o cajas para descargar y acarrear la planta, para evitar movimientos bruscos que ocasionen la pérdida de la tierra o material del cepellón.
- En caso de descargar paquetes, éstos se deben tomar del cepellón protegido con el plástico; los contenedores, rejas y cajas, deben tomarse de las orillas o desde la base. En cualquier caso, nunca se debe tomar la planta del tallo ni del follaje.
- El lugar de descarga debe ser cercano al sitio definitivo de plantación, la planta debe colocarse en un lugar ventilado y sombreado, cerca de algún punto de abastecimiento de agua, y es conveniente que posterior a la descarga y el acomodo, se aplique un riego para su hidratación (Figura 59).



Figura 59. Forma correcta de resguardar la planta después de la descarga (bajo sombra y con abasto de agua).

- Se debe acomodar la planta por secciones, para favorecer la aireación y facilitar las labores de mantenimiento mientras se llevan al sitio definitivo (Figura 60). No estibar en más de dos niveles y en una sola sección (Figura 61).



Figura 60. Acomodo correcto de la planta (cerca del sitio de plantación, colocada en grupos que permiten la aireación, bajo sombra y sin estibar).



Figura 61. Forma incorrecta de acomodar la planta (el amontonamiento no permite la aireación y dificulta un riego adecuado).

- Mientras la planta permanezca en el centro de acopio, se deberán realizar riegos matutinos o vespertinos, según sea necesario; en caso de ser paquetes de planta con cepellón envuelto en plástico, es conveniente hacer pequeñas perforaciones en el plástico para permitir el drenaje de agua.
- Se recomienda que la planta no permanezca almacenada más de 15 días, de lo contrario, la calidad se pierde y las probabilidades de supervivencia se reducen.
- Si el traslado del centro de acopio al sitio definitivo es con vehículo o remolque, se recomienda acomodar de manera homogénea los paquetes, rejas o bolsas; evitando de esta manera que con el movimiento del vehículo las plantas se muevan y sufran de dobleces o fracturas.
- Si el traslado del centro de acopio al sitio definitivo es con animales de carga, se recomida utilizar cajas de madera o de plástico cuidando que las plantas queden ajustadas para evitar movimiento excesivo durante el traslado y la carga debe estar bien sujeta y nivelada para evitar caídas. No poner más de una caja de plantas por lado del animal y evitar en todo momento el daño a las hojas y tallos de las plantas.
- Es necesario que solamente se lleve al campo la cantidad de planta que se va a plantar en la jornada, la cual se puede calcular considerando el diseño de plantación utilizado y el número de jornales que se van a emplear.

3.3.5 Trazo del arreglo de plantación

A continuación se describen algunas metodologías para trazar los arreglos de plantación en función de las características del terreno, principalmente de la pendiente y los obstáculos naturales que pueden presentarse.

En general, se recomienda, al igual que la construcción de las obras y prácticas de conservación de suelo, comenzar en una esquina de la parte más alta del terreno; trazar la primera línea de plantación y posteriormente, aguas abajo dar el espaciamiento necesario entre líneas, empezando por el lindero del predio hacia el interior del terreno (Figura 62).

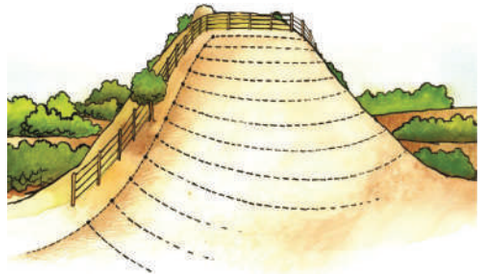


Figura 62. Puntos de inicio del trazo en curvas de nivel.

Terrenos planos o con pendientes de hasta 20%

En terrenos planos o con pendientes de hasta 20% y con escasos obstáculos naturales, se puede trazar el arreglo utilizando el sistema escuadra o el sistema de balizas o varas, los cuales se describen a continuación paso a paso, así mismo, en el Cuadro 10 se enlistan las herramientas y materiales necesarias para el trazo de la plantación.

Cuadro 10. Herramientas para el trazo de la plantación.

Herramientas y materiales	Características
Escuadra metálica	Tipo herrero de 12”
Flexómetro	Tipo carrete de 50 m
Martillo	Tipo bola 3.5 Lbs.
Machete	Tipo estándar 16”
Aparato “A”, caballete, nivel de manguera.	De acuerdo al Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales
Hilo plástico	Tipo agrícola, en rollo, color blanco o amarillo
Estacas	30 cm largo, +/- 3/4” diámetro, de madera o metal, cantidad: las necesarias
Balizas de madera	Largo según determinación del distanciamiento entre plantas y entre hileras, diámetro: +/- 1”, cantidad: las necesarias.

Sistema escuadra

Primer paso: buscar el encuadre mediante el uso de una escuadra cantera en una de las esquinas de la superficie disponible entre cada obra o práctica de suelo (Figura 63), y tender un hilo de plástico sobre el ángulo recto formado a lo largo y ancho del terreno.

Segundo paso: fijar el hilo al suelo con estacas, medir el distanciamiento entre hileras con un flexómetro y marcarlo con estacas clavadas sobre el punto proyectado en el terreno (Figura 64).

Tercer paso: tender un hilo de plástico sobre la primera hilera, medir la distancia entre plantas con un flexómetro y marcar con una estaca clavada sobre el punto proyectado en el terreno (Figura 65).

Cuarto paso: a medida que avanza el marcaje sobre el terreno, la línea de hilo se debe mover a la siguiente hilera (Figura 66). Si un punto del marcado cae en un obstáculo natural o dentro de las obras de suelo (zanjas trinchera, zanjas bordo, etc.), se debe recorrer el punto hacia una zona donde no haya obras.

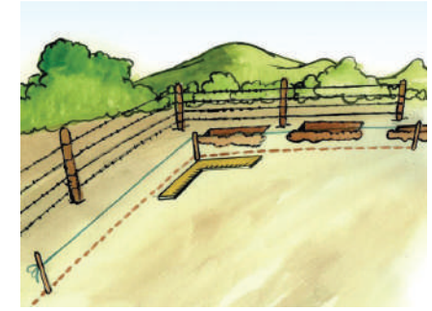


Figura 63. Trazo con escuadra y uso de estacas.

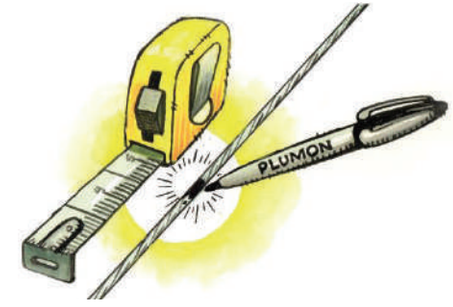


Figura 64. Marcaje de la distancia entre plantas.

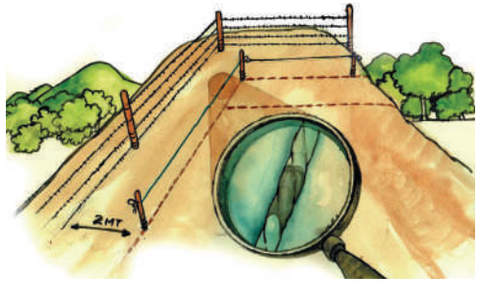


Figura 65. Marcaje de posición de la planta.

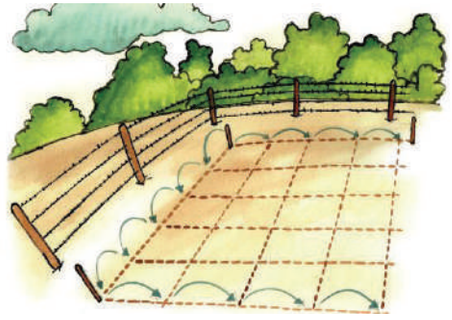


Figura 66. Movimiento de hilos conforme al avance de marcaje.

Es importante tomar en cuenta que las hileras deben seguir las curvas a nivel del terreno, por lo que en ocasiones las hileras llegarán a juntarse. En estos casos, se opta por la hilera superior o la que se encuentra aguas arriba (Figura 67), eliminando la línea original o la que queda aguas abajo, dado que el distanciamiento se vuelve menor al recomendado. Esta situación es frecuente, por lo que es necesario que se tome en cuenta para cumplir con la densidad de plantación.

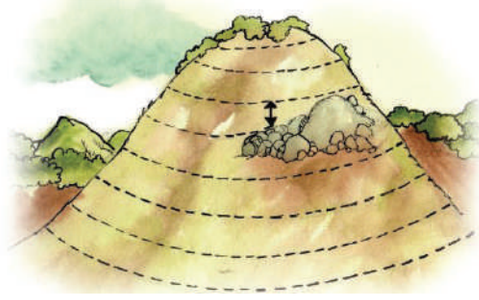


Figura 67. Empalme de curvas a nivel.

- A partir de un triángulo rectángulo:

Primer paso: en una cuerda de 12 m se deben hacer marcas a los 4 y 7 m.

Segundo paso: unir los extremos de la cuerda y tensar formando vértices a partir de la unión y las marcas realizadas con anterioridad. Con lo anterior, se forma un triángulo con medidas de 3, 4 y 5 m.

Tercer paso: el ángulo recto que se forma entre los lados 3 y 4 m, se coloca en el punto donde se pretende iniciar la hilera. El lado de 4 m proporciona la dirección de la hilera y el lado de 3 m, el espaciamiento entre hileras.

- Sistema de balizas o varas:

Primer paso: las balizas o varas deben tener las medidas de acuerdo con la densidad de cada tipo de ecosistema y corresponde a la distancia entre hileras y plantas (Figura 68).

Segundo paso: desde una de las esquinas y al margen se la obra de suelo se tiende la primera baliza sobre el terreno para determinar el distanciamiento entre plantas, y en seguida se tiende la segunda baliza de forma perpendicular para determinar el distanciamiento entre hileras (Figura 69). En el extremo contrario de cada una se realiza el marcado con estacas, o en su caso, se realiza la apertura de la cepa.

Tercer paso: después de marcar el primer punto, se continúa tendiendo las balizas sobre el terreno para determinar el total de puntos de forma lineal hasta abarcar la totalidad del área propuesta para la reforestación. El número de balizas a utilizar varía de acuerdo con el número de hileras diseñadas

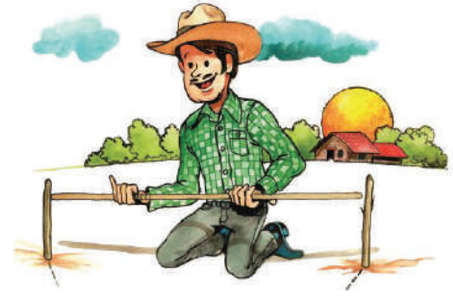


Figura 68. Marcaje de distanciamiento para el sistema de balizas.

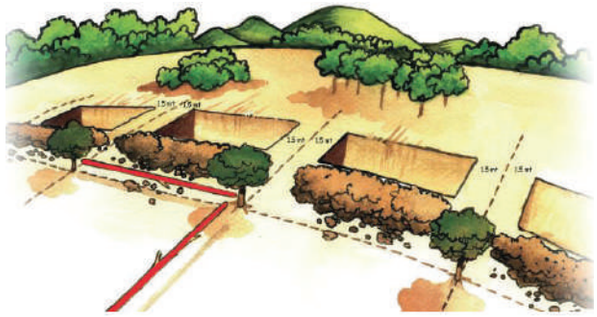


Figura 69. Balizas indicando distanciamiento de plantas e hileras.

Terrenos con pendientes mayores a 20%

En terrenos con pendientes mayores al 20% y sin la presencia de obstáculos que impidan el trazo de un arreglo de plantación, se debe realizar la reforestación en curvas a nivel. La metodología para el trazo de las curvas a nivel con diferentes instrumentos (aparato "A", nivel de manguera o nivel de hilo) se describe en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales.

Para el sistema tres bolillo o triangular, se deben tener las siguientes consideraciones:

- Para el trazo de la curva de nivel, previamente se determina el distanciamiento entre plantas.
- Tender un hilo de plástico sobre la curva de nivel, sujetándolo con estacas.
- Con un flexómetro, se medir la distancia entre líneas, marcando el hilo con tinta indeleble o estacas sobre la proyección del punto en el terreno.
- El sistema de balizas también puede aplicarse en terrenos de estas características.
- Para la posición que cierra el triángulo equilátero, la distancia entre hileras deberá ser 50 cm menos al distanciamiento normal, es decir, si el arreglo es a 3 x 3 m, la distancia hasta la próxima hilera deberá ser de 2.5 m (Figura 70).

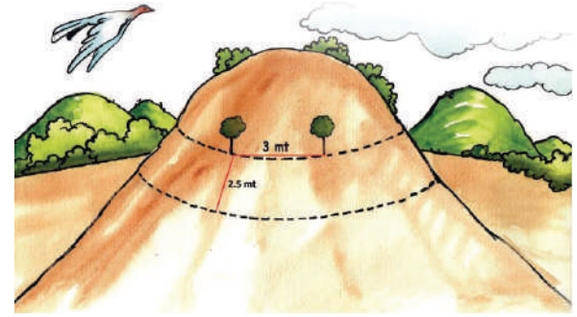


Figura 70. Trazo de distancia entre hileras.

Terrenos con pendientes mayores a 20% y presencia de obstáculos naturales

Para terrenos con pendientes mayores al 20% y con mayor presencia de obstáculos naturales, se recomienda utilizar el diseño irregular, mismo que no requiere de líneas definidas entre plantas e hileras (Figura 71); sin embargo, es importante que la distancia entre plantas no sea muy reducida para evitar la competencia por espacio, nutrientes, agua, etc., así mismo, se debe respetar la densidad por hectárea de acuerdo con el ecosistema.

Bajo el concepto de restauración ecológica, la utilización de parches o manchones como arreglo topológico suele ser muy efectivo, sobre todo cuando en el diseño de intervención se plantea mezclas de especies multipropósito, donde unas fungen como nodrizas de otras.

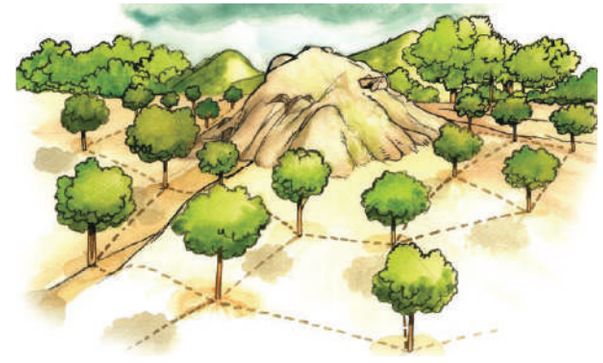


Figura 71. Diseño irregular en terrenos con pendientes mayores al 20% y obstáculos naturales.

3.3.6 Calendario óptimo de plantación

La plantación deberá realizarse dentro de los dos primeros tercios del periodo de lluvias, cuando el suelo tenga la humedad suficiente para evitar la deshidratación de la planta. En caso de utilizar material vegetativo de especies suculentas como agaves, nopales, cactáceas etc., la plantación deberá realizarse antes o después del periodo de lluvias, para evitar la pudrición de la planta.

No se debe plantar al final de la temporada de lluvias, ya que si bien, puede haber un buen prendimiento, el arraigo de las plantas en el sitio de plantación no será suficiente para soportar el periodo de estiaje y la sobrevivencia de la reforestación podría disminuir.

La CONAFOR publica en su página oficial un calendario óptimo de plantación considerando las características climáticas de cada entidad federativa. Dicha información funge como referencia para las distintas propuestas de restauración forestal, considerando la variabilidad climática a nivel nacional de los últimos años causado por el cambio climático.

3.3.7 Plantación

Tipos de cepa

El tipo de cepa a utilizar dependerá del sistema de producción de planta empleado en el vivero, el grado de degradación del suelo, su textura, nivel de pedregosidad, profundidad y la pendiente del terreno. A continuación se describen los dos tipos de cepas principales más comunes y los pasos para su construcción.

Cepa común: este tipo de cepa se emplea para la planta producida en bolsa de polietileno, aunque puede usarse para plantas en contenedores también, dependiendo de las condiciones del terreno; consiste en hacer una apertura en el suelo de forma cúbica o cilíndrica, las dimensiones de la cepa dependen del tamaño del cepellón (la tierra deberá cubrir totalmente el cepellón (raíz) y la parte aérea (tallo y follaje) debe quedar libre), la planta deberá colocarse de forma vertical.

- Generalmente, para la planta producida en bolsa de polietileno o charola se utilizan dimensiones de 20 cm de ancho x 20 cm de largo x 30 cm de profundidad. No obstante y en virtud de que los sitios donde se planta, las condiciones de degradación son graves, hay sitios prácticamente sin suelo, y si se asocia con climas secos, se recomienda hacer una cepa de al menos 30cm x 30 cm x 30 cm, de tal manera que la cepa sirva para almacenar buena cantidad de humedad que ayude al establecimiento de la planta. Estas dimensiones serían independientemente del sistema de producción. Si se utiliza planta de bolsa de 15 x 25, lo recomendable es hacer una cepa común de 40cm x 40 cm x 40 cm.
- Se recomienda separar la primera mitad de la tierra extraída (tierra con mayor contenido de materia orgánica y nutrientes) de la tierra de la segunda mitad, depositándola en lados contrarios de la cepa (Figura 72). Al momento de realizar la plantación, se depositará primero la tierra de las primeras capas y al final, la tierra del fondo.
- Se recomienda la aplicación de composta en el momento de la plantación para ayudar al establecimiento de la planta. Esto funciona como abono natural.

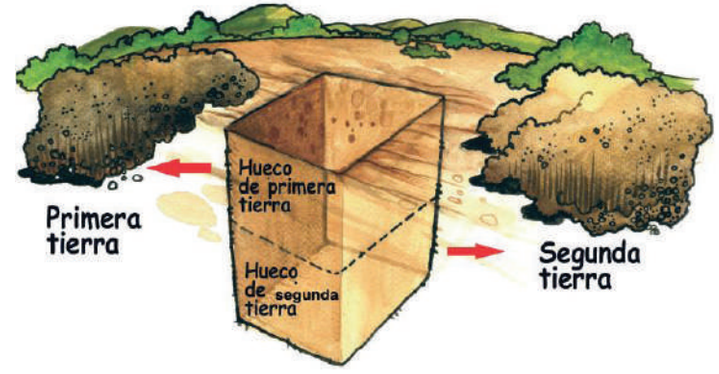


Figura 72. Separación de las capas de la tierra en la apertura de cepa común.

Cepa a golpe o pico de pala: este tipo de cepa se utiliza de preferencia para planta producida en contenedores y en terrenos que tengan suelos profundos y ricos en materia orgánica, no pedregoso y donde previamente hubo una preparación del terreno; consiste en seleccionar una herramienta (pala recta, pala plantadora o pico) con la que al dar un golpe al suelo (o los golpes que sean necesarios) se haga un hoyo o apertura lo suficientemente grande para colocar el cepellón de la planta (Figura 73) sin quedar apretado o con las raíces dobladas, de manera que permita un buen desarrollo radicular.

Este tipo de cepa exige mucho cuidado, pues en ocasiones, la perforación es tan superficial que al poner el cepellón, este queda con la mitad fuera de la cepa. Otra situación que puede presentarse, es que la cepa u oquedad quede inclinada y al momento de poner la planta, esta queda acostada según la orientación de la apertura de la cepa. Por ello, no se recomienda en terrenos secos, donde ya no hay suelo y se planta sobre la roca madre (caliza o tepetate).

- Aunque no tiene una dimensión bien definida, el espacio deber ser suficiente para colocar la raíz de la planta (aproximadamente 20 cm de diámetro por 20 cm de profundidad) (Figura 74).

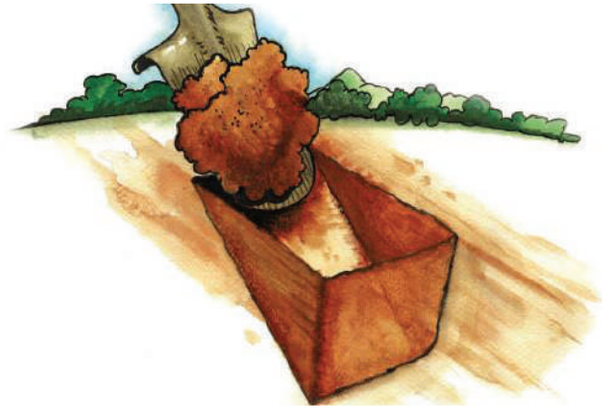


Figura 73. Conformación de la cepa a golpe mediante el uso de pala o pico.

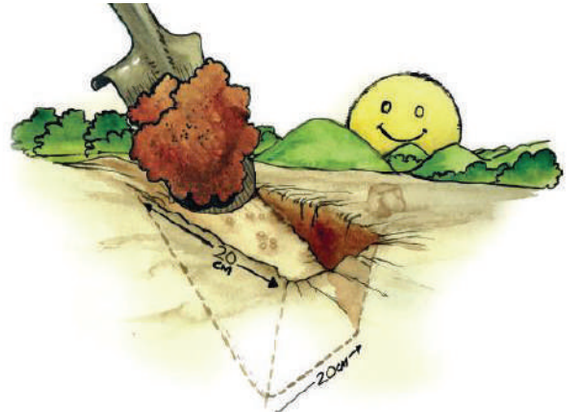


Figura 74. Dimensiones de la cepa mediante apertura de golpe.

Plantación

Para realizar la plantación se deberán considerar los siguientes pasos:

Primer paso: retirar el embalaje utilizado para el trasporte cuidando la integridad de la planta.

- Planta empaquetada con plástico vitafilm: se deberá retirar el plástico del cepellón cuidando la integridad de las raíces (Figura 75). Con cuidado, deberán separarse cada una de las plantas que conforman el paquete, de tal manera que se planta solo una planta por cepa. Nunca colocar todos los cepellones del paquete en una cepa.

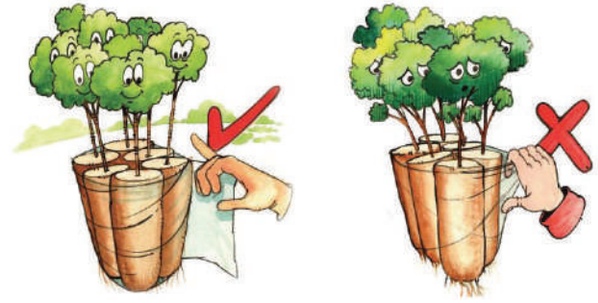


Figura 75. Retiro del plástico adherente de las plantas.

- Planta a cepellón desnudo: la planta a cepellón desnudo colocada en cajas de madera o plástico deberá extraerse con precaución, siguiendo el orden de las capas de planta (Figura 76) hacia el fondo de la caja.

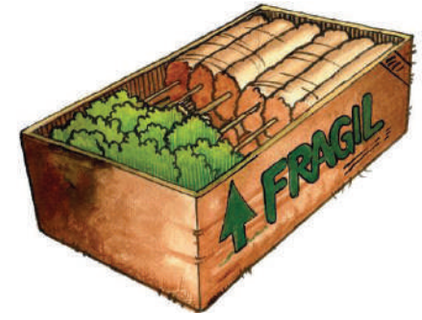


Figura 76. Capas de planta que deben ser consideradas para su adecuada extracción.

- **Planta en contener o tubetes:** la planta entregada en charolas deberá extraerse dando ligeros golpes al contenedor (charola de plástico rígido, unicel o tubetes) de manera que se pueda separar el cepellón de las paredes de la cavidad (Figura 77). No se recomienda el uso de materiales como varas o varillas que sirvan para golpear la caja o empujar las plantas, ya que reducen la vida útil de las charolas, aunado a que pueden generar daños a la parte radicular de la planta (Figura 78).

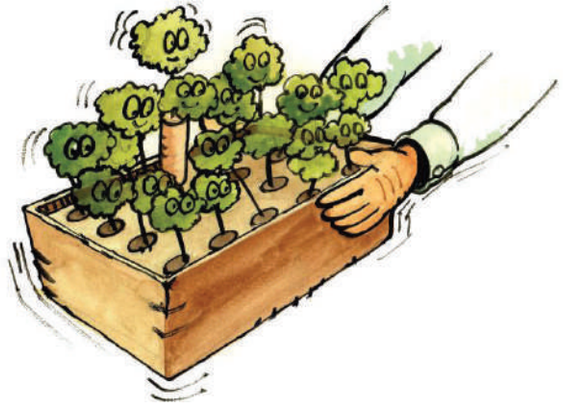


Figura 77. Forma correcta de separar el cepellón de la cavidad, dando ligeros golpes al contenedor.



Figura 78. Forma incorrecta de extraer las plantas del contenedor (reduce la vida útil de la charolas y puede causar daños al sistemas radical de la planta).

Segundo paso: colocar la planta en la cepa.

- **Plantación en cepa común:** previo a la colocación de la planta en la cepa, es necesario agregar una porción de la tierra superficial (primera mitad de la tierra extraída en la conformación de la cepa) mezclada con composta (en caso de contar con el insumo) para que la planta tenga una mayor disposición de nutrientes, y posteriormente colocar la planta de manera vertical y al centro de la cepa (Figura 79).

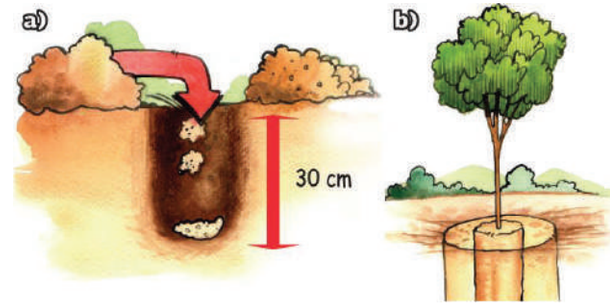


Figura 79. a) Muestra de porción de suelo depositado en la cepa, previo a la colocación de planta; b) Colocación de la planta en la cepa.

- **Plantación en cepa hecha a golpe de pala o pico:** colocar la planta de forma vertical en la parte más profunda, procurando que el diámetro de la apertura y la profundidad permitan la entrada del cepellón (Figura 80). Es importante que la planta quede acomodado de manera vertical, dado que en caso de quedar inclinada, aparte de perder la calidad de la planta, se genera madera de reacción.

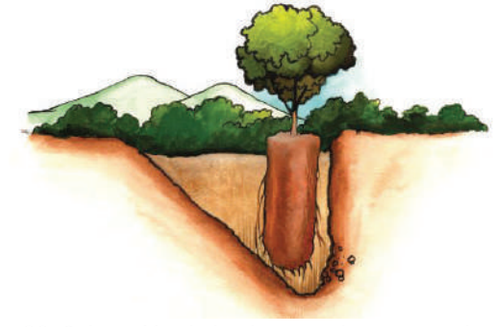


Figura 80. Colocación de la planta en la cepa a golpe de pala.

Tercer paso: rellenar la cepa.

- Independientemente del tipo de cepa utilizado, después de colocar la planta se debe rellenar primero con la tierra superficial y después con la tierra extraída de la parte profunda de la cepa (Figura 81). Al finalizar se debe apisonar (compactar la tierra) y hacer un pequeño “estirón” para evitar que las raíces queden dobladas en el fondo (Figura 82).

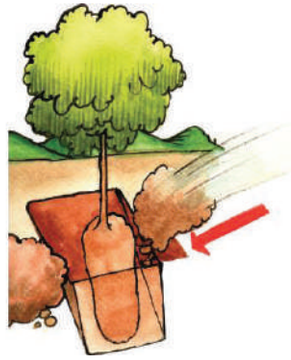


Figura 81. Relleno de la cepa posterior a la colocación de planta.



Figura 82. Estiramiento de la planta posterior a la plantación y llenado de cepa.

- Se deben deshacer los terrones para que el cepellón quede bien cubierto con la tierra y desechar piedras o cualquier otro material.

Cuarto paso: compactar el suelo.

- Una vez rellenada la cepa, se debe apisonar ligeramente el suelo alrededor de la planta para evitar espacios vacíos o aire que pueden provocar la deshidratación de las raíces y reducir la sobrevivencia (Figura 83).



Figura 83. Compactación del suelo mediante apisonamiento posterior a la plantación.

Observaciones generales:

- Para la planta producida en bolsa de polietileno: siempre se debe quitar la bolsa antes de plantar, nunca debe plantarse con la bolsa en el cepellón; en caso de que la raíz haya sobrepasado el plástico de la bolsa, al quitar la bolsa, se recomienda realizar una poda de las raíces, recortando las puntas y las raíces que estén dobladas o se considere una condición inadecuada. En ocasiones, conviene hacer cortes a lo largo del cepellón, a manera de poda, para propiciar la emisión de raíces nuevas.
- Para compensar la pérdida radicular, dependiendo del tamaño de la planta, será necesario realizar una poda mínima del follaje para evitar la deshidratación de planta. En coníferas, se recomienda no podar el ápice. En latifoliadas, solo quitar un poco de hojas inferiores.
- La planta producida en charolas, tubetes o a raíz desnuda se debe sujetar de la base del tallo, mientras que la planta producida en bolsa se debe sujetar del cepellón.
- La base del tallo debe quedar al ras del suelo, es decir al mismo nivel que la cepa (Figura 84).
- Se recomienda realizar la plantación inmediatamente después de la extracción (ya sea de las cajas, paquetes, contenedores o de la bolsa) y evitar la exposición del cepellón a la intemperie por largos periodos.

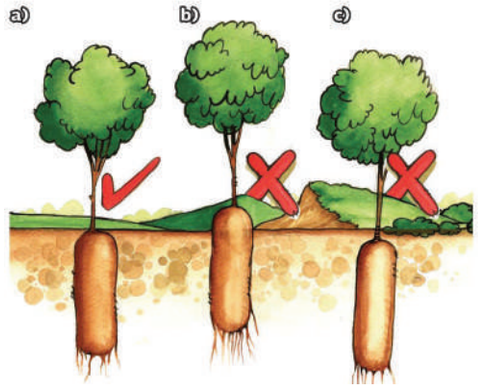


Figura 84. Establecimiento de la planta. a) Plantación correcta, la base del tallo queda a nivel de la cepa; b) plantación incorrecta, la base del tallo queda sobre el nivel de la cepa; c) plantación incorrecta, la base del tallo queda por debajo del nivel de la cepa.

Apertura del cajete

La apertura de un cajete alrededor de la planta ayuda a incrementar la captación de agua y con ello a tener una mayor disponibilidad de humedad, además, al descompactar el suelo circundante, se favorece la infiltración de nutrientes.

Esta práctica también es funcional en caso de que la planta requiera un riego de auxilio, ya que mantiene el agua hasta que se infiltre por completo en la cepa o alrededor de ésta. A continuación se describen los pasos para su construcción:

Primer paso: con la ayuda de un pico, pala o azadón (Figura 85), remover el suelo del área circundante a la planta, creando un círculo de un metro de diámetro con forma cóncava (como un disco de arado).



Figura 85. Apertura de cajete alrededor de la planta.

Segundo paso: dejar los rastrojos de pastos o herbáceas por fuera del cajete y llevar la tierra removida al centro para cubrir la base del tallo, sin compactarlo y sin taparlo demasiado. Esta práctica se conoce como "arrope" de la planta y sirve para evitar la exposición prolongada del tallo a la humedad o al ataque de insectos nocivos (Figura 86). Se recomienda no "arropar" más allá de unos 5 cm del tallo, porque puede resultar contraproducente.

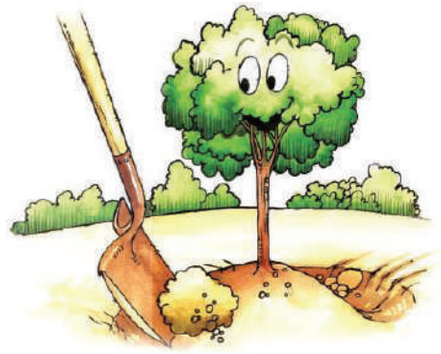


Figura 86. Colocación de la tierra removida en la base de la planta.

Tercer paso: utilizar la tierra removida hacia las orillas para conformar un bordo circundante al cajete y para evitar el derrame del agua captada (Figura 87).

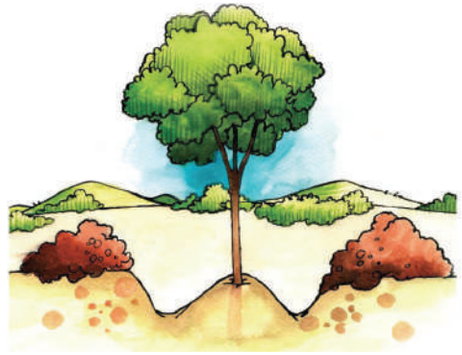


Figura 87. Conformación del bordo del cajete.

Las dimensiones del cajete pueden variar según las características del suelo (textura, profundidad, pedregosidad, pendiente, etc.), así como la disposición de planta en las obras y prácticas de suelos; sin embargo, se recomienda un cajete de aproximadamente un metro de diámetro (en suelos pobres pueden tener mayores dimensiones).

Cuidados post plantación

Es recomendable que después de la plantación se realicen actividades de apoyo para reducir el estrés post plantación y para ayudar a la planta en el proceso de arraigo de las raíces al suelo.

Los cuidados post plantación pueden incluir las siguientes actividades:

Riego de auxilio: de preferencia debe realizarse por las mañanas o por las tardes (según la distancia al punto más cercano de abastecimiento de agua). En caso de contar con un afluente, cuerpo de agua o contenedor cercano al predio a restaurar, pueden usarse mangueras o motobombas (Figura 88), si no, puede realizarse de forma manual, usando tambos, cubetas, regaderas de jardinería (Figura 89), etc., y acarreando el agua hacia los cajetes de las plantas.

Los riegos de auxilio aplicarán cuando se realice una plantación tardía, posiblemente en el último tercio del período de lluvias (no recomendable). También se recomiendan en zonas donde el temporal es corto o son climas secos y solo si la planta lo requiere.



Figura 88. Riego de auxilio posterior a la plantación.



Figura 89. Riego manual con regadera jardinera.

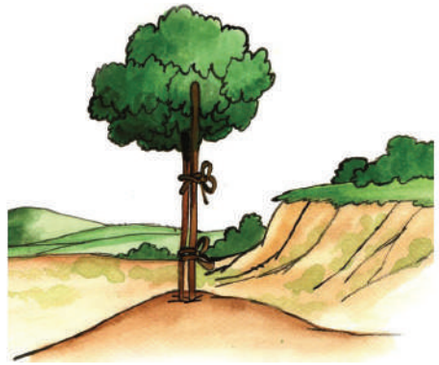


Figura 90. Instalación de tutores temporales.

Observaciones generales:

- Estas actividades post plantación son recomendadas para aquellos sitios donde el periodo óptimo de plantación es reducido o presentan variaciones climáticas durante el temporal, como el caso de los llamados periodos caniculares.
- Una vez efectuadas las actividades de reforestación, es importante realizar recorridos periódicos de supervisión en el predio para identificar condiciones o eventualidades que se pudieran presentar, como la introducción de ganado, incendios, plagas, enfermedades, etc., y tomar medidas correctivas que garanticen la sobrevivencia de las plantas.

Mantenimiento de las zonas restauradas 4

El objetivo de realizar actividades de mantenimiento es asegurar la sobrevivencia de la reforestación en el mediano plazo y garantizar que las obras de conservación de suelos y otras actividades tengan un funcionamiento óptimo.

4.1 Mantenimiento de las actividades de protección

Se recomienda rehabilitar las brechas cortafuego según el desarrollo del estrato arbustivo y herbáceo del área de intervención, en áreas donde éstos estratos presentan un crecimiento rápido, se recomienda el mantenimiento al menos una vez al año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible (Figura 91) y dañar la reforestación en caso de incendio, y no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad

En las regiones tropicales que presentan una rápida regeneración de la vegetación herbácea (principalmente pastos), se recomienda, realizar esta actividad dos veces al año.



Figura 91. Remoción de vegetación herbácea, pastos y material combustible en la brecha.

4.2 Mantenimiento de obras de conservación y restauración de suelos

El mantenimiento de las obras de conservación y restauración de suelos (aplica sólo a las obras en ladera), comprende actividades como la conformación y compactación de bordos, reconstrucción de barreras, reposición de plantas en barreras vivas, entre otras (Figura 92).



Figura 92. Obra de conservación de suelo en ladera que requiere mantenimiento.

4.3 Mantenimiento de la reforestación

El mantenimiento de la reforestación considera actividades que en su conjunto buscan asegurar la sobrevivencia de la reforestación y favorecer el desarrollo de la planta establecida. Esto debe realizarse cuando en el área de intervención se esté desarrollando vegetación que represente competencia directa por recursos con la planta establecida (agua, luz, etc.) (Figura 93). Podrá incluir actividades como la reapertura de cajetes, limpieza con herramientas manuales (machete, azadón, etc.), entre otras actividades que se observen necesarias en las visitas de seguimiento.



Figura 93. Reforestación con requerimiento de mantenimiento.

4.3.1 Reposición de planta muerta

Con esta actividad se busca mantener la densidad previamente definida para la plantación. Para calcular la cantidad de planta necesaria para la reposición será necesario recorrer las líneas de plantación y ubicar las cepas que presenten evidencias de planta muerta, como rastros del tallo, follaje o raíces (Figura 94). Una vez identificadas, se deben colocar marcas para facilitar su localización posterior.

La reposición de planta muerta no solo implica la sustitución por plantas vivas, es importante la inclusión de especies intermedias que mejoren las condiciones del sitio, por lo que desde la planeación de la restauración, se programa el establecimiento de dichas especies, las cuales pueden ser de un ciclo de producción mayor a los 12 meses.



Figura 94. Identificación de una cepa con planta muerta.

4.3.2 Rehabilitación de cajetes

Esta actividad consiste en retirar el azolve acumulado dentro del cajete o reconstruirlo (en caso de presentar deslaves) para restablecer sus funciones de captación de agua (Figura 95). Esta actividad debe realizarse previo a la temporada de lluvias.

Es importante determinar la cantidad de estas obras mediante la supervisión en campo de la reforestación, ya que se debe evaluar su funcionalidad durante la temporada de lluvias.



Figura 95. Reconstrucción del cajete.

4.3.3 Control de malezas

El objetivo de esta actividad es eliminar la competencia por agua, luz y nutrientes entre las plantas establecidas en la reforestación, para favorecer el desarrollo de las plantas de la reforestación. Es importante tener en cuenta que, la limpieza de cajetes contribuye al control de malezas; sin embargo, también hay que considerar que muchas de las especies consideradas como “malezas”, son especies pioneras y cumplen una función dentro del proceso de restauración, por lo que el control de malezas debe tener una orientación a disminuir la competencia directa con la planta establecida.

De acuerdo con las necesidades del sitio pueden realizarse las siguientes modalidades:

Control focalizado: consiste en la eliminación de la vegetación arbustiva y/o herbácea presente en el cajete. Requiere de la localización de cada una de las cepas con planta para realizar la limpieza (Figura 96).

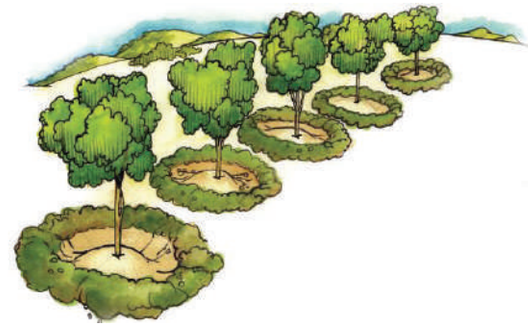


Figura 96. Eliminación de malezas en el cajete.

Control en banda: consiste en la eliminación de la vegetación no deseada en la superficie ocupada por líneas, para ellos requiere primeramente la localización de las líneas de plantación, para ello, es necesario marcar con estacas el inicio y término de cada línea con el fin de evitar daños involuntarios a las plantas. Posteriormente, se realiza el control sobre la superficie ocupada por la línea (Figura 97).

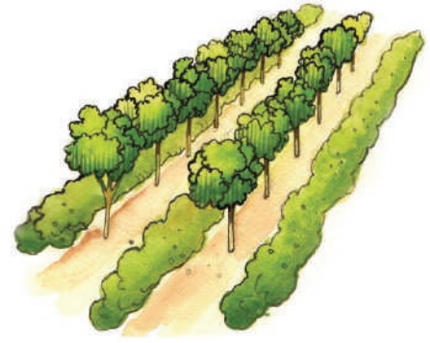


Figura 97. Eliminación de maleza en líneas de plantación.

Control total: consiste en la eliminación de toda la vegetación presente en el predio (a excepción de la planta de la reforestación). Requiere la localización y marcado de las cepas con planta para excluirlas del tratamiento. Este método no se recomienda para reforestaciones con fines de conservación debido a que expone el suelo a la erosión y tiene un alto costo e impacto, dado que el resultado expone el suelo a la intemperie; sin embargo, es una opción para plantaciones con objetivos comerciales.

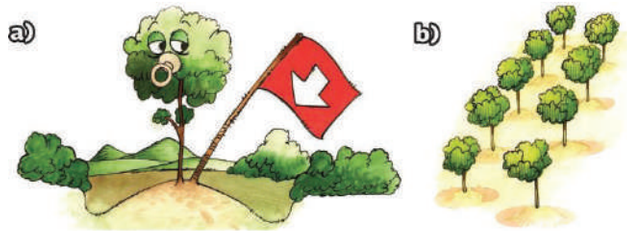


Figura 98. Proceso de control total: a) Marqueo de planta, b) Eliminación total de la maleza en el predio.

Para zonas con alto índice de evaporación y temperaturas extremas, la maleza removida puede ser acumulada y distribuida en la base del tallo de la planta, cumpliendo una función de "arrope" para almacenar humedad en el suelo. Así mismo, en regiones con bajas temperaturas, esta práctica puede cumplir una función reguladora de temperatura.

De acuerdo con el tipo de herramienta utilizada para su ejecución, el control de malezas podrá ser:

a) **Control manual:** se utilizan generalmente machetes o herramientas punzo cortantes para la remoción de maleza (Figura 99), esto dependerá del tipo y grado de incidencia de las malezas. Para la realización de esta actividad, es necesario mano de obra, por lo que a mayor superficie, mayor requerimiento de ésta.



Figura 99. Remoción o chapeo manual con machete.

b) **Control mecánico:** se utilizan equipos especializados, como desmalezadoras motorizadas y desbrozadoras de tractor (Figura 100). Esta actividad requiere de menor mano de obra pero funciona con combustible, depende de la disponibilidad de la maquinaria y de la topografía del terreno. Esta actividad no es recomendable en plantaciones con fines de restauración, dado que dicha maquinaria puede llegar a dañar las obras de conservación de suelos.



Figura 100. Control mecánico mediante desbrozadora.

c) **Control químico:** Este método es de uso reservado y prácticamente no recomendable para reforestaciones con fines de restauración dado que requiere de la aspersión de agroquímicos que, en la mayoría de las ocasiones, resulta dañino para el suelo y el medio ambiente.

En la actualidad, en el mercado existen productos con ingredientes biodegradables, aunado a ello está la existencia variada de herbicidas para el control de malezas a nivel de especie, grado de incidencia y tipo de cultivo. Para su aplicación es recomendable contar con una asesoría técnica adecuada ya que requiere de manejo de dosis para la disolución en agua, equipos de protección personal, etc.

Se recomienda realizar este tipo de control preferentemente por la mañana o tarde, evitando horas con mayor temperatura y viento.

4.3.4 Fertilización

La fertilización de las reforestaciones ayuda a incrementar el desarrollo de los árboles, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades, sobre todo en el segundo año de su establecimiento. Esto cobra importancia debido a que la restauración se realiza en terrenos degradados, lo que

implica una menor disposición de nutrimentos. No obstante, si van a utilizarse compostas o estiércoles maduros, se recomienda que su aplicación se realice desde el establecimiento o plantación inicial y con los tratamientos necesarios para evitar la proliferación de plagas que pudiesen afectar el desarrollo de la planta, de tal manera que los nutrientes se aporten desde que la planta entra en contacto con el sitio definitivo de plantación

Esto puede realizarse mediante la utilización de 2 tipos de fertilizantes:

a) Orgánicos o naturales: los abonos orgánicos conforman una de las maneras de proporcionar nutrientes al suelo que se pretende restaurar, estos pueden ser estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los estiércoles y la gallinaza deberán haber pasado por un periodo de maduración que garantice que no quemarán a la planta, incluso, pueden ser ingredientes de compostas enriquecidas.

b) Químicos: Son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo. Dentro de los fertilizantes químicos están los elaborados con “nutrientes principales” para la tierra, que son nitrógeno, fósforo y potasio. Pueden encontrarse de dos tipos:

- **Químicos solubles:** Se disuelven en agua y los absorbe la planta; sin embargo, parte del fertilizante no es aprovechado debido a que penetra las zonas del suelo de manera rápida y las raíces de la planta no pueden alcanzarlo.
- **Lenta liberación:** Tienen una presentación en sólido como gránulos o pastillas llamadas pico-módulos, los cuales se disuelven lentamente en agua conforme la planta los va adquiriendo. Generalmente se aplican en la cepa en torno a la proyección vertical de la copa del brinzal o latizal, según sea la edad de la planta.

Para su aplicación se siguen las recomendaciones del proveedor del producto y las instrucciones de la etiqueta del fabricante. La mejor época de fertilización es cuando la humedad en el ambiente es alta, preferentemente próximo a la temporada de lluvias. Se recomienda la aplicación en la mañana o la tarde, favoreciendo la fijación del fertilizante.

4.3.5 Control de plagas y enfermedades

El manejo de plagas y enfermedades en la reforestación, inicia antes de su establecimiento en campo, por lo cual es muy importante verificar que la planta salga libre de plagas y enfermedades del vivero de procedencia. En este sentido, en el vivero deberá llevarse un programa de monitoreo permanente de plagas y enfermedades hasta el último día de permanencia de la planta en el vivero, para garantizar la entrega de planta sana y libre de patógenos. Se han observado casos en el que la planta producida en contenedor o charolas de plástico o poliestireno expandido, son atacadas por gallina ciega (Phyllophaga spp) posterior a su plantación en campo, debido a que salieron del vivero con huevecillos que ovipositó el “mayate de junio”, cuando la planta ya se iba a entregar para su plantación.

Diversos agentes dañinos como insectos, virus y hongos, pueden afectar una o más partes de las plantas, provocando una reducción en el crecimiento o en casos severos, la muerte del individuo. Estos agentes pueden ser más intensos en plantaciones mono específicas (donde solo se establece una especie), ya que encuentran condiciones idóneas para desarrollarse, un ejemplo notable es el del barrenador de las meliáceas (Hypsipyla grandella) y las gallinas ciegas (Phyllophaga spp.) o la presencia de descortezadores en especies de pinos (Pinus sp.) (Figura 101), sobre todo cuando en el terreno de plantación se ha abonado con estiércol de vaca o fue algún área de pastoreo y hubo concentración de estiércol.

Por este motivo es muy importante implementar un programa de manejo integral de plagas y enfermedades que contemple acciones de prevención, monitoreo y control. El monitoreo implica realizar recorridos de campo frecuentes durante todas las etapas de la plantación para la detección oportuna de síntomas o signos. Esto ayudará a detectar la presencia de hormigas arrieras, insecto que puede generar la pérdida total de la plantación en poco tiempo.

El manejo integrado de plagas y enfermedades puede y debe asociarse con la actividad del control de malezas y malas hierbas, dado que algunas de estas plantas funcionan como hospederos de agentes patógenos para las especies de interés.

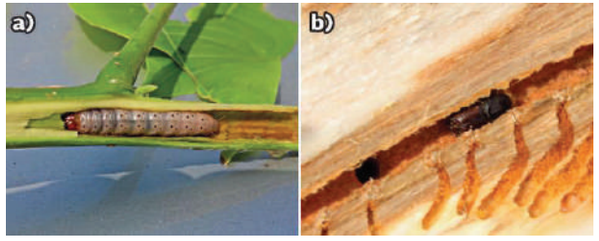


Figura 101. Ejemplos de plagas que afectan las reforestaciones. a) Barrenador de meliáceas como cedro rojo (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) y b) descortezador de pinos (*Pinus spp.*) y abetos (*Pseudotsuga menziesii*).

A continuación se describen de forma general, las principales medidas preventivas y de control que pueden realizarse como parte del manejo integrado de plagas y enfermedades.

Medidas preventivas: el manejo integrado de plagas y enfermedades en la reforestación inicia con la implementación de acciones que prevengan y eviten, en la medida de lo posible, la aparición de patógenos que afecten el desarrollo de la misma.

a) **Eliminación de hospederos alternos:** se trata de la eliminación de plantas dentro del terreno y sus alrededores que pueden ser hospederas alternas de las plagas o enfermedades.

b) **Zanjas de drenaje:** La construcción de canales de drenaje, evita la anegación de las zonas bajas de la reforestación, dificultando así el desarrollo de plagas o enfermedades (Figura 102).



Figura 102. Zanja de desagüe pluvial como medida preventiva.

Medidas de control

a) **Aislamiento:** esta acción consiste en delimitar con barreras físicas una o varias partes de la plantación para evitar la dispersión de la plaga o enfermedad, restringiendo el tráfico humano, animal, vehículos o cualquier suceso o material que facilite la dispersión (Figura 103).



Figura 103. Cercado del perímetro para limitar el acceso al área afectada.

b) **Remoción y destrucción manual:** Cuando se encuentre la presencia de insectos en sus distintas etapas (larva, pupa, adulto) en ramas, corteza o suelo, se tendrá que hacer la remoción manual de la pupa o insecto para posteriormente destruirla para cortar el ciclo reproductivo (Figura 104).



Figura 104. Insecto barrenador en estado de pupa.

c) **Control mecánico y físico:** Incluye una serie de prácticas que pueden eliminar directamente las plagas o bien, cambiar las condiciones del medio que favorecen el desarrollo de las mismas (Andrews, 1989).

d) **Tala de salvamento:** Consiste en la eliminación total del arbolado en una o más áreas de la reforestación, denominados como focos de infección, con el fin de erradicar la plaga o enfermedad. Los árboles derribados y el material secundario (ramas) deberán ser tratados (quemados) en el sitio (Figura 105). Esto puede suceder en cualquier etapa de la vida de la plantación.



Figura 105. Árboles infectados por plagas dispuestos para su eliminación.

e) **Poda sanitaria:** Es la remoción de una o más partes del árbol que han sido afectadas por plagas o enfermedades. Su aplicación dependerá del tipo de agente causal y de la edad de la planta afectada.

f) **Raleo sanitario:** Es el derribo o eliminación de individuos aislados dentro de la reforestación que están afectados severamente y cuya condición no puede revertirse (Figura 106). Éstos deberán ser extraídos e incinerados fuera de la plantación, para evitar la dispersión de la plaga o enfermedad.

En las reforestaciones con fines de restauración, dado que la planta es pequeña, las principales amenazas provienen de las hormigas arrieras (Atta mexicana y Atta cephalote), de los roedores como ratas, conejos; incluso, si no se aseguró la sanidad desde el vivero de procedencia, pueden ser atacados por gallina ciega, ya sea traída del vivero o aportada por el estiércol de vaca sin madurar que puede haberse aplicado como composta.



Figura 106. Identificación de individuos para aplicación de raleo sanitario en un bosque natural. En una plantación con fines de restauración, la identificación puede ser más sencilla.

El manejo y control de las plagas o enfermedades deberá realizarse conforme a las metodologías establecidas para la sanidad forestal, información disponible en la página de la CONAFOR http://sivicoff.cnf.gob.mx/frmManuales.aspx

4.4 Actividades complementarias al mantenimiento

4.4.1 Podas

La aplicación de esta práctica, dependerá del objetivo de la reforestación, de las especies forestales utilizadas y de la edad de la planta. No todas las plantas deben ser podadas, pues habrá aquellas que fueron elegidas para brindar cobertura y aporte de materia orgánica, en tal caso, la poda no será necesaria.

Esta actividad consiste en la eliminación de las ramas vivas o muertas de la parte inferior del fuste o tronco del árbol, utilizando técnicas y herramientas adecuadas. Las podas se realizan para conseguir diferentes objetivos, entre los más comunes se encuentran la producción de madera de calidad (evitando la formación de nudos), reducir el riesgo de incendios (al reducir la continuidad de material combustible) y facilitar el acceso y las maniobras de mantenimiento en las plantaciones (Davel *et al*. 2009).

El principal objetivo de la poda en árboles forestales es la de adelantarse a la poda natural y prevenir la formación de nudos muertos, los cuales constituyen uno de los defectos más indeseables en la madera aserrada, ya que es más difícil de trabajar, menos resistente y tiene menor valor en el mercado, por lo tanto, esta actividad es muy importante en aquellas especies que tendrán un aprovechamiento maderable (Ramírez s/f; Davel *et al*. 2009).

Para realizar una poda correctamente se deben considerar los siguientes aspectos:

- La altura de la poda dependerá de la altura total de cada árbol y del objetivo de esta actividad. En general se recomienda no podar más de un tercio de la copa, pues una poda excesiva puede frenar el crecimiento del árbol (Figura 107) (CONAFOR, 2009)

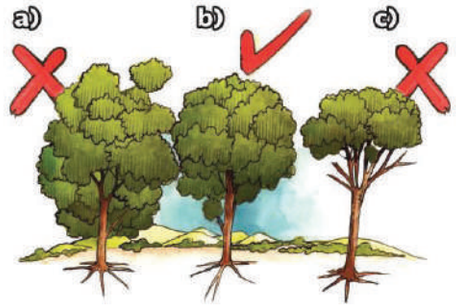


Figura 107. Poda en árboles forestales. a) Árbol sin poda, b) poda adecuada y c) poda excesiva.

- Se deben utilizar herramientas limpias y afiladas. La elección de una herramienta u otra dependerá del diámetro o grosor de las ramas que se van a eliminar, y por lo general, se pueden usar tijeras manuales o serruchos. No es recomendable utilizar machete, ya que sus cortes suelen ser de mala calidad y dejar heridas sobre el tronco o la corteza, bajando la calidad de la madera o permitiendo la entrada de agentes patógenos (virus, bacterias, hongos, etc.) que pueden enfermar al árbol (CONAFOR, 2009).
- Los cortes deben ser lisos (sin rasgaduras o quiebres), sin dejar restos de corteza o partes de la rama (en caso contrario se retrasa el proceso de cicatrización). Deben hacerse ligeramente arriba del cuello o collar de la rama, casi al ras del tronco; si se cortan ramas gruesas y pesadas, primero se deberá hacer un corte en la parte inferior, luego cortar por arriba para evitar que la rama se quiebre con el peso y arranque parte de la corteza y finalmente hacer un corte para retirar el muñón del tronco (Figura 108) (CONAFOR, 2009; Davel *et al.* 2009).



Figura 108. Poda en árboles forestales. a) Corte incorrecto hecho con machete y b) técnica de tres cortes. Fuente: Manual para beneficiarios: aclareos y podas.

La mejor época para la aplicación de podas es otoño e invierno, épocas en las que baja el ritmo de crecimiento del árbol. La poda de ramas secas o vivas de 2 centímetros de diámetro o menos, se puede realizar sin problemas en cualquier época del año, puesto que la cicatrización es rápida. En ramas verdes de mayor grosor, es aconsejable aplicar la poda al final del invierno (CONAFOR, 2009).

4.4.2 Aclareos

Los aclareos son cortas que se realizan en etapas juveniles de la plantación para eliminar los árboles defectuosos, subdesarrollados o de menor calidad en una plantación y así controlar la densidad y estimular el crecimiento de los árboles que quedan en pie (reduciendo la competencia por nutrientes, agua y luz).

Al igual que las podas, el aclareo es una práctica muy importante en plantaciones que tendrán un aprovechamiento maderable, ya que su aplicación permite el incremento de diámetro en los árboles que quedan en pie, lo que a su vez mejora la calidad de los productos forestales maderables (Figura 109). Aunque también puede realizarse con otros objetivos, como reducir el riesgo de incendios (al disminuir la continuidad del material combustible), permitir la entrada de luz en el suelo para mantener la cobertura herbácea y controlar la erosión, y aumentar las corrientes internas de aire, entre otras.

En plantaciones con fines de restauración, los aclareos pueden aplicarse a los 7 o 10 años de establecida la planta, esto dependerá de distintos factores como la densidad de plantación, diseño, etc. Con una buena planeación de todo el proceso y bajo una estrategia de intervención que considera la sucesión ecológica de las especies, no es necesaria esta práctica.

En plantaciones de restauración que a largo plazo se aprovecharán como maderables, deberá considerase esta práctica dentro del programa de manejo.

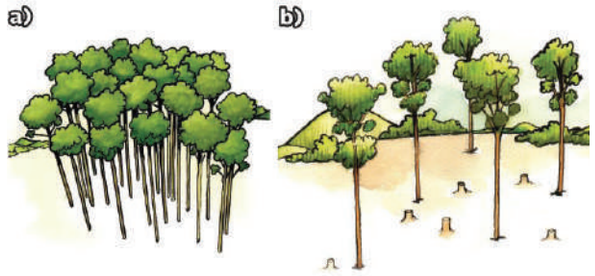


Figura 109. Estatus de la planta: a) Sin aclareo, b) Con aclareo.

Ejemplos de casos exitosos de restauración forestal



Estado de Oaxaca.



Estado de Oaxaca.



Estado de Oaxaca.



Estado de Oaxaca.



Estado de Guerrero.



Estado de Puebla.



Estado de Puebla.



Estado de San Luis Potosí.



Estado de San Luis Potosí.



Estado de Nuevo León.

Referencias bibliográficas

Botero R. y Russo R. O. (2016). Sistemas silvopastoriles en Mesoamérica para la restauración de áreas degradadas. En Sanchún A., Botero R., Morera B. A., Obando G., Russo R. O., Scholz C. y Spindola M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. Serie técnica: Gobernanza Forestal y Economía, No 3. UICN, San José Costa Rica.

Castillo Q. D., Cano P. A. y Berlanga R. C. A. (2012). Establecimiento y aprovechamiento de lechuguilla (Agave lechuguilla Torr.). Comisión Nacional Forestal-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2009). Aclareos y Podas. Manual para beneficiarios. Jalisco, México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Manual de Obras y Prácticas. Quinta edición. Jalisco, México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2020). Programa Nacional Forestal 2020-2024.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2022). Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2022.

Cortina, J., Navarro, R.M. & and Campo, A.D. (2006). Evaluación del éxito de la reintroducción de especies leñosas en ambientes Mediterráneos. Cap. 1. In Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Cortina, J., Peñuelas, J.L., Puértolas, J., Vilagrosa, A., and Savé, R. (Coord.). Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Cruz J. y Nieuwenhuyse A. (2008). El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones. Primera Edición. Manual Técnico No. 86. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Davel M., Tejera L., y Honorato M. (2009). Poda y raleo a desecho en plantaciones de pinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). Argentina.

Diario Oficial de la Federación (DOF). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Ciudad de México, México. Publicada el 05 de junio de 2018 (Última reforma publicada 28-04-2022).

Duarte N., Cuesta F. y Arcos I. (2018). Selección y establecimiento de estrategias y prácticas de restauración. En Proaño R., Duarte N., Cuesta F. y Maldonado G. (Eds.), (2018). Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador.

Fernández R. D. S., Martínez M. M. R., Ramírez C. H. y Luis M. B. (2017). Diseño y construcción de Jagueyes". Segunda edición. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-Colegio de posgraduados (COLPOS).

Gann G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., Hallett J.G., Eisenberg C., Guariguata M.R., Liu J., Hua F., Echeverría C., Gonzales E., Shaw N., Decleer K., Dixon K.W. (2019). Principios y estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica. Segunda edición. Restoration Ecology S1–S46.

Jiménez F. y Muschler R. (2001). Introducción a la agroforestería. En Jiménez F., Muschler R. y Köpsell E. (Eds). (2001). Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulo No. 6. Serie Materiales de enseñanza No. 46. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

McDonald T., Gann G. D., Jonson J. y Dixon K.W. (2016). Estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica, incluyendo principios y conceptos clave. Primera edición. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.

Musálem S. M. A. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 8(2), 91-100.

Newton A. C. y Tejedor, N. (Eds.). (2011). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE).

Oficina Nacional Forestal, Costa Rica (ONF). (2013). Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables.

Prieto R. J. A., García R. J. L., Mejía B. J. M. Huchín A. S. y Aguilar V. J. L. (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Publicación especial No. 28. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Durango, México.

Proaño R. y Duarte N. (2018). Planificación para la implementación de prácticas de restauración a escala local. En Proaño R., Duarte N., Cuesta F. y Maldonado G. (Eds.), (2018). Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador.

Ramírez s/f; Unidad III: Silvicultura y manejo integral de los recursos forestales.

Rivera V. A. N. y Reyes O. K. D. (2022). Una nueva casa para los dueños de la noche: refugios artificiales para murciélagos. Therya ixmana, 1(1), 18-19. DOI: 10.12933/therya_ixmana-22-183

Russo R. O. (2016). Restauración en terrenos de vocación agrícola. En Sanchún A., Botero R., Morera B. A., Obando G., Russo R. O., Scholz C. y Spindola M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. Serie técnica: Gobernanza Forestal y Economía, No 3. UICN, San José Costa Rica.

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), Isla Urbana (IU) Instituto Internacional de Recursos Renovables (IRRI). (2020). Cosechar la lluvia, Manual para instalarlo en tu vivienda. México.

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Brasil. (2011). Restauração ecológica. Sistemas de nucleação. Primera edición. São Paulo, Brasil.

Society for Ecological Restoration International (SER). (2004). Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. Principios de SER International sobre la restauración ecológica.

Soto P. L., Anzueto M. M., y Quechulpa S. (2011). El acahual mejorado un prototipo agroforestal. El colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chiapas, México.

Terán V. A., Duarte N., Pérez A., Cuesta F. y Pinto E. (2018). Selección de especies potenciales para la restauración. En Proaño R., Duarte N., Cuesta F. y Maldonado G. (Eds.), (2018). Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador.

Thomas E., Jalonen R., Loo J. y Bozzano M. (2015). Cómo evitar el fracaso en la restauración forestal: la importancia de disponer de un germoplasma genéticamente diverso y adaptado a los sitios de plantación. Unasylva. 66(3), 29-36.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2017). El desafío de Bonn: catalizando liderazgo en América Latina. Forest Brief, (14). Recuperado de https://enbcr.go.cr/sites/default/files/bonn_challenge_20170222_iucn-forest-brief-no-14_20x20_final_es_print_8.pdf

Vargas O. (ed). (2007). Guía metodológica para la restauración del bosque alto andino (Primera edición). Universidad Nacional de Colombia.

Vargas R. O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta biológica Colombiana, 16 (2), 221-246.

Esta publicación se editó en la Comisión Nacional Forestal
en septiembre de 2023 y la impresión
consta de 1000 ejemplares.

La edición digital está disponible en
gob.mx/Conafor

Distribución gratuita.

gob.mx/conafor

Prácticas de reforestación

Manual básico



Gobierno Federal

SEMARNAT

Comisión Nacional Forestal

Vivir Mejor

Prácticas de reforestación

Manual básico

El manual básico de *Prácticas de reforestación* fue elaborado por la Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal.

Prácticas de reforestación. Manual básico
Primera edición, 2010
© Comisión Nacional Forestal
Periférico Poniente 5360
Col. San Juan de Ocotán
Zapopan, Jalisco, México

Impreso en México

Prácticas de reforestación. Manual básico, se imprimió en noviembre de 2010 en los talleres de Marketing Group, en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, con un tiraje de 20 mil ejemplares.

Contenido

Presentación **7**
Introducción **9**
Marco legal **11**

Definiciones **13**
Reforestación urbana 13
Reforestación rural 15

Proceso de planeación **17**
Elección del sitio 17
Elección de las especies a reforestar 18
Conocimiento regional y asesoría técnica 19

Germoplasma Forestal **20**
Distribución de las especies 20
Fuentes semilleras 20

Producción de planta **23**

Suministro de planta **24**
Empaquetado con plástico *vitafilm* 24
Empaquetado a cepellón desnudo 25

Transporte de la planta **27**

Trabajos previos a la reforestación **28**
Accesibilidad del predio 28
Limpieza del terreno 28
Preparación del terreno 28

Diseño de la plantación **30**
Marco real 31
Tres bolillo 32

Establecimiento de la plantación **34**
Técnicas de plantación 34
Errores al momento de la plantación 38

Protección **39**
Protección contra animales 40
Tipos de cerco 41

Manejo integrado de plagas y enfermedades **46**
Detección de plagas y enfermedades 47
Medidas preventivas 48
Medidas de control 48

Protección contra incendios forestales **51**
Prácticas para la prevención de incendios 51

Mantenimiento de la reforestación **53**
Control de maleza 53
Fertilización 53
Reposición de planta muerta 54
Podas 54
Aclareos 54

Evaluación y seguimiento **55**
Estimación de la sobrevivencia 55
Evaluación del estado sanitario 55
Estimación del vigor de la plantación 57

Recomendaciones finales **57**
Glosario **59**
Bibliografía **62**

Índice de Tablas

Tabla 1. Ejemplo de cronograma de actividades para un programa de reforestación 19

Tabla 2. Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad 23

Tabla 3. Espaciamientos para el diseño tres bolillo, de acuerdo a la distancia requerida entre plantas. 33

Tabla 4. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la Conafor 34

Tabla 5. Tipos de postes utilizados para el cerco de alambre de púas 42

Tabla 6. Sujeciones para fijar el alambre de púas 43

Presentación

México es uno de los países con mayor diversidad biológica y posee una gran riqueza forestal: cuenta con más especies de pinos, magueyes, cactus y encinos que ningún otro país. Es una riqueza que tiene su origen en la gran diversidad de climas y en el relieve montañoso de buena parte del territorio nacional. La variedad en recursos forestales coloca a México entre los diez primeros países del mundo por su biodiversidad.

Aún así, nuestro país enfrenta procesos crecientes de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas, generalmente relacionados con los avances de las fronteras agrícola y pecuaria. A través de los años la demanda de terrenos para agricultura, ganadería, desarrollos urbanos y turísticos ha destruido totalmente o degradado grandes superficies forestales, hoy convertidas en inmensos problemas ecológicos.

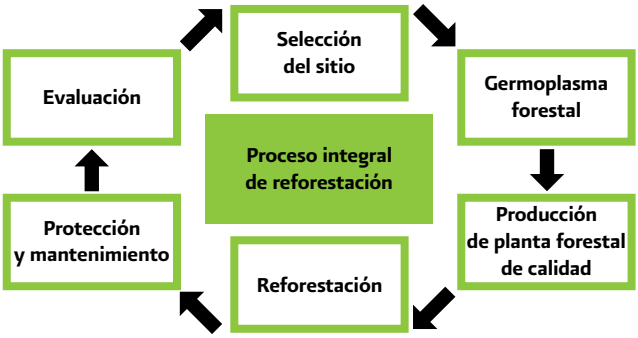
Como consecuencia de estos procesos de degradación, existen grandes áreas en las que los disturbios han sido tan intensos y recurrentes que se ha eliminado de manera total cualquier posibilidad de que la vegetación recupere su estado original por medios naturales y, por lo mismo, es necesario intervenir para facilitar la estabilización de las condiciones actuales del ambiente y promover su mejoramiento a través de diversas prácticas y actividades entre las que sobresalen la forestación, la reforestación y las prácticas de conservación de suelos.

Este manual básico de prácticas de reforestación va dirigido a los dueños y poseedores de terrenos con vegetación de selvas, bosques y zonas semiáridas, y a todos aquellos participantes en los programas de reforestación con apoyos del Gobierno Federal, con el fin de proporcionar los conocimientos técnicos básicos para realizar una reforestación exitosa.

Introducción

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles.

Para que la reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.



Componentes del proceso integral de reforestación.



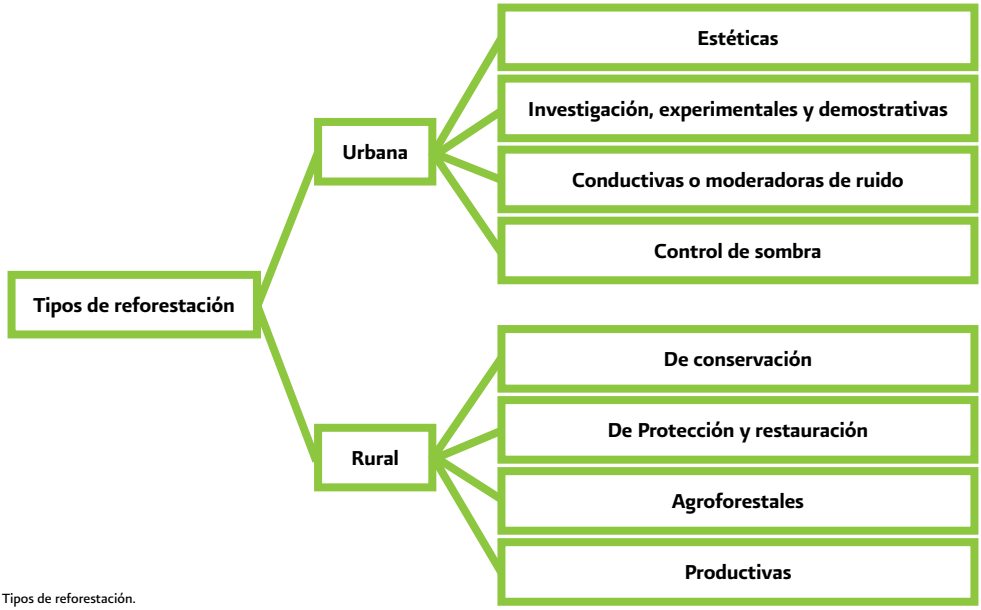
Reforestación compacta con pinos.

Marco legal

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable, según lo establece en el artículo 1. Uno de los objetivos específicos de la Ley, establecidos en el artículo 3, es "*Recuperar y desarrollar bosques en terrenos preferentemente forestales, para que cumplan con la función de conservar suelos y aguas, además de dinamizar el desarrollo rural*". En este contexto, la reforestación es una estrategia prioritaria para alcanzar dicho fin.

Definiciones

La LGDFS, en el artículo 7, fracción XXIX, define a la reforestación como el *establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos forestales*. La reforestación es un proceso que comprende las etapas de planeación, obtención de semilla, producción de planta, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo.



Tipos de reforestación.

Reforestación urbana

Es la que se establece dentro de las ciudades con diferentes fines u objetivos, y se clasifica de la siguiente manera:

- **Estética (escénica).** Tiene por objeto proteger o adornar una región, lugar o sitio (parques, banquetas, camellones, entre otros).
- **Investigación, experimental o demostrativa.** Este tipo de reforestación es utilizada con fines demostrativos para crear conciencia ambiental en la población local y desarrollar interés por el cuidado del medio. También

muestra los beneficios que se generan con el mejoramiento de la calidad del aire y la reducción de contaminantes. Se puede utilizar con fines científicos, ya sea para realizar estudios de investigación o de introducción de especies, mostrar la forma en que se desarrollan las plantaciones de alguna región determinada o mejorar su establecimiento y manejo.

- **Conductiva o moderadora de ruido (protectora).** Los árboles amortiguan el impacto de las ondas sonoras, reduciendo los niveles de ruido en calles, parques y zonas industriales. Este tipo de reforestación se hace en arreglos especiales, alineados o en grupos, ya que las cortinas de árboles abaten el ruido entre seis y diez decibeles (unidad de medida del sonido).
- **Control de sombras.** Con el control de la intensidad de luz en el sitio de establecimiento en la zona urbana, los árboles alrededor de las casas filtran el aire cálido y lo refrescan al cruzar su copa; sombrean paredes, patios, techos y otros. En zonas cálidas apoyan la economía de las familias porque contribuyen a reducir el uso de aire acondicionado.



Valor escénico de árbol de tabachín (*Delonix regia*) en la ciudad.



Reforestación urbana escénica con rosamoradas (*Tabebuia rosea*) en un camellón peatonal.



Arboretum, ejemplo de reforestación de investigación, experimental o demostrativa.



Reforestación urbana moderadora de ruido y para control de sombra.



Reforestación urbana moderadora de ruido y para control de sombra en un camellón peatonal.



Establecimiento urbano de árboles para el control de sombra.

Reforestación rural

Es la que, de acuerdo con su objetivo, se establece en superficies forestales o potencialmente forestales donde originalmente existían bosques, selvas o vegetación semiárida.

- **De conservación.** Se desarrolla bajo el método de enriquecimiento de acahuales en las selvas, lo que ayuda a los terrenos en descanso a acelerar su tránsito hacia etapas más avanzadas y de más alta productividad.
- **De Protección y restauración.** Este tipo de reforestación se establece con el propósito de proteger y contribuir a la estabilización y restauración de terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación y erosión de suelo.



Enriquecimiento de acahuales.



Reforestación de protección y restauración en una zona degradada.



Reforestación de *Pinus greggii*, Hidalgo.



Reforestación de mangle rojo, Veracruz.



Reforestación para la recuperación de antiguos terrenos forestales.



Reforestación con material vegetativo.

•**Agroforestal.** Plantación en la que los árboles se plantan y cultivan intencionalmente en la misma unidad de tierra junto con cultivos agrícolas, frutícolas, hortícolas o con pastizales, con la intención de diversificar la producción y aprovechar los beneficios económicos y ecológicos que brindan los árboles y la cobertura de los cultivos. Debido a la asociación de usos y especies, este tipo de plantación ofrece múltiples beneficios al mismo tiempo que protege y mejora el medio ambiente. También se les conoce como sistemas agrosilvopastoriles.

•**Productiva.** Tiene como finalidad la obtención de productos de calidad –en gran cantidad– destinados a la actividad económica, ya sea industrial, comercial, artesanal, ornamental, medicinal, energética o alimentaria. En un sentido estricto, se trata de un cultivo intensivo de árboles en el que incluso se puede utilizar maquinaria pesada para la preparación del suelo y las labores principales, usando al mismo tiempo material genético de alta calidad que maximice la producción de acuerdo con el tipo de producto que se espera obtener.



Sistema agroforestal.



Plantación forestal comercial de árboles de navidad.



Plantación forestal comercial en Nayarit.



Plantación forestal comercial.

Proceso de planeación

El desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

1. La **selección** correcta de **especies** en el sitio a reforestar.
2. El uso de **germoplasma** de la mejor **calidad** genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de **producción de planta** y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la **época adecuada** para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de **técnicas silvícolas** apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Se deben considerar los siguientes puntos de la planeación para obtener un mayor éxito:

Elección del sitio

Para determinar el sitio donde se establecerá la reforestación es de suma importancia tener presente el objetivo de la misma. Se recomienda hacer recorridos de campo para conocer y analizar cuidadosamente las características sociales y ecológicas del predio, así como determinar cuáles son los factores adversos del medio ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reforestación efectiva.



Elección del sitio para reforestar.

Elección de las especies a reforestar

Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras.

- **Con fines de restauración:** para ello se debe seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación.
- **Plantación comercial:** de acuerdo con las condiciones ambientales prevalecientes, se deben elegir especies de alta productividad a las que se pueda dar un cultivo intensivo y protección total para obtener una abundante cosecha de alta calidad.
- **Uso de material vegetativo:** es necesario capacitar al campesino y planear el tiempo necesario para la preparación del material vegetativo y el terreno según su conformación y calidad.



Para reforestar se deben elegir preferentemente especies nativas.

Cronograma de actividades

Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante el programa de reforestación, pues permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido.

Actividad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Selección de las áreas a reforestar		Año 1										
Determinación de la cantidad y especies de planta requeridas				Año 1								
Obtención de germoplasma forestal	Dependiendo de la especie											
Producción de planta	Año 2							Año 1				
Preparación del terreno					Año 2							
Transporte de la planta							Año 2					
Plantación							Año 2					
Seguimiento								Año 2				
Mantenimiento de áreas reforestadas					Año 2							

Tabla 1. Ejemplo de cronograma de actividades para un programa de reforestación.

Conocimiento regional y asesoría técnica

Es aconsejable hacer acopio de los conocimientos de los habitantes locales acerca del tema e incorporarlos desde la planeación hasta las diversas actividades, cuidando no sólo su conservación, sino también su ampliación y evolución.

Durante todo el proceso se debe dar acompañamiento en campo de todas las actividades, con una asistencia técnica de buena calidad.



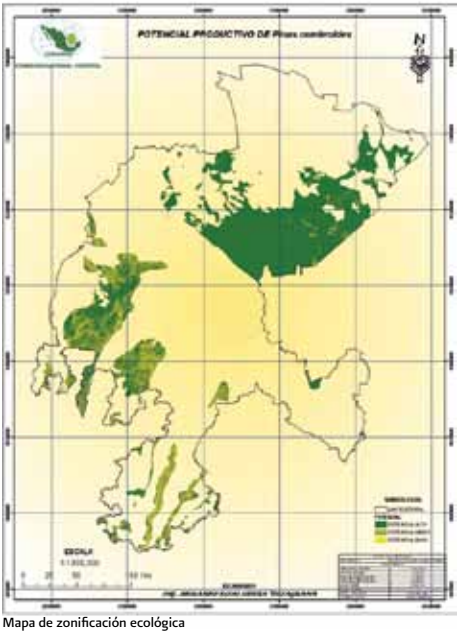
Acompañamiento del asesor técnico.

Germoplasma forestal

Uno de los parámetros que deben considerarse para tener una reforestación exitosa es utilizar germoplasma forestal de buena calidad y de procedencia conocida.

Distribución de las especies

Es indispensable conocer la distribución de la especie prioritaria a reforestar en la zona o región de interés, con el fin de ubicar en ella los predios forestales que cuenten con poblaciones con características adecuadas para realizar la colecta de su germoplasma, y proporcionarlo a los viveros que se ubican también dentro de la zona o región a reforestar. Todo esto tiene como fin evitar al máximo el movimiento indiscriminado del germoplasma y garantizar la adaptabilidad de las plantas producidas en el terreno a reforestar. A su vez, es importante confirmar que los predios a reforestar se ubiquen de preferencia dentro de un área prioritaria para la reforestación, delimitada de acuerdo con los criterios técnicos de la Comisión Nacional Forestal.



Mapa de zonificación ecológica
de *Pinus cembroides* en Zacatecas (Sierra, 2009).

Fuentes semilleras

Para seleccionar las fuentes semilleras es necesario buscar los bosques, selvas y zonas semiáridas mejor conservados o las plantaciones de las cuales se conozca la procedencia de su germoplasma, que cuenten con ejemplares de la especie de interés fenotípicamente superiores al promedio de la zona ecológica a reforestar, en los que se pueda realizar una caracterización cualitativa y cuantitativa de acuerdo con el objetivo de la reforestación.



Selección de individuos fenotípicamente superiores.



Colecta de semilla en Chiapas.

Una vez identificada la Unidad Productora de Germoplasma Forestal (UPGF), y si ésta cumple con los criterios técnicos para ser convertida en una fuente semillera superior, se puede proceder a realizar un manejo silvícola que favorezca la producción de germoplasma e incluso se puede hacer una selección de los mejores individuos para iniciar un proceso de mejoramiento genético que aumente la productividad de la especie en la zona.

El tamaño del rodal dependerá de la cantidad de germoplasma que se desea obtener para satisfacer la demanda local, para lo cual es básico estimar los rendimientos de germoplasma de los individuos del rodal.

El germoplasma debe colectarse de individuos sanos y vigorosos que cumplan con las características deseadas de acuerdo con el objetivo de la reforestación.

Una ventaja económica que se obtiene al utilizar germoplasma de calidad (especie y procedencia apropiada al sitio y semilla fisiológicamente vigorosa) es que al producir la planta no hay necesidad de resembrar y al momento de la reforestación, aumenta la probabilidad de sobrevivencia de la planta en el sitio; por lo cual el uso de germoplasma forestal de calidad representa un ahorro de dinero en los procesos de producción de planta y reforestación.

La semilla representa menos de 5 por ciento de los costos de una plantación; sin embargo, una selección errónea de la fuente semillera o el uso de germoplasma de mala calidad puede generar mayores pérdidas en una plantación que cualquier otro factor. La base para tener una reforestación exitosa es utilizar la especie apropiada al sitio, germoplasma de buena calidad, de procedencia conocida y localizada dentro del lugar cercano del predio a reforestar (Vázquez et al, 2001).

Finalmente es importante mencionar que el uso de germoplasma de calidad para la reforestación contribuye a la conservación de la diversidad biológica de las especies forestales nativas del país.



Rodal semillero de *Pinus engelmannii*, ejido El Lago y anexos, Chihuahua.

Producción de planta

La calidad de la planta es uno de los factores que condicionan el éxito de la plantación. Los parámetros que debe tener una planta producida en vivero para que sea considerada de calidad antes de salir a campo son los siguientes:

Tipo de planta	Diámetro del tallo	Altura de la planta	Raíz	Micorrizas	Lignificación	Vigor	Integridad	Sanidad
Coníferas no cespitosas	Mínimo 4mm	15 a 25 cm	Con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 u 80% del cepellón.	Cobertura en cepellón mínima del 40%. No visibles a simple vista.	2/3 partes del tallo principal, evitar planta excesivamente alta y delgada.	Color del follaje propio de la especie. Una planta vigorosa es más resistente al manejo y traslado.	Plantas completas, sin daños físicos o mecánicos (no rotas). Que no se ladeen o doblen con su propio peso.	Sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas y enfermedades. De aspecto vigoroso.
Coníferas cespitosas	Mínimo 6mm	No aplica						
Latifoliadas	Mínimo 4mm	20 a 35 cm						

Tabla 2. Parámetros básicos de producción de planta forestal de calidad.
*El diámetro del tallo se mide entre 3 y 5 mm arriba de la superficie del cepellón.
**La altura de la planta se mide desde el cuello del tallo a la punta apical del mismo.


Conífera no cespitosa.


Conífera cespitosa.


Latifoliada.

Suministro de planta

En esta etapa los plantadores se abastecen de la planta que se va a utilizar, sin olvidar que la forma en que ésta sea transportada al sitio de plantación es un factor que repercutirá en el establecimiento de la misma. Por lo anterior se tomará una serie de disposiciones para lograr que la planta, al ser llevada a campo, llegue en condiciones óptimas para ser establecida. Dichas disposiciones son:

Empaquetado con plástico *vitafilm*

Consiste en formar paquetes de 10 a 15 plantas cada uno, envolviendo los cepellones con al menos tres vueltas de plástico, de un ancho de dos centímetros mayor al alto del cepellón, para evitar que se tape la base del paquete y la parte aérea de las plantas.

Para plantas producidas en contenedores con cavidades de 150 o más mililitros (ml), los paquetes deben ser de 10 plantas cada uno; para contenedores con cavidades menores a 150 ml, los paquetes podrán ser de 10 ó 15 plantas.



Estructura de los paquetes de 10 plantas.



Paquetes de plantas con plástico *vitafilm*.

Empaquetado a cepellón desnudo

Consiste en acomodar las plantas sin empaquetar en estibas encontradas dentro de cajas de madera, plástico o cartón, que puedan estibarse. Además, éstas deberán forrarse en todas las caras interiores con papel periódico o de estraza para evitar la deshidratación de las plantas. En la parte superior de las estibas de planta se debe colocar una capa de cuando menos dos centímetros de espesor de hidrogel para mantener hidratados los cepellones.

El empaquetado a cepellón desnudo se recomienda para planta producida en contenedores con cavidades en forma de pirámide invertida.



Acomodo de la planta a cepellón desnudo en cajas de madera.

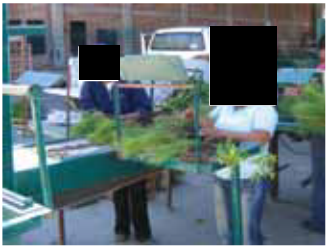


Capa de hidrogel en el cepellón desnudo para evitar la deshidratación.

Recomendaciones a seguir para la extracción de la planta del contenedor y hacer un empaquetado adecuado:

- Aplicar un riego a la planta previo a la extracción, para facilitar ésta y comenzar el empaquetado.
- Las maniobras de extracción de la planta y su embalaje deben realizarse bajo techo.
- El tiempo que transcurra entre la extracción de la planta de los contenedores y su embalado debe ser menor a un minuto.

- En tanto los beneficiarios acudan al vivero a recoger su planta, los paquetes deben estar colocados en posición vertical, en espacios sin problemas de encharcamiento y con las condiciones para facilitar su riego y mantenimiento.
- El tiempo que trascurra entre la extracción de la planta del vivero y su plantación no debe ser mayor a cinco días. En tanto se traslade al sitio de la plantación, la planta debe quedar protegida bajo la sombra de algún árbol o similar. No se recomienda resguardarlas en bodegas o espacios cerrados.



Cadena de montaje para el empaquetado de la planta.



Extracción de la planta del contenedor de producción.



Empaquetado de la planta con plástico *vitafilm*.



Acopio de la planta, bajo sombra y en posición vertical, sin encharcamiento.

Transporte de planta

El transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para prevenir posibles daños se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Considerar que las distancias del vivero al área de plantación sean cortas, evitando traslados mayores a 100 kilómetros (km).
- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire. Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños. Se debe proteger la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.
- Al hacer la distribución en el terreno se toman los contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta. En sistema tradicional se toma del envase, jamás del tallo.



Estructura metálica para el correcto traslado de la planta en los contenedores de producción.



Acomodo de las cajas de madera para el traslado de las plantas acomodadas a cepellón desnudo.



Malla sombra cubriendo la estructura metálica del camión para evitar la deshidratación de las plantas.



Transporte de las plantas al lugar de la reforestación.

Trabajos previos a la reforestación

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se debe realizar antes de la reforestación. Algunas actividades básicas de preparación que se deben hacer antes de comenzar una plantación son:

Accesibilidad del predio

Todo predio donde se vaya a establecer una reforestación ha de contar con un buen acceso para facilitar los trabajos de plantación y mantenimiento.



El terreno debe ser accesible.

Limpieza del terreno (deshierbe o chaponeo)

Actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes.

Preparación del terreno

Existen diferentes maneras de preparar el terreno donde se pretende establecer la plantación, para mejorar las condiciones del suelo y asegurar una mayor sobrevivencia de la planta. La elección del método está en función de diversos factores: superficie a reforestar, disponibilidad de recursos (humanos, económicos, maquinaria y equipo), tipo de suelo, pendiente del terreno y acceso al mismo.

Preparación manual

Por lo general los trabajos de preparación se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha). Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida.



Preparación manual del terreno a reforestar.

Preparación mecanizada

Para esta labor se utilizan implementos agrícolas tirados por tracción animal o maquinaria. Cuando el suelo está muy compactado y ubicado en terrenos con pendientes menores al 30 por ciento, la preparación se puede hacer con un subsolador tirado por maquinaria, considerando que con esto se incrementan los costos de la misma. Estas acciones favorecen la captación de agua de lluvia y crean mejores condiciones físicas para el desarrollo de la planta.



Preparación mecanizada del terreno a reforestar.

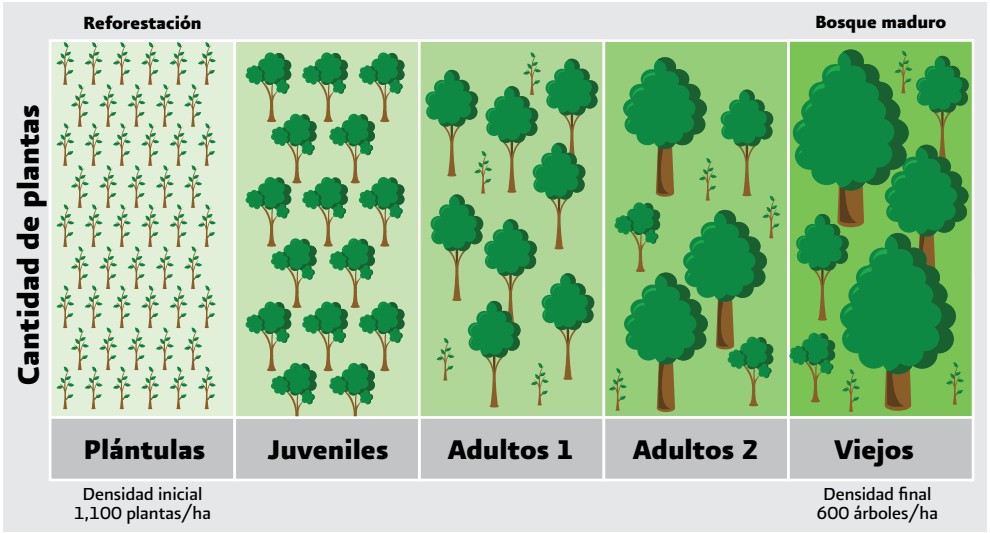
Diseño de la plantación

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo.



Brigada de reforestación siguiendo la línea para el diseño de la plantación.

Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta.



Sucesión de una reforestación hasta la formación de un bosque maduro.

Se pueden utilizar los siguientes diseños de plantación:

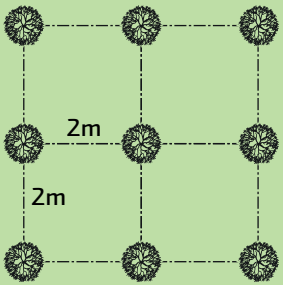
Marco real

En este de diseño las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20 por ciento. En el caso de reforestaciones con fines productivos (plantaciones forestales comerciales), se recomienda utilizar este diseño por el manejo que se le puede dar a la plantación (deshierbes, riegos, fertilización, otros).

Ejemplo para la determinación del número de plantas/ha en cuadrado

D = distancia entre plantas y entre líneas = 2 m

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{d^2} = \frac{10{,}000\ m^2}{2^2} = \frac{10{,}000\ m^2}{4} = 2{,}500\ plantas/hectárea$$

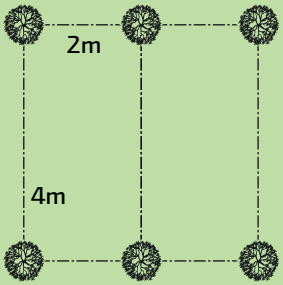


Diseño de plantación a marco real de 2 m x 2 m.

Ejemplo para la determinación del número de plantas/ha en rectángulo

D = 2 m, l = 4 m

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{2 \times 4} = \frac{10{,}000\ m^2}{8} = \frac{10{,}000\ m^2}{4} = 1{,}250\ plantas/hectárea$$



Diseño de plantación a marco real de 2 m x 4 m.



Reforestación con terrazas individuales para captación de agua, siguiendo el diseño de marco real.

Tres bolillo

Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Formula para determinar densidad 3 bolillo:

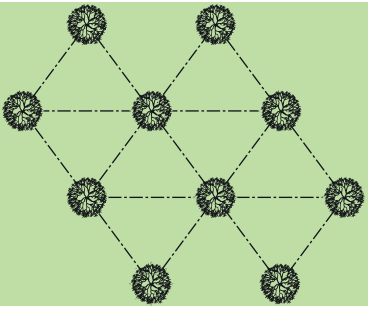
$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{d^2 \times 0.866}$$

Donde:

0.866 = valor de la tangente trigonométrica

Ejemplo de la determinación del número de plantas/ha en tres bolillos

$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{d^2 \times 0.866} = \frac{10{,}000\ m^2}{3m \times 3m \times 0.866} = 1{,}283\ plantas/hectárea$$

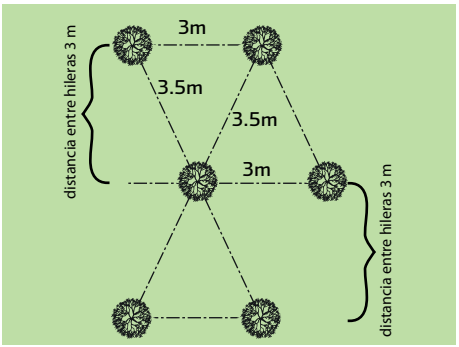


Esquema de plantación a tres bolillo.



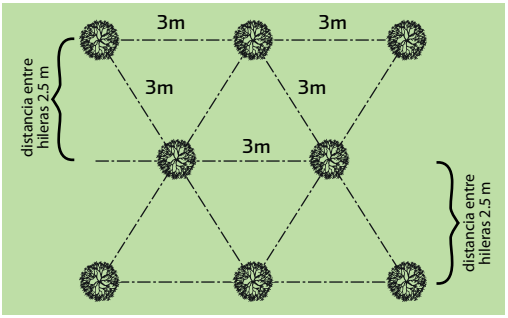
zDiseño de plantación en tres bolillo.

Un error frecuente en el trazo tres bolillo es considerar que la distancia entre líneas de plantación debe ser igual a la distancia entre árboles. Cuando se hace de esta manera, la distancia que existe entre los árboles intermedios es mayor que la distancia que le corresponde, tal como se observa en el siguiente esquema:



Error en el trazo tres bolillo.

En contraste, la forma correcta de diseñar una plantación de este tipo es como sigue:



Forma correcta de diseñaruna plantación tres bolillo.

Distancia entre plantas (metros)	Distancia entre hileras (metros)	Densidad (plantas/hectáreas)
2	1.732	2,500
2.5	2.165	1,600
3	2.598	1,111
3.5	3.031	816
4	3.464	625
4.5	3.897	494
5	4.33	400

Tabla 3. Espaciamientos para el diseño tres bolillo, de acuerdo a la distancia requerida entre plantas.

El diseño de plantación y el arreglo seleccionado (espaciamiento) determina la densidad de la plantación (cantidad de árboles por hectárea).

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

Tabla 4. Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la Conafor (las que aquí se especifican corresponden a Reglas de Operación ProÁrbol 2010).

Establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.

Algunas herramientas utilizadas pueden ser:

- Pala recta
- Pala plantadora
- Barra o barreta plantadora
- Azadón
- Talacho
- Barrena con motor
- Maquinaria pesada

Técnicas de plantación

La plantación puede realizarse con diferentes herramientas según las técnicas, el tipo de planta, los recursos y el personal disponible.

Sistema de cepa común

Consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos.

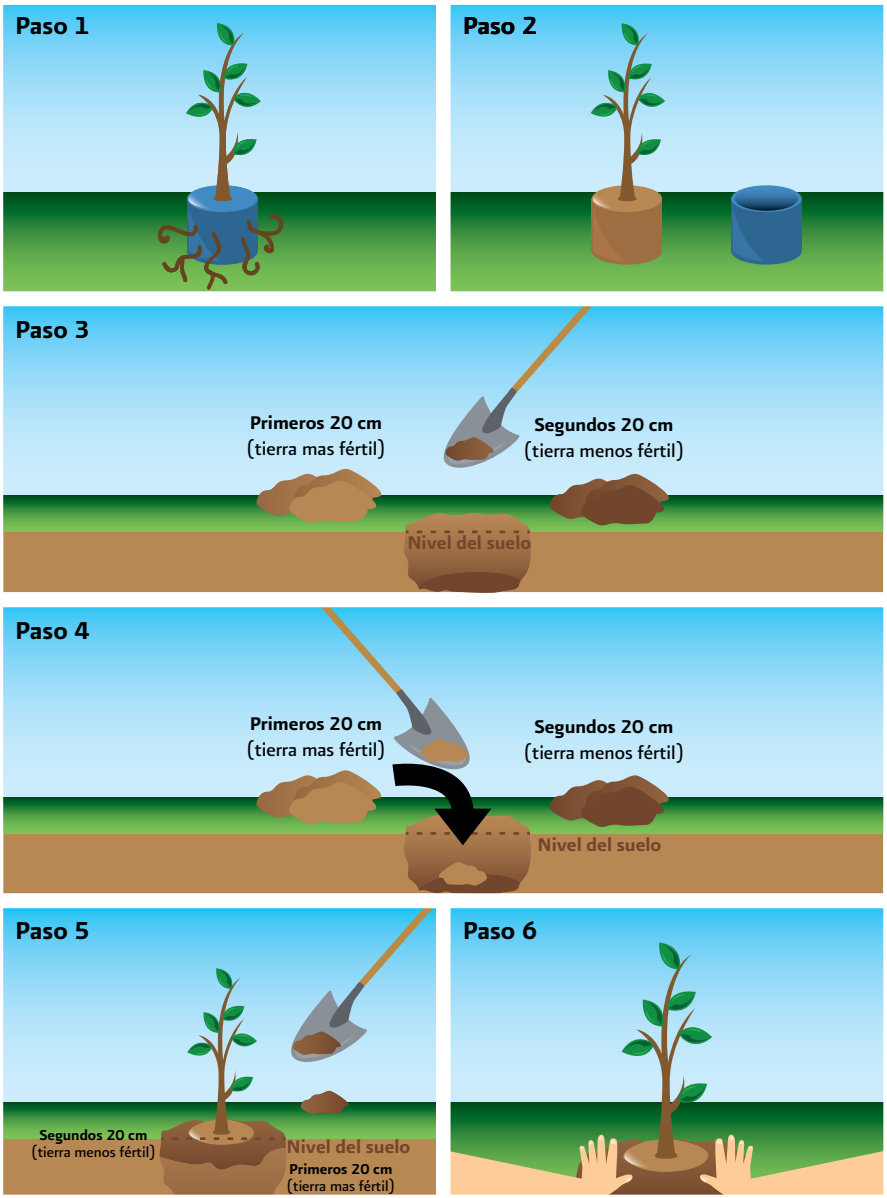
Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.



Las cepas individuales con cajete favorecen la captación de agua para la planta.

Sistema de cepa común



Golpe o pico de pala

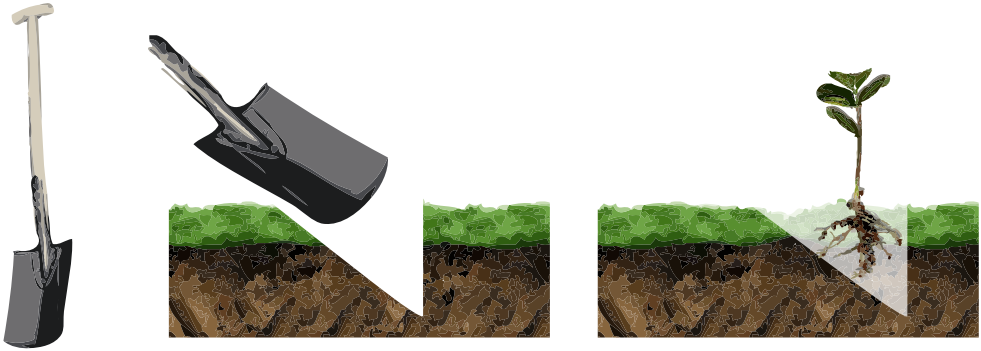
Consiste en aperturar el suelo de un solo golpe, con pala o pico, creando un espacio suficiente para colocar la raíz de la planta. Se utiliza de preferencia planta con raíz desnuda y últimamente se ha utilizado para planta producida en contenedor de plástico rígido o poliestireno. Este método es aplicable en aquellos terrenos manejables y no pedregosos.

Cuando el suelo está muy compactado y el sitio a reforestar está ubicado en terrenos muy accidentados, la apertura de las cepas se puede hacer con la ayuda de una ahoyadora.



Golpe o pico de pala.

Sistema a pico de pala

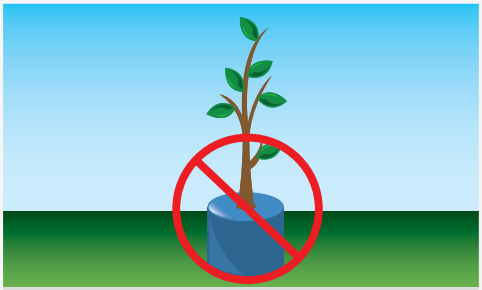


Técnica de plantación por medio de golpe o pico de pala.

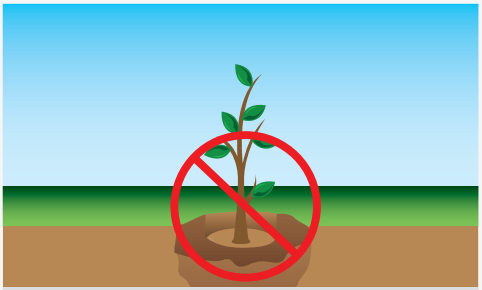


Errores al momento de la plantación

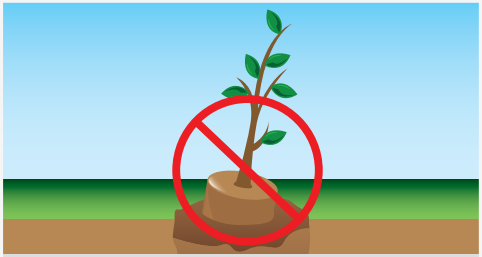
En ocasiones se cometen errores al plantar que provocan la muerte de los árboles. Por lo mismo, se sugiere tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:



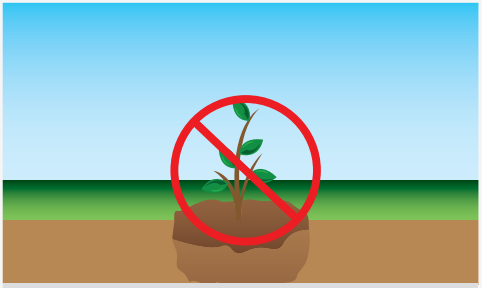
Nunca se debe plantar un árbol con la bolsa de plástico, porque se obstruye el desarrollo de las raíces.



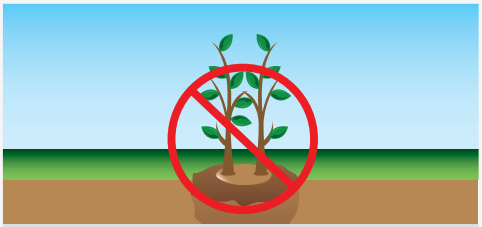
Si la cepa se hace muy profunda y el tallo del árbol queda muy hundido, se asfixiará.



Si la cepa se hace poco profunda, las raíces podrían quedar en la superficie, con lo que el árbol se deshidratará. En otro caso, el árbol puede quedar inclinado, lo que provocará un crecimiento deforme o su muerte.



Al cubrir el tallo con demasiada tierra se resta vigor a la planta y se le dificulta el acceso del agua, por lo que puede morir o tener un desarrollo raquítico.



Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento y poco aceptable de ambas plantas.

Protección

El objetivo de esta actividad es evitar la destrucción o daño de la reforestación por posibles agentes que pueden ser controlados por el hombre.

Es importante precisar que el proceso de la reforestación no termina al momento de concluir la plantación, pues la totalidad de las plantas puede morir si no se establecen medidas adecuadas de protección y mantenimiento.

Es recomendable proteger todas las áreas, especialmente las de 10 o más hectáreas para lograr una protección a menores costos unitarios por unidad de superficie.

En este sentido, primero se debe identificar el posible agente causal del daño a la reforestación, y proceder a implementar la protección específica y adecuada al predio, considerando su oportunidad, los materiales a utilizar, la participación de los dueños y factores extremos.



Cerco de alambre de púas.

Protección contra animales

Se pueden considerar tres tipos de protección de acuerdo con el tamaño de los animales:

Animales de porte mayor

Se refiere al ganado vacuno, equino y a todo tipo de animales que se pueda controlar con un cercado de tres a cuatro líneas de alambre. El daño que provocan a las plantas es por pisoteo de las plantas, además de que compactan el suelo impidiendo la correcta oxigenación de las raíces y el paso del agua.

Animales de porte medio

Incluye el ganado ovino, sobre todo el caprino, que causa más daños a las plantaciones por su enorme capacidad digestiva y su dieta multiespecífica. El costo que implica la protección contra este tipo de animales en relación al anterior es mayor, debido a que se requiere un sistema de cercado diferente para poder proteger la plantación. Se puede emplear el cerco con alambre con los hilos más juntos (15 centímetros cada uno) o el cerco con malla ciclónica.

Animales de porte bajo

Abarca todo tipo de animales silvestres como conejos, liebres, ciervos, tuzas y algunas especies de aves, entre otros. Para impedir el acceso de éstos al área reforestada, se pueden construir murallas de piedra o colocar cercos con malla ciclónica o borreguera.



Animal dentro de un área reforestada.

Tipos de cerco

De acuerdo al tipo de reforestación y al entorno en el cual se encuentre, se pueden utilizar los siguientes tipos de cercado:

Cerco de piedra

La delimitación de un predio con cerco de piedra se hace en superficies menores de 15 hectáreas. Para ello se utiliza piedra que se encuentre dentro del predio. Cuando se cuente con el cerco levantado se deberá darle mantenimiento.

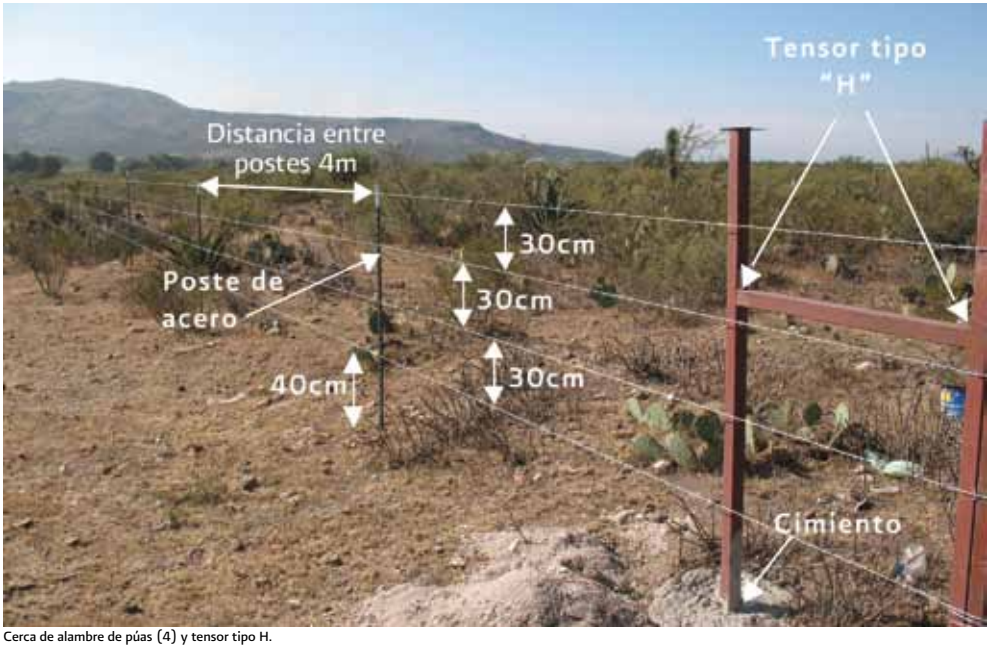
Para la construcción de este tipo de cerco se debe tomar en consideración que requiere mucha mano de obra y que depende del material existente dentro del área reforestada.



Cerco de piedra acomodada.

Cerco de alambre de púas

Este cerco se caracteriza por su rigidez, la cual deriva de la corta distancia entre postes y el uso de alambre de púas, grapas, tubos o ángulos metálicos. La distancia entre postes debe ser de cuatro metros como máxima, dependiendo de la topografía del terreno, del material y del tamaño de los postes; y con un mínimo de cuatro hilos de alambre de púas. Este tipo de cerco es costoso debido a la cantidad de postes que se utilizan y al costo del alambre. Sin embargo, es el más generalizado debido a su rápida colocación, instalación y durabilidad.



Cerca de alambre de púas (4) y tensor tipo H.

Tipo de postes	Características
Poste de concreto	8 cm x 8 cm x 2.50 m
Poste de concreto	12 cm x 12 cm x 2.50 m
Poste tipo Y (metálico)	Altura: 1.98 m, peso: 3.1 kg
Poste de acero	Altura: 1.98 m, peso: 2.59 kg
Poste de madera	10, 13 y 20 cm de diámetro
Vigas y polines	5 x 5 pulgadas
Polín redondo y tubo	Al menos 5 pulgadas de diámetro
Ángulo metálico	Opcional

Tabla 5. Tipos de postes utilizados para el cerco de alambre de púas.



Colocación de los postes metálicos para el cerco.

En el caso de utilizar postes metálicos es necesario colocar en su base un soporte de concreto para darles firmeza y rigidez.



Cimiento para sujetar el poste metálico.

Para fijar el alambre a los postes se pueden utilizar los siguientes insumos:

Tipo de fijación	Características
Grapas	Longitud de 1 pulgada y calibre 9
Alambre recosido	Calibre 14.5

Tabla 6. Sujeciones para fijar el alambre de púas.



Detalle del alambre recosido.



Detalle de las grapas.

Si al realizar el cerco se encuentran árboles en la línea limítrofe de éste, se pueden aprovechar sus troncos para colocar en ellos el alambre o malla, procurando no dañarlos.

Los postes de madera deben ser lo más rectos posible para dar una sola línea; su vida útil depende de la resistencia de la especie y de las condiciones climatológicas de la región.



Cerco de alambre de púas aprovechando material vivo.



Cerco de alambre con magueyes para fortalecer la protección contra animales de porte medio.



Cerco con postes de madera.

Cerco vivo para regiones tropicales

Consiste en utilizar postes vivos plantados directamente en la tierra con la intención de que produzcan raíces y se conviertan en árboles. Constituyen una de las principales alternativas para reducir los excesivos gastos por concepto de mano de obra e insumos que, año con año, son requeridos para la construcción y rehabilitación de cercos en áreas tropicales y subtropicales.

Para elaborar este tipo de cerco se utilizan leguminosas arbóreas de diferentes especies que, además de servir para la delimitación de potreros, tienen un potencial de producción de forraje en la época seca, que es cuando más se necesita contar con un alimento fresco de buena calidad, y constituyen una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña.

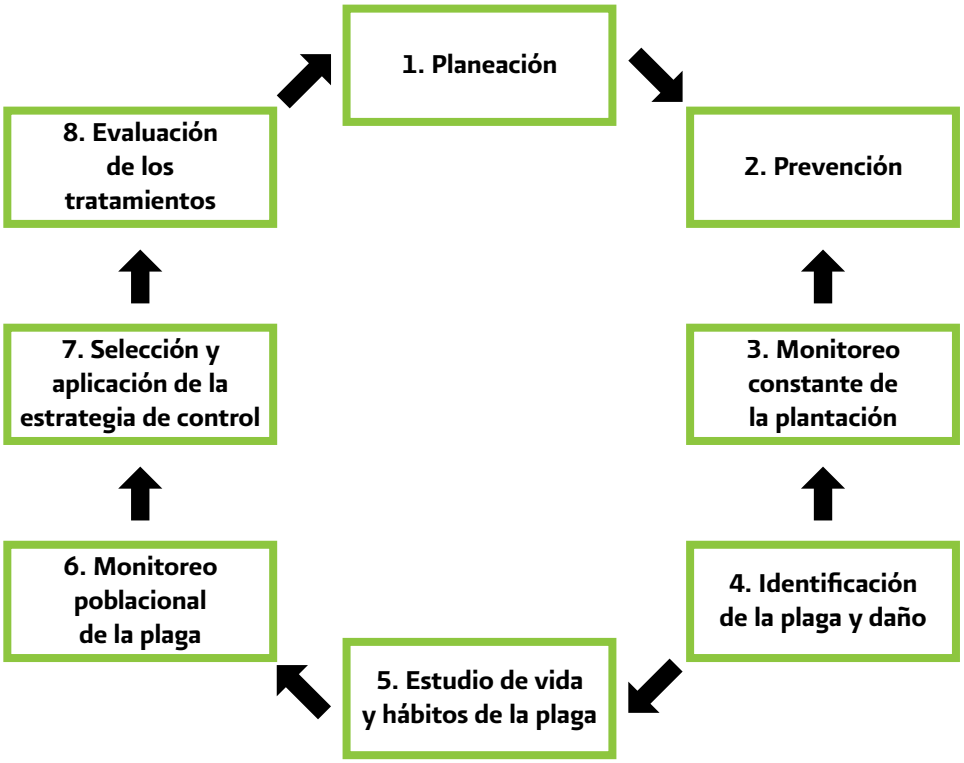


Cerco vivo.

Manejo integrado de plagas y enfermedades

Diversos agentes patógenos pueden afectar una o más partes de los árboles, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte del arbolado. Por este motivo es importante implementar acciones de prevención, y en su caso de control, para reducir sus efectos.

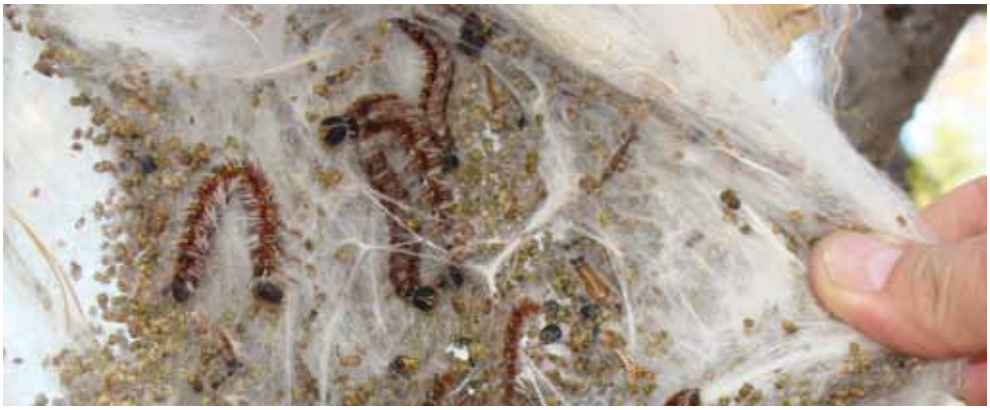
El manejo integrado de plagas consiste en una estrategia que combina diversas acciones para tratar de reducir el uso de agroquímicos, disminuyendo así los efectos negativos para el ambiente y la salud humana.



Proceso de manejo integrado de plagas y enfermedades.

Detección de plagas y enfermedades

La detección de plagas y enfermedades se realiza mediante monitoreos continuos, que implica la realización de recorridos en campo o sitios donde se establecerá la reforestación. No hay que olvidar que para que una planta se establezca favorablemente en campo, debe salir libre de plagas y enfermedades del vivero de procedencia.



Detección de la presencia de una plaga.

En reforestaciones donde se favorece el establecimiento de una sola especie en áreas compactas, se generan condiciones favorables para el desarrollo de ciertas plagas. Tal es el caso del cedro rojo (*Cedrella odorata*), que es atacado por el barrenador del brote (*Hypsipyla grandella*), insecto que barrena los brotes tiernos de la planta provocando serios daños en las primeras etapas de la reforestación.



Muerte de plantas de cedro rojo por un insecto barrenador.

Medidas preventivas

El manejo integrado de plagas y enfermedades en la reforestación inicia con la implementación de acciones que prevengan y eviten, en la medida de lo posible, la aparición de patógenos que afecten el buen desarrollo de la misma.

Aislamiento

Consiste en delimitar con barreras físicas una o varias partes de la plantación con el fin de evitar la dispersión de la plaga o enfermedad, restringiendo el tráfico de personal y vehículos en esa área.

Eliminación de hospederos alternos

Se trata de la eliminación de plantas dentro del sembradío y sus alrededores que pueden ser hospederas alternas de plagas o enfermedades.

Canales de drenaje

La construcción de canales de drenaje evita la anegación de las zonas bajas de la plantación, dificultando así el desarrollo de plagas o enfermedades.

Medidas de control

Una vez que se identifican las plagas o enfermedades que afectan a la plantación, se pueden emplear diversos métodos para su control y combate.

Remoción y destrucción manual

Cuando se encuentre la presencia de insectos que pupen en ramas, corteza o suelo, es necesario hacer la remoción manual de las pupas y destruirlas en el sitio para cortar el ciclo del insecto.



Control mecánico del muérdago.

Control mecánico y físico

Incluye una serie de prácticas que pueden eliminar directamente a las plagas o cambiar las condiciones favorables del medio a condiciones adversas para el desarrollo de las mismas (Andrews, 1989).

Tala de salvamento

Consiste en la eliminación total del arbolado en una o más áreas de la plantación con el fin de erradicar la plaga o enfermedad en un área determinada, éstas se denominadas focos de infección debido a su condición. Los árboles derribados y el material secundario (ramas y ramillas) se deben de tratar en el sitio.

Poda sanitaria

Es la remoción de una o más partes del árbol que han sido severamente afectadas por plagas o enfermedades. La remoción se efectúa por medio de podas.



Poda de control de plagas.



Raleos sanitarios.

Raleo sanitario

Es el derribo de árboles aislados dentro de la plantación que están afectados severamente y cuya condición no puede revertirse.

Control etológico

Consiste en aprovechar el comportamiento de la plaga ante ciertos estímulos, aprovechándolos para su control. Incluye el uso de feromonas sexuales, de agregación o antiagregación, atrayentes en trampas y cebos, repelentes e inhibidores de alimentación, entre otros.

Control biológico

Es la regulación de la población de un organismo por medio de otro. Parte del principio de que en la naturaleza todo organismo tiene uno o más antagonistas que lo eliminan o compiten con él.

- **Control por conservación**

  Consiste en conservar y promover la sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales nativos presentes en la plantación, con el fin de ampliar su impacto sobre las plagas.

- **Control biológico clásico**

  Consiste en la introducción y establecimiento de nuevas especies de enemigos naturales altamente específicas para el control de las plagas en la plantación.

Control químico

Plagas y enfermedades se controlan por medio de sustancias químicas o biológicas.

Para la utilización de sustancias químicas para el control de plagas es importante:

- Seguir las normas de seguridad indicadas en la etiqueta para la aplicación, almacenamiento y eliminación de residuos.
- Usar los plaguicidas en forma sensata y racional. El uso excesivo y mal dirigido puede ocasionar resistencia en las plagas y mayor contaminación al medio ambiente.
- Utilizar los plaguicidas con oportunidad de aplicación, es decir, en el tiempo en que la plaga es más sensible y el producto trabaja con mayor eficacia.
- Utilizar productos selectivos.



Aplicación de productos químicos.

Protección contra incendios forestales

El peligro de incendios es un factor de alta consideración en materia de reforestación. Para minimizar riesgos es necesario implementar acciones preventivas y, en el caso de registrarse un incendio, se deben emplear las técnicas de combate más apropiadas de acuerdo con las herramientas y personas disponibles, así como la peligrosidad del mismo.

Prácticas para la prevención de incendios

Apertura de brechas cortafuego

Consiste en abrir líneas o franjas de dos a tres metros de ancho, dependiendo de las condiciones del terreno y el objetivo de la práctica. Con la apertura de las brechas se busca eliminar todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas de la plantación para evitar que pueda provocar un incendio. Con este trabajo se logra aislar y proteger las áreas reforestadas.

Rehabilitación de brechas corta fuego

Una vez que se tienen las brechas corta fuego, es importante rehabilitarlas cada año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible y dañar la reforestación en caso de incendio. Conviene no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad.



Brecha cortafuego.

Líneas negras

Consiste en la limpieza de vegetación forestal mediante el uso planificado del fuego, siempre y cuando se tenga conocimiento sobre el desarrollo de esta práctica.



Realización de líneas negras mediante el uso planeado del fuego.

Para proteger la reforestación se debe considerar la elaboración y colocación de rótulos en los límites del área de plantación, sobre todo donde los caminos llegan al sitio. Dichos rótulos deben incluir la información básica, como superficie plantada, especies utilizadas, año de establecimiento, dependencias responsables y advertencias de lo que no está permitido hacer dentro del área y a quién debe reportarse las irregularidades o emergencias. Los rótulos deben elaborarse con material durable y la pintura debe ser resistente a las condiciones climáticas.



Rótulo informativo de reforestación.

Mantenimiento de la reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia

Control de maleza

El control de la maleza es recomendable en plantaciones de coníferas y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite su desarrollo. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arrope para guardar humedad.



Control de malezas en una plantación de coníferas.

Fertilización

Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas en cada ciclo de lluvias.

Podas

Consisten en la eliminación de las ramas inferiores. Esta práctica tiene el fin de incrementar la calidad de la madera y simplificar otras labores ya que facilita el acceso para tareas de supervisión y mantenimiento. Además, reducen el riesgo de incendios y permiten el aprovechamiento de leña.



Ejemplo de manejo silvícola: podas y aclareos.

Aclareos

El remover cierto número de árboles en determinada etapa de desarrollo de la plantación propicia mejores condiciones de crecimiento con mayor calidad en el arbolado destinado a la obtención de materias primas maderables como aserrío, tableros, contrachapados y postes. Los aclareos sirven también para regular la composición específica del monte.

Evaluación y seguimiento

Dependiendo de cuál es la variable de interés, será la etapa adecuada para realizar la evaluación. Si lo que se busca es evaluar la sobrevivencia, se requiere efectuarla después del primer periodo de sequía. Además de la sobrevivencia, se pueden obtener diferentes variables al momento de la toma de datos en campo, como estado sanitario y vigor de la planta.

Estimación de la sobrevivencia

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi} \times 100$$

Donde:
$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *a* o *m*.
p = proporción estimada de árboles vivos.
ai = número de plantas vivas en el sitio de muestreo *i*.
mi = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo *i*.

Evaluación del estado sanitario

Permite conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

$$ps = \frac{\sum_{i=1}^{n} Si}{\sum_{i=1}^{n} ai} \times 100$$

Donde:
$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *S* o *a*.
ps = proporción estimada de árboles sanos.
Si = número de árboles sanos en el sitio de muestreo *i*.
ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo *i*.

Estimación del vigor de la plantación

Describe la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos. El vigor se clasifica de la siguiente forma: bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; regular, cuando el árbol muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio; malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles.

$$pv = \frac{\sum_{i=1}^{n} vi}{\sum_{i=1}^{n} ai} \times 100$$

Donde:
$\sum_{i=1}^{n}$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable *v* o *a*.
pv = proporción estimada de árboles vigorosos.
vi = número de árboles vigorosos en el sitio de muestreo *i*.
ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo *i*.



Estimación de la sobrevivencia de la reforestción de mangle.

Recomendaciones finales

Para lograr una reforestación exitosa es necesario atender diversos aspectos. La observación de las siguientes recomendaciones facilitará dicho objetivo.

- La reforestación debe planearse tomando en cuenta los recursos disponibles, y evitar con ello reforestaciones inconclusas por falta de superficie, mano de obra, recursos económicos, disponibilidad de planta, entre otros factores.

- Debe evitarse plantar bajo dosel, es decir, en terrenos con cobertura de copa mayor al 20 por ciento y en sitios con una regeneración natural aceptable.

- Para realizar tareas de reforestación se recomienda integrar brigadas de trabajo de 10 a 15 personas cada una, con un responsable designado para organizar y coordinar a los integrantes.

- El asesor técnico debe dar recomendaciones antes de iniciar la ejecución de los trabajos de reforestación, para que los participantes desempeñen las tareas asignadas de la mejor manera posible.



- Es deseable realizar los trabajos de reforestación en las horas del día en que la temperatura es menos alta.

- Para asignar el número de plantas por participante en la reforestación, es necesario considerar tipo de terreno, sistema de producción de la planta y número de horas a trabajar.

- Dependiendo de la región, la reforestación se debe realizar durante los dos primeros tercios de la temporada de lluvias, cuando se utilice material procedente de vivero. Si se usa material vegetativo (maguey, nopal) la reforestación debe hacerse antes o después de la temporada de lluvias para evitar pérdidas por pudrición de planta.

- Siempre se debe plantar en lugares apropiados, evitando otros como brechas, caminos, arroyos y bajo cables de alta tensión.



Brigada de campo durante los trabajos de reforestación.

Glosario

Acahuales. Es la vegetación secundaria producto de un largo proceso de recuperación sucesional mediante relevos de diferentes especies.

Ápice o flecha. Es la punta o extremo superior propiamente dicho de la planta.

Calidad de sitio. Es la caracterización que se levanta con una visita al predio en donde se tomen datos de: plano predial (superficie, coordenadas geográficas), clima, precipitación promedio anual, periodo de lluvias, temperatura promedio anual, tipo y profundidad de suelo, tipo de erosión, pedregosidad, grado de pendiente, altitud, tipo de vegetación y especies predominantes (árboles, arbustos y herbáceas).

Cotiledones. Son las estructuras donde se almacena alimento en la semilla.

Cuello de la planta. Es la parte de la planta que separa o une el tallo y la raíz.

Curva de nivel. Es una línea imaginaria sobre la superficie de la tierra que une puntos de igual nivel o altura.

Deforestación. Es la acción de eliminar el bosque de forma permanente para darle al terreno un uso no forestal, con reducción de cobertura de copas de árboles a menos de 10%.

Densidad. Es la relación que existente entre el número de plantas de una especie o una forma de crecimiento, y la superficie de un lugar.

Dosel. Es el estrato superior de un bosque.

Especie. Nivel de clasificación vegetal. La especie tiene un nombre genérico y un epíteto específico.

Forestación. Es el establecimiento y desarrollo de vegetación forestal en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial (LGDFS).

Hectárea. Unidad de medida de superficie que corresponde a 10 mil metros cuadrados.

Hidrogel. Es una sustancia en estado coloidal con apariencia sólida gelificada (como la gelatina) por enfriamiento. Una de sus propiedades es la de hincharse y aumentar de volumen por absorción de agua y sustancias en ella disueltas.

Mantenimiento. Labores culturales que contribuyen a un mejor desarrollo de los individuos que constituyen la plantación, haciéndolos más productivos.

Micorriza. Es un inoculante compuesto por cultivos de hongos seleccionados que actúa a nivel de la raíz, produciendo una plántula más sana.

Nativo. Originario de un área determinada, que habita consistentemente en su hábitat natural y está asociado consistentemente con otras especies del mismo.

Parámetros morfológicos y fisiológicos. Se refiere, en el primer concepto, a las formas o rasgos visibles determinados que posee una planta y, en el segundo, a las características internas que posee.

Patógeno. Que origina y desarrolla una enfermedad.

Plaga. Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales, en contraposición con los intereses del hombre.

Planeación. Proceso previo a las acciones operativas de campo. Consiste en la definición de objetivos, la elaboración de un diagnóstico y de una prescripción calendarizada.

Protección. Conjunto de prácticas cuyo propósito es proteger la plantación de cualquier daño ocasionado por factores ajenos a la plantación como incendios, plagas, enfermedades, pastoreo o vandalismo, entre otros.

Pupa. Es un estado de vida de los insectos donde se realiza la transformación de larvas a adultos en insectos con metamorfosis completa (por ejemplo en la mariposa).

Sistemas agroforestales. Son las formas de uso y manejo de recursos naturales de especies leñosas (palmas, árboles, arbustos) que se plantan junto con cultivos anuales (maíz, fríjol, achiote, entre otros).

Subsolado. Es el tratamiento mecanizado que se aplica al suelo, que combina surcos en ambos costados. El subsolado debe tener una profundidad mínima de 70 cm en curvas de nivel y las dimensiones mínimas del camellón, ubicado sobre el subsolado, deben ser de 1 metro de ancho y 30 cm de altura, con el fin de que permita detener la escorrentía superficial.

Reforestación. Es el establecimiento inducido o artificial de vegetación forestal en terrenos con aptitud preferentemente forestal. (LGDFS).

BIBLIOGRAFÍA

Amo Rodríguez, S. et al. 1999. *Reforestación y plantaciones. Manejo y enriquecimiento de acahuales.* Serie Cuadernos por la tierra. Programa de Acción Forestal Tropical, A. C., Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y SEMARNAP. México.

Camacho Pulido, J. R. 1998. *Importancia de las zonas boscosas en el medio ambiente y en la salud de las Comunidades Rurales.* Manual de tecnología apropiada al medio rural núm. 7.

Capó Arteaga, M. A. 1999. *Establecimiento de plantaciones forestales: los ingredientes del éxito. Manual Técnico.* Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila.

Mass Porras, J. 2003. *Guía práctica para el establecimiento de plantaciones forestales.* COFOM, Gobierno del Estado de Michoacán.

Musálem, M. A. et al 2002. *Silvicultura de Plantaciones forestales Comerciales.* Capítulo 3. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. México.

SEMARNAP. 2000. *Texto Guía Forestal.* México.

SEMARNAP. 2000. *Manual técnico de Reforestación.* México.

SEMARNAT. 2003. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.* México.

Sharov, Alexei A. and Andrew M. Liebhold. 1998. *Bioeconomics of managing the spread of exotic pest species with barrier zones.* Ecological Applications. 8:833-845.

Vázquez et al. 2001. *Semillas para el futuro: los impactos del Proyecto de Semillas Forestales en América Central y República Dominicana.* CATIE–Turrialba; núm. 51. Costa Rica.



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

www.conafor.gob.mx

Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias



CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

CONABIO

gef

PNUD
Al servicio de las personas y las naciones

Agradecimientos:

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Al personal de Ecoexpansión y Servicios Integrales para el Desarrollo S de R.L., particularmente a la M.C. María Jesús Pérez Hernández por su apoyo en la elaboración del material cartográfico que se muestra en este documento y al desarrollo del análisis de la fragmentación, así como al Ing. David Morán Guzmán por el material proporcionado en materia de producción de planta.

A la Mtra. Mayra Margarita Valdéz Lizárraga de la Subgerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR, quien supervisó la elaboración del presente Manual y en todo momento proporcionó las condiciones para efectuar las presentaciones de avances y la interacción con el personal experto de la CONAFOR.

Al M.C. Rafael Álvarez Reyes, al M.C. Jean Paul Delgado Percástegui, a la Ing. Viridiana Corona Villalpando y al Ing. Omar Diego Pérez Blas de la Gerencia de Restauración Forestal de la CONAFOR, quienes participaron activamente en los talleres de validación de las propuestas generadas en el marco del presente manual y emitieron recomendaciones para mejorarlas.

A la Mtra. Georgia Born-Schmidt y al Mtro. Jordi Parpal Servole del proyecto GEF PNUD, que coordinaron la elaboración del manual y cuyas valiosas aportaciones permitieron concluirlo satisfactoriamente.

Al Lic. Rodrigo Mejía.

Magda Vanegas López

Agosto 2016

Forma recomendada de citar este documento

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.

Contenido

Índice de Cuadros iv

Índice de Figuras vii

Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias 10

Prólogo 10

1. Introducción 12

2. Objetivo general 14

3. Un breve análisis del marco legal de las actividades de restauración forestal en México 15

4. La restauración forestal y su importancia en la conservación de la biodiversidad 18

4.1. Conceptos importantes 18

4.2. Los recursos forestales como fuente de servicios ecosistémicos 22

4.3. Las actividades de restauración forestal en México 23

4.3.1. Casos de éxito de restauración forestal en México 33

4.4. La importancia de utilizar especies nativas en la reforestación con fines de restauración 37

5. Restauración forestal bajo un enfoque de cuenca (Restauración Hidrológico-Forestal) .. 41

5.1 Cuenca hidrográfica 41

5.1.1. La Cuenca Hidrográfica como Sistema 43

5.2. El Manejo Integral de Cuencas 43

5.3 Restauración a nivel de cuencas y análisis de paisaje 44

5.4 Obras de conservación de suelos para la restauración de cuencas 46

6. Buenas prácticas de reforestación con especies nativas 49

6.1. Definición del objetivo de la restauración 49

6.2. Identificación y delimitación de zonas potenciales a restaurar 49

6.3 Criterios para la caracterización del sitio a restaurar 50

6.3.1. Ubicación del predio dentro de la cuenca 52

6.3.2. Análisis de la estructura de la vegetación 53

6.3.2. Índices de diversidad 61

6.3.3. Índices de valor de importancia (IVI) 62
6.3.4. Compactación del suelo 64
6.3.5. Materia orgánica del suelo 64
6.3.6. Textura del suelo 67
6.3.7. Profundidad del suelo 70
6.3.8. Análisis de fragmentación del paisaje 72
6.4. Distribución potencial de las especies 76
6.5. Definición de áreas a restaurar a nivel predial 101
6.5.1. Índice de Prioridad de Restauración 106
7. Selección de especies nativas en la reforestación con el objetivo de impulsar la restauración forestal 117
7.1. Producción de especies nativas en vivero 121
7.1.1. Producción de semilla 121
7.1.2. Viveros con producción destinada a actividades de conservación y restauración 127
7.1.2. Costos de producción de planta 131
7.1.3. Técnicas de plantación 133
8. Densidad de Plantación 137
9. Propuesta para ubicar los sitios piloto 141
10. Evaluación y Monitoreo de las plantaciones 144
11. Aspectos sociales de la restauración de ecosistemas forestales 145
12. Literatura consultada 149
ANEXO 1. Especies que cuentan con fichas técnicas elaboradas por el Sistema de Información para la Reforestación 159

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Valor de la sobrevivencia en campo de las plantaciones apoyadas. 25
Cuadro 2. Ajustes a los apoyos de restauración forestal otorgados por la CONAFOR, con el propósito de atender las áreas de oportunidad señaladas en las evaluaciones externas. ... 29
Cuadro 3. Obras y prácticas de conservación de suelo empleadas en la restauración hidrológico-forestal. 47
Cuadro 4. Criterios e indicadores biofísicos, socioeconómicos y culturales que se recomienda considerar para realizar actividades de restauración forestal. 50
Cuadro 5. Clasificación de la concentración de materia orgánica en los suelos 65
Cuadro 6. Estimación del contenido de materia orgánica basado en el color del suelo de la tabla Munsell. 66
Cuadro 7. Contenido de Nitrógeno, Fósforo en mantillos de *Fagus grandifolia, Quercus spp* y *Pinus montezumae*. 67
Cuadro 8. Clase textural en función del contenido de arena, limo y arcilla. 67
Cuadro 9. Productividad de los suelos en función de la profundidad 70
Cuadro 10. Clasificación de la profundidad del suelo. 71
Cuadro 11. Parámetros para definir la distribución potencial de especies a utilizar en la restauración forestal. 76
Cuadro 12. Clasificación de los niveles de representación cartográfica del terreno. 77
Cuadro 13. Caracterización ecológica de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus.* 78
Cuadro 14. Distancia de dispersión de polen y semilla para diferentes especies. 93
Cuadro 15. Categorización de las variables utilizadas para *Abies religiosa* 96
Cuadro 16. Categorización de las variables utilizadas para *Pinus pseudostrobus*. 97
Cuadro 17. Nivel de aptitud en función del número de variables que satisfacen los requerimientos ecológicos de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus*. 98
Cuadro 18. Propuesta de formato para la caracterización de los sitios a restaurar. 102

Cuadro 19. Nivel de afectación del suelo. 105
Cuadro 20. Valores de referencia para evaluar la estructura vertical de diferentes tipos de vegetación. 105
Cuadro 21. Grado de fragmentación. 105
Cuadro 22. Puntuación para calificar la prioridad del predio de ser reforestado en función de su ubicación dentro de la cuenca. 108
Cuadro 23. Valores de referencia reportados por diversos autores para la estructura vertical de diferentes tipos de vegetación. 108
Cuadro 24. Puntaje sugerido para evaluar la estructura vertical de las áreas sujetas a acciones de conservación 109
Cuadro 25. Ejemplos hipotéticos para ilustrar el uso del Índice de Estructura Vertical 110
Cuadro 26. Evaluación del estrato horizontal a nivel predial 111
Cuadro 27. Valores del índice de diversidad de Simpson reportados por diversos autores. 112
Cuadro 28. Ponderación del valor del índice de diversidad de Simpson para determinar la prioridad de reforestación a nivel predial. 112
Cuadro 29. Puntuación asignada al índice de Pieri para su incorporación en el Índice de Prioridad de Restauración. 113
Cuadro 30. Propuesta para calificar la sanidad del predio donde se efectuarán actividades de reforestación con especies nativas. 113
Cuadro 31. Ponderación propuesta para valorar la susceptibilidad de la reforestación a presiones antropogénicas 114
Cuadro 32. Valoración del Índice de Susceptibilidad de la superficie destinada a la reforestación ante actividades antropogénicas. 115
Cuadro 33. Especies nativas de México utilizadas por la CONAFOR en la restauración de ecosistemas forestales por zona climática. 118
Cuadro 34. Costos unitarios para la producción en charolas de poliestireno y plástico rígido. 132
Cuadro 35. Costo unitario para la producción en bolsa plástica. 132

Cuadro 36. Costo unitario para la producción a raíz desnuda. 133
Cuadro 37. Valores de la densidad promedio recomendada por la CONAFOR para cada tipo de ecosistema. 138
Cuadro 38. Valor de la densidad de plantación ajustada en función delas condiciones de estructura vertical y horizontal del predio. 140

Índice de Figuras

Figura 1. Regeneración natural en un bosque de clima templado. 27
Figura 2. El manejo de la sanidad en las plantaciones con fines de restauración es una actividad de mantenimiento importante. 28
Figura 3. Sucesión ecológica en un ecosistema terrestre. 37
Figura 4. Tres modelos de los mecanismos que producen la secuencia de las especies en la sucesión. 39
Figura 5. Partes de una cuenca. 42
Figura 6. Cuenca, subcuenca y microcuenca. 42
Figura 7. Paisaje de la selva mediana del estado de Guerrero. 45
Figura 8. Acomodo de material vegetal muerto 47
Figura 9. Barrera de piedras en curvas a nivel 47
Figura 10. Terrazas individuales 48
Figura 11. Zanjas trincheras 48
Figura 12. Presas de morillos 48
Figura 13. Presas de ramas 48
Figura 14. Presa de piedra acomodada 48
Figura 15. Presa de geocostales 48
Figura 16. Representación gráfica de un bosque incoetáneo mezclado. 54
Figura 17. Estratificación vertical del componente arbóreo. 55
Figura 18. Clinómetro casero. 55
Figura 19. Relación trigonométrica para determinar la altura de los arboles mediante clinómetro casero. 56
Figura 20. Fotografía panorámica con objeto de dimensiones conocidas. 57
Figura 21. Vista principal del software Sidelook. 58
Figura 22. Ecualización aplicada a la imagen original. 58

Figura 23. Resultado del análisis en Sidelook. 59
Figura 24. Densiómetro cóncavo. 60
Figura 25. Triángulo de textura. 68
Figura 26. Barrena helicoidal para medir profundidad del suelo. 71
Figura 27. Ventana principal de la herramienta ID Within Distance Parameters. 74
Figura 28. Ventana principal del software Conefor Sensinode 2.2. 75
Figura 29. Mapa de altitudes de la RTP Sierra de Chincua. 79
Figura 30. Grafica de la relación altitud-temperatura. 80
Figura 31. Datos para homogeneizar la temperatura a cero msnm (Tdet). 81
Figura 32. Resultado de la interpolación de Tdet mediante el método Kriging. 82
Figura 33. Mapa de temperaturas de la Sierra de Chincua. 84
Figura 34. Mapa de precipitación de la RTP Sierra de Chincua. 86
Figura 35. Mapa edafológico de la RTP Sierra de Chincua (las superficies en blanco corresponden principalmente a usos urbanos). 88
Figura 36. Mapa de unidades climáticas de la RTP Sierra de Chincua. 90
Figura 37. Uso de suelo y vegetación de la RTP Sierra de Chincua. 92
Figura 38. Grado de fragmentación de la RTP Sierra de Chincua (en blanco, áreas sin presencia de coníferas donde no se calcula el índice de fragmentación). 95
Figura 39. Mapa de aptitud para el establecimiento de *Abies religiosa* en la RTP Sierra de Chincua. 99
Figura 40. Mapa de aptitud para el establecimiento de *Pinus pseudostrobus* en la RTP Sierra de Chincua. 100
Figura 41. Daño por *Hypsipyla grandella* en *Cedrela odorata*. 114
Figura 42. Actividades de ganadería en sitios con reforestación. 116
Figura 43. Base de datos con información de especies nativas utilizadas en proyectos de restauración forestal de la CONAFOR. 120
Figura 44. Rodal natural de *P. durangensis* en Chihuahua (UPGF) de la CONAFOR, 2012. . 124
Figura 45. Distribución espacial de predios y viveros 2014, y las áreas catalogadas como de restauración de acuerdo con la zonificación forestal. 129

Figura 46. Alta mortandad por la falta de preparación del suelo. 133
Figura 47. Roturación del suelo previa a la plantación. 134
Figura 48. Plantación de *Opuntia* sp en bordos en curvas a nivel. 135
Figura 49. Plantaciones siguiendo las curvas a nivel. 136
Figura 50. Mortandad de la planta en campo por raíz enrollada. 137
Figura 51. Ubicación geográfica de las RTP's seleccionadas para realizar sitios piloto con especies con plantas nativas. 143

Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias

Prólogo

Determinar cuáles son las principales amenazas de la conservación de la biodiversidad en México, valorar la magnitud de sus impactos y diseñar los mecanismos más eficientes para contrarrestarlas son tres de las tareas más importantes para disponer de información que permita la correcta toma de decisiones en la gestión de los recursos naturales. En diversos artículos técnicos y científicos se ha señalado a la destrucción del hábitat y a la introducción de especies exóticas invasoras como los principales factores que amenazan la conservación de la biodiversidad de nuestro país.

En este escenario se inscribe la participación de México como país firmante del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 (PEDB), que le confiere un compromiso en el desarrollo de acciones que promuevan la conservación de la biodiversidad en beneficio de las personas (CONABIO, 2016).

El gobierno mexicano, a través de la Comisión Nacional Forestal ha encabezado los esfuerzos para realizar acciones de recuperación de áreas forestales degradadas a través de la reforestación y la ejecución de obras y prácticas de conservación y restauración de suelos. Para ello, ha apoyado el establecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal, de bancos de germoplasma, de una red de viveros forestales dotados de infraestructura para producir planta en sistema intensivo, y a través del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) otorga recursos para que los dueños y poseedores de los recursos forestales realicen acciones de restauración forestal en sus predios.

Los viveros que abastecen plantas a la CONAFOR producen más de 100 especies de climas templado, tropical y árido; sin embargo, utilizar las especies en predios ubicados dentro de su distribución natural es una de las principales áreas de oportunidad del programa.

Este manual tiene por objetivo mostrar una serie de herramientas prácticas para que las especies utilizadas en proyectos y programas de reforestación con fines de restauración de ecosistemas degradados se establezcan en sitios ubicados dentro de su área de distribución natural.

El manual está enfocado en la planificación de las actividades de restauración predial a nivel macro (cuenca o subcuenca hidrográfica) y a nivel predial. En el nivel macro se muestra el

procedimiento para determinar la aptitud de las especies con el objetivo de ser reforestadas dentro de la unidad bajo estudio y a nivel predial, se propone la utilización de un índice de prioridad de reforestación. Las herramientas básicas para el nivel macro son diversos insumos cartográficos; mientras que a nivel predial se sugiere colectar información sobre la estructura y composición de las áreas a restaurar.

Con el propósito de que esta herramienta constituya un elemento de apoyo para los involucrados en las actividades de restauración forestal del país, como complemento del manual se han generado dos archivos en el programa Microsoft Excel ®. En el primero, el usuario podrá seleccionar las especies nativas adecuadas para el sitio que pretende restaurar con base en dos restricciones: la entidad y el tipo de vegetación del predio. En el segundo archivo, el usuario podrá capturar la información de campo solicitada para estimar el Índice de Prioridad de Reforestación y automáticamente el sistema realizará el cálculo de dicho índice.

Se espera que las aportaciones de este manual sean de utilidad para los actores involucrados con la restauración forestal.

1. Introducción

En términos de riqueza biológica, México está posicionado en el cuarto lugar del mundo. Este lugar privilegiado otorga al país un papel fundamental en la conservación del capital natural del planeta. Las decisiones que hoy se tomen sobre el uso de los recursos naturales tendrán, sin duda, un impacto en el desarrollo de las generaciones actuales y futuras.

En este escenario se inscribe la participación de México como país firmante del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 (PEDB), que le confiere un compromiso en el desarrollo de acciones que promuevan la conservación de la biodiversidad en beneficio de las personas.

El PEDB está integrado en cinco objetivos estratégicos: a) Abordar las causas subyacentes de la pérdida de diversidad biológica; b) Reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover la utilización sostenible; c) Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética; d) Aumentar los beneficios de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para todos y e) Mejorar la aplicación a través de la planificación participativa, la gestión de los conocimientos y la creación de capacidades.

México cuenta con una Estrategia Nacional de la Biodiversidad (2000), que en este momento está en proceso de actualización, donde se reconoce que las especies exóticas invasoras (EEI) constituyen una amenaza para la conservación del capital natural del país. En esta materia, los esfuerzos se han orientado básicamente a áreas Naturales Protegidas, sin embargo, se ha reconocido la necesidad de incrementar el umbral de estos esfuerzos hacia actividades productivas, pues en ambos casos, las EEI constituyen el principal factor que origina la pérdida de la biodiversidad.

El presente manual tiene como objetivo proporcionar una serie de herramientas metodológicas para efectuar prácticas de reforestación con especies nativas dentro de los programas y proyectos de restauración forestal.

El manual está estructurado en nueve capítulos. El primero lo constituye la presente introducción y en el segundo se presenta el objetivo general. En el tercero se analiza el marco legal mexicano de la restauración forestal, mientras que en el cuarto se exponen diversas propuestas sobre el concepto de restauración ecológica y se reflexiona sobre su importancia para la conservación de la biodiversidad. En el capítulo 5 se analiza el proceso de restauración forestal; se caracterizan algunas herramientas para ejecutarla y se detalla la importancia de entender el proceso de restauración como parte integral del paisaje. En el sexto capítulo se presentan herramientas para seleccionar las especies adecuadas. En el capítulo 7 se expone

la producción de planta de especies nativas en vivero, en el 8 se aborda la necesidad de flexibilizar la densidad de plantación en función de la condiciones del predio y en el 9 se describen diferentes técnicas de plantación. La medición del éxito de las plantaciones permitirá tomar decisiones sobre el área intervenida en el mediano y largo plazo, (tema que se aborda en el capítulo 10 con la evaluación de las plantaciones). En el capítulo 11 se hace un breve análisis de los aspectos sociales de la restauración de ecosistemas forestales y finalmente, en el 12 se muestra un apartado con literatura bibliográfica consultada que puede proporcionar más información sobre el uso de especies nativas en la restauración de ecosistemas forestales degradados.

2. Objetivo general

Este manual tiene por objetivo mostrar una serie de herramientas prácticas para que las especies utilizadas en proyectos y programas de reforestación con fines de restauración de ecosistemas degradados se establezcan en sitios ubicados dentro de su área de distribución natural. Las áreas prioritarias en que se enfatiza son los ecosistemas templados, tropicales y de zonas áridas y semiáridas.

El manual está dirigido a tomadores de decisiones, asesores técnicos, propietarios de áreas forestales degradadas, gestores de recursos naturales, estudiantes y a todo aquel interesado en la conservación de la biodiversidad; como un pequeño esfuerzo para contribuir a la conservación del capital natural de México.

3. Un breve análisis del marco legal de las actividades de restauración forestal en México

En esta sección del documento se presenta una breve semblanza de los artículos que hacen referencia a las actividades de restauración forestal y reforestación en la legislación del país. La revisión incluyó la Ley de Planeación, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

De acuerdo con la Ley de Planeación, creada en 1983 y aún vigente, el Ejecutivo Federal es responsable de conducir la planeación nacional del desarrollo[1].

Existen diferentes instrumentos regulatorios que señalan mecanismos y acciones para la gestión de los recursos naturales y el ambiente. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) promulgada en 1988 establece las disposiciones referentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional. La Ley General de Vida Silvestre rige lo relativo a la toma de decisiones entre los distintos órdenes de gobierno para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

En lo concerniente al sector forestal, el artículo 126 de la LGDFS[2] establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), creada en 2001, son responsables del diseño y aplicación de programas e instrumentos que fomenten la conservación y restauración de los recursos forestales, así como de las cuencas hídricas, tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas de sus habitantes.

De acuerdo con lo dispuesto en los artículos 22 (fracciones XVI, XXII y XXV) y 127 de la LGDFS, la CONAFOR es responsable de formular, promover y ejecutar programas productivos, de restauración, de protección, de conservación y de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales y de los suelos en terrenos forestales o preferentemente forestales; de formular y ejecutar programas de restauración ecológica a propósito de propiciar la evolución y continuidad de los procesos naturales cuando se presenten procesos de degradación, desertificación, o desequilibrios ecológicos en terrenos forestales; así mismo, que los propietarios, poseedores, usufructuarios o usuarios de terrenos forestales o

[1] La planeación nacional del desarrollo es la ordenación racional y sistemática de acciones que en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tengan como finalidad la transformación del país (Presidencia de la República, 1983).
[2] Última modificación, 7 de junio de 2013.

preferentemente forestales, están obligados a realizar las acciones pertinentes que para tal caso dicte dicha dependencia.

Además, las entidades federativas tienen como atribuciones elaborar e instrumentar programas de reforestación y forestación en zonas degradadas que no sean competencia de la Federación, así como llevar a cabo acciones de protección y mantenimiento de las zonas reforestadas o forestadas (Fracción XIX del Artículo 13) y elaborar estudios para recomendar a la Federación el establecimiento de restricciones a la forestación y reforestación en su territorio (Fracción XXXI).

Por su parte, los municipios deben participar en la planeación y ejecución de la reforestación, forestación, restauración de suelos y conservación de los bienes y servicios ambientales forestales, dentro de su ámbito territorial de competencia (Fracción XII del Artículo 15) y se coordinarán con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, entre otras, para la conservación de los bosques y la promoción de reforestaciones y de plantaciones agro-forestales (Fracción I del Artículo 27).

Dependencias del orden federal como la Comisión Nacional del Agua y la Comisión Federal de Electricidad también deberán colaborar con la Secretaría de Medio Ambiente y la Comisión Nacional Forestal, a fin de desarrollar acciones y presupuestos tendientes al manejo integral de las cuencas, así como para promover la reforestación de zonas geográficas con vocación natural que beneficien la recarga de cuencas y acuíferos, en la valoración de los bienes y servicios ambientales de los bosques y selvas en las cuencas hidrológico-forestales y participar en la atención de desastres o emergencias naturales (Artículo 28).

En las áreas destinadas al establecimiento de plantaciones forestales comerciales se debe dar preferencia a la utilización de especies nativas que tecnológica y económicamente sean viables (Artículo 86).

La Ley también considera la necesidad de recuperar las áreas forestales bajo aprovechamiento y atribuye a las Unidades de Manejo Forestal la responsabilidad de planear y organizar las tareas de zonificación forestal, reforestación, restauración, prevención y combate de incendios, plagas y enfermedades forestales, así como de compatibilidad de usos agropecuarios con los forestales y de la producción de planta con fines de producción, protección, conservación y/o restauración a nivel predial (Fracciones VI y XI del Artículo 112). Las acciones de reforestación que se lleven a cabo en los terrenos forestales sujetos al aprovechamiento deberán incluirse en el programa de manejo forestal correspondiente (Artículo 131). Esto significa la participación directa de los usufructuarios de los recursos forestales en su aprovechamiento sustentable. De igual forma, se establece que los

interesados en el cambio de uso de suelo paguen una compensación ambiental destinada a actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.

En los casos donde por sanidad forestal sea necesario realizar el aprovechamiento, o en zonas donde ocurrió un incendio, deberá instrumentarse un programa de reforestación, restauración y conservación de suelos; los propietarios, poseedores o usufructuarios están obligados a restaurar mediante la regeneración natural o artificial en un plazo no mayor a dos años (Artículo 125).

En materia de plagas y enfermedades, en el Programa Estratégico Forestal para México 2025 se establecen como objetivos disminuir el riesgo de afectación de los recursos forestales por el efecto de plagas y enfermedades y disponer de la capacidad para atender oportuna y eficazmente los brotes de plagas y enfermedades tanto nativas como exóticas. Una de las líneas de acción prioritarias incluye la elaboración de estudios de análisis de riesgo de plagas exóticas. Esto es de particular importancia en la conservación de los ecosistemas nativos dado que las especies exóticas pueden ser vectores de plagas que afecten a las especies nativas.

Con base en lo anterior, el marco legal del país confiere un estatus de transversalidad a las actividades de reforestación y restauración de áreas degradadas. Sin embargo, en la práctica, las acciones de restauración y reforestación más importantes (debido al alcance nacional de la intervención pública) se han asumido por la Federación, y en algunos casos, por entidades federativas como esfuerzos desarticulados. Lograr que en la práctica se realicen proyectos de restauración forestal de gran escala planificados con un enfoque intersectorial, con la participación de la sociedad civil y la concurrencia de recursos (técnicos y financieros) permitiría fortalecer la gobernanza de los recursos forestales del país.

4. La restauración forestal y su importancia en la conservación de la biodiversidad

En este apartado se reflexiona sobre el concepto de restauración forestal y su relación con otros términos vinculados con la gestión de áreas degradadas. Posteriormente se explica la importancia de utilizar especies nativas en reforestación como un mecanismo para conservar la biodiversidad y de esta manera, preservar los servicios ecosistémicos que proveen las áreas forestales.

4.1. Conceptos importantes

De acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española (RAE), **restaurar** (del lat. restaurāre) es un verbo que expresa la acción de reparar, recuperar, renovar o recobrar. Sin duda, la acepción más común de este verbo hace referencia a recuperar la condición original de alguna creación humana (por ejemplo, la restauración de edificios históricos o de obras de arte).

La restauración de ecosistemas forestales no puede entenderse en el sentido estricto del término; pues los procesos que ocurren en él le confieren un gran dinamismo y los disturbios suelen estar presentes e influir en distintos niveles.

La restauración forestal es la intervención que a través de distintas herramientas logra el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque. Con el tiempo, los procesos ecológicos y las funciones coincidirán con las del bosque original. La ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de México expresa que este proceso engloba el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución (Artículo 7).

Existen diversas estrategias encaminadas a lograr la restauración de los ecosistemas, entre las más importantes se puede mencionar la rehabilitación, el saneamiento o reclamación, reemplazamiento vegetal y el recubrimiento vegetal o revegetación (Márquez-Huitlzil, 2005). A continuación se definen algunos términos de importancia en las actividades de restauración.

Rehabilitación: Acciones orientadas al restablecimiento de la productividad y de algunas otras funciones ecológicas. Se busca la reintroducción de alguna pero no necesariamente todas las especies animales y vegetales originalmente presentes. Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes. A través del tiempo, la función de protección del bosque y los servicios ecológicos pueden ser restablecidos.

Saneamiento o reclamación. Su objetivo es recobrar la productividad en un sitio degradado. Para ello, se utilizan principalmente árboles de especies exóticas, frecuentemente establecidos en monocultivos. La diversidad biológica original no se recupera y la mayoría de los servicios ecológicos pueden ser restablecidos (entre ellos la de protección).

Reemplazamiento vegetal: Es el proceso por el que se induce la formación de un ecosistema diferente al original, generalmente no se considera la condición natural histórica del sitio, por lo cual, en estas actividades es muy común el uso de especies exóticas.

Recubrimiento vegetal o revegetación: Esta estrategia puede lograrse únicamente fortaleciendo procesos como la sucesión vegetal, la productividad, la ecología del suelo, la incorporación de nutrientes, entre otros; el objetivo principal es permitir que el sistema regrese por si sólo a su estado original utilizando especies nativas (Martínez, 1996; citado por Márquez- Huitzil, 2005).

Entendidas de esta manera, la restauración y la rehabilitación de bosques se llevan a cabo en lugares o en territorios en los que la pérdida de la cobertura vegetal ha provocado una disminución de la calidad de los servicios ecosistémicos. Su finalidad es fortalecer la resiliencia de zonas y paisajes forestales y, por lo tanto, mantener abiertas las futuras opciones de ordenación y gestión territorial.

Con base en información del Centro Internacional para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR); la **restauración forestal** es una actividad deliberada (intencional) que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies de interés del ecosistema de referencia[3] (Murcia y Guariguata, 2014). Por lo tanto, es imprescindible reducir las causas de la degradación subyacentes en estos tres elementos a su mínima expresión. Si el factor de perturbación persiste, las posibilidades de recuperar la cubierta forestal son bajas, a pesar de todos los esfuerzos que se realicen. El establecimiento de propágulos se justifica cuando

[3] En este sentido, los responsables del proyecto de reforestación deben contar con información sobre el área a restaurar para la correcta toma de decisiones. Este tema se aborda con mayor profundidad en el capítulo 3 del presente manual.

la vegetación del ecosistema donde se encuentra el predio no tiene la calidad genética necesaria para recuperar su composición, los servicios ecosistémicos que proporciona, mucho menos incrementar la capacidad de resiliencia[4].

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha clasificado a las especies de acuerdo a su origen y distribución, de la siguiente forma:

Especie nativa. Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área.

Especie endémica. Especie que se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región. Las especies endémicas son frágiles ante las perturbaciones ya que su área entera de distribución puede ser alterada.

Especie exótica. Especie introducida fuera de su área de distribución original. Muchas de las especies de plantas ornamentales y de animales domésticos son especies exóticas provenientes de otros continentes. Las especies exóticas no tienen relaciones evolutivas con las especies con las que se encuentran en su nuevo territorio.

Especie invasora. Especie que por nuevas condiciones creadas en su ambiente aumenta su población y distribución geográfica. Son especies con gran capacidad de dispersión y colonización. Pueden ser especies nativas o exóticas. En general, causan daños al ambiente, a la economía y a la salud humana.

Especie exótica invasora. Especie cuya introducción o diseminación fuera de su distribución natural amenazan la diversidad biológica, ya que pueden ocasionar fuertes problemas transmitiendo enfermedades desconocidas, compitiendo o depredando a las especies nativas.

Además, en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 se han definido algunos conceptos importantes en el contexto de los propósitos de este manual, mismos que se presentan a continuación.

Probablemente extinta en el medio silvestre: Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la

[4] Esta afirmación toma como base la definición de Dudley y Aldrich (2007; citados por Newton *et al.,* 2011), quienes conceptualizan la restauración forestal del paisaje como: 'Un enfoque con visión de futuro que, más que intentar restaurar los bosques a su estado original, intenta fortalecer la resiliencia de los paisajes forestales y mantener abiertas diferentes opciones futuras con el objetivo de beneficiarse de los bosques y sus productos.

documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

En peligro de extinción: Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Especies Amenazadas: Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Especies Sujetas a protección especial: Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Especie asociada: Aquella que comparte el hábitat natural y forma parte de la comunidad biológica de una especie en particular.

Especie clave: Aquella cuya presencia determina significativa y desproporcionadamente respecto a su abundancia, la diversidad biológica, la estructura o el funcionamiento de una comunidad.

Especie principalmente extralimital: Aquella especie cuya distribución natural actual se presenta en su mayor parte fuera de los límites nacionales, por lo que su presencia en el Territorio Nacional es marginal, esto es, menor al 5%.

Especies y poblaciones en riesgo: Aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

Hábitat: El sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.

Manejo: Aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Reintroducción: La liberación planificada al hábitat natural de ejemplares de la misma subespecie silvestre o, si no se hubiera determinado la existencia de subespecies, de la misma especie silvestre, que se realiza con el objeto de restituir una población desaparecida.

4.2. Los recursos forestales como fuente de servicios ecosistémicos

Grandes extensiones de áreas forestales en México (y en el mundo) sufren amenazas constantes de actividades productivas que transforman su estructura y funcionamiento, situaciones que ponen en riesgo la provisión de servicios ecosistémicos.

Los servicios ecosistémicos son los múltiples beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. La calidad de estos servicios está intrínsecamente relacionada con la diversidad existente en los ecosistemas.

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio[5] hace una tipificación de los servicios ecosistémicos en servicios de soporte, servicios de regulación, servicios de provisión y servicios culturales. De acuerdo con Fisher *et al.* (2008) esta tipología es útil como una herramienta heurística, pero puede ocasionar confusión cuando se trata de realizar la valoración económica de los servicios ecosistémicos. Por ello, dichos autores propusieron en 2008 una clasificación de los servicios ecosistémicos en cuatro niveles:

a) entradas abióticas (como la luz solar, la lluvia o nutrientes),

b) servicios intermedios (por ejemplo, la formación del suelo, la producción primaria, el ciclo de nutrientes, la fotosíntesis, la polinización, etc.,

c) servicios finales (la regulación del ciclo del agua y la productividad primaria) y

d) beneficios, como el agua para la irrigación, para el consumo, la electricidad (generada por el viento, el agua), alimentos, servicios culturales, recreativos, productos maderables y no maderables (Ojea *et al*., 2012).

La clasificación de Fisher muestra la importancia de los servicios ecosistémicos —y de los bosques— en el desarrollo presente y futuro de las poblaciones. A pesar de que éstos se generen en las áreas naturales, tanto las comunidades rurales como las urbanas nos beneficiamos de su existencia. La FAO[6] reporta que la valoración de estos servicios haciende a 125 billones de dólares, sin embargo, no reciben la atención adecuada en las políticas y las

[5] Programa científico de las Naciones Unidas, cuyo objetivo fue reunir información sobre el estado de los ecosistemas del planeta y sus servicios

[6] http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/

normativas económicas y ambientales, ya que la pérdida y degradación de los bosques ha ido en aumento.

Las tasas de deforestación reportadas para México son variables, debido a los diferentes métodos, objetivos e insumos utilizados para su estimación. En el periodo 2005-2010 el INEGI reportó la pérdida de 155 000 hectáreas por año, mientras que el Inventario Nacional Forestal para el mismo periodo reportó cifras de hasta 326 000 hectáreas por año (INEGI, 2013; CONAFOR, 2014a). De acuerdo con Merino y Segura (2007), las cifras que se han considerado más confiables (cuya metodología de cálculo las hace comparables con las realizadas para otros países del mundo) son las reportadas por la FAO, que para 1995 estimó una pérdida anual para México de 678 mil ha, y de 235 000 ha anuales para el periodo 2000-2005. En 2015, la FAO determinó una tasa de 440 000.6 ha anuales para el periodo 1990-2010.

Las cifras de deforestación evidencian la magnitud del problema público en que ésta se ha convertido, sobre todo porque la deforestación lleva intrínseca la pérdida de biodiversidad. A este respecto, Sarukhan *et al.* (2009) enfatizaron: "el patrimonio biológico de México manifiesta síntomas de un impacto antropogénico profundo que ha generado una crisis ambiental, por lo que es apremiante hacer cambios en las formas de crecimiento económico y el fomento de actividades productivas que han traído como consecuencia el uso irracional y la sobreexplotación de la biodiversidad, y un severo deterioro de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, de los cuales depende inequívocamente el país para su continuo desarrollo y el bienestar de la población".

Es por ello que las actividades de reforestación impulsadas por el Estado Mexicano desde hace más de 20 años —y de restauración en la década pasada— han sido parte de la agenda de gobierno. A continuación se hace una breve semblanza de las actividades de restauración forestal efectuadas en México con el fin de recuperar superficie forestal.

4.3. Las actividades de restauración forestal en México

De acuerdo con Cervantes *et al*. (2008), el establecimiento de políticas públicas y normatividad para cuidar los recursos naturales del país, siempre ha considerado de manera genérica la restauración y la necesidad de corresponder esta actividad con el beneficio para las sociedades humanas. Cedeño y Pérez (2005) realizaron un análisis sobre la legislación forestal y su efecto en la restauración en México. De acuerdo con estos autores, el término restauración se encuentra desde las primeras leyes forestales, pero con un significado muy distinto al que se le ha dado en los últimos 20 años. De acuerdo con estos autores, en las

leyes forestales de México, el concepto restauración tenía un enfoque poblacional de los sitios que de manera natural (erosión) o artificial (aprovechamiento) hubieran perdido su vegetación; tampoco se privilegió el uso de las especies arbóreas nativas de cada región e incluso se promovió el uso de especies exóticas.

La inclusión de la temática ambiental en la legislación de nuestro país se inició en 1971, con la "Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental". Desde entonces, hasta la actual Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se ha recorrido un largo camino, donde las áreas de oportunidad más importantes han sido superar la desvinculación de acciones y programas en materia ambiental, la duplicidad de funciones o programas y la excesiva regulación para alcanzar un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Particularmente, el sector forestal se encuentra en un momento crucial: las prácticas de extracción ilimitada realizadas durante décadas derivaron en la degradación de enormes extensiones, la mayor parte de los bosques y selvas son de propiedad social y en ellos habitan personas con altos grados de marginación. En contrapeso, existe también una creciente necesidad por contar con los servicios ambientales brindados por los bosques, entre otros, la protección contra la erosión, la conservación de los servicios hidrológicos y de la biodiversidad. Así, las actividades de restauración, protección y conservación de los bosques se convierten en ejes fundamentales de la actividad forestal del país (Vanegas, 2013).

En el periodo 2007-2012, ProÁrbol fue el principal programa federal de apoyo al sector forestal; agrupó los apoyos dirigidos a los poseedores y propietarios de terrenos forestales del país. Uno de sus objetivos fue el impulso a la conservación, protección y restauración de los recursos forestales de la nación, objetivo coherente con el planteado en el Programa Estratégico Forestal para México 2025 (PEF), diseñado para impulsar y fortalecer el desarrollo sustentable de los recursos naturales en los ecosistemas forestales mediante acciones de conservación, protección, restauración, fomento y producción para el bienestar de la sociedad (…). En la misma dirección, en la estrategia 3.1 del eje rector Sustentabilidad incluida en el documento del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 se señala que "Con el fin de recuperar la cobertura forestal del país, se incrementarán los apoyos destinados a las acciones de reforestación, incluyendo su protección y mantenimiento, así como para obras de conservación y restauración de suelos, diagnóstico y tratamiento fitosanitario. Estas acciones se realizarán con la participación directa de los dueños de los terrenos con aptitud forestal para mejorar la efectividad de los programas, a la vez que se generan empleos en las zonas rurales". Dicho documento se refirió al programa ProÁrbol como uno de los instrumentos de política pública más significativos para lograr el cumplimiento de esta estrategia.

Los ajustes que se han realizado a la intervención pública dirigida a la restauración de ecosistemas forestales en México son incrementales. En 2013 las acciones de restauración forestal y reconversión productiva en predios forestales degradados, se integraron como parte de la estrategia de intervención pública denominada Programa Nacional Forestal (PRONAFOR). Estos apoyos tienen como objetivo impulsar acciones y proyectos integrales con el propósito de recuperar la capacidad y el potencial natural de los suelos forestales y de la cobertura forestal bajo condiciones de deterioro y recuperar gradualmente la capacidad de provisión de bienes y servicios ambientales.

Año con año, una instancia externa a la CONAFOR realiza una evaluación de los resultados de las acciones de restauración, habitualmente del ejercicio fiscal anterior. En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en las plantaciones evaluadas en el periodo 2004-2014. Como se puede observar, el promedio nacional fue de 33.60 % en 2012 hasta 56.62 % en 2014. En comparación con algunos datos reportados en la literatura estos resultados podrían considerarse no suficientes. Por ejemplo, en Estados Unidos, Warnick y Zaniewski (2008) reportaron sobrevivencias superiores a 70 %, en sitios destinados a actividades de restauración forestal, donde se efectuaron prácticas de mantenimiento como acolchado con mulch y riego, y paradójicamente, una de las principales áreas de oportunidad en la mayor parte de los sitios evaluados fue combatir la presencia de especies invasoras. Estas diferencias en el manejo posterior de las plantaciones probablemente sean la causa de las divergencias en los niveles de sobrevivencia reportados, aunque se sabe que la supervivencia de muchas especies de plantas está asociada con las variables ambientales del micrositio, entre las cuales destacan temperatura, luz, humedad y nutrientes (Price *et al*., 2001; citados por Gómez-Romero *et al.* 2012). Es preciso hacer hincapié en el hecho de que en la mayoría de los predios donde la CONAFOR otorga recursos públicos para realizar acciones de restauración forestal las condiciones son diferentes a las encontradas en otros países (suelos con mayor degradación, imposibilidad de brindar riego, factores de riesgo); aun así es posible introducir una serie de mejores prácticas para elevar las tasas de sobrevivencia y contribuir a recuperar la superficie forestal del país; entre éstas se encuentran establecer la (s) especie (s) dentro de su rango de distribución natural.

Cuadro 1. Valor de la sobrevivencia en campo de las plantaciones apoyadas.

Entidad	Sobrevivencia en campo (%)							
	2004	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2014
Aguascalientes	40	42.19	37.75	63.13	28.08	32.41	23.61	53.05
Baja California	30.3	0	0	12.49	0	4.85	13.45	21.01
Baja California Sur	43.7	1.59	29.5	43.23	20.31	8.19	11.76	62.32
Campeche	39.9	28.94	31.03	23.31	66.61	51.11	6.15	24.41
Chiapas	44	40.95	20.58	15.48	26.06	38.14	33.20	56.14
Chihuahua	69.4	48.5	58.51	43.17	2.30	0.10	31.21	55.88

Entidad	Sobrevivencia en campo (%)							
	2004	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2014
Coahuila	86.9	67.98	64.61	56.50	57.90	40.36	66.88	53.56
Colima	49.8	59.01	35.78	58.46	56.22	0.80	30.14	44.22
Ciudad de México	75.2	No se evaluó	62.93	91.79	65.17	50.17	31.56	6.45
Durango	66.5	49.06	65.53	48.16	23.87	17.10	33.03	70.33
Guanajuato	48	61.98	64.44	62.06	38.12	38.72	28.91	50.35
Guerrero	49.8	52.67	32.52	35.55	64.12	42.59	15.76	60.29
Hidalgo	34.9	51.72	75.2	67.42	39.68	17.05	25.05	65.21
Jalisco	59.5	57.27	39.27	54.16	46.29	4.10	19.83	51.38
México	62.9	49.55	55.63	49.53	41.97	52.26	41.45	32.59
Michoacán	39.3	38.53	42.06	82.74	56.23	66.80	38.65	67.33
Morelos	60.1	49.67	56.77	35.32	77.50	12.85	15.47	90.28
Nayarit	35.9	33.05	48.03	46.71	58.56	22.93	21.83	75.31
Nuevo León	42.8	57.03	72.15	69.52	45.51	47.54	50.21	51.29
Oaxaca	71.6	43.48	66.28	60.85	61.19	42.00	29.81	67.97
Puebla	63.3	56.73	62.71	72.62	42.07	42.83	18.72	59.24
Querétaro	45.3	42.08	54.46	64.77	42.63	45.36	39.21	30.90
Quintana Roo	39.4	17.79	37.14	70.27	40.32	48.18	38.45	61.27
San Luis Potosí	66.1	65.15	70.71	74.70	58.03	77.20	59.01	52.74
Sinaloa	55.4	62.2	40.82	19.46	31.97	20.59	11.35	34.02
Sonora	40.2	27.31	59.22	31.65	11.54	20.22	23.09	36.00
Tabasco	55.9	13.59	13.67	43.52	37.47	53.01	35.79	68.25
Tamaulipas	40.4	47.32	90.55	45.05	47.65	58.25	11.99	69.91
Tlaxcala	43.8	50.61	52.71	59.83	7.66	61.84	57.29	76.66
Veracruz	85.9	56.71	47.35	69.80	65.39	61.32	46.49	51.41
Yucatán	25	27.41	13.73	35.71	38.97	43.50	9.93	20.71
Zacatecas	74.1	18.56	52.4	78.95	48.28	51.96	45.00	63.14
Nacional	**52.67**	**51.52**	**48.56**	**53.35**	**46.15**	**40.28**	**33.60**	**56.62**

Fuente: Elaboración propia, con base en las evaluaciones externas de 2004, 2006, 2008, 2009, 2010 y 2011 y los ejercicios de Monitoreo de Restauración Forestal y Reconversión Productiva, 2012 y 2014. Los ejercicios fiscales 2005 y 2007 no se evaluaron a nivel estatal.

El valor de sobrevivencia ha sido variable en los distintos ejercicios considerados; por ejemplo, aunque la sobrevivencia de las plantaciones de Morelos en 2014 alcanzó un 90 %, en el año inmediato anterior fue de apenas 15.47 %; un caso similar ocurrió con Nayarit y Durango, donde los altos índices reportados en 2014 no han sido constantes. Desafortunadamente, no existe un diagnóstico sobre las causas de estas variaciones en el mediano o el largo plazo.

La medición sólo da cuenta de la condición de las plantas otorgadas por la CONAFOR (enfoque poblacional), pero no considera el posible efecto de la intervención sobre la recuperación de las áreas degradadas, ni sobre los factores que inciden en los buenos o malos resultados. Esto coincide con lo señalado por Dinh *et al*. (2012); quienes señalaron que en general, la mayoría de las evaluaciones de las reforestaciones en el mundo se enfocan en

los indicadores de éxito sin profundizar en los factores que pueden influir en los resultados (e incluyen factores biofísicos, socioeconómicos, características socioinstitucionales y de proyectos).

Por ejemplo, ante la remoción del suelo para realizar las actividades de plantación, el banco de semillas se activa para iniciar el proceso de sucesión.



Figura 1. Regeneración natural en un bosque de clima templado.
Fotografía: Manuel Aguilera Rodríguez.

En la Figura 1 se aprecia la capacidad del bosque para regenerarse después de un disturbio (incendio forestal). En este caso, el banco de semillas[7] se activa produciendo una gran cantidad de plántulas.

En estas condiciones, el bosque tiene la capacidad de regenerarse, pero es necesario dar un manejo adecuado para evitar que posibles disturbios tengan un efecto negativo sobre la regeneración. La apertura de brechas cortafuego y algunas obras de conservación de suelos

[7] El banco de semillas está conformado por las semillas que permanecen latentes en el suelo, por lo cual es un reservorio de especies, principalmente pioneras, que están listas a germinar en el momento en que se presente una perturbación, se forme un claro o las condiciones ambientales cambien para iniciar de este modo un proceso de sucesión secundaria (Garwood, 1989).

constituyen dos actividades importantes en el manejo de este tipo de áreas. Con el manejo adecuado, los predios en estas condiciones no requerirán de una reforestación.

Las actividades de reforestación impulsadas por la CONAFOR han experimentado cambios incrementales en el tiempo. A partir de 2014, el programa otorga recursos para mantenimiento y obras de conservación de suelos en un esquema trianual. Este esquema, desde luego, representó un reto desde el punto de vista administrativo y operativo, pero sin duda tiene ventajas para dar continuidad al proceso de restauración en los predios.



Figura 2. El manejo de la sanidad en las plantaciones con fines de restauración es una actividad de mantenimiento importante. Fotografía: Manuel Aguilera Rodríguez.

En la Figura 2 se aprecian daños a las plantas reforestadas por la presencia de plagas y enfermedades. Este ejemplo da cuenta de cómo la labor de quien establece una plantación con fines de restauración no culmina con el establecimiento de las plantas: es necesario realizar acciones de mantenimiento, entre las cuales se encuentran el manejo de las arvenses y las prácticas de sanidad.

Como resultado del proceso de evaluación externa en 2012 se realizó una serie de recomendaciones que, desde el juicio de la institución responsable del estudio, en ese momento fueron prioritarias para mejorar el éxito de los apoyos otorgados. En el Cuadro 2 se presentan las mejoras recomendadas en 2012, sus antecedentes en las evaluaciones de los ejercicios fiscales y los cambios ocurridos en los ejercicios fiscales 2013-2015.

Cuadro 2. Ajustes a los apoyos de restauración forestal otorgados por la CONAFOR, con el propósito de atender las áreas de oportunidad señaladas en las evaluaciones externas.

Recomendaciones en ejercicios fiscales anteriores	Recomendación en 2012	Relevancia (desde el juicio de la entidad externa 2012)	Cambios realizados en los apoyos de restauración forestal y reconversión productiva en los ejercicios fiscales 2013-2015
En 2007 se recomendó crear un Comité Inter Secretarial de Proyectos RN (Recursos Naturales) que respalden la creación de fideicomisos para diferentes proyectos. Se ha propuesto analizar la posibilidad de establecer un horizonte de ejecución igual o mayor a dos años, y que en el primero se realicen actividades de programación (2009).	1. Hacer más atractivo al componente de reforestación con otros apoyos que les permitan a los productores obtener beneficios económicos en un plazo más corto, por ejemplo, con agroforestería, plantaciones comerciales o ecoturismo.	No hacer atractivo en términos económicos los apoyos de CONAFOR ha hecho que muchos propietarios no presten atención a la supervivencia de las reforestaciones y la calidad de las obras de conservación de suelos porque no ven beneficios en el corto y mediano plazo.	Uno de los componentes de restauración forestal y reconversión productiva del Programa Nacional Forestal fue la modalidad Sistemas Agroforestales.
Realizar las acciones de reforestación y conservación bajo el enfoque de planeación rural participativa (2010).	Diferenciar apoyos por tipo de productores, determinando si son productores forestales o transicionales que están recuperando áreas para transformarlas de uso agrícola o pecuario a forestal.	No puede haber soluciones únicas en un país tan diverso en términos ecológicos, sociales y económicos. Las necesidades de los productores eminentemente forestales deben centrarse en el mejoramiento del valor producido para que puedan vivir de la actividad forestal. En cambio los transicionales deben enfocarse a recuperar y conservar áreas forestales limitando la posibilidad de cambio de uso del suelo y protegiendo las reforestaciones y la erosión del suelo.	

Recomendaciones en ejercicios fiscales anteriores	Recomendación en 2012	Relevancia (desde el juicio de la entidad externa 2012)	Cambios realizados en los apoyos de restauración forestal y reconversión productiva en los ejercicios fiscales 2013-2015
Se ha recomendado revisar los convenios y contratos para la producción de planta y el proceso de distribución, considerando el control de calidad y la oportunidad en su distribución (2010).	Reforzar los apoyos a la producción de planta en viveros con la apertura de más viveros cerca de las zonas de apoyo del programa involucrando principalmente a ejidos para hacerse cargo de ellos. Y fomentado que se ofrezcan un mayor número de especies; que tengan diversos usos no únicamente maderables; que tengan características de crecimiento diferentes. También que la planeación y programación de producción de planta se haga en el ciclo previo para tener más certeza de la producción de la cantidad suficiente de planta y con la calidad necesaria.	Se ha mejorado la operación de los viveros pero, aun así, muchos productores se quejan de la calidad de la planta, de la lejanía de los viveros y de la disponibilidad de especies adecuadas para su beneficio.	En el ejercicio fiscal 2014 se encontró que en la producción concertada mediante convenios de colaboración y concertación suscritos con la CONAFOR participaron 219 instancias (públicas, sociales y privadas), con 258 viveros, una producción de 140,433,001 plantas de 109 especies forestales. No se incluyó la planta producida en los viveros de SEDENA y de la propia CONAFOR. Dos terceras partes de las especies producidas fueron del género *Pinus*.
Programar las actividades de producción de planta en el ejercicio anterior (2009).	Continuar mejorando la oportunidad del programa en la entrega de los recursos financieros y las plantas para reforestar; garantizar que las plantas sean entregadas a los productores al inicio de la temporada de lluvias; que los recursos para las obras se entreguen con anticipación al ciclo de lluvias. Existen regiones del país donde ya se ha superado el problema pero otras reportan serios problemas para recibir los apoyos.		Aunque se han realizado algunos ajustes en el proceso-recepción de la planta, éste continúa siendo uno de los puntos cruciales para mejorar los resultados obtenidos en la recuperación de áreas degradadas.
Controlar la procedencia de germoplasma, y que ayuda a elevar la cuota de supervivencia de las plantas (2010).			
Realizar la identificación de lugares potenciales para el establecimiento de nuevos viveros, de manera que se reduzcan los tiempos de traslado al sitio de plantación (2010).			

Recomendaciones en ejercicios fiscales anteriores	Recomendación en 2012	Relevancia (desde el juicio de la entidad externa 2012)	Cambios realizados en los apoyos de restauración forestal y reconversión productiva en los ejercicios fiscales 2013-2015
Proporcionar los recursos humanos, financieros y técnicos oportunamente, con el objetivo de que el periodo de permanencia de las plantas en el vivero sea el óptimo para cada especie (2011).			
Que los beneficiarios y asesores técnicos conozcan las fechas óptimas de plantación y realicen las actividades de preparación del suelo, adquisición y transporte de plantas, además del establecimiento en dicho periodo (2010).	Continuar mejorando la oportunidad del programa en la entrega de los recursos financieros y las plantas para reforestar; garantizar que las plantas sean entregadas a los productores al inicio de la temporada de lluvias; que los recursos para las obras se entreguen con anticipación al ciclo de lluvias. Existen regiones del país donde ya se ha superado el problema pero otras reportan serios problemas para recibir los apoyos.	Se ha avanzado en la oportunidad de la entrega de los recursos, pero aún falta mucho para ser deseable. Ésta ha sido la demanda más recurrente de los beneficiarios desde el inicio del programa.	La CONAFOR publicó un calendario del periodo óptimo de plantación por ecosistema y entidad.
En la evaluación complementaria de 2009 se propone el establecimiento de medidas para mejorar el desempeño y capacitación de los Asesores Técnicos Forestales.	Continuar con la mejora de los servicios de los Asesores Técnicos Forestales mediante una capacitación de los productores con mayor continuidad, un seguimiento más adecuado del trabajo de los asesores técnicos y asegurarles márgenes razonables de ingresos en correspondencia a su trabajo.	La necesidad de apoyo técnico ha sido manifestada constantemente por los productores, especialmente para las actividades de restauración o para apoyarles en proyectos que aprovechen el potencial productivo de sus áreas forestales.	El esquema en el que se maneja la asistencia técnica en los apoyos de restauración forestal y reconversión productiva tiene limitaciones dado que ésta sólo existe mientras se realiza la gestión de los apoyos y cuando se realizan algunas actividades
Implementar controles, como la entrega de productos como evidencia de los trabajos desempeñados por los Asesores Técnicos Forestales (2009).			

Recomendaciones en ejercicios fiscales anteriores	Recomendación en 2012	Relevancia (desde el juicio de la entidad externa 2012)	Cambios realizados en los apoyos de restauración forestal y reconversión productiva en los ejercicios fiscales 2013-2015
Se recomienda estudiar la posibilidad de que organismos externos distribuidos por área geográfica, supervisen las actividades de los Asesores Técnicos Forestales, para tener un mejor control de los proyectos (2009).			primordiales. Sin embargo, los técnicos no realizan actividades de seguimiento y en muchos de los casos, no dan recomendaciones a los beneficiarios sobre cómo mejorar los resultados de las acciones ejecutadas. En un escenario ideal, sería conveniente que los beneficiarios contaran con asistencia técnica permanente. Dado que los recursos públicos son insuficientes, sería conveniente considerar algún esquema de formación de líderes comunitarios en temas vinculados con la restauración forestal.
Medidas para mejorar el desempeño de los Asesores Técnicos Forestales: Bajo la consideración de que son quienes capacitan, asesoran y concientizan a los beneficiarios antes y durante el proceso constructivo, es necesario brindarles capacitación constante para que las recomendaciones que emitan sean las más adecuadas en función del tipo de obra, de las condiciones ambientales del predio y de la problemática por atender (2009).			

Fuente: Adaptado de UACh y CONAFOR (2013, 2015).

Tal como se desprende del Cuadro 2, los principales retos de las actividades de restauración forestal que la CONAFOR enfrenta, se podrían resumir en los siguientes puntos:

1. Que los viveros cuenten con los insumos necesarios (semilla, sustratos, fertilizantes, tecnología apropiadas) para garantizar que la planta producida es de calidad.
2. Contar con Unidades Productoras de Germoplasma Forestal para las especies útiles en las actividades de restauración forestal, y que la cantidad de especies sea acorde a la biodiversidad de las áreas forestales del país.
3. Manejar los relictos de la vegetación nativa y la vegetación secundaria a favor de los procesos de restauración.
4. Que los dueños de las áreas forestales cuenten con la capacitación adecuada y suficiente, para que tomen las decisiones más acertadas en el manejo de sus áreas forestales.
5. Que las acciones de restauración forestal perduren en el tiempo y contribuyan a la recuperación de áreas forestales degradadas en el país.
6. Influir en la conciencia ambiental de la ciudadanía, para que la sociedad en general valore la importancia de las actividades de restauración forestal en el país.

Un reto adicional —el eje medular de este trabajo de investigación —es que las especies utilizadas en las plantaciones con fines de restauración sean nativas y se utilicen dentro de su área de distribución natural, para evitar la posibilidad de que las plantas se comporten como especies invasoras y afecten la composición de los ecosistemas y los servicios ambientales derivados que éstos prestan.

4.3.1. Casos de éxito de restauración forestal en México

Si bien es cierto que en materia de restauración forestal no se han alcanzado todos los objetivos planteados por las diferentes instituciones, es importante destacar aquellos casos exitosos, en donde la participación de las organizaciones sociales ha sido vital. Ejemplo de ello son el ejido Noh-Bec, en Quintana Roo, la comunidad indígena de San Juan Nuevo en Michoacán, el parque ejidal San Nicolás Totolapan en la Ciudad de México, la Ventanilla en Santa María Tonameca Oaxaca y la comunidad de Ixtlán de Juárez en Oaxaca.

Ejido Noh-Bec

Se fundó en 1936, con 216 socios y una superficie de 24,122 hectáreas de selva mediana subperennifolia. De 1954 a 1982 los bosques del ejido Noh-Bec fueron administrados por la dirección técnica forestal de la unidad industrial de explotación forestal MIQRO. Al

terminarse la concesión en la década de los 80´s, el ejido tuvo la oportunidad de administrar por cuenta propia sus bosques, para lo cual declaró 18,000 hectáreas de selva como área forestal permanente con fines de producción forestal[8].

A partir de 1991 a Noh-Bec se le expidió por primera vez el sello verde por su buen manejo forestal. Hoy en día el ejido comercializa madera certificada por el Forest Stewardship Council (FSC) y cuenta con caminos e infraestructura suficiente para la transformación de la madera. Dentro de los objetivos del ejido se encuentran el desarrollo y conservación de la selva, impulsar el capital social y humano, y mantener el nivel de ingreso de los socios (Ríos-Cortez *et al*., 2012). Como parte de estos objetivos, el ejido declaró una zona de reserva forestal de 716 hectáreas; y año con año realizan reforestación de cientos de hectáreas de selva con especies como *Swietenia macrophylla*, *Metopium brownei* y *Manilkara zapota*.

La Ventanilla

La Ventanilla se ubica en el municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, fue fundada en los años setenta con solo cerca de 20 familias. Eventos meteorológicos extremos (sequías y huracanes) propiciaron que los habitantes de esta comunidad buscaran actividades alternas a la agricultura para generar ingresos económicos. Fue así como empezaron a cuidar sus recursos naturales y comenzaron a brindar servicios de ecoturismo. Se organizaron en una cooperativa para conseguir apoyo de diversas instituciones. La percepción de ingresos económicos por esta actividad incrementó el interés por proteger los humedales, se dejaron de consumir especies que tradicionalmente eran cazadas como la iguana, la tortuga marina, el venado o que usaban como el mangle[9]. Desde sus inicios hasta la fecha, se ha logrado la recuperación del humedal, el incremento de la superficie de mangle y de especies como el cocodrilo. Actualmente la Ventanilla forma parte de la Red de los Humedales de la Costa de Oaxaca. Todas estas acciones han contribuido a disminuir la migración ya que han incrementado y diversificado las fuentes de empleo (Carabias *et al*., 2010).

Parque Ejidal San Nicolás Totolapan

El Parque Ejidal San Nicolás Totolapan se encuentra en la delegación Magdalena Contreras y cuenta con una superficie de 1,700 hectáreas de bosque templado. El ejido tiene una superficie de más de 2,300 hectáreas, propiedad de 336 ejidatarios; forma parte del suelo de conservación de la Ciudad de México.

[8] http://sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/Presentacin%20de%20Experiencias%20Exitosas%20por%20Entidad%20F/Attachments/23/nohobe-qroo.pdf

[9] http://etzna.uacam.mx/epomex/pdf/mancos/cap33.pdf

Antes de convertirse en parque, en estas tierras se realizaba aprovechamiento forestal. A partir de la veda forestal muchas familias se vieron forzadas a vender sus tierras y buscar otros medios de sustento. Ante esta situación decidieron crear una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Con el paso del tiempo y gracias al apoyo de diversas instituciones hoy ofrecen diversas actividades recreativas como la pesca en estanques artificiales, cabalgatas por el bosque, visitas al Centro de Educación Ambiental "Los Brinzales", así como a una granja agrodidáctica.

Una vez consolidado el parque se creó la Reserva Ecológica Comunitaria ante el gobierno de la Ciudad, la cual ha surgido como un instrumento que permite recibir contribuciones económicas por la conservación de un área y sus servicios ambientales. De esta manera se han creado empleos temporales para realizar acciones de reforestación y protección de suelo. El tener ingresos para apoyar a todos los miembros del ejido en diversas actividades ha permitido una mayor cohesión entre los miembros, e incluso la participación de niños y mujeres (Carabias *et al*., 2010).

San Juan Nuevo Parangaricutiro

La comunidad indígena purépecha de San Juan Nuevo Parangaricutiro en el municipio de Nuevo San Juan, tiene 18,139 ha de bosques comunales de pino y encino. La historia de comunidad está marcada por la erupción del volcán Paricutín en 1944 y el programa Bracero, un programa de contrato de trabajo entre los gobiernos de Estados Unidos de América y México que se llevó a cabo desde los años cuarenta hasta principios de los sesenta[10].

Antes de 1980, los bosques de este ejido fueron explotados por empresas particulares, que hicieron un uso irracional de los bosques. Los comuneros dueños de las tierras tuvieron nula participación, razón por lo cual, la comunidad no recibía ingresos por la corta de madera (Bonfill, 2002). En 1979 se obtuvo la primera autorización de aprovechamiento forestal y en 1981 la comunidad inició el aprovechamiento. En 1983 se estableció un primer aserradero, marcando el inicio del proceso organizativo de la comunidad[11].

Actualmente la comunidad cuenta con 18,138.25 hectáreas, bajo los siguientes usos: arbolado bajo cultivo silvícola, 10,464 ha; arbolado de protección y áreas de recreación, 578 ha; plantaciones forestales, 1,100 ha; plantaciones agrícolas, 3,162 ha; plantaciones frutícolas, 1,208 ha; con lava volcánica, 1,626 ha (Barton y Merino, 2004).

[10] http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/431/cap8.html

[11] http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/296/cap5.html

Dentro de las prioridades de la comunidad se encuentra el proporcionar empleo a personas discapacitadas, reforestar para mantener saludables sus bosques y el incremento del ecoturismo.

Ixtlán de Juárez

Ixtlán de Juárez es una comunidad de origen zapoteco que se localiza en la región conocida como Sierra Norte en el estado de Oaxaca. Los bosques comunales de Ixtlán, al igual que los de otras comunidades de la región de la Sierra Juárez, estuvieron concesionados hasta principios de la década de 1980 a la empresa paraestatal Fábricas de Papel Tuxtepec. En 1988 Ixtlán formó su propia empresa comunal denominada Unidad Comunal Forestal, Agropecuaria y de Servicios (Acosta *et al*., 2010). Por otra parte, en enero de 1992 obtuvo la concesión para operar sus propios Servicios Técnicos Forestales, los cuales dependen directamente del Comisariado de Bienes Comunales. Actualmente, la superficie sujeta a aprovechamiento forestal es de 3,492.25 ha y cuentan con aserradero, estufa de secado y fábrica de muebles (Acosta *et al*., 2010).

Otra de las actividades desarrolladas en la comunidad de Ixtlán es llevada a cabo por la empresa de ecoturismo comunal denominada Ecoturixtlán “Shiaa Rua Via”. Cada año, posterior al ciclo de aprovechamiento la comunidad realiza actividades de reforestación y busca proteger las áreas de bosque mediante la vigilancia permanente de las zonas forestales[12].

Ahora bien, ¿Cuál ha sido la clave para que estos ejidos y comunidades tengan éxito en términos económico, social y ambiental? ¿Qué han hecho diferente al resto de ejidos y comunidades en donde no se ha alcanzado el éxito deseado?

Los recursos naturales de todos estos ejidos y comunidades tuvieron una situación inicial en común: la sobreexplotación por parte de empresas privadas o paraestatales; donde los dueños eran considerados únicamente como mano de obra. Otra característica es el nivel que la organización social de sus miembros ha alcanzado, estos ejidos realizan el aprovechamiento de sus tierras bajo títulos semicolectivos, con objetivos comunes como mejorar la calidad de vida de sus integrantes mediante el aumento de empleos, mayores ingresos y el control de sus recursos naturales.

En todos estos casos, la protección al ambiente es un valor intrínseco de las diversas actividades de aprovechamiento, lo cual apoya la premisa que la restauración de las áreas

[12] http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/pea_pp_2006_005.pdf

forestales degradadas debe realizarse con especies que en el futuro no solo representen beneficios ecológicos, si no también sociales y económicos.

Diversos estudios han mostrado que, cuando se permite a las comunidades manejar sus tierras y obtener beneficios de éstas, se logran resultados positivos en términos de conservación, logrando impulsar la economía regional, impulsar el desarrollo endógeno de las comunidades y fortalecer la gobernabilidad local (Carabias *et al*., 2010).

4.4. La importancia de utilizar especies nativas en la reforestación con fines de restauración

La sucesión ecológica puede entenderse como un proceso evolutivo natural, resultado de la modificación del ambiente físico por causas internas o externas al ecosistema. Este ecosistema por su propia dinámica sustituye a los organismos que lo integran. El proceso culmina con el establecimiento de un ecosistema biológicamente estable (Walker, 2005, Figura 3).

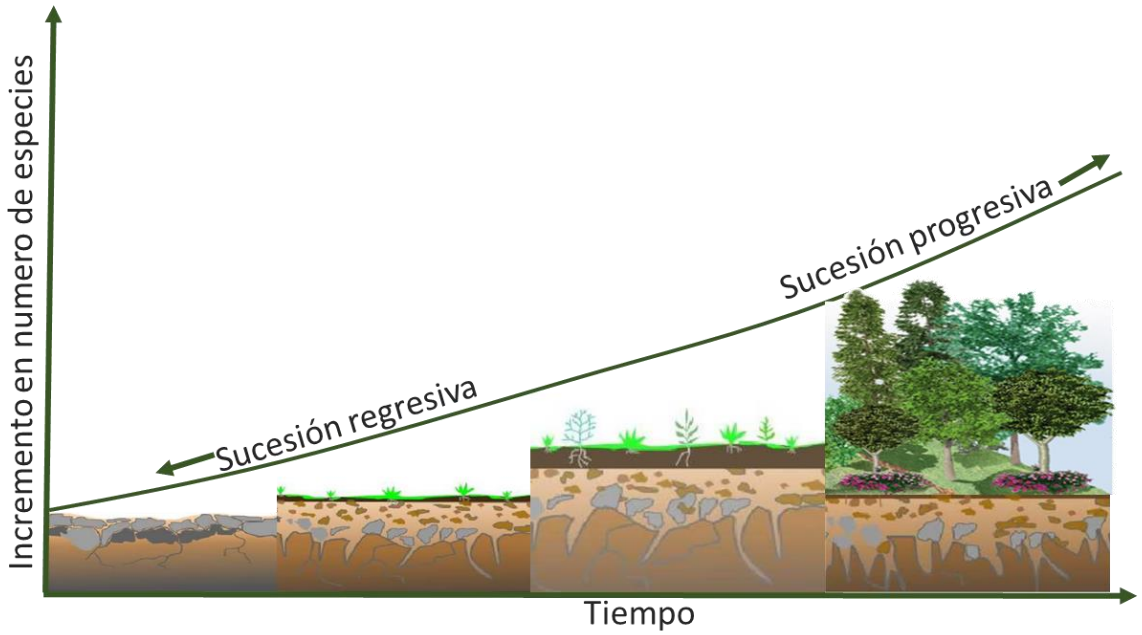


Figura 3. Sucesión ecológica en un ecosistema terrestre.
Fuente: Elaboración propia.

En términos de restauración, la sucesión ecológica es imprescindible, ya que permite establecer la base sobre los procesos mediante los cuales las comunidades bióticas dentro del ecosistema restaurado responden a las distintas afectaciones y permite valorar si éstas ocurren de manera similar a las condiciones de un ecosistema no perturbado.

Eugene Odum, el autor clásico de ecología en su obra "The Strategy of Ecosystem Development" señaló que entender el proceso de sucesión en un ecosistema es de importancia central para gestionar una gran cantidad de procesos ambientales (Christensen, 2014). Esta aseveración es de particular notoriedad en la intervención para restaurar un ecosistema forestal degradado y en las actividades de conservación (Granados y López; 2000 y Christensen, 2014).

Es preciso indicar que la sucesión ecológica, más allá de ser un proceso mecánico y predecible, es de naturaleza estocástica (Vanegas, 2009; Christensen, 2014). Esta condición puede ser el producto de que alguno de los tres procesos propuestos por Connell y Slatyer ocurran solos o simultáneamente (Figura 4):

1) Facilitación: Situaciones en las que una especie o un grupo de especies modifica su entorno para facilitar el establecimiento de otras especies.
2) Tolerancia: Es un modelo nulo, donde las capacidades de dispersión, historias de vida y longevidad de diversas especies determinan el proceso de sucesión.
3) Inhibición: Situaciones en que las especies invasoras tempranas usurpan los recursos disponibles y evitan o limitan el establecimiento de otras especies. La sucesión ocurre cuando las poblaciones de las especies invasoras comienzan a declinar.

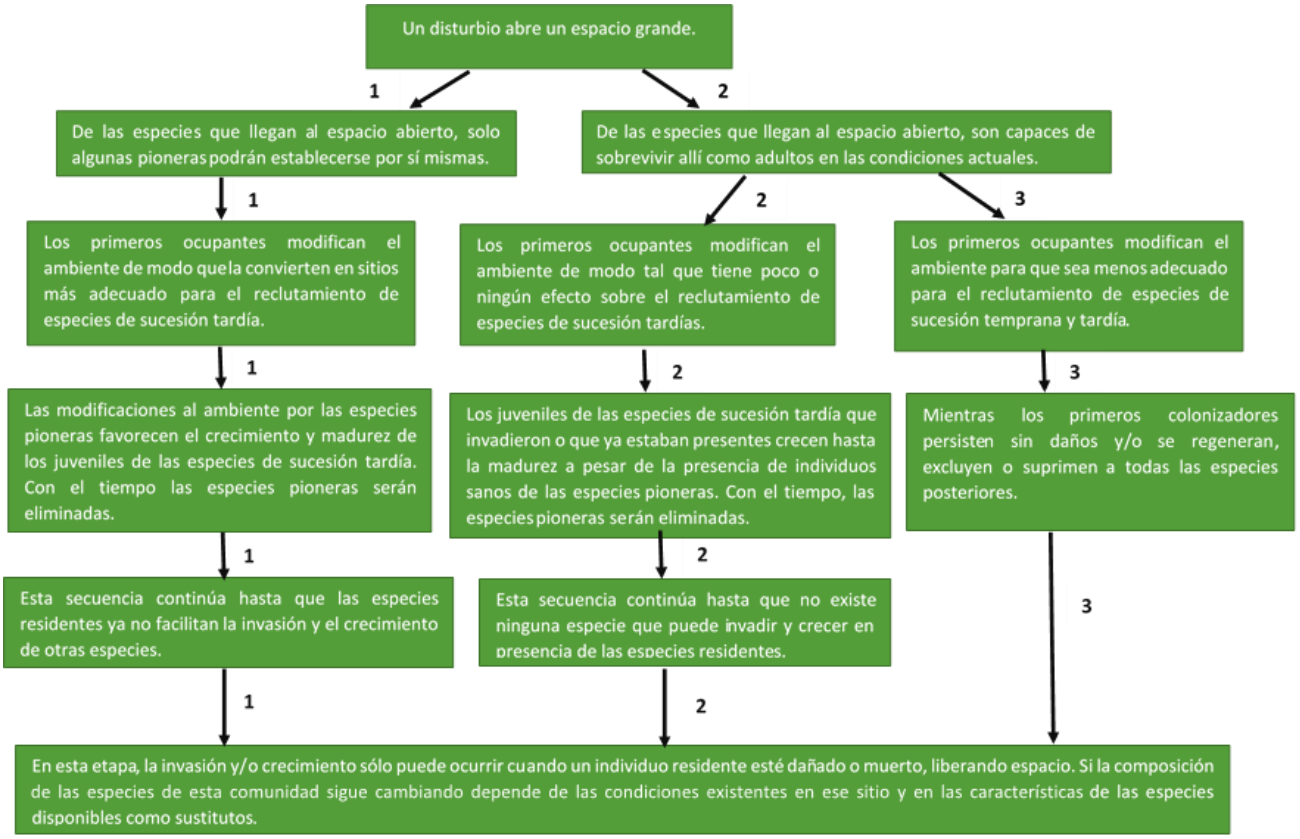


Figura 4. Tres modelos de los mecanismos que producen la secuencia de las especies en la sucesión.
Fuente: Connell y Slatyer (1977).

Considerando lo vertido en párrafos anteriores, las acciones de reforestación se justifican cuando se busca intervenir con el propósito de acelerar el proceso de sucesión ecológica.

Los trabajos de reforestación con fines de restauración deben realizarse con especies nativas y evitar el uso de especies introducidas. De acuerdo con Aguirre *et al.* (2009) y Gurevitch y Padilla (2004) el uso de especies introducidas puede desencadenar problemas ecológicos, como la pérdida de biodiversidad, el incremento de enfermedades, la disminución de alimento y nutrientes para las especies nativas. Los casos revisados por Christensen (2014) indican que las especies introducidas pueden comportarse como invasoras y evitar el establecimiento de especies nativas, lo que mermaría los resultados de todos los esfuerzos que se realicen en materia de restauración.

Tal como es explicado por la CONABIO (2010) el comportamiento invasor no está limitado/restringido a las especies exóticas, ya que algunas especies nativas pueden demostrar un comportamiento invasor cuando son introducidas a otra región ecológica distinta a su área de distribución en el mismo país (traslocación), o incluso en su sitio de origen, cuando se altera la dinámica ecológica del lugar.

En la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CONABIO, 2010) se señala, con base en lo indicado por Kolar (2004) que, "a pesar de que no todas las especies exóticas se vuelven invasoras de forma inmediata, los efectos potenciales de una especie no nativa son impredecibles y pueden llegar a ser devastadores, por lo que la defensa más eficiente es la prevención…". En dicha Estrategia también se indica que hay especies exóticas que, en ausencia de especies mutualistas asociadas, pueden no afectar el ecosistema donde fueron introducidas.

El dinamismo de las comunidades hace necesario que los objetivos de la restauración no se enmarquen en un escenario estático, ya que esto podría reducir las posibilidades de recuperar las áreas forestales. En Estados Unidos, por ejemplo, durante mucho tiempo el manejo de las áreas forestales trató de excluir el fuego, sin considerar que muchas especies han evolucionado en presencia de este elemento. Los administradores ahora reconocen la necesidad de incluir el manejo del fuego dentro de la administración de las áreas forestales, por ejemplo, a través del uso de quemas prescritas, realizadas con el objetivo de remover material de ignición y eliminar la continuidad de combustibles vivos, aunque la magnitud de los umbrales de fuego puede causar efectos no deseados (Mantgem *et al.* 2016).

En cualquier caso, los objetivos no pueden expresarse exclusivamente en términos de las prácticas de restauración y conservación que se emplean. El interés no debe centrarse en la restauración o conservación de las dinámicas de los ecosistemas *per se*; más bien se debe enfocar en la biodiversidad y los procesos de los ecosistemas clave que dependen de éstos. El manejo exitoso depende de una clara articulación de los objetivos específicos para la conservación de la biodiversidad y los procesos del ecosistema (Christensen, 2014).

Otro elemento de suma importancia en los ecosistemas forestales lo constituyen los remanentes de vegetación natural, consecuencia de las perturbaciones presentes en los ecosistemas (Wang *et al.,* 2016). Las perturbaciones conducen a cambios en la estructura de la vegetación; y los remanentes de vegetación nativa (parches producto de las perturbaciones) constituyen una posibilidad para a partir de ellos, iniciar actividades de restauración forestal. Estas áreas pueden considerarse resilientes de las actividades humanas y refugio de especies (Gomes *et al.*, 2012 y Prach, 2003; citados por Castañeda, 2015).

De esta forma, los proyectos de restauración deben considerar la sucesión ecológica, determinar la presencia/ausencia de bancos de semillas, elegir las prácticas más adecuadas en función del contexto del ecosistema y optar por el uso de especies nativas.

5. Restauración forestal bajo un enfoque de cuenca (Restauración Hidrológico-Forestal)

En esta sección del Manual se enfatiza la importancia de realizar las acciones de restauración forestal bajo un enfoque de cuenca, considerando aspectos esenciales del paisaje.

De igual forma, se brinda un panorama general de los criterios a considerar para la construcción de obras de conservación de suelo para la restauración de cuencas.

5.1 Cuenca hidrográfica

En las cuencas hidrográficas se sostienen sistemas biofísicos, socioeconómicos y político-administrativos, que interactúan entre si y conforman un gran sistema natural; estos espacios de territorio presentan características idóneas para la gestión sostenible de los recursos naturales con alta participación social, de tal forma que el desarrollo se genere desde adentro (Rodríguez, 2006). Por esta razón, se les considera un excelente medio para diseñar e instrumentar políticas orientadas al desarrollo rural y al manejo integral y sostenible de los ecosistemas (Sepúlveda y Rojas, 2002).

Una cuenca hidrográfica es un área limitada físicamente por su topografía, en donde las aguas superficiales son drenadas por una corriente o sistema de corrientes, de caudal continuo o intermitente, que pueden desembocar en un río principal, en una laguna o bien directamente en el mar. En los trabajos de conservación y restauración de ecosistemas es considerada como la unidad de planeación (Franquet, 2005; CONAFOR, 2014b). Las características propias de una cuenca son la forma, el tamaño, el relieve y la vegetación.

En una cuenca se pueden distinguir la parte alta, la parte media y la parte baja. La parte alta o parteaguas se conforma de laderas y montañas caracterizadas generalmente por su topografía abrupta, en la parte media se identifica el sistema de corrientes de agua así como las tierras onduladas y valles que conforman las áreas de transición donde se realizan diversas actividades productivas que propician el cambio de uso de suelo. Las partes bajas se distinguen por su topografía plana, que es aprovechada para la agricultura y para los asentamientos humanos (Figura 5).



Figura 5. Partes de una cuenca.
Fuente: World Vision (2004).

Una cuenca también puede ser dividida en subcuencas y microcuencas en función del drenaje superficial. Una subcuenca se conforma por el área de escurrimiento que alimenta a un afluente secundario; mientras que la microcuenca es el área de influencia de un afluente terciario (Figura 6).

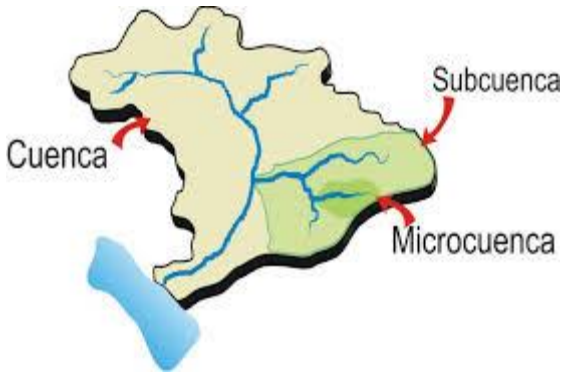


Figura 6. Cuenca, subcuenca y microcuenca.
Fuente: Ordoñez (2012).

Por el sistema de drenaje, las cuencas pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

a) Arréicas. Cuando no logran drenar a un río, mar o lago; sus aguas se pierden por evaporación o infiltración sin llegar a formar una red de drenaje.

b) Criptoirréicas. Las redes de drenaje superficial carecen de un sistema organizado de afluentes, por lo que las corrientes son subterráneas (zonas cársticas).

c) Endorréicas. Cuando las aguas son drenadas a un embalse o lago sin llegar al mar.

d) Exorréicas. Si las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como un gran río o el mar.

5.1.1. La Cuenca Hidrográfica como Sistema

El sistema de la cuenca hidrográfica se conforma por cuatro subsistemas, que varían de acuerdo con el medio en que se ubica la cuenca y el nivel de intervención del factor humano (World Vision, 2004):

a) Biológico. Integrado esencialmente por la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.

b) Físico. Integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radicación, precipitación, evaporación, etc.).

c) Económico. Se compone de las actividades productivas que realiza el hombre en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria y servicios para satisfacer necesidades propias y de la sociedad en general.

d) Social. Está integrado por elementos demográficos, culturales, organizacionales y políticos.

Estos subsistemas se encuentran interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal forma que al afectarse uno de ellos, el resto se desbalancea poniendo en peligro todo el sistema (Ramakrishna, 1997). Por ejemplo, si se deforesta irracionalmente la parte alta de la cuenca, es probable que en el periodo de lluvias se genere erosión, inundaciones y diversos problemas socioambientales en la parte media y baja de la cuenca.

Como ya se indicó, México es el cuarto país del mundo con mayor riqueza biológica (Espinosa *et al.*, 2008), sin embargo, es también uno de los países donde la diversidad se ve más amenazada por la destrucción de los ecosistemas y el deterioro de sus cuencas.

5.2. El Manejo Integral de Cuencas

El propósito de manejar una cuenca de forma integral es evitar que los subsistemas que interactúan dentro de ella se degraden, eliminen o contaminen, y que además, las personas que en ella habitan puedan satisfacer sus necesidades de forma que alcancen una calidad de vida óptima, en armonía con su ambiente.

El objetivo primordial del manejo de una cuenca es lograr un uso racional de los recursos naturales que en ella existen, considerando al hombre y la comunidad como el agente

protector o destructor (Ramakrishna, 1997). El manejo integral con enfoque de cuenca se logra con la ordenación de las áreas y sus usos de la parte alta a la parte baja.

El manejo integral de cuencas con enfoque de sistema es un instrumento idóneo para planificar proyectos territoriales estratégicos (en donde en caso de ser necesario, se incluyan proyectos de restauración forestal), constituye un marco para el análisis de los procesos ambientales como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos naturales proporcionando mayores resultados que las acciones sectoriales aisladas y dispersas de poco o nulo impacto (Cotler y Priego, 2004; López *et al*., 2013).

5.3 Restauración a nivel de cuencas y análisis de paisaje

Como entidad espacial, la cuenca funciona como un sistema complejo, dinámico y abierto, sin embargo, esta unidad no engloba la idea de homogeneidad, por lo que el gran reto para la caracterización del medio biofísico consiste en delimitar unidades ambientales homogéneas donde se pueda realizar una caracterización integral de los componentes naturales que permita conservar su integralidad sin perder de vista la heterogeneidad espacial. Para ello, el análisis del paisaje es de gran utilidad, pues permite obtener el inventario de los ecosistemas a nivel geográfico (Priego *et al.*, 2004).

El paisaje se define como un área terrestre heterogénea compuesta por un conjunto de ecosistemas interactivos que se repiten en forma similar a lo largo de un área dada (Forman *et al*., 1981). Turner e*t al*. (2001) definen al paisaje como un área que es espacialmente heterogénea en al menos un factor de interés (espacial o proceso ecológico). En general, se entiende por paisaje cualquier área de la superficie terrestre producto de la interacción de los diferentes factores presentes en ella y que puede ser observado en el espacio como un mosaico de elementos; en donde se distingue una matriz, que es la cobertura predominante en superficie y con mayor conectividad; conjuntos de parches que son porción de áreas diferentes a las coberturas que la rodean, un corredor que tiene la función principal de conectar a los parches y aumentar el flujo de las especies entre los diferentes parches; los bordes son porciones de superficie cercana al perímetro de una cobertura, las condiciones ecológicas y ambientales presentes son el resultado de su interacción con la cobertura adyacente (Forman, 1997; Turner *et al.,* 2001; Mace *et al*., 2012; Matthew *et al*., 2015;).



Figura 7. Paisaje de la selva mediana del estado de Guerrero.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

La restauración del paisaje forestal (RFP, FLR en inglés) representa un enfoque relativamente nuevo dentro de la restauración forestal; ha sido definido como "un proceso planificado que pretende recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en paisajes forestales que han sido deforestados o degradados" (Mansourian, 2005; Maginis *et al*., 2007; Newton *et al*., 2011).

El enfoque de restauración considerando a la cuenca como unidad de estudio y al paisaje como rector de la composición y organización del ecosistema posee una visión de futuro que además de preocuparse por devolver a los bosques su estado original, intenta fortalecer la resiliencia de los paisaje forestales y mantener abiertas opciones futuras que permitan beneficiarse del bosque y sus productos (Dudley *et al.,* 2007; citados por Newton *et al*., 2011).

La restauración forestal a nivel de paisaje se centra en el restablecimiento de las funciones y procesos clave de los ecosistemas en la totalidad del paisaje, en vez de restaurar pequeñas áreas de forma aislada. De esta forma la restauración se puede dirigir a un mosaico de áreas con diversos usos de suelo, incluyendo tierras agrícolas y diferentes tipos de bosque, en los cuales puede existir una mezcla equilibrada entre protección, manejo y restauración, que

proporcione biodiversidad y beneficios ecológicos, económicos y sociales (Aldrich *et al*., 2004)

Para hacer posible la restauración del paisaje, es necesario conocer y considerar la composición vegetal actual y pasada, edafología, clima, la interacción con la fauna, así como las actividades que se han desarrollado en el territorio. Ramakrishna (1997) ha hecho mención de que el manejo de los recursos naturales es complejo, y es por ello que las actividades parciales, puntuales y aisladas no alcanzan los resultados esperados.

5.4 Obras de conservación de suelos para la restauración de cuencas

Las obras de hidrología destinadas a la protección, conservación y restauración de cuencas son prácticas o tratamientos mecánicos y/o manuales; en las que se hace uso de materiales como el propio suelo, las rocas, la vegetación y sus residuos (troncos, ramas) y algunos otros de carácter comercial. Tienen por objetivo retener suelo y sedimentos, impedir la formación de cárcavas, atenuar las laderas accidentadas, captar e infiltrar agua de lluvia, reducir la velocidad de los escurrimientos, incrementar la humedad del suelo, mejorar la calidad del agua y reducir el impacto del viento.

Dichas obras deben apegarse a las propiedades y necesidades del terreno degradado, para ello se recomienda:

1. Recorrer el perímetro del predio a trabajar y cuantificar la superficie, así como identificar los factores de degradación.
2. Conocer el comportamiento de los escurrimientos superficiales del área, para lo cual se debe estimar la cantidad de agua de lluvia que escurre superficialmente (considerar la precipitación media anual, precipitación mínima y máxima) y los factores que inciden sobre el mismo (Ver Capítulo 4 del manual de Protección, restauración y conservación de suelos forestales de la CONAFOR).
3. Identificar el tipo de vegetación nativa, así como los materiales disponibles para la construcción de obras.
4. Seleccionar las obras para:
    - → Restauración de suelos en laderas o cárcavas.
    - → Infiltración de agua para recarga de acuíferos.
    - → Disminuir la degradación del suelo por erosión hídrica (laminar o en cárcavas), eólica, química o física.
    - → Captación de agua para reforestación de especies nativas.

De acuerdo con el manual de la CONAFOR, las obras y prácticas que pueden ser empleadas para la protección, conservación y restauración de suelos se enlistan a continuación[13]:

Cuadro 3. Obras y prácticas de conservación de suelo empleadas en la restauración hidrológico-forestal.

Obras en laderas	Obras en cárcavas
•Zanjas trinchera •Sistema de zanja-bordo •Terrazas de formación sucesiva •Bordos en curvas a nivel •Roturación •Barreras de piedra en curvas a nivel •Acomodo de material vegetal muerto •Barreras vivas •Terrazas de muro vivo •Terrazas individuales •Cortinas ropeviento •Sistemas agroforestales •Enriquecimiento de acahuales	•Presas de ramas •Presas de geocostales •Presas de llantas •Presas de morillos •Presas de piedra acomodada •Presas de malla •Presas de gaviones •Presas de mampostería •Cabeceo de cárcavas •Estabilización de taludes

A continuación se muestran ejemplos de obras de conservación y restauración de suelos construidos en predios apoyados por la CONAFOR.



Figura 8. Acomodo de material vegetal muerto



Figura 9. Barrera de piedras en curvas a nivel

[13] La CONAFOR ha publicado el documento "Protección, restauración y conservación de suelos forestales: Manual de obras y prácticas"



Figura 10. Terrazas individuales



Figura 11. Zanjas trincheras



Figura 12. Presas de morillos



Figura 13. Presas de ramas



Figura 14. Presa de piedra acomodada



Figura 15. Presa de geocostales

Fotografías: 8 a 14 UACh y CONAFOR (2015).

6. Buenas prácticas de reforestación con especies nativas

En este componente del documento se enfatizan los procedimientos para efectuar el proyecto de restauración a diferentes niveles, considerando utilizar obras de conservación y restauración de suelos y reforestación con especies nativas.

6.1. Definición del objetivo de la restauración

La restauración ecológica tiene como objetivo primordial la recuperación integral de un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente, sin excluir el hecho de que se trata de un sistema dinámico (Meffé y Carroll, 1994, citados por Márquez-Huitzil, 2005). Todas las estrategias encaminadas a la restauración deben partir del manejo integral de la biodiversidad considerando los procesos y funciones ecológicos iniciales. Por lo cual no bastará con identificar y terminar con los factores que provocan la degradación, también es necesario ayudar a revertirla mediante estrategias como la reforestación, la biorremediación, las obras de conservación de suelo, frenar la propagación de especies invasoras y la zonificación para detener el cambio de uso de suelo, entre otras.

Para garantizar su éxito en el largo plazo, los trabajos de restauración ecológica deben ser viables en tres aspectos: ecológico, económico y social. Habitualmente los técnicos con formación forestal enfocan sus energías en emprender acciones de restauración técnicamente viables, pero al desestimar los otros dos aspectos, se limita la participación de los actores sociales involucrados en el proceso.

6.2. Identificación y delimitación de zonas potenciales a restaurar

Con base en lo establecido por la CONAFOR-SEMARNAT en documentos como la Guía de Restauración de ecosistemas forestales, el Manual de Zonificación Ecológica de Especies Forestales y la Aplicación de Modelos de Simulación del Efecto del Cambio Climático, se propone una metodología que permita identificar y delimitar las áreas degradadas y potenciales de restaurar mediante reforestación con especies nativas.

En la selección de las áreas potenciales se recomienda utilizar técnicas espaciales basadas en análisis multicriterio y álgebra de mapas; bajo la consideración de criterios e indicadores biofísicos, socioeconómicos, culturales y políticos.

En este documento se hace énfasis en los primeros tres criterios (Cuadro 4).

Cuadro 4. Criterios e indicadores biofísicos, socioeconómicos y culturales que se recomienda considerar para realizar actividades de restauración forestal.

Biofísicos	Socioeconómicos	Culturales
Temperatura media anual	Densidad de población	Grupo étnico
Precipitación media anual	Actividades económicas	Usos y costumbres
Tipo de suelo	Educación	Uso de recreativo
Tipo de clima	Vías de comunicación	Uso medicinal
Altitud	Tenencia de la tierra	
Índice de fragmentación	Índice de desarrollo humano	
Pendiente promedio		
Exposición predominante		
Tipo de vegetación		
Porcentajes de cobertura arbórea		

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

6.3 Criterios para la caracterización del sitio a restaurar

En México se ha definido que el bosque es una porción de terreno que como mínimo tiene una ha de superficie (1 ha), una cobertura de dosel de al menos 30 % y una altura mínima del arbolado de 4 m (Sasaki y Putz, 2009; citados por Leyva, 2016). Esta definición cumple con los criterios sugeridos por Thompson *et al*. (2013; citados por Leyva, 2016) quienes sugirieron contemplar el umbral (valor) de tres características cuantitativas: cobertura de copa, superficie mínima y altura del arbolado, los cuales pueden estar relacionados con las existencias de biomasa y carbono (Morales-Barquero *et al*., 2014; citados por Leyva, 2016).

Hay una gran variabilidad de definiciones de degradación forestal. Operativamente, esta restricción limita la estandarización de acciones para contrarrestarla, pues introduce un sesgo en función del evaluador de la degradación.

En este texto, se entenderá como bosque degradado aquel cuyas alteraciones (de origen antropogénico o natural) han deteriorado las condiciones de su estructura y composición (vertical y horizontal) a un grado en el que su capacidad de resiliencia se ha visto disminuida y en consecuencia, se ha afectado la capacidad del bosque para producir bienes (por ejemplo madera, hongos, resinas, ceras, entre otras) y servicios ecosistémicos. El deterioro existente justifica la intervención humana.

La degradación forestal es un tema complejo en la gestión de los recursos naturales. Al igual que en otras actividades productivas, los beneficiarios de las actividades que generan la degradación no pagan todos sus costos, hay incentivos para generar más degradación de la que sería racional en sentido económico estricto y la degradación altera la distribución de la riqueza, lo que podría conducir tanto a una mayor como a una menor equidad, según quién gane o pierda (Lipper, 2000).

Aunque comparar el estado del bosque con la condición original es una recomendación frecuente, no siempre es posible, sobre todo en los casos donde los procesos de degradación han sido observados por varias generaciones. Por ejemplo, en la mixteca oaxaqueña, en Tlaxcala y el semidesierto del centro y norte del país donde las personas refieren que nunca ha habido bosque, sin embargo, los pequeños parches con vegetación primaria o vegetación secundaria constituyen una posibilidad para orientar los trabajos de restauración.

En 2012 se realizó un taller denominado Monitoreo de la Degradación de los Ecosistemas, que contó con la participación de más de 40 especialistas de diferentes instituciones nacionales. Dichos especialistas coincidieron en la necesidad de fortalecer los esfuerzos actuales para el monitoreo de los recursos naturales a través de la incorporación de objetos de estudio relacionados con la composición, estructura y función de los ecosistemas; así como de su nivel de degradación; con una alta resolución espacial y temporal, a bajo costo y que permita ser analizado desde diferentes ópticas de especialización. Se propuso incorporar el muestreo de fauna al Inventario Nacional Forestal y de Suelos y el establecimiento de sitios para monitoreo permanente a cargo de universidades, Áreas Naturales Protegidas, Organizaciones de la Sociedad Civil y en los proyectos apoyados por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) (García-Alaniz y Schmidt, 2012).

Las reducciones en cobertura de copa, altura de los árboles y afectación al estrato arbustivo y herbáceo quizá son los elementos más fáciles de identificar en un área forestal. Leyva propuso evaluar la degradación con un índice que utiliza variables como volumen y densidad (número de árboles/ha, cobertura de dosel, área basal), así como indicadores de daño específico en el arbolado y de biodiversidad de abundancia proporcional de Shannon-Wiener (Leyva, 2016).

El autor señaló la conveniencia de mejorar este índice con información auxiliar sobre la salud forestal (presencia/ ausencia de incendios, actividades de detección de plagas y enfermedades). Sin embargo, un elemento que este índice no considera (de vital importancia) es el suelo. La condición de degradación del suelo puede estar relacionada con su nivel de compactación.

En este manual se propone caracterizar los sitios que serán restaurados en función de los siguientes elementos:

1. Ubicación del predio dentro de la cuenca
2. Estructura de la vegetación (vertical y horizontal) en los remanentes de vegetación primaria o en la vegetación secundaria)
3. Diversidad
4. Compactación del suelo
5. Fragmentación del paisaje
6. Distribución potencial de la especie
7. Salud forestal
8. Susceptibilidad ante actividades antropogénicas

A continuación se describen brevemente los mecanismos para caracterizar los sitios a restaurar.

6.3.1. Ubicación del predio dentro de la cuenca

Las características fisiográficas de las superficies dentro de una cuenca determinan su aptitud potencial. Faustino y Jiménez (2000) identificaron seis vocaciones potenciales de las cuencas: hídrica, forestal, agrícola, pecuaria, recreativa y ecológica; determinadas por los recursos más abundantes en calidad y cantidad, además de su capacidad de soporte y los valores socioculturales y económicos que definirán el uso más apropiado de la cuenca.

El manejo adecuado de cuencas implica definir las áreas apropiadas para la producción o para la conservación, o bien, realizar acciones productivas sin ocasionar graves efectos negativos sobre los recursos naturales. Existen diversas prácticas recomendadas con este objetivo, entre las que se encuentran distintas prácticas agronómicas, forestales, agroforestales, estructuras hidráulicas, manejo de áreas protegidas, control de torrentes y defensas de riberas, uso adecuado de agroquímicos y plaguicidas, servicios ecológicos y agroindustrias (Faustino y Jiménez, 2000).

Analizar el predio donde se efectuarán actividades de restauración forestal en el contexto de la cuenca es importante porque sus condiciones tendrán efectos en el proyecto. En función de su magnitud, la recuperación de las áreas forestales degradadas tendrá un efecto en la estabilización de la cuenca ante los mecanismos torrenciales a través del incremento de la infiltración y la reducción de la velocidad del escurrimiento superficial, entre otros (Mintegui y Robredo, 1994).

La interacción dentro de los diferentes usos y presiones del suelo presentes en la cuenca podrá influir sobre el éxito de los proyectos de restauración. Por ejemplo, Lindig-Cisneros y

Zambrano (2009) indicaron que en los casos donde el régimen hídrico ha sido alterado por acciones como deforestación o sobreexplotación de acuíferos es prácticamente imposible restaurar humedales similares a los que se degradaron o crear humedales ricos en especies nativas.

En una cuenca hidrográfica, el proceso de degradación se puede localizar en las laderas, o en los cauces y los valles. En términos prácticos, es prioritario iniciar los procesos de restauración en las partes altas de las cuencas, pues si éstas se encuentran desprotegidas, los procesos erosivos pueden afectar los resultados de las plantaciones establecidas en las secciones medias o baja. En los casos donde las masas forestales de las partes altas no tienen problemas de degradación, los procesos de restauración podrían realizarse inicialmente en la sección media de la cuenca.

6.3.2. Análisis de la estructura de la vegetación

La estructura de la vegetación puede entenderse como la constitución de un bosque en términos de especies, estratos, clases de edad y tamaño de los árboles (Musálem y Fierros, 1996). Mediante manejo forestal la estructura puede ser modificada a través del control de la composición del bosque, la densidad de plantación y cortas de regeneración.

6.3.2.1. Estructura vertical de la vegetación

La estructura vertical de la vegetación juega un papel muy importante en los proyectos de restauración, ya que influye en la dinámica suelo-planta, modifica el ciclo de reproducción, disminuye el crecimiento de maleza, y tiene una relación muy importante con factores abióticos, como la temperatura, la humedad y el aprovechamiento de la luz (Zehm *et al*., 2003).

Es también un factor determinante para definir el hábitat de las comunidades de origen animal, ya que permiten protección a las especies de diferentes estratos y definen el comportamiento de las especies (Wood *et al*., 2012, Hutto *et al*., 2014).

En la Figura 16 se representa un bosque incoetáneo mezclado, con ejemplares de diferentes especies, diferentes alturas y diámetros variables.



Figura 16. Representación gráfica de un bosque incoetáneo mezclado.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con autores como Stark *et al*. (2015) y Musálem y Fierros (1996), mantener un bosque con las características anteriores favorece en mayor grado la restauración ecológica, debido a que la mezcla de especies las hace menos propensas a daños por plagas y enfermedades, albergan una mayor cantidad de mesofauna[14] , lo que hace más eficiente el reciclado de nutrientes, la fauna silvestre se ve altamente beneficiada por una mayor cantidad de alimento y refugio.

Para describir la estructura vertical de la vegetación se pueden elaborar histogramas de frecuencias por categorías de altura. La Figura 17 muestra el histograma que describe al bosque representado en la Figura 16.

[14] Organismos descomponedores de la materia orgánica que miden de 0.1 a 2mm, comúnmente escarabajos y ácaros).

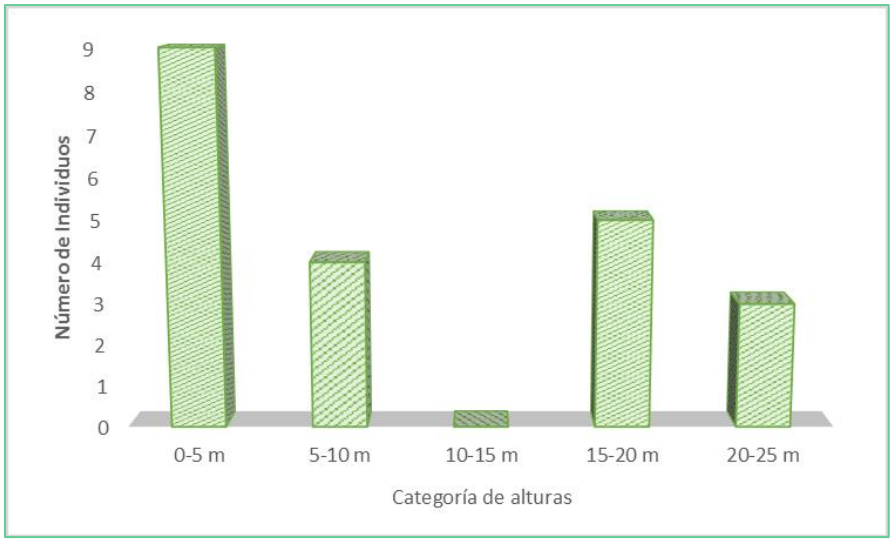


Figura 17. Estratificación vertical del componente arbóreo.
Fuente: Elaboración propia.

Existe un variado instrumental diseñado para determinar la altura de los diferentes estratos que conforman un ecosistema, por ejemplo el clinómetro/brújula Suunto, el relascopio de Bitterlich, el medidor láser, la pistola haga, etc.

Cada una de las herramientas enlistadas en el párrafo anterior tiene un costo relativamente alto. En términos prácticos, si se careciera de éstas podría recurrirse a la construcción de un clinómetro casero, que se basa en principios trigonométricos y cuyo uso otorga un nivel de precisión aceptable.

6.3.1.1.1. Clinómetro casero

La elaboración del clinómetro requiere de materiales sencillos: un transportador, un tubo pequeño (puede ser un popote), 10 cm de hilo delgado y una plomada (Figura 18).

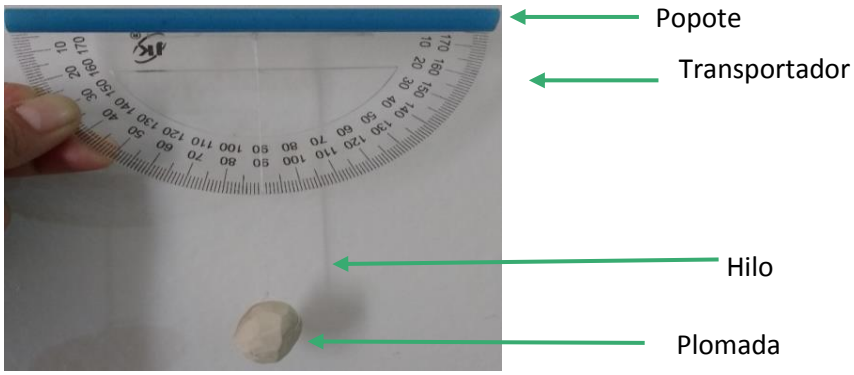


Figura 18. Clinómetro casero.
Fotografía: Magda Vanegas López.

La forma de determinar la altura de los árboles se muestra en la Figura 19.

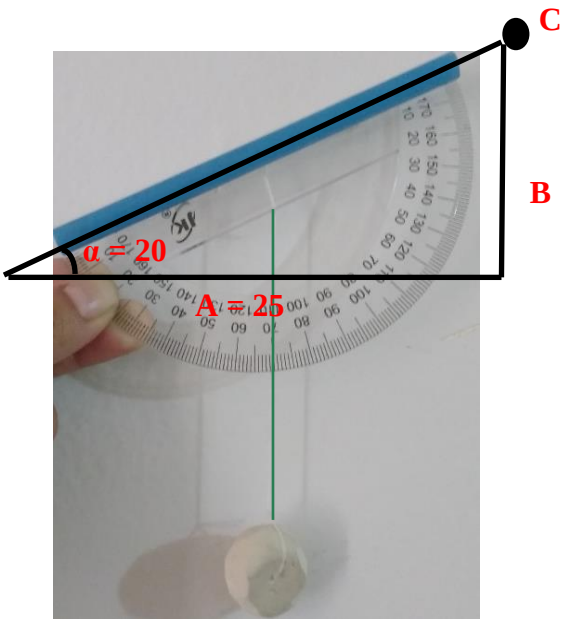


Figura 19. Relación trigonométrica para determinar la altura de los arboles mediante clinómetro casero.
Fotografía: Magda Vanegas López.

En el ejemplo de la Figura 19, el punto C representa la copa del árbol o el punto máximo que se desea medir, A es la distancia del árbol al punto del observador, B es la altura que se desea conocer. Mediante el clinómetro se determina el ángulo α que para este caso es de 20°.

La relación trigonométrica que nos permitirá calcular B es la siguiente:

$$B = (A * \tan \alpha) + \text{la altura del observador}$$

Suponiendo una altura a nivel de los ojos del observador de 1.60, la altura del árbol es de 10.67 metros.

$$B = (25\ m * 0.363) + 1.60\ m = 10.67$$

Si se dispone de equipo de cómputo básico, acceso a internet y cámara fotográfica, también se pueden realizar análisis de la estructura de la vegetación a través de un algún software diseñado con este propósito. A continuación se describe brevemente el uso del programa libre denominado Sidelook.

6.3.1.1.2. Sidelook

Una herramienta que ha demostrado ser muy útil para realizar análisis de la estructura de la vegetación mediante el uso de fotografías digitales es el software Sidelook (Nobis y Hunziker, 2005). La manipulación del software es rápida y fácil de aplicar, además de encontrarse disponible de forma gratuita en el siguiente vínculo http://www.appleco.ch/.

Entre los parámetros más importantes que pueden ser calculados mediante Sidelook se encuentran la altura por estrato de la vegetación, densidad y heterogeneidad de la vegetación; además realiza cálculos que permiten inferir datos como la movilidad de especies y la penetración de la luz en los diferentes estratos (Zehm *et al*., 2003; Nobis, 2005).

La metodología consta de cuatro pasos principales:

1. Tomar una fotografía digital panorámica del área que se desea caracterizar. Esta fotografía debe ser tomada con un objeto de referencia de dimensiones conocidas, tal como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Fotografía panorámica con objeto de dimensiones conocidas.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2015).

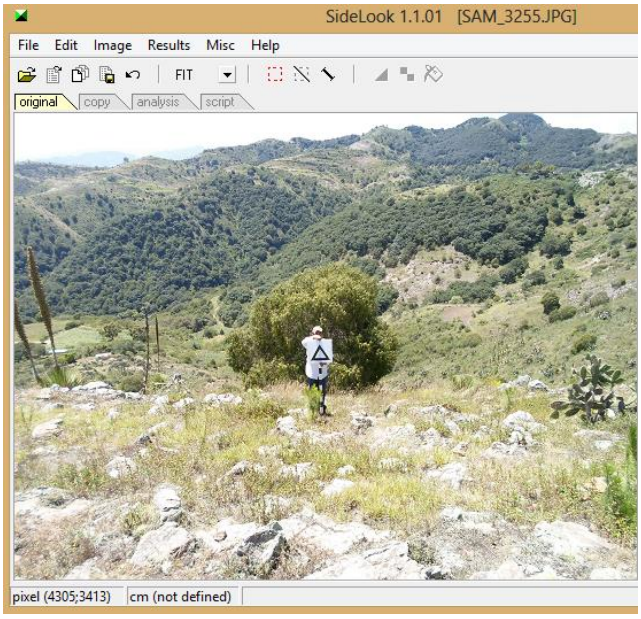


Figura 21. Vista principal del software Sidelook.
Fuente: Elaboración propia con base en el software Sidelook.

3. La fotografía debe sufrir un proceso de ecualización hasta poder distinguir únicamente la vegetación que se desea incluir en el análisis. En la Figura 22, los pixeles en negro representan la vegetación que será tomada en cuenta para todos los cálculos y los pixeles en blanco serán excluidos del análisis.

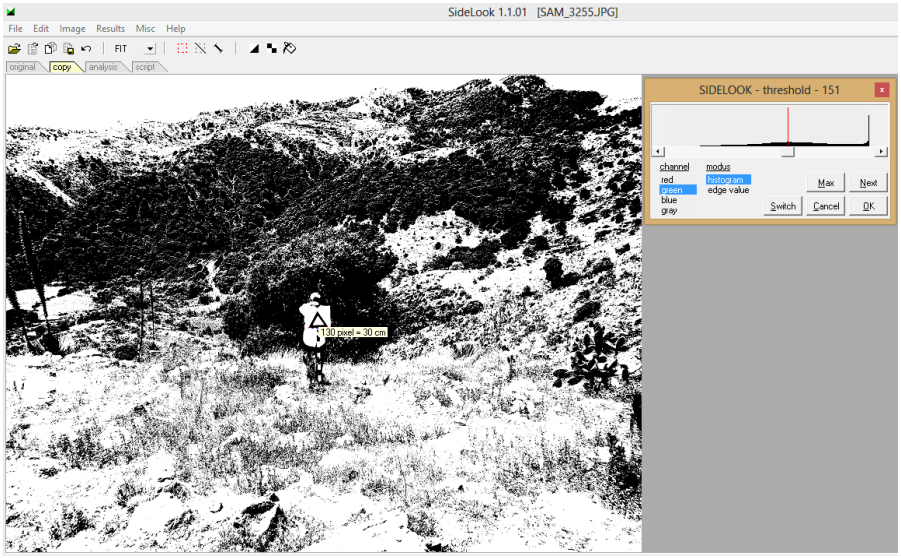


Figura 22. Ecualización aplicada a la imagen original.
Fuente: Elaboración propia con base en el software Sidelook.

4. Seleccionar las variables que se desean calcular (es posible seleccionar todos los que se muestran en la parte izquierda de la Figura 23).

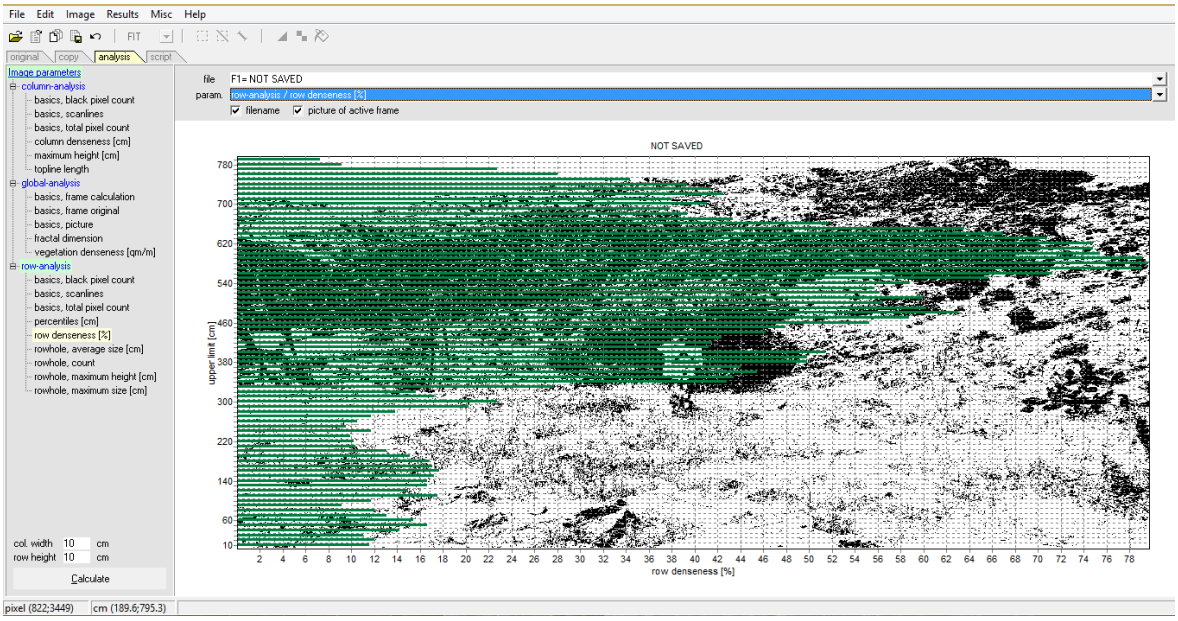


Figura 23. Resultado del análisis en Sidelook.
Fuente: Elaboración propia con base en el software Sidelook.

En este ejemplo, el software detectó en la fotografía alturas de hasta 8.7 metros, cuyos individuos cubren aproximadamente 7 % del área. La altura más baja que pudo detectar fue de 10 cm, con una cobertura cercana al 12 %.

6.3.2.1. Estructura Horizontal de la vegetación

La estructura horizontal de la vegetación busca determinar los individuos que la conforman y su distribución espacial. Su caracterización se relaciona principalmente con la densidad, tamaño de copa de los árboles y el diámetro de su tronco.

La cobertura del dosel desempeña un papel importante en la cantidad de luz solar que llega al suelo del bosque. Cuando se permite la penetración de una gran cantidad de luz solar al piso del dosel, puede llegar a desarrollarse un denso sotobosque. Como resultado de un dosel denso, muy poca cantidad de luz solar llegará hasta el suelo del bosque, y, por consiguiente, el sotobosque será escaso (Musálem y Fierros, 1996).

Generalmente los doseles se clasifican como: abiertos (del 10-39 % del cielo está obstruido por los doseles); moderadamente cerrados (del 40-69 % del cielo está obstruido por los doseles de los árboles) o cerrados (del 70-100 % del cielo está obstruido por los doseles de los árboles).

Existen diversos instrumentos para determinar la cobertura del dosel de los bosques los más utilizados son el densiómetro y la cámara fotográfica con lente “ojo de pescado”.

6.3.2.1.1. Densiómetro

El densiómetro consta de 24 cuadros en la parte central. En éstos se debe estimar el número de cuadros cubiertos por la vegetación. El procedimiento para tal fin se describe a continuación:

1. Sostener el densiómetro de una forma plana a una altura de 1.30 metros (la altura puede variar dependiendo de las condiciones del sotobosque).

2. Cada cuadro debe subdividirse en 4, asignando un valor de 1 a cada cuadrante, por lo que al final se tendrán 96 cuadros (Figura 24).

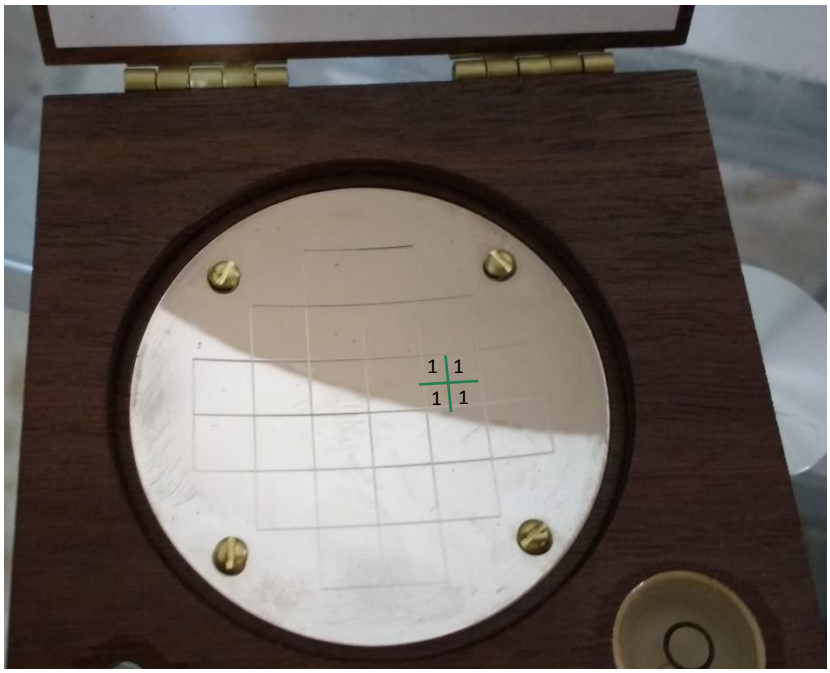


Figura 24. Densiómetro cóncavo.
Fotografía: Magda Vanegas López.

3. Contar el número de cuadros cubiertos por la sombra del dosel. Se recomienda tomar cuatro lecturas (Norte, Sur, Este y Oeste) y promediarlas.

4. Finalmente para obtener el porcentaje de cobertura, es necesario multiplicar el número de cuadros cubiertos por la constante 1.04.

6.3.2. Índices de diversidad

Existe una gran variedad de índices para medir la diversidad biológica. Los índices de diversidad son aquellos que describen la diferencia existente entre las especies que se desarrollan en un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia) (Moreno, 2001). Estos índices proveen de información para caracterizar el sitio que se pretende restaurar, a continuación se mencionan los más utilizados y recomendados por la literatura.

6.3.2.1. Índice de Simpson

El índice de Simpson es utilizado para determinar la diversidad de una comunidad vegetal. Este índice se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos "extracciones" sucesivas al azar, sin reemplazo. La ecuación adecuada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad se presenta a continuación:

$$S=1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

Donde:

S = Índice de Simpson

Pi = abundancia proporcional de la iésima especie (ni/N)

ni = Número de individuos en la iésima especie

N = Número total de individuos

6.3.2.2. Índice de Shannon-Wiener

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas en un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra (Moreno, 2001). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H= \sum Pi * ln\, Pi$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

Pi = abundancia relativa

ln = logaritmo natural

6.3.2.3. Índice de equidad

Para conocer qué tan homogéneas son las parcelas o sitios de muestreos en cuanto a la abundancia de las mismas especies se recomienda utilizar el índice de equidad.

$$E = \frac{H}{ln\,(S)}$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener

S = Número total de especies

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie (Zarco-Espinoza *et al*., 2010).

6.3.3. Índices de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies. Fue desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie, es de utilidad especial en bosques mezclados. Se estima con base en la suma de tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El resultado revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100, la suma total de los valores del IVI debe ser igual a 300.

La fórmula utilizada para calcular el IVI es la siguiente:

$$IVI = Abundancia\ relativa + Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa$$

La dominancia puede calcularse de la siguiente forma:

$$Abundancia\ relativa = \frac{Dominancia\ absoluta\ por\ especie}{Dominancia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} X100$$

Donde:

$$Abundancia\ absoluta = \frac{Área\ basal\ o\ cobertura\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

La densidad relativa se calcula con la fórmula siguiente:

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} X\ 100$$

Donde:

$$Densidad\ absoluta = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

La frecuencia relativa se calcula de la siguiente forma:

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} X100$$

Donde:

$$Frecuencia\ absoluta = \frac{Número\ de\ cuadros\ en\ los\ que\ se\ presenta\ cada\ especie}{Número\ total\ de\ cuadros\ muestreados}$$

Para obtener el área basal de los árboles en metros cuadrados se utiliza la siguiente ecuación:

$$AB = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{DAP}{100}\right)^2$$

Donde:

AB = Área basal
DAP = Diámetro a la altura de pecho

6.3.4. Compactación del suelo

La compactación del suelo se puede definir como un proceso mecánico que genera un aumento de la densidad por la reorganización de las partículas del suelo como respuesta a la aplicación de fuerzas externas.

La compactación afecta principalmente la capa superficial del suelo, sección que almacena la mayor cantidad de nutrientes y en la cual se desarrolla la mayor cantidad de raíces de la vegetación. Al disminuir la porosidad del suelo se reduce el crecimiento de las raíces y desarrollo de la fauna del suelo (FAO, 2000; FAO, 2009).

Ante procesos de compactación también se disminuye la permeabilidad del suelo, lo que ocasiona que las plantas sufran estrés hídrico, se incrementa el escurrimiento superficial y la erosión del suelo.

El grado de compactación del suelo está determinado principalmente por el espesor y naturaleza de la hojarasca, contenido de materia orgánica, textura, estructura y el contenido de humedad del suelo.

Para tener una idea del nivel de degradación física del suelo y en específico del grado de compactación, se utiliza el índice estructural IE (Pieri, 1995); mismo que permite conocer el nivel de degradación física del suelo y el grado de compactación. El IE se determina como la relación entre el contenido de materia orgánica y la fracción mineral fina del suelo, con base en la siguiente ecuación.

$$IE = \%\ MOS / (\%\ Limo + \%\ Arcilla) \times 100$$

Los resultados de IE inferiores a 5 indican suelos degradados, IE con valores de 5 a 7 suelos con alto riesgo a la degradación física por encostramiento o compactación, IE de 7 a 9 suelos con moderado riesgo a la degradación y valores de IE mayores a 9 son suelos estructuralmente estables.

6.3.5. Materia orgánica del suelo

La materia orgánica (MO) del suelo la conforman principalmente los restos vegetales y animales parcialmente descompuestos y sin descomposición que se encuentran en el suelo, el material orgánico bien descompuesto recibe el nombre de “sustancias húmicas”. La MO mejora la condición física del suelo, aumenta la infiltración del agua, disminuye la erosión y aumenta el potencial productivo.

La materia orgánica contiene cerca del 5 % de nitrógeno total (N), y funge como reserva de este elemento, también es fuente de otros nutrientes como fósforo (P), magnesio (Mg), calcio (Ca), azufre (S) y micronutrientes (FAO, 2009; PPI *et al*., 1988).

El contenido de materia orgánica del suelo depende de los factores formadores del suelo: clima, vegetación, relieve, material parental y el tiempo.

Existen diversos métodos que permiten conocer el contenido de materia orgánica del suelo, desde los más básicos como la determinación en campo utilizando agua oxigenada (únicamente indica la presencia/ ausencia de MO), la relación del color del suelo con el contenido de MO, hasta aquellos donde la determinación se realiza en laboratorio (por ejemplo, el método por pérdidas de peso por ignición y el de combustión húmeda de Walkley-Black) (NOM-021-RECNAT-2000; La Manna *et al*., 2007; Vergara-Sánchez *et al*., 2005).

La Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 describe el procedimiento para determinar la materia orgánica del suelo a través del contenido de carbono orgánico con el método de Walkley y Black. Este método se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado. Después de un cierto tiempo de espera la mezcla se diluye, se adiciona ácido fosfórico para evitar interferencias de Fe_{3+} y el dicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre un 70 y 84% del carbón orgánico total por lo que es necesario introducir un factor de corrección, el cual puede variar entre suelo y suelo. En los suelos de México se recomienda utilizar el factor 1.298 (1/0.77).

Finalmente el % de MO se estima a través de la siguiente ecuación:

% Materia orgánica = % Carbono Orgánico x 1.724

Los valores de referencia para clasificar la concentración de la materia orgánica en los suelos se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación de la concentración de materia orgánica en los suelos

Clase	Materia orgánica (%)	
	Suelos volcánicos	Suelos no volcánicos
Muy bajo	<4.0	<0.5
Bajo	4.1-6.0	0.6-1.5
Medio	6.1-10.9	1.6-3.5
Alto	11.0-16.0	3.6-6.0
Muy alto	>16.1	>6.0

Fuente: NOM-021-RECNAT-2000.

Otra forma de determinar el contenido de materia orgánica en el suelo, aunque menos preciso que los realizado a nivel de laboratorio, es relacionando el contenido de MO con el color del suelo seco y/o húmedo en la tabla Munsell (Cuadro 6). Esta estimación se basa en la suposición de que el color del suelo (valor) es resultado de la mezcla de sustancias orgánicas de color oscuro y minerales de color claro (FAO, 2009). Los valores de materia orgánica siempre deberán ser estimados en el lugar ya que el método no es preciso: es común sobrestimar el contenido de MO en suelos de regiones secas y subestimar en suelos tropicales.

Cuadro 6. Estimación del contenido de materia orgánica basado en el color del suelo de la tabla Munsell.

Color	Valor Munsell	Suelo Húmedo			Suelo seco		
		A	AF, FA, F	FL, L, FYL, FY, FYA, YA, YL, Y	A	AF, FA, F	FL, L, FYL, FY, FYA, YA, YL, Y
		%					
Gris claro	7				<0.3	<0.5	<0.6
Gris claro	6.5				0.3-0.6	0.5-0.8	0.6-1.2
Gris	6				0.6-1	0.8-1.2	1.2-2
Gris	5.5			<0.3	1-1.5	1.2-2	2-3
Gris	5	<0.3	<0.4	0.3-0.6	1.5-2	2-4	3-4
Gris oscuro	4.5	0.3-0.6	0.4-0.6	0.6-0.9	2-3	4-6	4-6
Gris oscuro	4	0.6-0.9	0.6-1	0.9-1.5	3-5	6-9	6-9
Gris negro	3.5	0.9-1.5	1-2	1.5-3	5-8	9-15	9-15
Gris negro	3	1.5-3	2-4	3-5	8-12	>15	>15
Negro	2.5	3-6	>4	>5	>12		
Negro	2	>6					

Nota: Si el croma esta entre 3.5-6, adicionar 0.5 al valor, si el croma es >6, adicionar 1.0 al valor.
Fuente: FAO (2009).

Otra forma de inferir el contenido de MO es conociendo el espesor del mantillo del suelo (hojarasca, frutos, restos de animales, ramas y raíces). El estudio realizado por Barrales (2013) reporta valores del contenido de nitrógeno y fósforo de mantillo en tres tipos de bosques sin manejo: *Fagus grandifolia, Quercus spp.* y *Pinus montezumae* (Cuadro 7). Estos valores pueden tomarse como referencia del contenido de dichos nutrientes respecto a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo.

Cuadro 7. Contenido de Nitrógeno, Fósforo en mantillos de *Fagus grandifolia, Quercus spp* y *Pinus montezumae*.

Especie	Nitrógeno (g Kg^{-1})	Fósforo (g Kg^{-1})
F. grandifolia	16.33	0.53
Quercus sp.	6.50	0.60
P. Montezumea	11.42	0.57

Fuente: Adaptado de Barrales (2013).

Es preciso reiterar que siempre es recomendable realizar análisis de laboratorio de suelo y mantillo para conocer con mayor exactitud el contenido de materia orgánica.

6.3.6. Textura del suelo

La cantidad de arena, limo y arcilla determinan la textura del suelo. Entre más pequeñas sean las partículas, más se acercan a una textura de tipo arcillosa y cuanto más grande más se aproxima a la textura arenosa. Cuando las proporciones de arena, limo y arcilla son similares se clasifican como suelos francos (USDA, 1999; FAO, 2009).

La separación de las partículas se realiza en función de su tamaño: arena, partículas comprendidas entre 2.0 y 0.05 mm de diámetro, los limos son partículas comprendidas entre 0.05 y 0.002 mm de diámetro y las arcilla son partículas con diámetros <0.002 mm (USDA, 1999).

Los porcentajes de arena limo y arcilla (Cuadro 8) definen la clase textural basándose en el uso del triángulo de texturas (Figura 25).

Cuadro 8. Clase textural en función del contenido de arena, limo y arcilla.

% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase textural
86 – 100	0 - 14	0 - 10	Arenoso
70 – 86	0 - 30	0 - 15	Areno Francoso
50 – 70	0 - 50	0 - 20	Franco arenoso
23 – 52	28 - 50	07 - 27	Franco
20 – 50	74 - 88	0 - 27	Franco limoso

0 – 20	88 - 100	0 - 12	Limoso
20 – 45	15 - 52	27 - 40	Franco arcilloso
45 – 80	0 - 28	20 - 35	Franco arcillo arenoso
0 – 20	40 - 73	27 - 40	Franco arcillo limoso
45 – 65	0 - 20	35 - 55	Arcillo arenoso
0 – 20	40 - 60	40 - 60	Arcillo limoso
0 – 45	0 - 40	40 - 100	Arcilloso

Fuente: Elaboración propia, con base en USDA (1999).

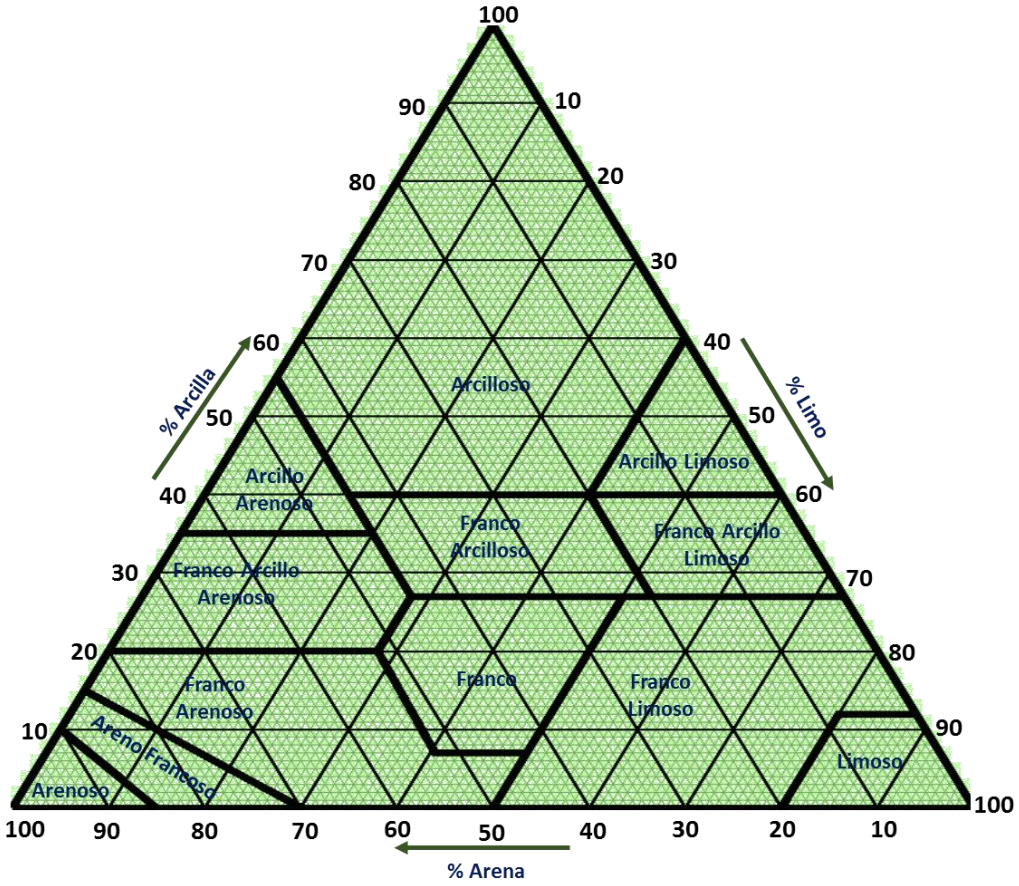


Figura 25. Triángulo de textura.
Fuente: Elaboración propia, con base en USDA (1999).

La Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, establece la determinación de la textura del suelo por el método de Bouyoucos, que consiste en la estimación de los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en la fracción mineral del suelo. Los porcentajes se determinan mediante la separación de las partículas y se clasifican de acuerdo con su diámetro. El tiempo de lectura es de 40 segundos para la separación de partículas mayores de 0.05 mm y de 2 horas para partículas de diámetro mayores de 0.002 mm.

La FAO[15] describe diversos métodos para determinar la textura del suelo en campo. A continuación se describen los que se consideran más prácticos de realizar.

Las partículas constituyentes del suelo presentan las siguientes características al tacto:

Arcilla: se adhiere a los dedos, es pegajoso, moldeable, tiene una alta plasticidad y tiene una superficie brillosa luego de apretar entre los dedos.

Limo: se adhiere a los dedos, no es pegajoso, es débilmente moldeable, tiene una superficie áspera y rasposa luego de apretarlo entre los dedos y una sensación harinosa (como el polvo del talco).

Arena: no se puede moldear, no se adhiere a los dedos y se siente muy granuloso.

Mediante la prueba de manipulación se puede determinar la textura del suelo, para lo cual se recomienda seguir los siguientes pasos en orden:

a) Tome una muestra de suelo; mójela un poco en la mano hasta que sus partículas comiencen a unirse, pero sin que se adhiera a la mano.

b) Amase la muestra de suelo hasta que forme una bola de unos 3 cm de diámetro.

c) Deje caer la bola. Si se desmorona, es arena, en caso contrario, continúe con el paso d.

d) Amase la bola en forma de un cilindro de 6 a 7 cm de longitud. Si no mantiene esa forma, es arenoso franco; si mantiene esa forma, prosiga con el paso e.

e) Continúe amasando el cilindro hasta que alcance de 15 a 16 cm de longitud. Si no mantiene esa forma es franco arenoso; si mantiene esa forma, continúe con el paso f.

f) Trate de doblar el cilindro hasta formar un semicírculo. Si no puede, es franco; si puede, prosiga con el paso g.

g) Siga doblando el cilindro hasta formar un círculo cerrado, si no puede, es franco pesado; si puede, y se forman ligeras grietas en el cilindro, es arcilla ligera; si puede hacerlo sin que el cilindro se agriete, es arcilla.

Para conocer la proporción de arena, limo y arcilla se puede proceder de la siguiente manera:

a) Coloque 5 cm de suelo en una botella y llénela de agua.

b) Agítela bien y déjela reposar durante una hora. Transcurrido este tiempo, el agua estará transparente y observará que las partículas mayores se han sedimentado.

[15] ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm

c) En el fondo hay una capa de arena; la capa del centro corresponde a limo y en la parte superior hay una capa de arcilla.

d) Mida la profundidad de la arena, el limo y la arcilla y calcule la proporción aproximada de cada uno.

6.3.7. Profundidad del suelo

La profundidad del suelo puede definirse como la profundidad de los materiales del suelo favorables para la penetración de las raíces de las plantas, por lo cual, la profundidad del suelo es un factor limitante para el desarrollo de las raíces, la disponibilidad de humedad y nutrientes para las plantas (FAO, 2000).

Cuanto más somero es un suelo, más limitado son los tipos de uso que puede tener y más limitada es la productividad del suelo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Productividad de los suelos en función de la profundidad

Profundidad de suelo utilizable por las raíces del cultivo (cm)	Productividad relativa (%)
30	35
60	60
90	75
120	85
150	95
180	100

Fuente: PPI *et al*. (1988).

La profundidad del suelo puede determinarse mediante una barrena helicoidal (Figura 26). Es recomendable tomar varias mediciones (dividir el predio en parte alta, media y baja) y promediar los valores obtenidos.



Figura 26. Barrena helicoidal para medir profundidad del suelo.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

Los suelos pueden clasificarse en cuatro grupos con base en su profundidad efectiva (Cuadro 10).

Cuadro 10. Clasificación de la profundidad del suelo.

Clase	Profundidad (cm)
Muy somero	<30
Somero	30 - 60
Moderadamente profundo	60 – 100
Profundo	>100

Fuente: FAO[16].

[16] http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/

6.3.8. Análisis de fragmentación del paisaje

La fragmentación de los ecosistemas es un proceso en el cual el ecosistema se subdivide en porciones más pequeñas y con formas más complejas. Las actividades humanas como la agricultura, la deforestación, la ganadería y la construcción de vías de comunicación han acelerado el proceso de fragmentación; proceso que conlleva cambios en la composición, estructura y función del ecosistema. La fragmentación trae como consecuencia la pérdida de biodiversidad (puede llegar a reducirla de un 13 % hasta 75 %), disminuye la persistencia de las especies, la retención de nutrientes y altera la dinámica trófica (Fischer y Lindenmayer, 2007; Haddad *et al*., 2015).

La ecología del paisaje es una disciplina que se centra en explicar las interacciones recíprocas entre patrones espaciales y procesos ecológicos. Con base en el análisis de la fragmentación relacionando métricas de patrón espacial con los diferentes procesos ecológicos, se ha propiciado la aparición de un gran número de índices de paisaje que intentan explicar los efectos de la fragmentación (Turner *et al*., 2001; Gergel *et al*., 2002; Kupfer *et al*., 2006).

La estimación e interpretación correcta de las métricas de paisaje pueden ser la base de diversos estudios ambientales, como el cambio de cobertura y uso de suelo, estudios de degradación y erosión de suelo, manejo de cuencas hidrográficas y proporciona información base para la planeación y el manejo del ambiente, entre otros (Fry *et al*., 2009; Zaragozí *et al*., 2012).

Existen números software que permiten calcular diversas métricas de patrón del paisaje. Conefor Sensinode 2.2 (CS22) es un programa mediante el cual es posible cuantificar la importancia de los parches de hábitat (nodos) y la conectividad del paisaje mediante grafos e índices de disponibilidad de hábitat. Valora la conectividad del paisaje desde un enfoque de conectividad estructural y funcional. CS22 se considera una herramienta para apoyar la toma de decisiones en la planificación del paisaje y la conservación del hábitat.

CS22 es de uso gratuito y se encuentra disponible en el siguiente link http://www.conefor.org/. Permite calcular nueve índices, los más recomendados son el índice integral de conectividad (IIC) y el de probabilidad de conectividad (PC) (Saura y Pascual-Hortal, 2007).

La fórmula que se utiliza para calcular el IIC es:

$$IIC = \frac{\sum_{j=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{ai*aj}{1+nl_{ij}}}{A_L^2}$$

Donde:

IIC = Índice Integral de Conectividad
n = total de número nodos en el paisaje.
ai y aj = atributo de nodos i y j.
nlij = número de eslabones de la ruta más corta (distancia topológica) entre parches i y j.
AL = máximo atributo del paisaje (es el valor del atributo que correspondería con un parche que cubre todo el paisaje con el mejor hábitat posible).

Los valores de este índice van de 0 a 1, su valor incrementa conforme existe mayor conectividad y por ende un menor grado de fragmentación.

CS22 puede ejecutarse desde QGIS o ArcGIS, para esto se requiere contar con datos de distancia entre nodos y el valor de los nodos de las coberturas terrestres consideradas como de mayor valor ecológico (generalmente hace referencia a la vegetación primaria), datos que pueden ser calculados con la herramienta "ID Within Distance Parameters (IDWD)"

IDWD permite calcular la distancia euclidiana entre nodos (parches) y el número de nodos en el paisaje; para esto, se requiere contar con el archivo vectorial de la cobertura vegetal de interés y la superficie en hectáreas de los diferentes parches que lo conforman. De igual forma se debe definir un umbral de búsqueda (este umbral indica qué parches se consideran como desconectados en función de la distancia definida), para establecer el umbral es necesario considerar aspectos particulares de la especie bajo estudio, como por ejemplo: la distancia a la cual la semilla puede ser dispersada, los medios de dispersión (viento, agua, animales), cantidad de semilla viable producida por árbol, número de semillas necesarias para producir una plántula establecida, probabilidad de supervivencia de los arboles semilleros y la disponibilidad de micrositios adecuados para su establecimiento (Musálem y Fierros, 1996; Price *et al*., 2001).

IDWD genera dos archivos en formato *.TXT: el archivo de distancia entre nodos y el archivo que contiene el valor de atributo para cada nodo (Figura 27).

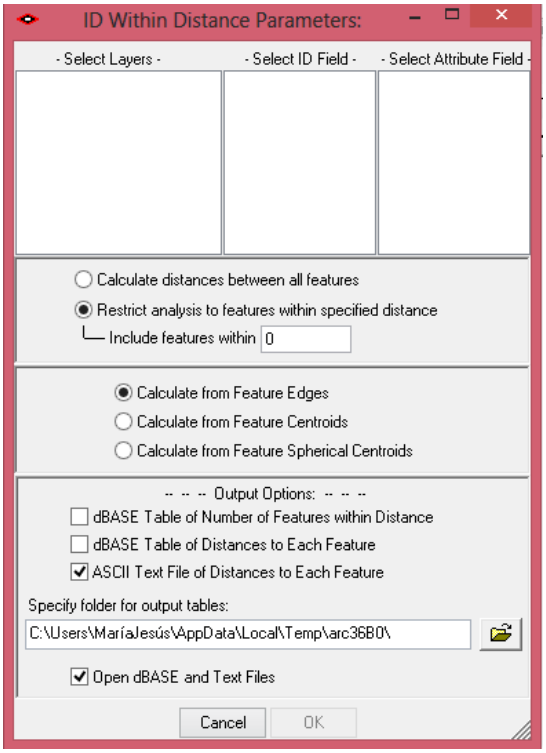


Figura 27. Ventana principal de la herramienta ID Within Distance Parameters.
Fuente: Elaboración propia, con base en el software Conefor Sensinode 2.2.

Al ejecutar CS22 se muestra la pantalla principal del programa (Figura 28), en la cual deben cargarse los archivos que fueron generados con IDWD, se deben elegir los índices que se desee calcular e indicar el valor de umbral de búsqueda (debe ser la misma distancia definida para IDWD).

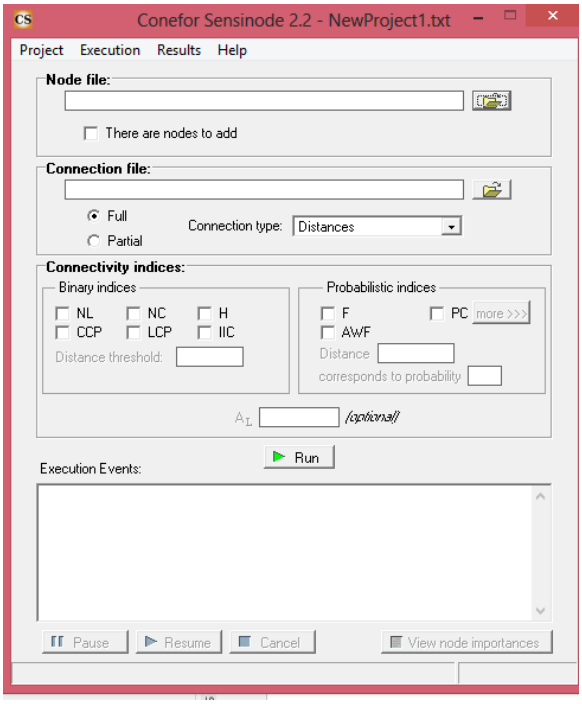


Figura 28. Ventana principal del software Conefor Sensinode 2.2.
Fuente: Elaboración propia con, base en el software Conefor Sensinode 2.2.

Los resultados del análisis de CS22 se pueden guardar en formato *.TXT o *.DBF, lo cual facilita su manipulación en diversos software como base de datos, hojas de cálculo o SIG.
Uno de los resultados más significativos que proporciona CS22 es el de importancia de nodos, ya que asigna un valor a cada nodo en función del grado para mantener la conectividad dentro del paisaje; se calcula en porcentaje y se estima mediante la siguiente fórmula.

$$dIIC\ (\%) = 100 * \frac{I - I\ removido}{I}$$

Donde:

dIIC = importancia de nodos calculado mediante el Índice Integral de Conectividad.
I = es el valor del índice global cuando todos los nodos existentes inicialmente están presente en el paisaje.
I removido = es el valor del índice general después de la eliminación de un nodo único del paisaje.

Los valores de importancia son muy útiles para la toma de decisiones en la planificación de la conservación del paisaje, ya que permiten la identificación de los nodos más críticos (por ejemplo parches de hábitat o células) para el mantenimiento o mejora de la conectividad del paisaje, en el que los esfuerzos de conservación o restauración deben concentrarse.

6.4. Distribución potencial de las especies

Los estudios de distribución potencial de especies vegetales generalmente se basan en los requerimientos biofísicos de la especie (Hernández-Martínez *et al*., 2007; Leal-Nares *et al*., 2012; Pérez *et al.,* 2014). En el caso de la restauración forestal, estos estudios deben ser considerados como una primera aproximación ya que es recomendable tener en cuenta otros criterios, como por ejemplo, el uso de especies nativas, especies que ayuden en la recuperación de zonas degradadas y los usos potenciales de la especie. El Cuadro 11 muestra ejemplos de los principales parámetros que pueden ser considerados para definir la distribución potencial de especies a emplear en la restauración forestal.

Cuadro 11. Parámetros para definir la distribución potencial de especies a utilizar en la restauración forestal.

Biofísicos	Usos	Requerimientos nutricionales
Temperatura media anual	Uso medicinal	Especies resistentes a suelos erosionados.
Precipitación media anual	Uso Comestible	Especie tolerante a sequía.
Tipo de suelo	Uso recreativo	Especie con bajos requerimiento de materia orgánica.
Tipo de clima	Uso como leña o carbón	Especies con bajos requerimientos de nutrientes.
Altitud	Uso para celulosa	
Tipo de vegetación	Uso como madera de aserrío	
Fragmentación del paisaje	Uso en la industria del cosmético y perfumería	
Porcentajes de cobertura arbórea	Uso ornamental	
Pendiente promedio		
Exposición		

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

Otro aspecto importante a considerar en el momento de realizar estudios de distribución potencial de especies es la escala cartográfica a la cual se desea trabajar (Cuadro 12)

Cuadro 12. Clasificación de los niveles de representación cartográfica del terreno.

Nivel de representación	Descripción	Escala cartográfica
Nivel regional	Correspondiente a las regiones extensas del territorio que incluyen, tanto áreas de producción como áreas protegidas o regiones prioritarias para la conservación. Para esta escala de representación pueden utilizarse datos cartográficos del INEGI.	1:250 000
Nivel de cuenca	Corresponde a decenas de miles de hectáreas, conjuntos prediales o áreas protegidas. En la mayoría de los casos para poder trabajar a esta escala se requiere generar información vectorial base, una opción viable es realizarlas mediante información derivada de imágenes de satélite, por ejemplo imágenes Landsat; imágenes de distribución gratuita y con resolución espacial de 30 metros.	1:50 000
Nivel predial	Correspondiente a superficies menores a 20,000 ha. Una opción para generar información a esta escala es trabajar con imágenes de satélite Rapideye, Landsat o Spot con resolución espacial que van desde los 5 a 15 metros. En este caso, la caracterización incluye la generación de información sobre la composición y estructura de la vegetación (a partir de datos de inventario) y la evaluación directa de las condiciones y sus componentes en el terreno integrando la información en cuadros, gráficos y textos descriptivos y mapas generados mediante interpolación de datos puntuales.	1:10 000 a 1:25 000.

Fuente: Adaptado de Jardel (2015).

Con base en lo anterior, para poder incluir datos de cobertura de copa, exposición, pendiente y condiciones particulares de nutrientes se requiere contar con información puntual de la especie (escala 1:1). Las variables relacionadas con los diversos usos que la población da a la especie pueden obtenerse mediante entrevistas o en talleres participativos efectuados con personas clave. Esta información puede obtenerse a nivel subregión.

A continuación se detallan los pasos a seguir para generar el mapa de distribución potencial de las especies de interés. A manera de ejemplo, se presenta la distribución potencial de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus*, y se desea evaluar la viabilidad de utilizar estas especies para restaurar áreas degradadas dentro de la zona delimitada por la Región Terrestre Prioritaria Sierra de Chincua.

1. Inicialmente, es necesario contar con los datos de requerimientos ecológicos e información complementaria como los usos potenciales de la especie (Cuadro 13). Estos datos servirán como variables restrictivas a la distribución de la misma.

Cuadro 13. Caracterización ecológica de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus.*

Características de la especie	Descripción	
	Abies religiosa	*Pinus pseudostrobus*
Origen	Nativo de México	Nativo de México, Guatemala y Honduras
Altitud mínima (msnm)	2800	1600
Altitud Máxima (msnm)	3500	3200
Temperatura mínima (°C)	7	-9
Temperatura máxima (°C)	15	40
Precipitación mínima (mm)	900	500
Precipitación máxima (mm)	2000	2500
Grupo climático	Templado	Templado
Tipo de suelo	Histosol, Inceptisol, Espodosol.	Andosol
Profundidad del suelo	Suelos someros a profundos	Suelos profundos
Textura	Limo-arenoso, arcillo-arenoso, arenoso	Migajón-arenoso, areno-arcilloso
Materia Orgánica	Muy rico (hasta 70 %)	Moderado a rico
Asociación Vegetal	Bosque de coníferas	Bosque de coníferas, bosque de Pino-Quercus
Usos	Se usa como árbol de navidad, celulosa, se usa en la construcción de empaques de alimento y tiene uso medicinal.	Madera de aserrío, artesanías, ebanistería, celulosa, resina, ornamental.

Fuente: Elaboración propia, con base en las fichas técnicas elaboradas por el Sistema de Información para la Reforestación[17].

2. Mapa de altitud. Para generar el mapa de altitud se utilizó como base el Modelo Digital de Elevación (MDE) de 15 metros de resolución[18]. Mediante la herramienta "Reclassify" del software ArcGIS 10.3® se reclasificó el MDE del área de estudio creando rangos de altura a cada 100 metros (Figura 29).

[17] http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usos/fichas-sire
[18] http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/descarga.aspx

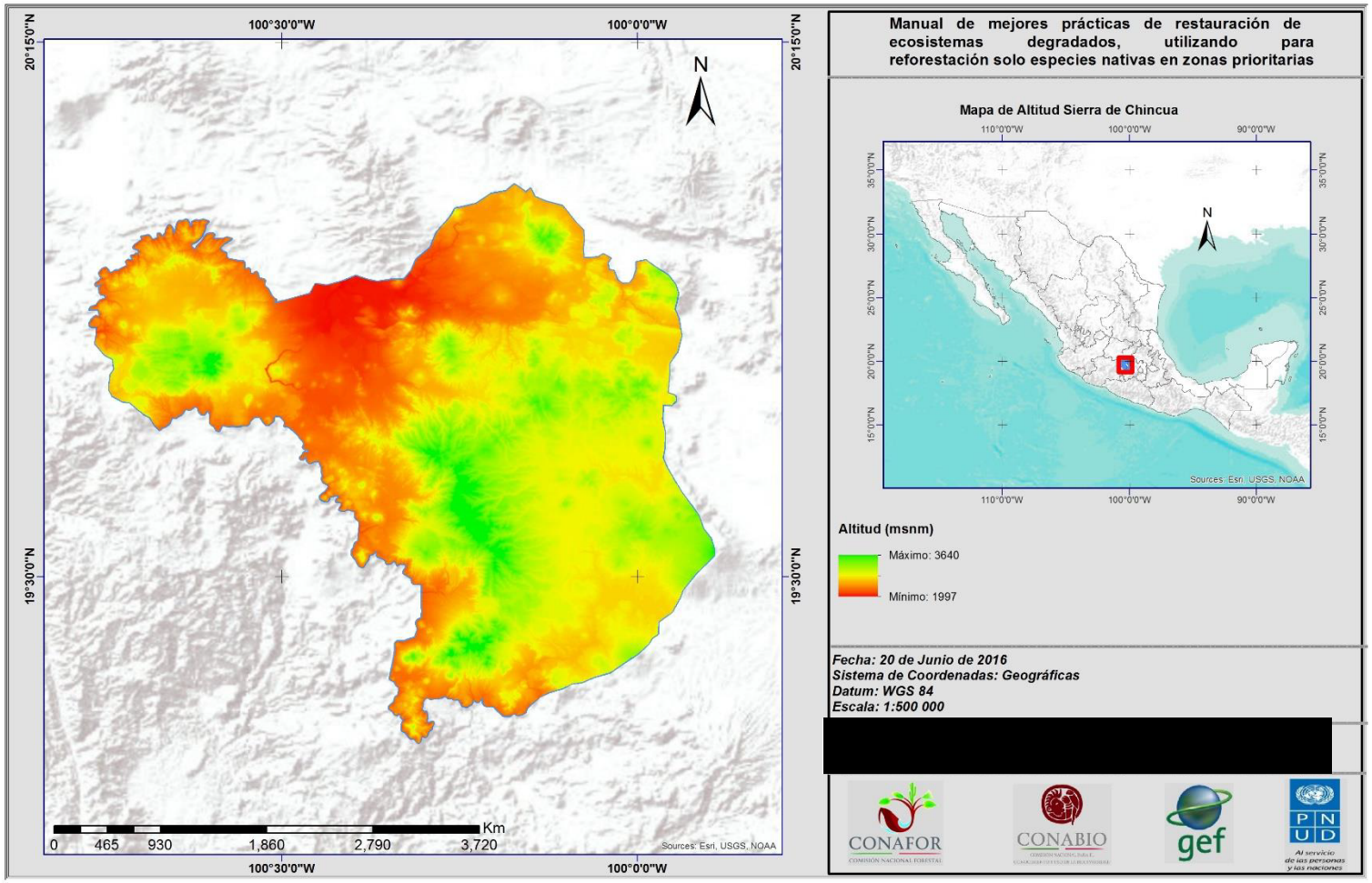


Figura 29. Mapa de altitudes de la RTP Sierra de Chincua.

Como se puede apreciar en el área de estudio el rango altitudinal va de 2 000 a 3 700 msnm, mientras que la distribución de *Abies religiosa* está restringida a altitudes que van de 2 800 a 3 500 msnm y para *Pinus pseudostrobus,* de 1 600 a 3 200 msnm.

3. Mapa de isotermas: Para generar el mapa de temperaturas se utilizó el método descrito por Fries *et al.* (2012) considerando el gradiente altitudinal, para lo cual fue necesario contar con datos de localización de las estaciones meteorológicas, altitud a la cual se encuentran y los registros de temperatura media. Para este ejemplo se obtuvieron datos de 27 estaciones meteorológicas[19].

Con el propósito de estimar el gradiente altitudinal (r), se graficaron los datos de altitud a la que se encuentran la estaciones y los valores reportados de temperatura media anual, la gráfica resultante se presenta en la Figura 30.

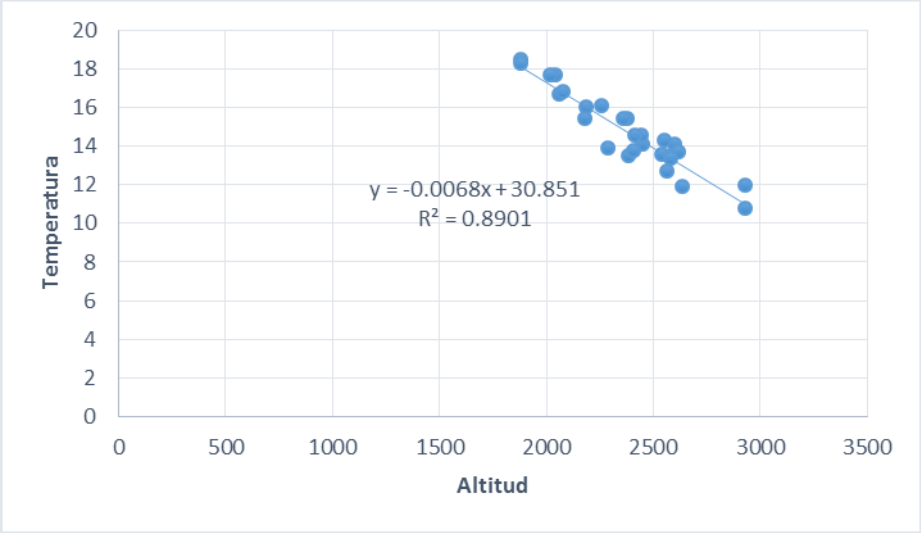


Figura 30. Grafica de la relación altitud-temperatura.
Fuente: Elaboración propia, con base en información de 27 estaciones meteorológicas.

El valor de r para este caso es de -0.0068 y la altura establecida (Zdet) fue de cero. Con estos datos y mediante la fórmula que se muestra a continuación se calculó la temperatura de las 27 estaciones a una altura de 0 msnm (Tdet); cuyos resultados se indican en la Figura 31.

*Tdet = (Temperatura media + ((r) * (Zdet-Altitud estación)))*

[19] http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

	A	B	C	D	E	G	I	J
1	Clave estación	Lat	Long	Altitud estación	Temperatura Media	Tdet	Zdet	r
2	15066	19.5075	-100.09778	2635	11.9	29.818	0	-0.0068
3	15070	19.7691667	-100.14028	2929	10.8	30.7172		
4	15076	19.6625	-99.957778	2564	12.7	30.1352		
5	15104	19.855	-99.967778	2450	14.1	30.76		
6	15117	19.9197222	-100.01222	2377	15.4	31.5636		
7	15128	19.8119444	-100.08139	2601	14.1	31.7868		
8	15133	19.4572222	-99.991944	2577	13.5	31.0236		
9	15199	19.5561111	-99.9475	2927	12	31.9036		
10	15243	19.9130556	-100.07778	2444	14.6	31.2192		
11	15245	19.7961111	-99.995	2620	13.7	31.516		
12	15265	19.3894444	-100.07583	2541	13.6	30.8788		
13	15322	19.3088889	-100.15111	2183	16	30.8444		
14	15378	19.3702778	-100.15694	2383	13.5	29.7044		
15	15391	19.4561111	-100.06944	2580	13.4	30.944		
16	16020	19.6916667	-100.55361	2060	16.7	30.708		
17	16033	19.7725	-100.28833	2415	14.6	31.022		
18	16061	19.8163889	-100.41556	2080	16.8	30.944		
19	16111	19.9075	-100.31917	2043	17.7	31.5924		
20	16121	19.7327778	-100.35222	2260	16.1	31.468		
21	16124	20.0508333	-100.14944	2409	13.8	30.1812		
22	16129	19.9966667	-100.23028	2358	15.4	31.4344		
23	16145	19.8586111	-100.82722	1880	18.5	31.284		
24	16199	19.9894444	-100.58917	2020	17.7	31.436		
25	16213	19.6991667	-100.47833	2180	15.4	30.224		
26	16235	19.6791667	-100.74167	2285	13.9	29.438		

Figura 31. Datos para homogeneizar la temperatura a cero msnm (Tdet).
Fuente: Elaboración propia, con base en información de 27 estaciones meteorológicas.

Los datos de la tabla que se presenta en la Figura 31 se pasaron a formato *.CSV para poder ser leídos por el software ArcGIS 10.3®. Los valores de Tdet fueron interpolados utilizando el método de Kriging, con el cual se obtuvo el mapa de la Figura 32.

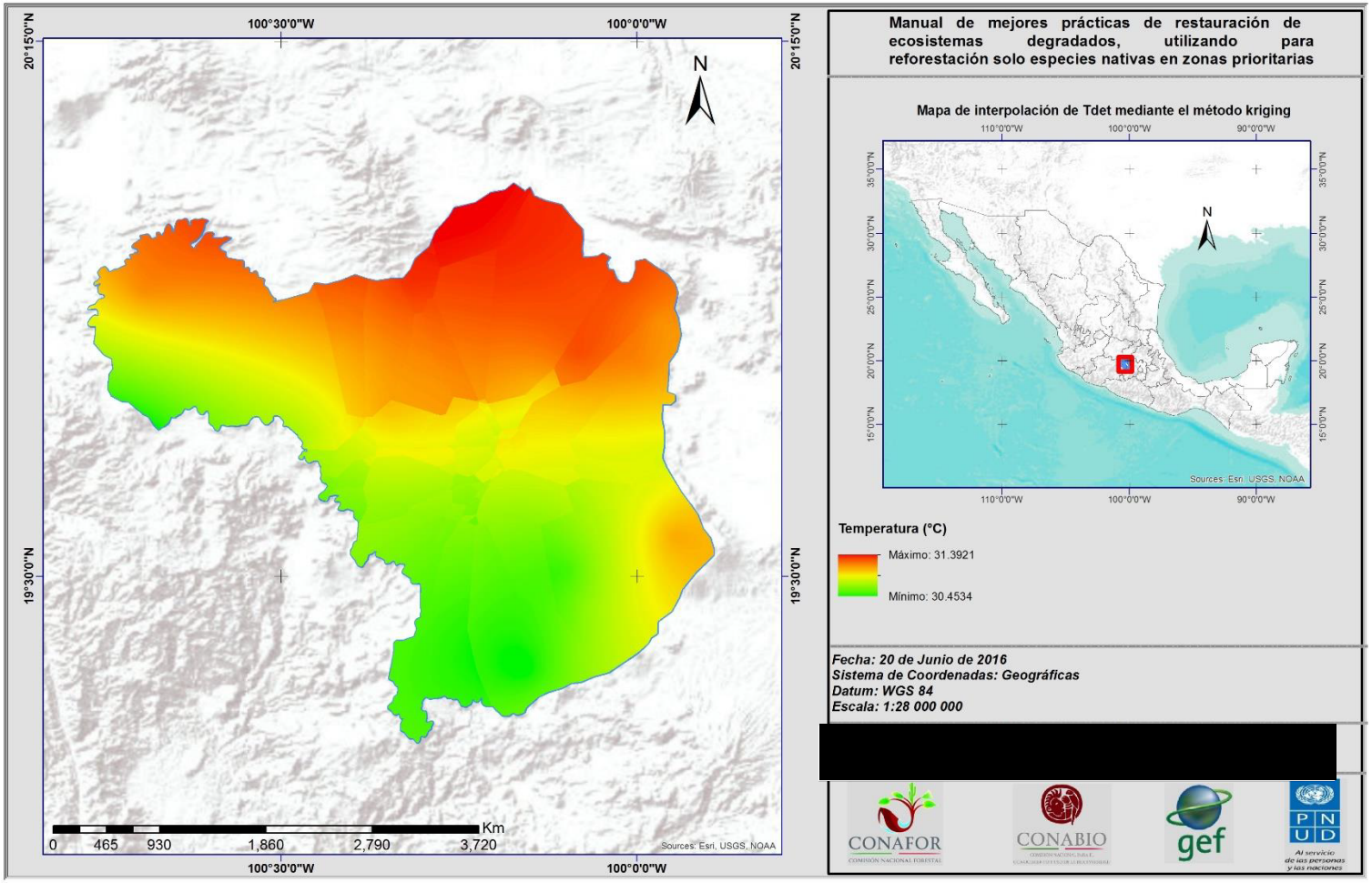


Figura 32. Resultado de la interpolación de Tdet mediante el método Kriging.

Mediante la herramienta "Raster Calculator" de ArcGIS 10.3® se aplicó la siguiente fórmula al mapa resultante de la interpolación de Tdet.

$$Temperatura = (Tdet + (r * (Z_{MDE} - Zdet)))$$

Z_{MDE} hace referencia al modelo de elevación digital del área de estudio. Como producto de aplicar la fórmula anterior, se obtuvo el mapa de temperaturas de la RTP Sierra de Chincua (Figura 33).

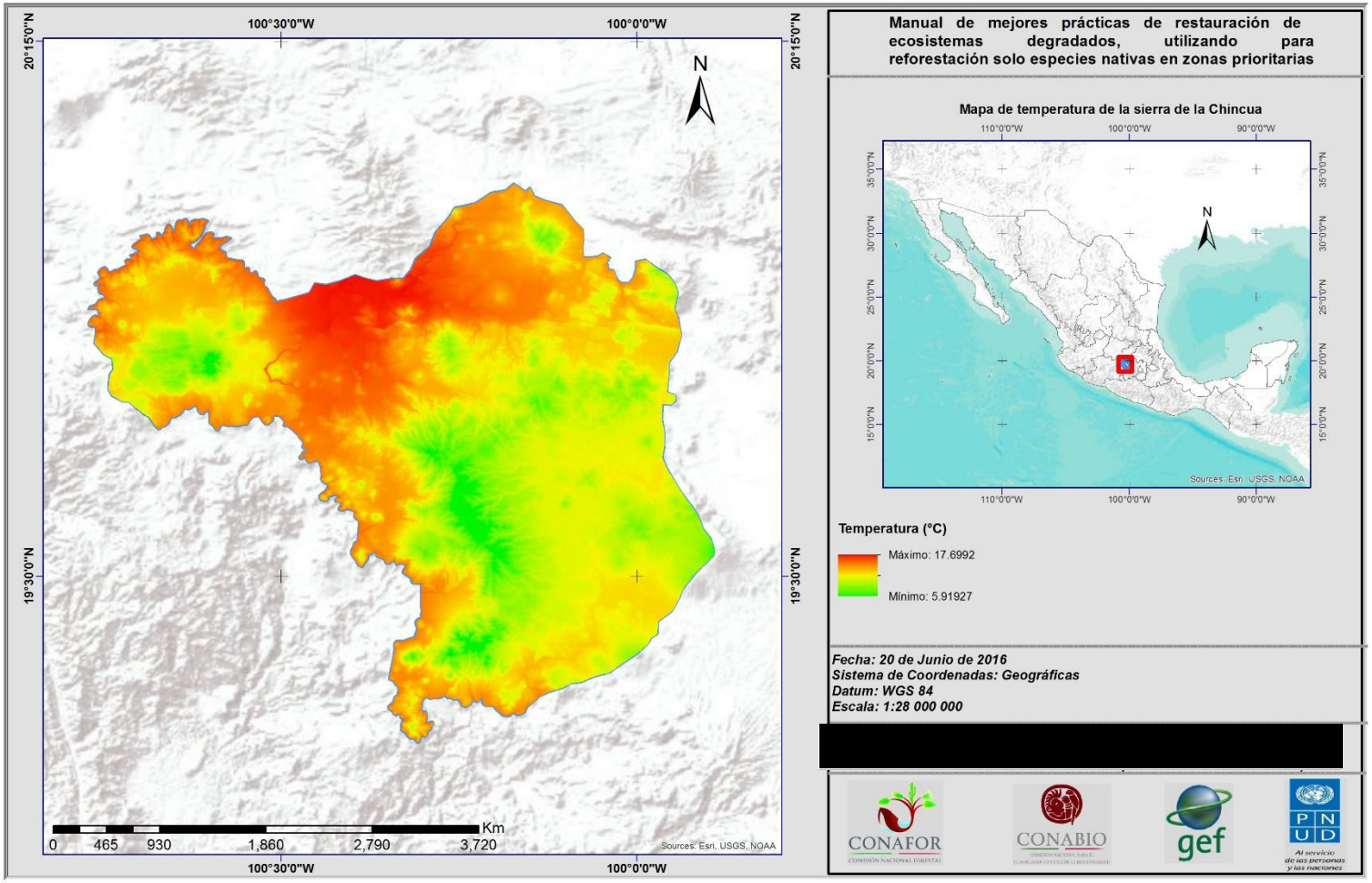


Figura 33. Mapa de temperaturas de la Sierra de Chincua.

Los resultados muestran que en el área de estudio se tiene una temperatura mínima de 5.9 °C y máxima de 17.6 °C. Las temperaturas óptimas para *Abies religiosa* van de 7 a 15 °C y -9 a 40 °C para *Pinus pseudostrobus*.

4. Para generar el mapa de precipitación fue necesario contar con una capa *Shapefile* de puntos de las estaciones meteorológicas del área de estudio y los registros de precipitación total anual. Utilizando la herramienta interpolación y empleando el método Kriging de ArcGIS se generó el mapa de precipitación de la Sierra de Chincua (Figura 34).

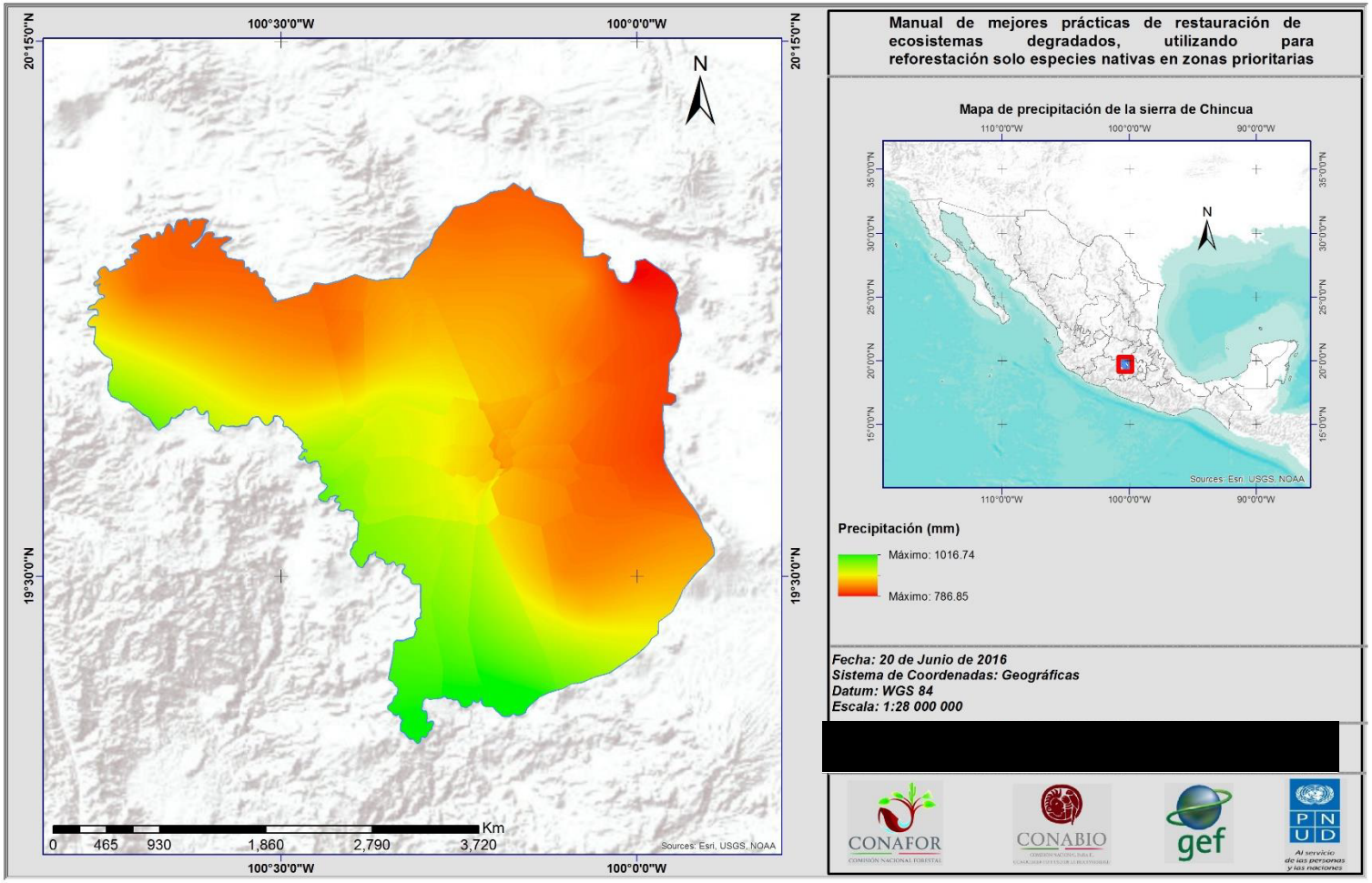


Figura 34. Mapa de precipitación de la RTP Sierra de Chincua.

Las precipitaciones en la Sierra de Chincua van de 786 a 1 016 mm. *Abies religiosa* puede establecerse en sitios con precipitaciones anuales de 900 a 2 000 mm y *Pinus pseudostrobus* de 500 a 2500.

5. Para el mapa edafológico del área de estudio se utilizó el conjunto de datos vectoriales edafológicos del INEGI serie II escala 1:250 000[20] (Figura 35).

[20] http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx

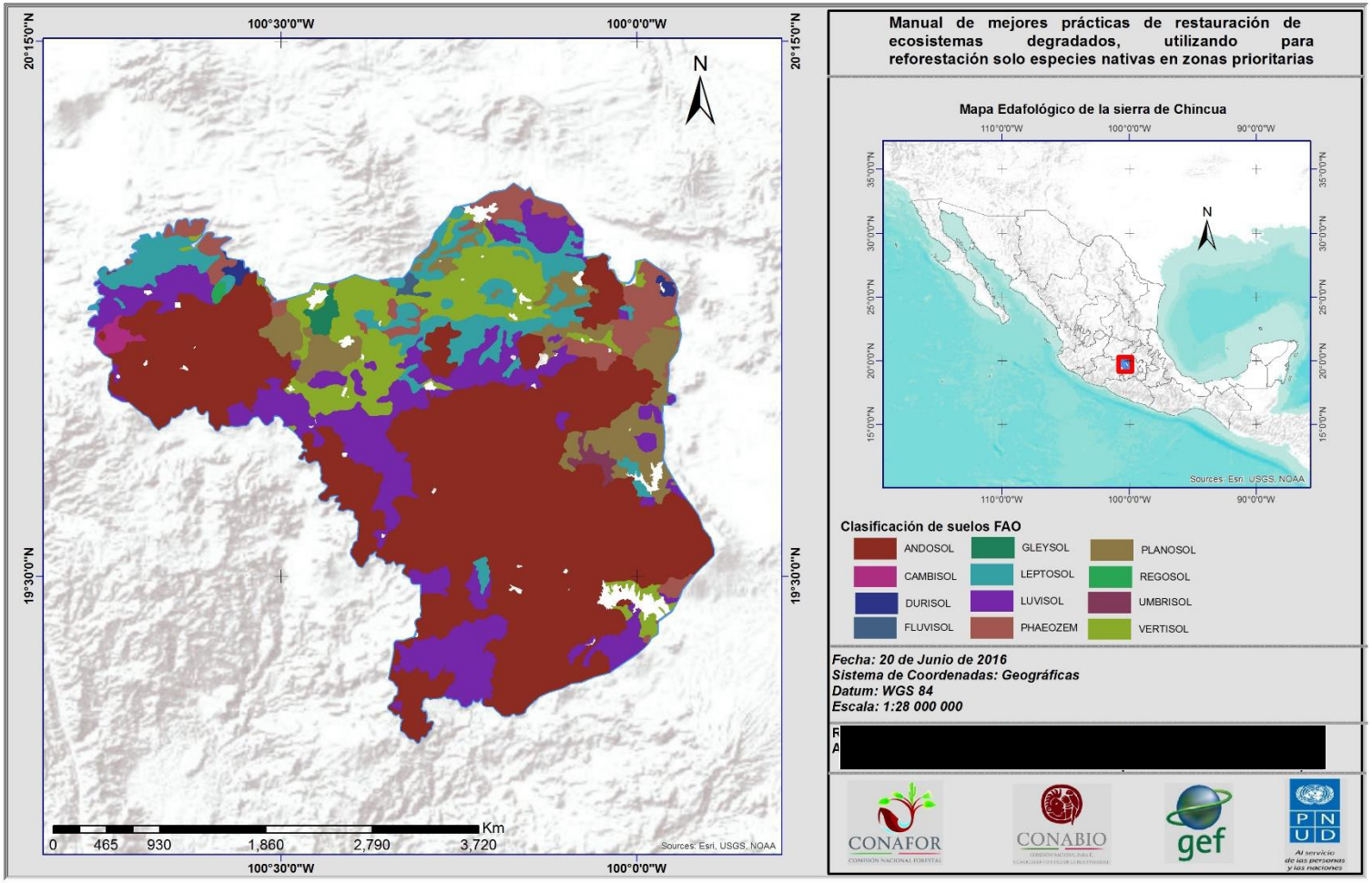


Figura 35. Mapa edafológico de la RTP Sierra de Chincua (las superficies en blanco corresponden principalmente a usos urbanos).

Se aprecia que en la superficie de la Sierra de Chincua se distribuyen 12 tipos de suelos diferentes (clasificación FAO): los suelos andosoles son los de mayor predominancia, seguidos de luvisoles y vertisoles. Los suelos cambisol e histosol son los que favorecen en mayor grado el establecimiento de *Abies religiosa* y los suelos andosoles reúnen mejores características para el establecimiento de *Pinus pseudostrobus.*

6. El mapa de las unidades climáticas se obtuvo de la cartografía digital del INEGI[21] a una escala de 1:1 000 000 (Figura 36).

[21] http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825267568

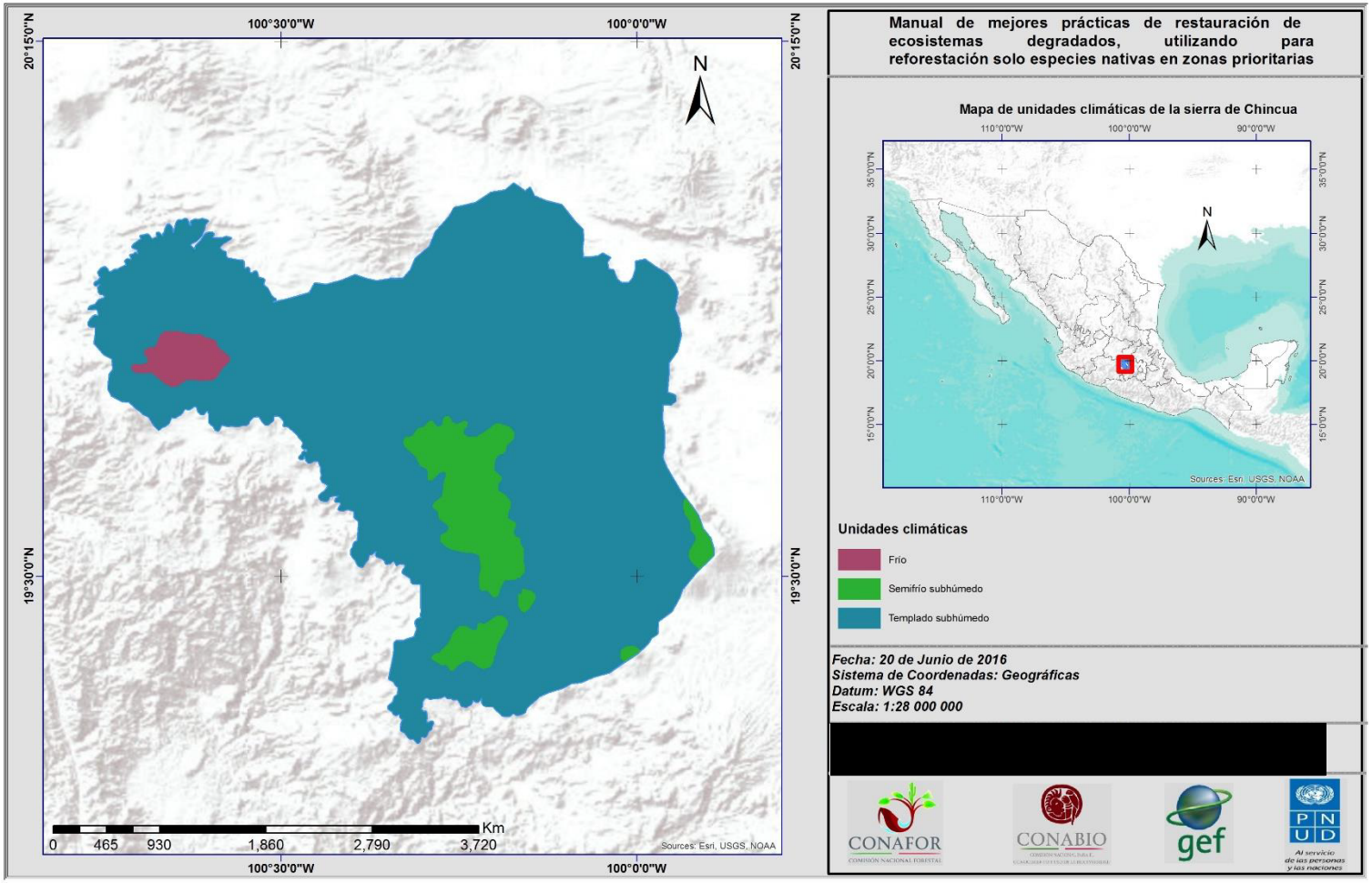


Figura 36. Mapa de unidades climáticas de la RTP Sierra de Chincua.

Todas las unidades climáticas presentes en el área de estudio pueden clasificarse como zonas de clima templado y aptas para el establecimiento de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus*.

7. Para conocer los usos de suelo y vegetación presentes en el área de estudio, se utilizaron los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI[22] a una escala de 1:250 000 (Figura 37).

[22] http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/Default.aspx

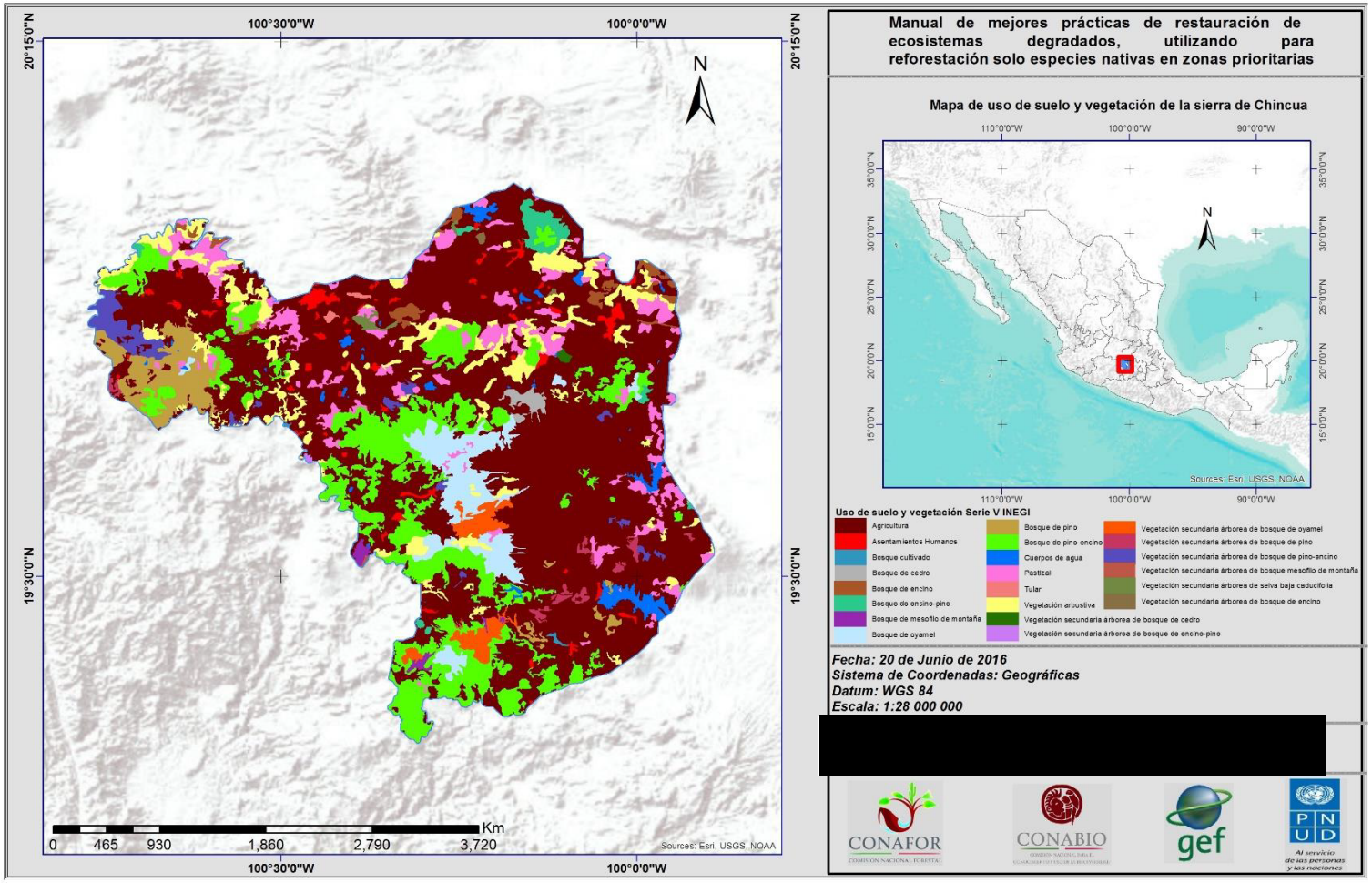


Figura 37. Uso de suelo y vegetación de la RTP Sierra de Chincua.

La mayor parte del área de estudio corresponde a un uso agrícola, seguido de bosque de pino-encino y vegetación arbustiva. Las superficies más pequeñas están ocupadas por vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. Las asociaciones vegetales que favorecen el establecimiento de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus* son los bosques de coníferas y bosque de pino-encino principalmente.

8. Índice de fragmentación. Un análisis de fragmentación del paisaje debe partir de un objetivo de estudio claro, ya que esto condiciona la selección de las coberturas de la tierra que se consideren de mayor valor ecológico así como los tamaños de bordes y distancia de dispersión. Este valor permite definir la distancia mínima a partir de la cual la cobertura se considera como fragmentada.

Para estimar el grado de fragmentación de la RTP Sierra de Chincua se utilizó el software CS22, mediante el cual se calculó el Índice Integral de Conectividad (IIC).
Para definir el umbral de búsqueda, se consultó literatura donde se exponen las distancias de dispersión de polen y semilla de *Abies religiosa* (Cuadro 14). Dado que existe información limitada para la mayoría de las especies y tomando como referencia la información de dicho Cuadro, se propone utilizar una distancia discreta de 500 metros.

Cuadro 14. Distancia de dispersión de polen y semilla para diferentes especies.

Especie	Distancia de dispersión (m)	Referencia
Picea glauca	< 3000	Lamontagne y Boutin, 2007.
Pino pinaster	175	De Lucas, 2011.
Pinus flexilis	140	Schuster and Mitton, 2000.
Abies religiosa	100	Muñoz *et al*., 2012.
Quercus lobata	114.1	Plues *et al.*, 2009.
Pithecellobium elegans	142	Chase *et al*., 1996.

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

Considerando que *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus* son especies que tiene una fuerte asociación con vegetación de coníferas, se determinó que las coberturas que propiciarían condiciones favorables para que estas especies prosperen son: bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque de oyamel, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino, vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino, por lo cual el análisis de fragmentación se enfocó a estas coberturas.

Al calcular los valores de importancia de nodo mediante el índice integral de conectividad (dIIC) para el área de estudio se obtuvieron valores de 0 a 88.32. En donde valores cercanos a cero indican alto grado de fragmentación y cercanos a 100 bajo grado de fragmentación.

Los resultados muestran que en la zona de estudio sólo se observan dos niveles de fragmentación: alto y bajo: el nivel alto se localiza en la región Norte y Noreste (esto se debe

principalmente a la agricultura) mientras que en la región Este y Sur se encuentran las áreas más conservadas (Figura 38).

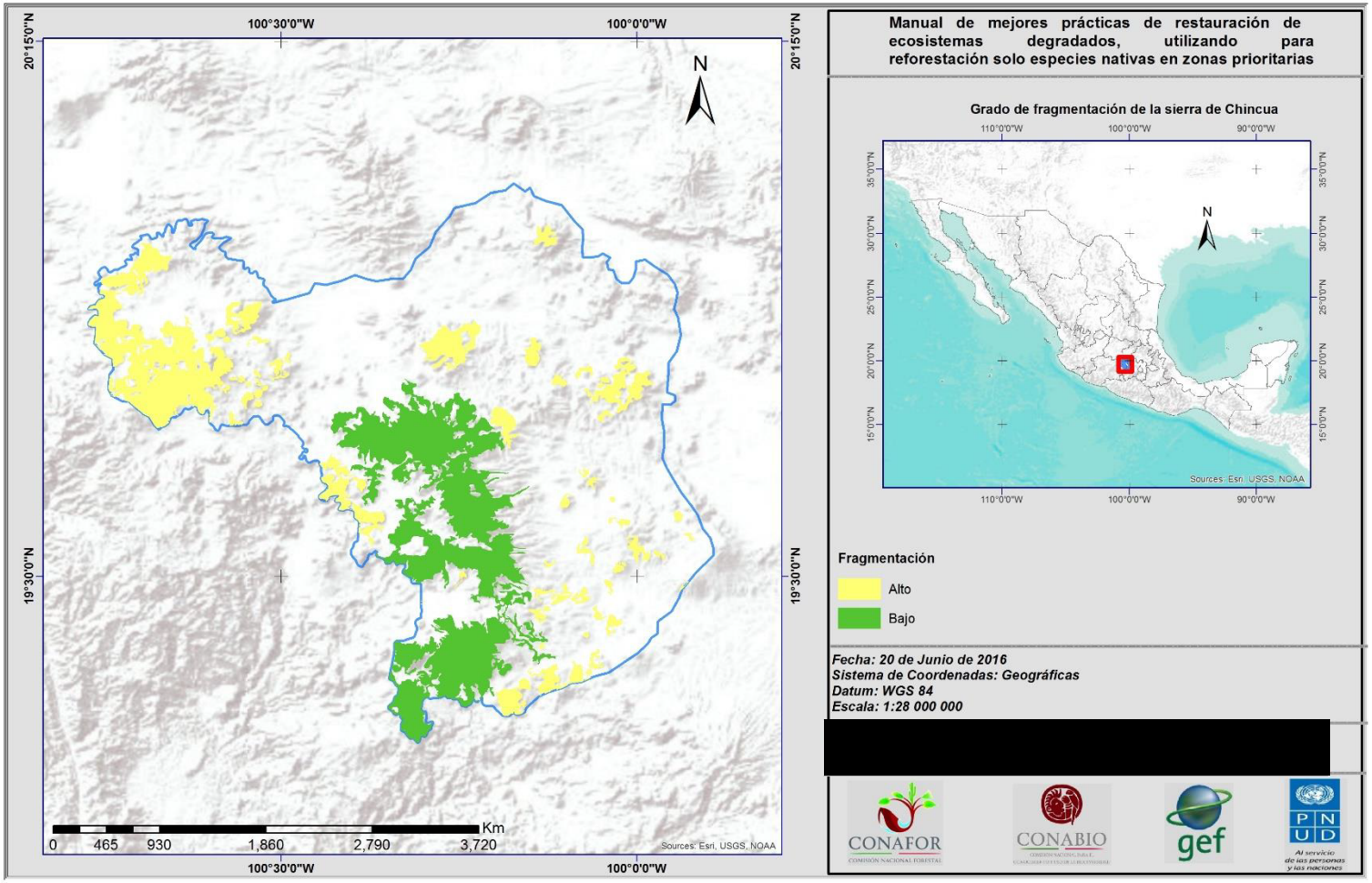


Figura 38. Grado de fragmentación de la RTP Sierra de Chincua (en blanco, áreas sin presencia de coníferas donde no se calcula el índice de fragmentación).

Con los resultados obtenidos se pueden vislumbrar dos formas de recuperación de las áreas degradadas: en donde se presenta bajo grado de fragmentación es factible aplicar técnicas de restauración pasiva como: cercado, restringir los usos agrícola y pecuario y el manejo del fuego. Por otra parte, en las áreas con alto grado de fragmentación es conveniente aplicar técnicas que aceleren el proceso de restauración como: la reforestación en áreas agrícolas y pecuarias abandonadas y en los claros al interior de los parches de la vegetación nativa.

9. Los archivos vectoriales de las siete variables fueron transformadas a formato ráster, se reclasificaron en función de los requerimientos de cada una de las especies, conservando dos categorías; apto (2) y no apto (1) (Cuadro 15 y Cuadro 16).

Cuadro 15. Categorización de las variables utilizadas para *Abies religiosa*.

Variable	Apto (2)	No apto (1)
Altitud	2 800 - 3 500 msnm	2 000 - 2 700, 3 600 - 3 700
Temperatura	7 – 15	5.9 - 6.99, 15.1 - 17.69
Precipitación	900 – 2000	786.85 – 899
Edafología	Cambisol	Andosol, Durisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Planosol, Regosol, Umbrisol, Vertisol
Clima	Frío, Semifrío subhúmedo, Templado subhúmedo	
Uso de suelo y vegetación[23]	Bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, vegetación secundaria de bosque de oyamel, vegetación secundaria de bosque de pino, vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Agricultura, asentamientos humanos, bosque cultivado, bosque de cedro, bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque mesófilo de montaña, cuerpos de agua, pastizal, tular, vegetación arbustiva, vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.
Índice de fragmentación	Alto	Bajo
Áreas elegibles CONAFOR	Zonas para la aplicación de los apoyos de acuerdo con criterios técnicos y sociales, los criterios principales son: -Terrenos forestales con degradación ligera y moderada. -Terrenos forestales de productividad baja con cobertura de copa al 49%. -Terrenos preferentemente forestales.	

Fuente: Elaboración propia, con base en las fichas técnicas elaboradas por el Sistema de Información para la Reforestación[24].

[23] Los usos de suelo y vegetación solo se tomaron como base para calcular el índice de fragmentación y no como una variable.
[24] http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usos/fichas-sire

Cuadro 16. Categorización de las variables utilizadas para *Pinus pseudostrobus*.

Variable	Apto (2)	No apto (1)
Altitud	1 600 - 3 200 msnm	3 300 – 3 700
Temperatura	-9 – 40	
Precipitación	500 - 2500	
Edafología	Andosol	Cambisol, Durisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Planosol, Regosol, Umbrisol, Vertisol
Clima	Frío, Semifrío subhúmedo, Templado subhúmedo	
Uso de suelo y vegetación[19]	Bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, vegetación secundaria de bosque de oyamel, vegetación secundaria de bosque de pino, vegetación secundaria de bosque de pino-encino	Agricultura, asentamientos humanos, bosque cultivado, bosque de cedro, bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque mesófilo de montaña, cuerpos de agua, pastizal, tular, vegetación arbustiva, vegetación secundaria arbórea de bosque de cedro, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino, vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.
Índice de fragmentación	Alto	Bajo
Áreas elegibles CONAFOR	Zonas para la aplicación de los apoyos de acuerdo con criterios técnicos y sociales. Los criterios principales son: -Terrenos forestales con degradación ligera y moderada. -Terrenos forestales de productividad baja con cobertura de copa al 49%. -Terrenos preferentemente forestales.	

Fuente: Elaboración propia, con base en las fichas técnicas elaboradas por el Sistema de Información para la Reforestación[25].

Mediante la herramienta "Raster Calculator" de ArcGIS se realizó la multiplicación de las seis variables. El nivel de aptitud se definió en función del número de variables que cumplían con las condiciones requeridas para las especies (Cuadro 17).

[25] http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usos/fichas-sire

Cuadro 17. Nivel de aptitud en función del número de variables que satisfacen los requerimientos ecológicos de *Abies religiosa* y *Pinus pseudostrobus*.

Número de variables	Nivel de aptitud
0	No apto
1	No apto
2	No apto
3	No apto
4	Moderado
5	Moderado
6	Alto
7	Alto

Fuente: Elaboración propia.

Si se cuenta con datos puntuales (cobertura de copa, características de fertilidad de suelo, exposición, pendiente, etc.) éstos pueden ser incluidos mediante procesos geoespaciales que permitan generar la representación cartográfica de dichas variables. ArcGIS a través de las herramientas “Slope”, “Aspect” y el MDE permite generar información de pendiente y exposición del terreno.

El resultado final de las siete variables analizadas muestra que para *Pinus pseudostrobus* se tienen 71 836.76 ha con aptitud alta, 23 974.30 ha presentan aptitud moderada y 319 715.53 ha se encuentran en la categoría de no aptas. Para *Abies religiosa*, 2 887.61 ha se consideran con aptitud alta, 87 432.08 ha moderada y 325 206.90 ha son tierras no aptas para su establecimiento.

De las dos especies analizadas, *P. pseudostrobus* presenta mayor aptitud para establecerse en la RTP Sierra de Chincua, ya que se obtuvo una mayor superficie en la categoría de aptitud alta y menor superficie en la categoría de no apto (Figura 39 y Figura 40).

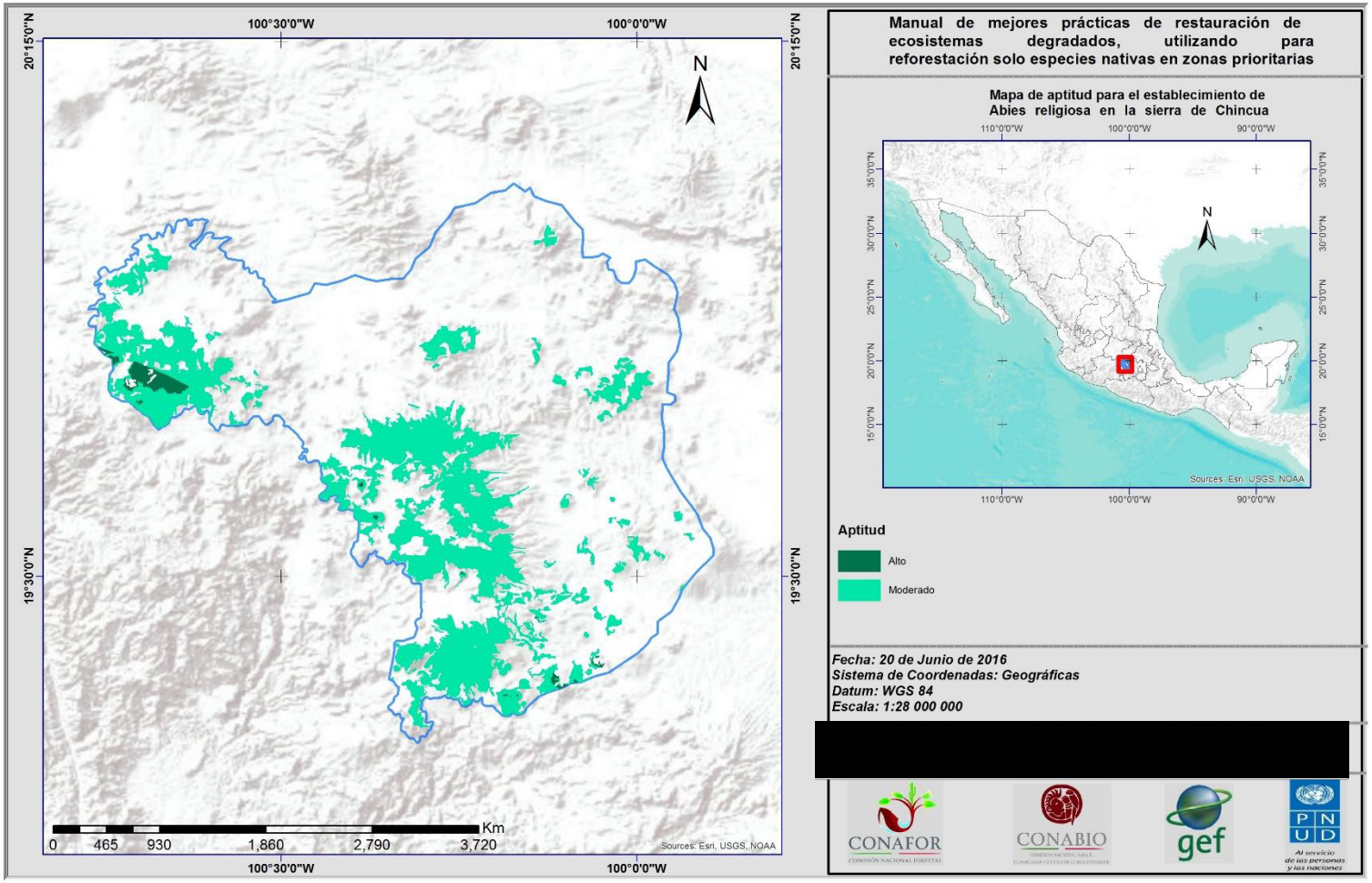


Figura 39. Mapa de aptitud para el establecimiento de *Abies religiosa* en la RTP Sierra de Chincua.

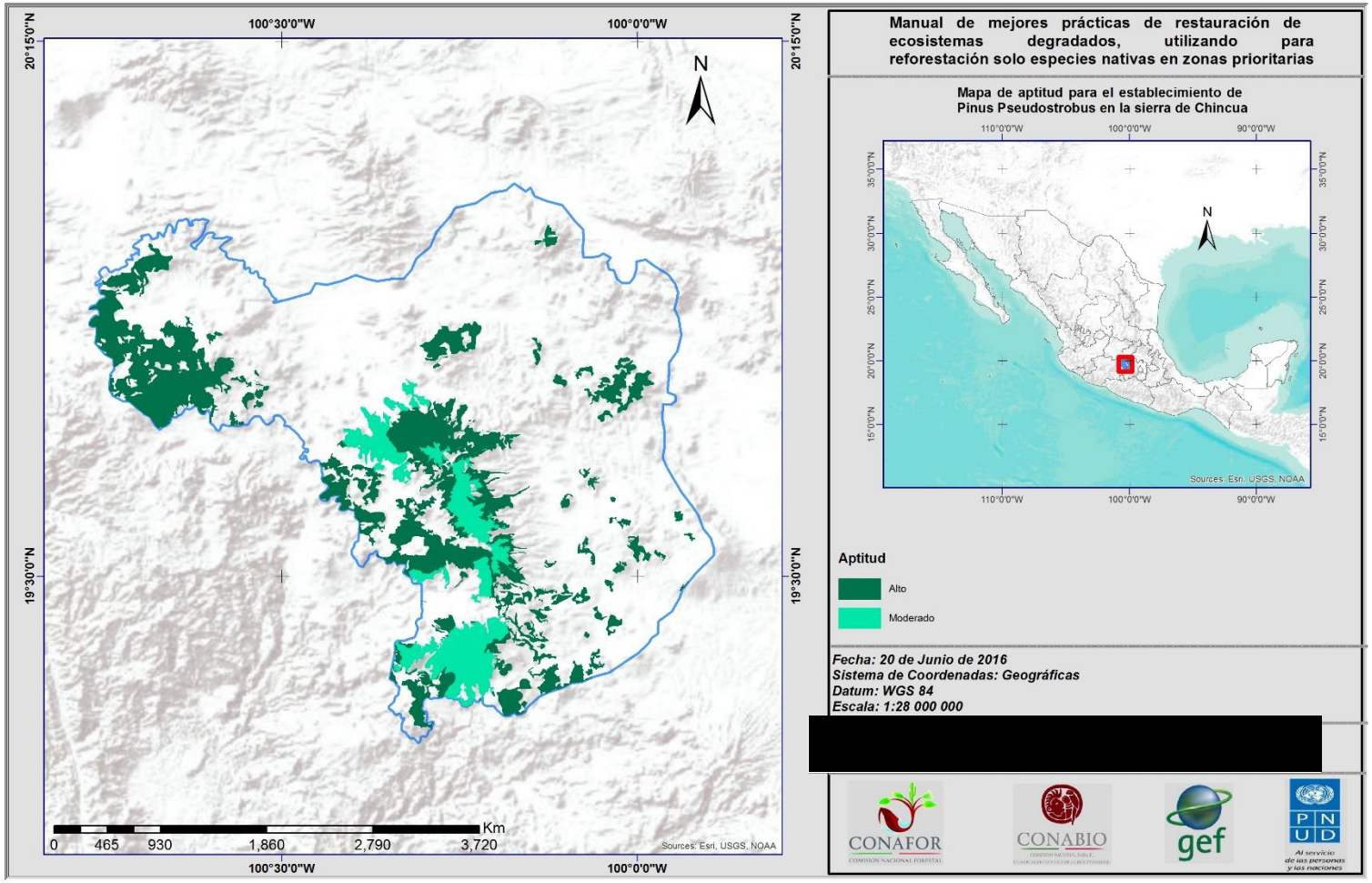


Figura 40. Mapa de aptitud para el establecimiento de *Pinus pseudostrobus* en la RTP Sierra de Chincua.

La importancia de realizar este tipo de análisis de forma previa a las actividades de restauración radica principalmente en que se pueden reducir los costos económicos e incrementar la posibilidad de llegar al éxito deseado en el largo plazo. Si los trabajos se llevan a cabo en áreas con algún tipo de uso como agricultura o ganadería, sería adecuado que la restauración contemple la compensación económica por dejar de realizar las actividades que actualmente se efectúan y el pago debe garantizar la reconversión efectiva de los usos de la tierra y que éstos permanezcan en el largo plazo.

6.5. Definición de áreas a restaurar a nivel predial

Las herramientas aquí señaladas pueden ser útiles para caracterizar las necesidades de restauración del sitio y en consecuencia, elegir las prácticas de manejo más adecuadas. En el Cuadro 18 se presenta una propuesta del formato para la caracterización de los sitios a restaurar, cuya información proveerá de elementos para la toma de decisiones. Durante la elaboración del presente Manual, este formato fue consensuado con el personal de la Coordinación de Conservación y Restauración de la CONAFOR.

Cuadro 18. Propuesta de formato para la caracterización de los sitios a restaurar.

1. Información de campo	
Coordenadas geográficas (Datum WGS 84)	Latitud: _____°_____´_____" Longitud: _____°_____´_____"
Indique el ecosistema al cual pertenece el predio	Templado ☐ Tropical ☐ Árido-Semiárido ☐
Ubicación del predio en la cuenca	Parte alta ☐ Ladera ☐ Valle ☐
¿La sección alta de la cuenca está protegida?	Sí ☐ No ☐
Topografía Predominante del predio	Plana (0 -5 grados) ☐ Ondulada (5-22 grados) ☐ Accidentada (>22 grados) ☐
Superficie total del predio	☐ Hectáreas
Del total del predio, indique la superficie susceptible de ser reforestada	☐ Hectáreas
Indique la superficie que desea reforestar actualmente	☐ Hectáreas
Tipo de vegetación predominante en el predio	Bosque de coníferas ☐ Bosque de coníferas y latifoliadas ☐ Bosque de latifoliadas ☐ Bosque mesófilo de montaña ☐ Selva alta perennifolia ☐ Selva mediana o baja perennifolia ☐ Selva alta o mediana subperenifolia ☐ Selva alta o mediana subcaducifolia ☐ Selva baja subperennifolia ☐ Selva baja caducifolia ☐ Selva baja espinosa ☐ Matorral xerófilo ☐ Matorral rosetófilo (Lechuguilla, candelilla, guayule, yucca) ☐ Manglar ☐ Acahual ☐ Pastizal ☐ Sin vegetación ☐ Plantaciones forestales ☐ Otro:_____
Liste las 3 principales especies forestales nativas en el predio (arbóreas o arbustivas)	Nombre científico sp1:_____Nombre común sp1:_____ Nombre científico sp2:_____Nombre común sp2:_____ Nombre científico sp3:_____Nombre común sp3:_____
Liste las 3 principales especies introducidas (exóticas, traslocadas) que se encuentren en el predio (arbóreas o arbustivas)	Nombre científico sp1:_____Nombre común sp1:_____ Nombre científico sp2:_____Nombre común sp2:_____ Nombre científico sp3:_____Nombre común sp3:_____
Tolerancia a la sombra de la especie (s) solicitada(s)	Nombre científico sp1:_____ ¿Es tolerante a la sombra? Si ☐ No ☐ Nombre científico sp1:_____ ¿Es tolerante a la sombra? Si ☐ No ☐ Nombre científico sp1:_____ ¿Es tolerante a la sombra? Si ☐ No ☐

Principal causa de pérdida de la vegetación dentro del predio	Agricultura ☐ Pastoreo ☐ Aprovechamiento forestal ☐ Tala ilegal ☐ Incendios ☐ Plagas y enfermedades ☐ Uso doméstico (leña) ☐ Crecimiento urbano ☐ Otras causas:_____
Indique la superficie aproximada en hectáreas para cada uno de los **usos del suelo presentes en el predio** actualmente (puede elegir más de una opción)	Agricultura ☐ Agricultura con labranza de conservación ☐ Ganadería ☐ Aprovechamiento maderable ☐ Aprovechamiento no maderable ☐ Minería ☐ Pesca ☐ Ecoturismo ☐ Suelos abandonados ☐
Indique la superficie aproximada en hectáreas para cada uno de los **usos del suelo presentes actualmente en el área que desea reforestar** (puede elegir más de una opción)	Agricultura ☐ Agricultura con labranza de conservación ☐ Ganadería ☐ Aprovechamiento maderable ☐ Aprovechamiento no maderable ☐ Minería ☐ Pesca ☐ Ecoturismo ☐ Suelos abandonados ☐
Intereses futuros de la reforestación	Captación y filtración de agua ☐ Generación de oxígeno ☐ Retención de suelo ☐ Protección de la biodiversidad ☐ Belleza escénica ☐ Forraje ☐ Aprovechamiento maderable ☐ Alimentos ☐ Carbón ☐ Leña ☐ Otro:_____
¿El área a reforestar se encuentra cercado para evitar el pastoreo?, indique la superficie.	Sí ☐ Superficie en hectareas_____ Sólo una parte ☐ Superficie en hectareas _____ No ☐ No se requiere ☐
Profundidad del suelo	Muy Somero (< 30 cm) ☐ Somero (30 a 60 cm) ☐ Moderadamente profundo (60 a 100 cm) ☐ Profundo (>100 cm) ☐ Afloramiento rocoso ☐
pH del suelo	Fuertemente ácido (<5) ☐ Moderadamente ácido (5-6.5) ☐ Neutro (6.6-7.3) ☐ Alcalino (7.4-8.5) ☐ Fuertemente alcalino (>8.5) ☐
Clase textural del suelo	% Arena ☐ % Limo ☐ % Arcilla ☐ Clase textural:_____
Indique el espesor de la materia orgánica presente en el suelo.	☐ Mm
Nivel de afectación del suelo (ver Cuadro 19)	Sin afectación ☐ Ligero ☐ Moderado ☐ Fuerte ☐ Extremo ☐
Altura promedio de los árboles del estrato inferior (I) (ver Cuadro 20).	Sitio 1 ☐ m Sitio 2 ☐ m Sitio 3 ☐ m
Altura promedio de los árboles del estrato medio (II) (ver Cuadro 20).	Sitio 1 ☐ m Sitio 2 ☐ m Sitio 3 ☐ m

Altura promedio de los árboles del estrato Superior (III) (ver Cuadro 20).	Sitio 1 ☐ m Sitio 2 ☐ m Sitio 3 ☐ m
Porcentaje de cobertura arbórea	Sitio 1 ☐ % Sitio 2 ☐ % Sitio 3 ☐ %
Porcentaje de cobertura arbustiva	Sitio 1 ☐ % Sitio 2 ☐ % Sitio 3 ☐ %
Porcentaje de cobertura herbácea	Sitio 1 ☐ % Sitio 2 ☐ % Sitio 3 ☐ %
Grado de fragmentación del paisaje (ver Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada. Cuadro 21)	Alto ☐ Moderado ☐ Bajo ☐ Sin fragmentación ☐
Determinar abundancia de la especies (Utilice el documento anexo en formato XLSX)	
Fenómenos meteorológicos extremos que afectan frecuentemente el área	Huracanes ☐ Sequias ☐ Heladas ☐ Inundaciones ☐
Disturbios más comunes en el área	Contaminantes químicos ☐ Fuego ☐ Inundaciones ☐ Fragmentación de las coberturas nativas ☐ Pastoreo ☐ Huracanes ☐ Especies invasoras ☐ Derrumbes ☐ Agricultura ☐ Daño mecánico ☐ Urbanización ☐ Viento ☐
Principales plagas y/o enfermedades presentes actualmente en la vegetación primaria del predio	Descortezadores ☐ Muérdago ☐ Defoliadores ☐ Barrenadores ☐ Plagas y enfermedades de la raíz ☐ Plagas de conos ☐ Tillandsia (plantas epífitas) ☐ Sin afectación por plagas y enfermedades ☐
Superficie en hectáreas de la vegetación del predio afectada por plagas y/o enfermedades	Descortezadores ☐ Muérdago ☐ Defoliadores ☐ Barrenadores ☐ Plagas y enfermedades de la raíz ☐ Plagas de conos ☐ Tillandsia (plantas epífitas) ☐ Sin afectación por plagas y enfermedades ☐
Del total de la superficie afectada por plagas y/o enfermedades, indique la superficie que ha sido tratada y la fecha	Superficie ☐ ha Fecha en la que se trató D / M / A ☐
En reforestaciones realizadas en años anteriores, indique las principales causas de muerte	Especie no apropiada al sitio ☐ Fecha inapropiada de la plantación ☐ Planta de mala calidad ☐ Competencia con vegetación ☐ Técnica Inadecuada de plantación ☐ Pastoreo ☐ Sequías ☐ Heladas ☐ Incendio ☐ Cambio de uso de suelo ☐ Fauna nociva ☐ Inundación ☐ Ciclones o huracanes ☐ No hay mortandad ☐ Otro:_____

En el Cuadro 19, Cuadro 20 y Cuadro 21 se presentan los criterios para evaluar el nivel de afectación del suelo, la estructura vertical de diferentes tipos de vegetación y el grado de fragmentación presentes en el predio.

Cuadro 19. Nivel de afectación del suelo.

Clase	Descripción
Sin afectación	Suelos sin evidencia de degradación que impiden la productividad biológica de los terrenos.
Ligero	Suelos que presenta alguna reducción apenas perceptible en su productividad, en la que se ha perdido hasta el 25 % de la capa superficial; entre el 10 y 20% de la superficie del área presenta problemas de canalillos y cárcavas pequeñas
Moderado	Suelos con marcada reducción en su productividad. El suelo ha perdido de 26 a 50 % de la capa superficial; presenta erosión en canalillos, canales y cárcavas pequeñas.
Fuerte	Se requieren grandes trabajos de ingeniería para su restauración, presenta pérdida de 51 a 75 % de la capa superficial del suelo. Ocurre en manchones de material consolidado, tipo tepetate o afloramientos rocosos, así como cárcavas de todos los tamaños. Presenta niveles con degradación ligera o moderada en 25 % del área total
Extremo	Terrenos cuya productividad es irrecuperable, presenta pérdidas superiores a 75 % de la capa de suelo superficial, con cárcavas profundas.

Fuente: Van y Oldeman (1997).

Cuadro 20. Valores de referencia para evaluar la estructura vertical de diferentes tipos de vegetación.

Ecosistema	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Templado con predominancia de coníferas o latifoliadas de porte alto	<10 m	10-20 m	>20 m
Templado con predominancia de latifoliadas de porte bajo	<7m	7-15	>15 m
Tropical seco	<10 m	10-20 m	>20 m
Tropical húmedo	<10 m	10-25 m	>25 m
Bosque mesófilo de montaña	<10 m	10-20 m	>20 m
Zonas áridas	< 3 m	3-9 m	>10 m

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

Cuadro 21. Grado de fragmentación.

Clase	Descripción
Sin fragmentación	La vegetación nativa cubre la mayor parte del área y se conserva como una sola unidad en más del 90 % del paisaje.
Bajo	Dentro del paisaje, se conservan parches de vegetación nativa de tamaños considerables que cubren hasta el 60 % del paisaje.
Moderado	Es posible observar parches de vegetación nativa distribuidos en el paisaje de forma aislada, cubriendo una superficie no mayor al 40 % del paisaje, la dispersión de polen y semilla se dificulta ya que los parche de hábitat se encuentran rodeados de territorio inhóspito.
Alto	La mayor parte del área con vegetación nativa ha sido destruida y únicamente se conservan relictos que cubren superficies no mayores al 10 % del paisaje.

Fuente: Adaptado de Hobbs y Wilson (1998).

La información recopilada permitirá caracterizar el sitio con el propósito de disponer de herramientas de decisión sobre la prioridad de realizar restauración.

6.5.1. Índice de Prioridad de Restauración

Actualmente, la CONAFOR ha focalizado la ejecución de plantaciones con fines de restauración a través de la definición de áreas prioritarias con base en la utilización de diversos insumos cartográficos y criterios técnicos y sociales. Este esfuerzo ha representado un gran avance para incrementar la eficiencia en el uso de los recursos públicos destinados a la restauración; sin embargo, colectar información estandarizada a nivel predial permitiría incrementar aún más la eficiencia de las acciones y tomar decisiones específicas para atender, en la medida de lo posible, las necesidades de cada sitio. Para ello, en este documento se propone la utilización del "Índice de Prioridad de Restauración" (IPR) diseñado con el propósito de sintetizar la condición de cada uno de los predios donde potencialmente se ejecutarán las actividades de restauración.

La fórmula para obtener el IPR es la siguiente:

$$IPR = \left(\tfrac{1}{3} VUP/C + \tfrac{1}{3} IEV + \tfrac{1}{3} IEH + ID + VIP + IS + ISAA\right)$$

Donde:

IPR= Índice de Prioridad de Restauración

VUP/C= Valoración de la ubicación del predio en la cuenca

IEV= Índice de Estructura Vertical

IEH= Índice de Estructura Horizontal

ID=Índice de diversidad

VIP= Valor asignado al Índice de Pieri

IS= Índice de Sanidad

ISAA= Índice de Susceptibilidad ante actividades antropogénicas

Como se podrá observar, este índice compuesto requiere la disposición de la información colectada en el formato del Cuadro 11 y a su vez, el cálculo de los indicadores mencionados.

Con la finalidad de dar mayor agilidad a este proceso, como parte del presente manual se han generado archivos con formato *.xls donde se podrá registrar la información base y, automáticamente se estimará el IPR. Esta herramienta contribuirá a brindar agilidad en la dictaminación de los proyectos apoyados por la CONAFOR y emitir recomendaciones generales sobre algunas actividades de manejo en los predios (por ejemplo, manejo de la sanidad, control de herbáceas, densidades de plantación adecuadas, etc.). La calificación del IPR asociada a los valores obtenidos en el cálculo es la que se presenta a continuación:

- Mayor Prioridad (Nivel 1) = (16-25]
- Prioridad media (Nivel 2)= (7.33-16]
- Baja prioridad (Nivel 3)= (0-7.33]

Como cualquier índice de reciente creación, éste requiere ser contrastado con datos empíricos para verificar su utilidad o, en su caso, hacer las modificaciones pertinentes. Se vislumbra realizar la validación en una siguiente etapa del proyecto.

6.5.1.1. Evaluando la ubicación del predio en la cuenca

Como ya se indicó, en un proyecto de restauración forestal con enfoque de cuenca es importante considerar la importancia técnica de que los proyectos de reforestación inicien en las partes altas cuando éstas no cuentan con una masa arbolada que las proteja del proceso erosivo. Cabe recordar que las acciones de reforestación con fines de restauración en nuestro país responden, en primera instancia, al interés de los dueños de las áreas forestales; y por ello, realizar una priorización adecuada de los predios implica determinar cuál es su ubicación dentro de la cuenca a la que pertenecen. El componente del IPR diseñado con este propósito asigna un mayor puntaje a los predios que se encuentran en las partes de la cuenca, o bien en la ladera siempre y cuando la parte alta se encuentre protegida (Cuadro 22).

$$VUP/C = UPC * \vartheta_i$$

Donde:

VUP/C= Valoración de la ubicación del predio en la cuenca

UPC= Ubicación del predio en la cuenca (parte alta, ladera o valle)

ϑ_i = Ponderador para el predio, en función de la cobertura de la parte alta

Cuadro 22. Puntuación para calificar la prioridad del predio de ser reforestado en función de su ubicación dentro de la cuenca.

Ubicación del predio dentro de la cuenca	Valor asignado a la ubicación del predio	¿La parte superior de la cuenca está protegida? (ϑ_i)	
		Sí	No
Parte alta	3	3	4
Ladera	2	3	1.5
Valle	1	1.5	1

Fuente: Elaboración propia.

Así por ejemplo, si un predio donde se pretenden realizar acciones de reforestación se ubica en la sección alta de la cuenca, recibirá un puntaje de 3. Este valor será multiplicado por 4 si en general, la parte alta de la cuenca está desprotegida de vegetación, lo que da como resultado los 12 puntos asignados al predio en este indicador. De esta forma, los predios ubicados en la sección alta serán los prioritarios para reforestar, seguido de los predios ubicados en zonas de ladera donde la parte alta de la cuenca sí esté protegida. El rango de este indicador es de $[1 - 12]$.

Como ya se indicó, otras condiciones del predio permitirán priorizar las acciones de reforestación en los distintos predios. A continuación se describe cómo calcular el segundo componente del IPR: la estructura vertical del predio.

6.5.1.2. Evaluando la estructura vertical del predio

Los valores que se presentan en el Cuadro 23 son las alturas de los distintos estratos verticales, definidas por diversos autores para los tipos de vegetación bajo estudio. Cabe indicar que en los casos donde los investigadores sugirieron más de tres estratos, éstos fueron adaptados para que hubiera congruencia con los reportados en otros artículos. En la columna fuente se precisa cuando éste ha sido el caso con la palabra "adaptado".

Cuadro 23. Valores de referencia reportados por diversos autores para la estructura vertical de diferentes tipos de vegetación.

Ecosistema	Estrato I	Estrato III	Estrato III	Fuente
Templado	<10 m	10-20 m	>20 m	Adaptado de: López (2007).
Templado (perturbado)	< 3 m	3-9 m	>10 m	Ugalde *et al.* (2009).
Tropical	<10 m	10-20 m	>20 m	López *et al.* (2014); Vázquez *et al.* (2011); Adaptado de García *et al*.

Ecosistema	Estrato I	Estrato III	Estrato III	Fuente
				(2014); Adaptado de Zarco *et al.* (2011).
Selva mediana perennifolia	<10 m	11-20 m	>20 m	Sarukhan (1968); citado por Basáñez *et al.* (2008).
Tropical subperennifolio (perturbado)	< 3 m	3-9 m	>10 m	Carreón y Valdés (2014).
Selva mediana subcaducifolia	<4.4 m	4.5-10.4	>10.4 m	Adaptado de: Gutiérrez *et al.* (2011).
Zonas áridas	<3m	3-7 m	>7 m	García y Jurado (2008).
Bosque de niebla	<10 m	10-20 m	>20 m	Fortanelli *et al.* (2014).
Bosque de encino-pino	<7m	7-15	>15 m	Rubio *et al.* (2011).

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

La información reportada en la literatura científica fue utilizada como base para construir un criterio con el objetivo de calificar la condición de la estructura vertical en el predio potencial para efectuar las acciones de restauración. Los valores sugeridos se presentan en el Cuadro 24. Es preciso indicar que en el Cuadro se distinguen latifoliadas de porte bajo (por ejemplo las diversas especies del género *Quercus* spp. o encino) de las de porte alto, con el propósito de considerar la propia fenología de las especies.

Cuadro 24. Puntaje sugerido para evaluar la estructura vertical de las áreas sujetas a acciones de conservación

Ecosistema	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Templado con predominancia de coníferas o latifoliadas de porte alto	<10 m	10-20 m	>20 m
Templado con predominancia de latifoliadas de porte bajo	<7m	7-15	>15 m
Tropical seco	<10 m	10-20 m	>20 m
Tropical húmedo	<10 m	10-25 m	>25 m
Bosque mesófilo de montaña	<10 m	10-20 m	>20 m
Zonas áridas	< 3 m	3-9 m	>10 m
Factor de ponderación/Puntaje	ƛ= (1.5)	ƛ= (1)	ƛ= (0.5)
Asignar 1 punto	0-30 %	0-30 %	61-100 %
Asignar 2 puntos	31-60 %	61-100%	30-60 %
Asignar 4 puntos	61-100 %	31-60 %	0-30 %

Fuente: Elaboración propia, con base en la información del Cuadro 23.

La estructura vertical del predio, será sintetizada en un índice (IEV) cuya fórmula es:

$$IEV = \sum_{j=1}^{3} \lambda_j \, Vv_j$$

Donde:

IEV= Índice de estructura vertical

λ_i= Ponderador para el j-ésimo estrato

Vvj= Puntaje obtenido en el j ésimo estrato.

Por ejemplo, si en un predio el 75 % de los individuos corresponden al estrato I y 25 % al estrato II, el puntaje asignado en la calificación será 6 para el primer estrato y 1 para el segundo. Estos valores serán multiplicados individualmente por el ponderador (λ) y la sumatoria de ambos productos será el valor del Índice de estructura vertical (Cuadro 25). Dando un resultado total de: (4*1.5)+(1*1)=7.

En el Cuadro 25 se muestran diversos ejemplos hipotéticos que permiten ilustrar el uso de la escala de calificación.

Cuadro 25. Ejemplos hipotéticos para ilustrar el uso del Índice de Estructura Vertical

	Estrato I	Estrato II	Estrato III	Calificación asignada
Caso 1	20 %	32 %	48 %	----
Puntaje	**1.5**	**3**	**1**	**5.5**
Caso 2	44 %	22 %	34 %	----
Puntaje	**3**	**1**	**1**	**5**
Caso 3	15 %	32 %	53 %	----
Puntaje	**1.5**	**4**	**1**	**6.5**

Fuente: Elaboración propia.

Con estas consideraciones, el rango del IEV es $[3 - 12]$, con distintos valores intermedios, en función de las condiciones específicas del predio.

6.5.1.3. Evaluando la estructura horizontal del predio

La estructura horizontal del predio se evaluará considerando la información de cobertura de los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y se estimará con un mecanismo de evaluación similar al del IEV. Se propone utilizar la escala que se muestra en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Evaluación del estrato horizontal a nivel predial

Calificación	Estrato herbáceo	Estrato arbustivo	Estrato arbóreo
Asignar 0 puntos	>60 %	>60 %	>60 %
Asignar 1 punto	41-60 %	41-50%	41-50%
Asignar 2 puntos	26-40 %	26-40 %	26-40 %
Asignar 4 puntos	0-25 %	0-25 %	0-25 %

Fuente: Elaboración propia.

Una vez asignado el puntaje, el índice de Estructura horizontal será calculado con la sumatoria de los tres puntajes obtenidos a través de la siguiente fórmula:

$$IEH = \sum_{i=1}^{3} Ce_i$$

Donde:

IEH= Índice de Estructura Horizontal

Ce_i= Calificación obtenida para el estrato "i"

De esta manera, el rango del Índice de Estructura Horizontal (0-12].

6.5.1.4. Índice de diversidad de Simpson

El valor de este índice tiene un rango de 0 a 1, donde 0 refleja una máxima diversidad y 1, máxima dominancia. Los autores consultados refirieron los resultados que se presentan en el Cuadro 27. El valor intermedio (50 o 0.5) es característico de las etapas sucesionales secundarias tempranas (Melo y Vargas, 2003). Un análisis superficial de la situación podría sugerir que en estas comunidades es donde se deberían priorizar los esfuerzos de restauración; sin embargo, esta consideración debe incluir un análisis de la función ecológica de la (s) especie (s) dominante (s). Por ejemplo, en bosques templados, después de un incendio *Quercus frutex* coloniza e impide el crecimiento de otras especies, por lo cual, un valor de máxima dominancia significaría la necesidad de realizar actividades de reforestación con alguna especie de interés. Un caso contrario podría ser el de una especie facilitadora de la sucesión como diversas especies de leguminosas, que fijan nitrógeno y favorecen el establecimiento de otras especies. Esto significa que el responsable de realizar la evaluación de la factibilidad de reforestar con especies nativas *in situ* debe considerar, además de los valores obtenidos en los índices *per sé*, la etapa sucesional del sitio y la función ecológica de la especie dominante.

Cuadro 27. Valores del índice de diversidad de Simpson reportados por diversos autores.

Ecosistema	Rango del valor del índice de Simpson	Autor
Bosque de pino	0.66-0.81	López Gijón (2007)
Fragmentos de bosque templado	0.49-0.85	López *et al.*, 2010
Bosque de Encino	0.59-0.84	Rubio *et al*, 2011

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

Los valores propuestos para realizar la ponderación del Índice de diversidad de Simpson se presentan en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Ponderación del valor del índice de diversidad de Simpson para determinar la prioridad de reforestación a nivel predial.

¿La especie dominante es representativa de la comunidad clímax del ecosistema o es una especie clave?	Valor estimado del índice de Simpson		
	0-0.49	0.50-0.85	0.86-1.00
Sí	2	1	1
No	2	3	3

Fuente: Elaboración propia.

6.5.1.5. Evaluando la Compactación del suelo

Como ya se indicó, los resultados de IE inferiores a 5 indican suelos degradados, IE con valores de 5 a 7 suelos con alto riesgo a la degradación física por encostramiento o compactación, IE de 7 a 9 suelos con moderado riesgo a la degradación y valores de IE mayores a 9 son suelos estructuralmente estables. Con el propósito de incorporar esta información para priorizar las acciones de restauración, se propone utilizar la escala que se presenta en el Cuadro 29. Debido a la importancia del recurso suelo en la conservación de los ecosistemas, en el índice de prioridad de restauración se asigna un puntaje mayor en la valoración general, con relación a la puntuación otorgada a los componentes analizados e incluidos en el índice general. Se enfatiza la necesidad de priorizar los suelos con alto riesgo a la degradación física sobre los suelos degradados. Esto se justifica debido a que en estas condiciones, se puede prevenir que una superficie mayor se convierta en superficie degradada, y los costos asociados son menores en comparación con los suelos degradados.

Cuadro 29. Puntuación asignada al índice de Pieri para su incorporación en el Índice de Prioridad de Restauración.

Índice de Pieri	Descripción	Escala en el Índice de Prioridad de Restauración
<5	Suelos degradados	2
5-7	Alto riesgo a la degradación física por encostramiento	1
7-9	Moderado riesgo a la degradación	3
>9	Estructuralmente estables	4

Fuente: Pieri (1995).

6.5.1.6. Sanidad forestal

La sanidad forestal es un elemento muy importante en el manejo de las áreas donde se efectuarán las actividades de restauración forestal. En el índice de prioridad de restauración esta condición se considera en función del tipo de agente causal, la superficie afectada y el manejo en el momento de la planificación de la reforestación. Se determinará con la siguiente fórmula:

$$IS = VaPas_i * \alpha_i$$

Donde:

IS= Índice de Sanidad

$VaPas_i$= Valor asignado al porcentaje de afectación del predio (Cuadro 29)

α_i= Ponderador (en caso de tratamiento)

En el Cuadro 30 se presentan los valores que se asignarán en función del agente causal, el porcentaje de afectación del predio y el ponderador

Cuadro 30. Propuesta para calificar la sanidad del predio donde se efectuarán actividades de reforestación con especies nativas.

Agente causal	Porcentaje de afectación del predio			¿El área tiene tratamiento para el control del agente causal? (α)	
	1-33 %	34-66 %	67-100%	Sí	No
Descortezadores	3	1	1	1	0.3
Muérdago	3	2	1	1	0.5
Defoliadores	3	2	1	1	0.5
Barrenadores	3	1	1	1	0.5
Plagas y enfermedades de la raíz	3	1	1	1	0.5
Plagas de conos	3	1	1	1	0.5
Tillandsia (plantas epífitas)	3	2	1	1	0.5
Sin afectación por plagas y enfermedades	4	---	---	1	---

Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.



Figura 41. Daño por *Hypsipyla grandella* en *Cedrela odorata*.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

6.5.1.7. Susceptibilidad de la superficie destinada a la reforestación por actividades antropogénicas

El uso de suelo es uno de los componentes que se propone tomar en cuenta para determinar la prioridad de emprender acciones en un sitio con relación a otro. En este caso, la evaluación de las actividades antropogénicas se basa en el hecho de que algunas actividades tienen un impacto mayor sobre las plantaciones en comparación con otras. La premisa base es que en México, donde existen unidades de producción de pequeñas superficies, los dueños y poseedores combinan distintos usos, mismos que pueden tener repercusiones negativas sobre las áreas forestales donde se realizan actividades de restauración; busca determinar las actividades que coexistirán con la reforestación y asignar un valor de "alto riesgo" a aquellas que podrían afectarla. En esta valoración se utiliza un ponderador cuyos puntajes dependen del tipo de uso (Cuadro 31).

Cuadro 31. Ponderación propuesta para valorar la susceptibilidad de la reforestación a presiones antropogénicas

Uso de suelo	Ponderador (μ)
Superficie destinada a la reforestación	1
Superficie destinada a la provisión de servicios ambientales	1
Ecoturismo	1.1
Agricultura con labranza de conservación	1.1
Aprovechamiento forestal maderable (con permisos de aprovechamiento)	1.2

Uso de suelo	Ponderador (μ)
Aprovechamiento forestal no maderable (con permisos de aprovechamiento)	1.2
Tala clandestina o extracción de no maderables sin autorización legal	1.5
Agricultura	1.5
Ganadería	1.5
Minería	1.5
Sin uso por degradación	1.5

Fuente: Elaboración propia.

Se propone que en el proyecto de restauración, el dueño del predio realice la asignación de la superficie destinada a cada uso. La superficie total será registrada y se multiplicará por el ponderador establecido en el Cuadro 31. Posteriormente, se hará una sumatoria de los resultados obtenidos. Se aplicará la siguiente fórmula:

$$Superficie\ de\ amortiguamiento = \sum_{i=1}^{n} (Sup\ i * \mu_i)$$

Donde:
Sup_i= Superficie dentro del predio destinada al uso i
μ= Ponderador del uso i

Posteriormente, esta información será utilizada para estimar el índice de susceptibilidad con la siguiente fórmula:

$$ISAA = Superficie\ del\ predio - Superficie\ de\ amortiguamiento$$

Para incorporar el ISAA al cálculo de prioridad de reforestación se asignarán los puntajes que se presentan en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Valoración del Índice de Susceptibilidad de la superficie destinada a la reforestación ante actividades antropogénicas.

Valor obtenido en el ISAA	Puntaje	Descripción de la valoración
ISAA≥0	3	Mayor prioridad de reforestación
ISAA<0	1	Menor prioridad de reforestación

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 42 se muestran ejemplos de actividades de ganadería con reforestación.



Figura 42. Actividades de ganadería en sitios con reforestación.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2015).

7. Selección de especies nativas en la reforestación con el objetivo de impulsar la restauración forestal

En sitios con niveles de degradación bajos o intermedios, donde los suelos permanecen intactos y hay un suficiente germoplasma disponible para la siguiente generación, la regeneración natural es la mejor selección, (Chazdon, 2008, citado por Thomas *et al.* 2014). Esta elección disminuye la posibilidad de que se presenten algunos riesgos inherentes a la introducción del germoplasma, manteniendo la integridad genética y el establecimiento de brinzales bien adaptados. En los sitios donde no existen diversas fuentes de semillas o éstas no son suficientes, donde las fuentes de semillas sufren de erosión genética o se prevé la reforestación, la introducción de materiales provenientes de fuentes fuera del sitio puede ser una ventaja o la única solución al menos en el corto plazo.

Generalmente, con el fin de reestablecer ecosistemas autosostenibles y los servicios derivados de éstos, se prefiere elegir especies nativas con respecto a las exóticas; aunque éstas últimas pueden ser útiles o necesarias (sobre todo en sitios muy degradados) como especies nodriza para mejorar el micrositio (Lamb, 2012; Montagnini y Finney, 2011; Newton, 2011; citados por Thomas *et al.*, 2014). Gómez-Romero *et al.* (2012) recomendaron establecer especies como *Pinus greggii* en Michoacán (fuera de su área de distribución natural) para favorecer, en un momento posterior la plantación y el establecimiento de especies nativas.

De acuerdo con la CONABIO[26], las plantas valiosas para la restauración y la reforestación deben presentar las siguientes cualidades.

- Ser de fácil propagación.
- En función de las condiciones del ecosistema a restaurar deben resistir condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
- Tener crecimiento rápido y una relación alta de C/N
- Tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo, producir leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera o néctar.
- Nula tendencia a adquirir una propagación invasora e incontrolable.

[26] Proyecto J-084. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación.

- Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

La CONABIO y la CONAFOR ya realizaron un esfuerzo por recopilar la información de árboles y arbustos útiles en la reforestación; en instituciones como el INIFAP y la Universidad Autónoma Chapingo también se ha recopilado información de cara a los requerimientos ecológicos de las especies forestales (nativas e introducidas); sin embargo ésta se encuentra dispersa en diversas monografías. Como parte de este manual, la información fue sistematizada en un archivo de Microsoft Excel® donde la persona interesada podrá buscar la especie de su interés y consultar las variables específicas de los requerimientos ambientales, las entidades donde se distribuye de manera natural y sus usos potenciales. En el Cuadro 33 se presenta el listado de especies utilizadas por la CONAFOR en proyectos de restauración forestal.

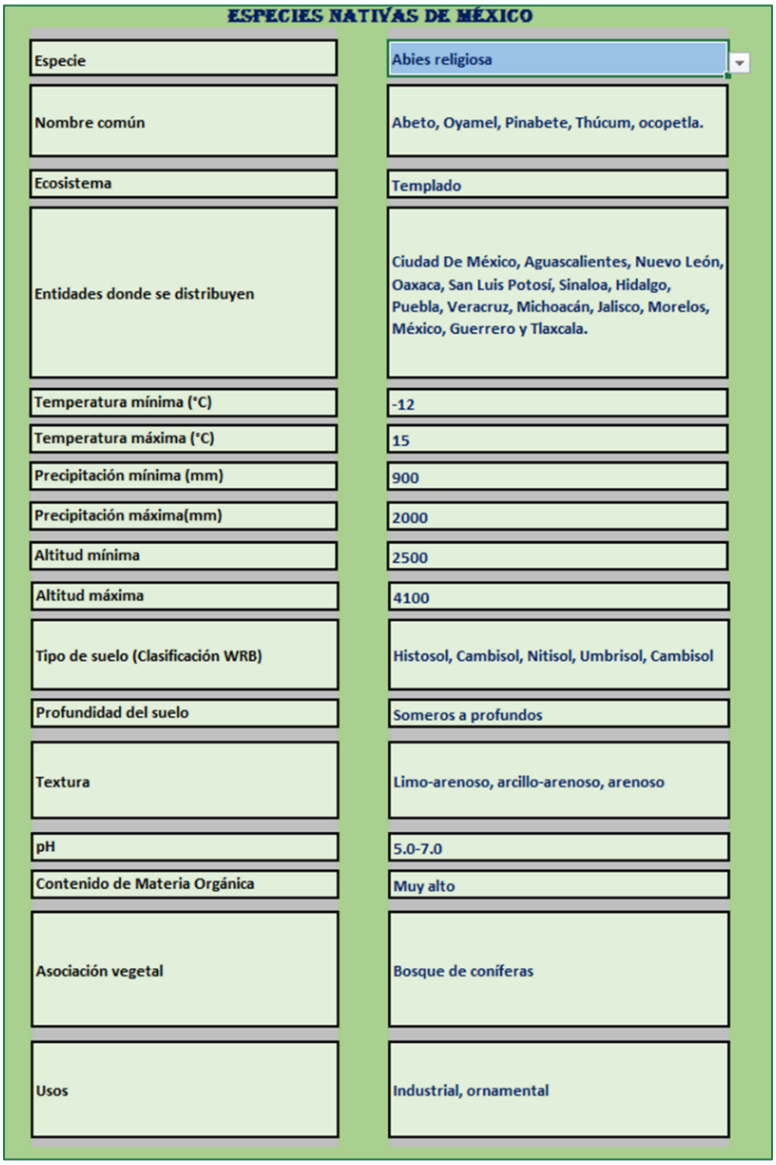
Cuadro 33. Especies nativas de México utilizadas por la CONAFOR en la restauración de ecosistemas forestales por zona climática.

Especie	Grupo climático	Especie	Grupo climático	Especie	Grupo climático
Abies religiosa	Templado	*Acacia guatemalensis*	Tropical	*Acacia farnesiana*	Árido-Semiárido
Alnus acuminate	Templado	*Albizzia plurijuga*	Tropical	*Acacia pennatula*	Árido-Semiárido
Arbutus glandulosa	Templado	*Brosimum alicastrum*	Tropical	*Agave angustif olia*	Árido-Semiárido
Arbutus xalapensis	Templado	*Bursera linaloe*	Tropical	*Agave Americana*	Árido-Semiárido
Cupressus forbesii	Templado	*Caesaelpinea platyloba*	Tropical	*Agave atrovirens*	Árido-Semiárido
Cupressus lindleyi	Templado	*Cedrela odorata*	Tropical	*Agave cupreata*	Árido-Semiárido
Dodonaea viscosa	Templado	*Ceiba pentandra*	Tropical	*Agave potatorum*	Árido-Semiárido
Eysenhardtia polystachya	Templado	*Cordia alliodora*	Tropical	*Agave salmiana*	Árido-Semiárido
Fraxinus uhdei	Templado	*Cordia dodecandra*	Tropical	*Capsicum annum*	Árido-Semiárido
Fraxinus velutina	Templado	*Cordia sebestena*	Tropical	*Ebanopsis ebano*	Árido-Semiárido
Juniperus deppeana	Templado	*Crescentia cujete*	Tropical	*Pinus cembroides*	Árido-Semiárido
Juniperus flaccida	Templado	*Cyrtocarpa procera*	Tropical	*Pinus maximartinezii*	Árido-Semiárido
Pinus arizonica	Templado	*Ehretia tinifolia*	Tropical	*Piscidia piscipula*	Árido-Semiárido
Pinus ayacahuite	Templado	*Enterolobium cyclocarpum*	Tropical	*Prosopis glandulosa*	Árido-Semiárido

Especie	Grupo climático	Especie	Grupo climático	Especie	Grupo climático
Pinus chiapensis	Templado	*Gliricidia sepium*	Tropical	*Prosopis leavigata*	Árido-Semiárido
Pinus devoniana	Templado	*Guazuma ulmifolia*	Tropical	*Rhus ovata*	Árido-Semiárido
Pinus douglasiana	Templado	*Haematoxylum brasiletto*	Tropical	*Washingtonia robusta*	Árido-Semiárido
Pinus durangensis	Templado	*Leucaena esculenta*	Tropical	*Yuca filifera*	Árido-Semiárido
Pinus engelmannii	Templado	*Leucaena leucocephala*	Tropical	*Yucca schidigera*	Árido-Semiárido
Pinus greggii	Templado	*Lonchocarpus longistylus*	Tropical		
Pinus jeffreyi	Templado	*Lysiloma acapulcensis*	Tropical		
Pinus lawsoni	Templado	*Lysiloma divaricata*	Tropical		
Pinus leiophylla	Templado	*Pithecellobium dulce*	Tropical		
Pinus maximinoi	Templado	*Sabal yapa*	Tropical		
Pinus montezumae	Templado	*Schizolobium parahyba*	Tropical		
Pinus oaxacana	Templado	*Swietenia humilis*	Tropical		
Pinus oocarpa	Templado	*Swietenia macrophylla*	Tropical		
Pinus patula	Templado	*Tabebuia donnell-smithii*	Tropical		
Pinus pseudostrobus	Templado	*Tabebuia palmeri*	Tropical		
Pinus pseudostrobus var. oaxacana	Templado	*Tabebuia rosea*	Tropical		
Pinus quadrifolia	Templado	*Taxodium mucronatum*	Tropical		
Pinus rudis	Templado	*Tecoma stans*	Tropical		
Pinus teocote	Templado	*Thevetia peruviana*	Tropical		
Quercus arizonica	Templado				
Quercus eduardi	Templado				
Quercus laurina	Templado				
Quercus macrophylla	Templado				
Quercus potosina	Templado				
Quercus resinosa	Templado				
Quercus rugose	Templado				
Quercus virginiana	Templado				
Quercus xalapensis	Templado				

Fuente: UACh y CONAFOR (2015).

Para tener un mejor manejo de la información de los requerimientos ambientales de las especies nativas, se generó una mascarilla de búsqueda en Microsoft Excel® (Figura 43).



ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO

Especie	Abies religiosa
Nombre común	Abeto, Oyamel, Pinabete, Thúcum, ocopetla.
Ecosistema	Templado
Entidades donde se distribuyen	Ciudad De México, Aguascalientes, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Morelos, México, Guerrero y Tlaxcala.
Temperatura mínima (°C)	-12
Temperatura máxima (°C)	15
Precipitación mínima (mm)	900
Precipitación máxima(mm)	2000
Altitud mínima	2500
Altitud máxima	4100
Tipo de suelo (Clasificación WRB)	Histosol, Cambisol, Nitisol, Umbrisol, Cambisol
Profundidad del suelo	Someros a profundos
Textura	Limo-arenoso, arcillo-arenoso, arenoso
pH	5.0-7.0
Contenido de Materia Orgánica	Muy alto
Asociación vegetal	Bosque de coníferas
Usos	Industrial, ornamental

Figura 43. Base de datos con información de especies nativas utilizadas en proyectos de restauración forestal de la CONAFOR.
Fuente: Elaboración propia, con base en la literatura consultada.

Disponer de esta información (y tomarla como base en las acciones de reforestación) cobra importancia para seleccionar especies nativas de México y corroborar que éstas correspondan al ecosistema que se pretende restaurar. También es necesario considerar que si el rango de distribución de una especie es amplio, habrá una mayor variabilidad genética dentro de ella dado que se desarrollará en distintos tipos de condiciones ambientales

bióticas y abióticas. En cambio, si su distribución es restringida su variabilidad genética también lo es (Rodríguez, 2008).

Supongamos un caso extremo, por ejemplo *Cedrela odorata* cuyo rango de distribución natural es amplio (la vertiente del Golfo de México, desde el sur de Tamaulipas y Sureste de San Luis Potosí hasta la Península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Guerrero, en la Depresión Central y la Costa de Chiapas). Aunque sea una especie nativa de México, y la semilla haya sido colectada en Oaxaca, sería inconveniente establecerla en Sinaloa, debido a las variaciones ecotípicas o clinales que podrían estar presentes.

7.1. Producción de especies nativas en vivero

El proceso de producción de plantas en vivero comprende diversas etapas, como la obtención de semilla de calidad, el procesamiento de las semillas (clasificación, selección, limpieza, secado, almacenamiento, tratamientos pregerminativos, etc.), la preparación del sustrato, el llenado de los envases, el transplante, el riego, la fertilización, el control de plagas y enfermedades.

Un vivero de especies nativas debe tener como objetivo producir planta de calidad de especies cuya distribución natural corresponda a su área de influencia. Analizando la distribución de viveros con asignación de plantas para la reforestación de predios apoyados por la CONAFOR en 2014, se observó que, en 65 % de los casos en donde el tiempo de traslado de la planta fue inferior a tres horas, la mortandad fue menor al 5 %. Por lo cual, la planeación de la ubicación de los viveros debe considerar las condiciones de los sitios a restaurar y garantizar atributos en la planta que favorezcan una alta sobrevivencia en campo.

7.1.1. Producción de semilla

El éxito de la producción de plantas en un vivero está ampliamente relacionado con la calidad de la semilla utilizada. Para garantizar esta calidad se deben cuidar tres aspectos básicos: calidad genética, física y fisiológica de las semillas.

La calidad genética está dada por la identidad botánica de la semilla y las características genéticas de los árboles progenitores. La calidad física de la semilla depende del tamaño, color, edad, estado de la testa o cobertura, presencia de plagas y enfermedades. Finalmente, que la calidad fisiológica depende de la madurez, contenido de humedad y capacidad germinativa.

Con fines de restauración, será deseable contar con una amplia base genética, con este propósito Meffe y Carrol, 1997 (citados por Rodríguez, 2008) proponen:

1. La colecta de semilla debe realizarse en poblaciones grandes, pues a mayor variación, habrá menos deriva genética y endogamia.
2. Reducir en la medida de lo posible la selección artificial.
3. Estimular la recuperación natural de poblaciones pequeñas.
4. Evitar la introducción de alelos exóticos, provenientes de otras poblaciones.
5. Mantener aisladas las poblaciones cuya condición natural es esa.

Adicionalmente, Rodríguez (2008) recomendó no colectar la totalidad de las semillas en un árbol para respetar los procesos ecológicos y favorecer la regeneración natural.

Las características que deben considerarse en el momento de seleccionar a los árboles padres dependen del objetivos de la futura plantación: para la producción de madera se debe considerar la edad del arbolado; árboles jóvenes o muy viejos producen un gran número de semillas infértiles, el tamaño de copa (1/3 de la longitud total del árbol) indican una mayor producción de semilla, en general el porte y vigor del árbol (fuste recto, no bifurcados ni torcidos) (Muñoz *et al*., 2011). Para cada especie se debe conocer la periodicidad de la producción de semilla (identificar años semilleros), y el estado fitosanitario de los árboles, arboles plagados o enfermos producen semilla de baja calidad y en poca cantidad. Si el objetivo es producción de leña no se requieren arboles rectos, sino, arboles con abundantes ramas y alta capacidad de rebrote.

El Sistema de Información para la Reforestación[27] ha generado fichas técnicas con datos de las características ecológicas y biológicas de 144 especies (nativas y no nativas) que se utilizan en los proyectos de restauración apoyados por la CONAFOR (Anexo 1), es evidente la necesidad de realizar mayor investigación enfocada a especies nativas, ya que en algunos casos el contenido de las fichas es insuficiente. Para la selección de árboles padres se requiere contar con información referente a: si la planta es monoica o dioica, época de floración, época de fructificación, época de colecta de semilla, rendimiento de semilla por cono, fruto o planta, tipo de semilla, número de semilla por Kg y ciclo semillero. También es recomendable generar fichas de la etapa fenológica de las especies[28].

Prieto y López (2006) identifican cuatro principales fuentes de semilla: rodales naturales, rodales semilleros, áreas semilleras y huertos semilleros.

[27] http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/usos/fichas-sire

[28]http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1290Manual%20para%20la%20identificaci%C3%B3n%20y%20establecimiento%20de%20Unidades%20productoras%20de%20Germoplasma%20Forestal.pdf

Rodales naturales: son cualquier sitio del bosque donde existe la especie de interés. La selección de los arboles únicamente considera la calidad fenotípica. No se asegura la calidad genética del arbolado y limita la ganancia genética en la progenie (Figura 44).

Los siguientes tres tipos de fuentes de semilla requieren cierto nivel de manejo técnico. La dificultad y el grado de especialización requeridos se incrementan en las áreas semilleras y en los huertos semilleros.

Rodales semilleros: son rodales naturales que sobresalen fenotípicamente en relación al resto de los rodales de una región y que se destinan a la producción temporal de semilla. Este tipo de rodales permiten que se obtenga una ganancia genética del 3 al 5 % en volumen.

Áreas semilleras: son rodales con árboles superiores que poseen árboles de alta calidad fenotípica, donde los árboles fenotípicamente inferiores son seleccionados para garantizar la producción de semilla de mejor calidad genética (5 a 8 %). Estas áreas requieren que la selección de los individuos se realice bajo criterios técnicos.

Huertos semilleros: son plantaciones forestales establecidas por medio de semillas o clones provenientes de árboles selectos, logrando una ganancia genética del 30 al 50 % al plantar la progenie. Al igual que en el anterior, el gestor debe realizar el manejo de los huertos.

De acuerdo con Kanninen *et al*. (1990) citado por Prieto y López (2006) las semillas se clasifican en base a su origen:

a. Semillas élite: son semillas producidas en huertos semilleros, con superioridad genética comprobada en uno o más caracteres a través de ensayos de progenies.
b. Semillas selectas: son semillas provenientes de huertos semilleros no probados, de áreas semilleras o arboles fenotípicamente superiores con características mejores que la media de la población.
c. Semillas identificadas: son semillas originadas de masas naturales o plantaciones de buena calidad (rodales semilleros, rodales naturales sin tratamiento y semillas de frentes de corta, con identificación de especies y con una descripción exacta del sitio de colecta).
d. Semillas no clasificadas: son semillas colectadas sin técnica, de cualquier arbolado, sin detallar origen y en ocasiones sin especificar especie.

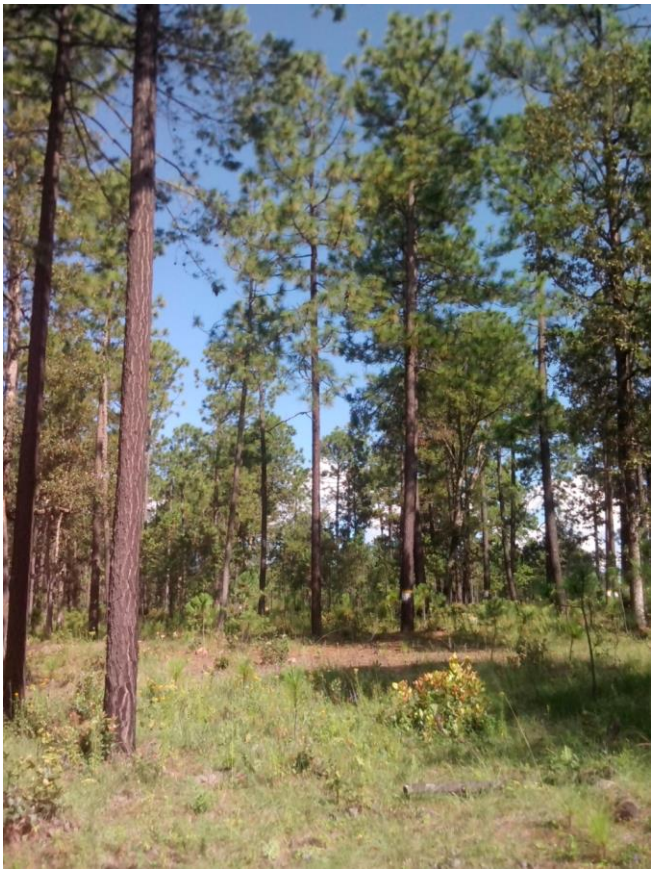


Figura 44. Rodal natural de *P. durangensis* en Chihuahua (UPGF) de la CONAFOR, 2012.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2014).

Para el caso de *Agave* sp. Muñoz *et al*. (2014) señalan que un rodal debe cumplir las siguientes características; rodales con alta densidad de población, vigor, porte, buena área de copa y edad de 8, 9 y 10 años. Las plantas semilleras deben estar libres de plagas o enfermedades, vigorosa, buena altura y área foliar superior a la media de la población.

7.1.1.1. Colecta de semilla

La FAO[29] describe cuatro métodos de recolección de semilla: a) recolección del suelo de los frutos o semillas caídas; b) recolección de las copas de árboles cortados, c) recolección de árboles en pie a los que se puede acceder desde el suelo; d) recolección de árboles en pie a los que se accede trepando.

[29] http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s04.htm

Recolección del suelo de los frutos o semillas caídas: se colectan los frutos o semillas que han caído de forma natural, por sacudimiento manual, sacudimiento mecánico.

Recolección de las copas de árboles cortados: mediante este método es posible colectar grandes cantidades de semilla, consiste en sincronizar la recolección de la semilla con las cortas comerciales normales.

Recolección en árboles en pie con acceso desde el suelo: en el caso de los arbustos o árboles de ramas bajas, el recolector tiene acceso directo a los frutos de las ramas estando de pie en el suelo. Para los casos en que las ramas están fuera del alcance del brazo humano, existen diversas herramientas de mango largo con las que el recolector puede llegar a los frutos desde el suelo. Pueden utilizarse varas terminadas en gancho, rastrillos, sierras, cuchillos, o tijeras de podar para arrancar o cortar los frutos.

Recolección en árboles en pie a los que se accede mediante trepa: en estos se requiere escalar el árbol, para ello, se utiliza una gran variedad de equipo, los más usados son las espuelas que se fijan a las botas del trepador, son un sistema ligero y hace más segura y eficiente la escalada. La ligereza de las espuelas (menos de 1 kg el juego) hace que su uso esté especialmente indicado en los rodales de difícil acceso en regiones sin carreteras, donde todo el equipo debe transportarse a pie. La longitud óptima de la espuela depende del tipo de corteza de que se trate, las espuelas más comunes miden de 5 a 9 cm.

Para las alturas comprendidas entre 8 y 40 m es recomendable utilizar escaleras verticales en varias secciones, ya que constituyen un método seguro y cómodo para subir por el tronco hasta la copa viva. Las escaleras desmontables pueden utilizarse sin riesgo alguno de dañar el árbol. Su manejo puede ser incómodo en rodales en los que la cubierta de copas o el subsuelo son densos, y son mucho más pesadas para transportar que las espuelas.

La bicicleta de escalador es un aparato para subir hasta la copa viva de árboles rectos y de gran altura que no tienen ramas. Desde el punto de vista del transporte, es más ligera que las escaleras desmontables, pero más pesada que las espuelas de trepa. No produce daños en el árbol. Su uso está recomendado en fustes cuyo diámetro oscila entre 30 y 80 cm.

En el caso de México, es común que la trapa de árboles se realiza por personas cuya capacidad de trepar les permite realizarlo únicamente con arneses y cuerdas tipo alpinista.

Para definir la época de colecta es recomendable realizar recorridos de campo para identificar las etapas reproductivas de la especie.

7.1.1.2. Manejo de la semilla.

Diversos autores como FAO (1991), Trujillo (1995), Oliva *et al.* (2014) recomiendan que posterior a la cosecha se efectúen las siguientes actividades:

Prelimpieza. Consiste en retirar impurezas como piedras, pedazos de ramas, hojas y cortezas.

Presecado. En el caso de conos o vainas deben ser después de su colecta ya que son retirados del árbol cerrados y el contenido de humedad es alto.

Secado. Tiene como finalidad inducir la apertura de las valvas, vainas o escamas para facilitar la extracción de la semilla, el secado se puede realizar con la luz del sol o mediante hornos especiales que se regulan mediante un termostato.

Extracción. Posterior al secado se procede a la extracción de la semilla, para lo cual es recomendable utilizar cajones con mallas de diferente calibre de tal forma que permitan el paso únicamente de la semilla y no del fruto. En el fondo de los cajones, se debe colocar papel periódico u otro material que evite que la semilla caiga al suelo. La forma de extraer semilla puede ser golpeando los conos o abriendo la vainas.

Desalado. Aplica principalmente para semillas de coníferas y consiste en retirar el ala membranosa que cubre la semilla se puede realizar a mano o con máquinas diseñadas para este fin.

Limpieza y clasificación. Es la última etapa del proceso, consiste en retirar polvo, restos de escamas, semillas rotas, vanas, inmaduras o dañadas. La limpieza y clasificación se lleva a cabo por medio de tamices, por gravedad o por fuerza centrífuga, existen equipos que mediante corrientes de aire separan la semilla por tamaño y peso.

7.1.1.3. Tratamientos especiales

Muchas especies tienen semillas que presentan cubiertas que impiden el paso de agua y oxigeno prolongando su germinación, para asegurar una alta y rápida germinación es necesario aplicar algún tipo de tratamiento previo a la siembra.

Tratamiento con agua: consiste básicamente en someter a las semillas a remojos en agua fría, tibia o caliente, la temperatura y el tiempo de exposición es variable dependiendo de la especie y el tiempo de colecta. La temperatura para el remojo en agua caliente se considera una temperatura cercana a los 77 °C, para el remojo en agua fría esta debe estar cercana al punto de congelación y cuando se utiliza agua tibia debe oscilar entre 30 y 50 °C, existen

pocos casos en donde se requiera poner la semilla en agua hirviendo (es poco recomendable ya que la semilla pude sufrir daño) (FAO, 1991).

Escarificación en ácido: consiste en sumergir la semilla en ácido sulfúrico o nítrico a altas concentraciones (80 a 90 %), para la mayoría de las especies se requieren tiempos de 15 a 60 minutos de inmersión, después es necesario lavar muy bien la semilla para remover residuos que pueda disminuir la viabilidad de la semilla (FAO, 1991).

Escarificación física: consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas. Si es a gran escala se utilizan maquinas especiales como tambores giratorios recubiertos en su interior con papel lija, o combinados con arena gruesa o grava.

Estratificación: este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, puede ser arena, turba o vermiculita, en frío o calor. La estratificación fría es aquella donde se mantienen las semillas a temperaturas de 4 a 10 °C, la estratificación cálida, esta se basa en la necesidad de las semillas de estar sometidas a altas temperaturas (22 a 30 °C) para poder germinar (Varela y Arana, 2011).

7.1.2. Viveros con producción destinada a actividades de conservación y restauración

La zonificación forestal es uno de los ocho instrumentos técnicos de la política nacional forestal. En ella, se identifican, agrupan y ordenan los terrenos forestales y preferentemente forestales. Se han definido tres categorías de la zonificación forestal: I. Zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido, II. Zonas de producción y III. Zonas de restauración, esta última se define como; terrenos de aptitud forestal dedicados a otros usos o que están en proceso de degradación por incendios, plagas, y otros factores. Incluyen a los terrenos con riesgos de erosión evidente y se dividen en: a) Terrenos forestales con degradación alta, b) Terrenos preferentemente forestales con degradación alta, c) Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación media, d) Terrenos forestales o preferentemente forestales con degradación baja y e) Terrenos forestales o preferentemente forestales degradados que se encuentran sometidos a tratamientos de recuperación forestal.

Tomando como base la categoría de zonas de restauración, la distribución de viveros y la ubicación de predios apoyados por la CONAFOR en 2014, se procedió analizar la relación de estos tres elementos. Como se puede apreciar en la Figura 45, aparentemente existe una buena distribucion espacial de los viveros respecto a los predios apoyados, sin embargo no se considera la topografía y las condiciones de las carreteras por donde la planta debe ser

trasladada. Del total de predios apoyados en 2014, 38.92 % se encontró a más de 100 km de distancia del vivero más cercano, lo que representa tiempos de traslados superiores a tres horas, incrementando el estrés y daños mecanicos en la planta. De igual forma, se aprecia que el establecimiento de los viveros no toma en cuenta las áreas catalogadas como zonas de restauración.

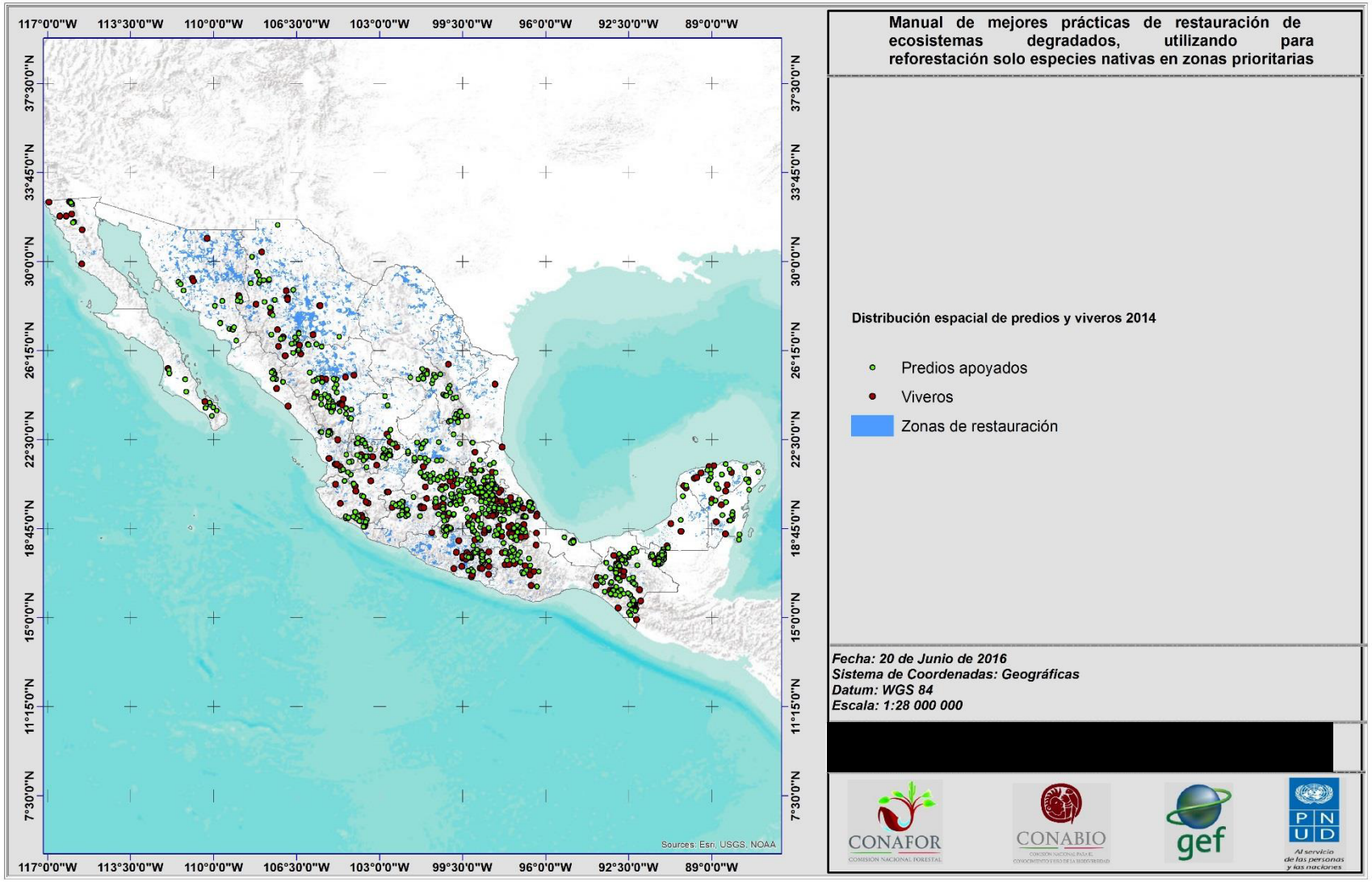


Figura 45. Distribución espacial de predios y viveros 2014, y las áreas catalogadas como de restauración de acuerdo con la zonificación forestal.

Por lo anterior, la planificación de actividades de restauración debe formar parte de una estrategia de mediano plazo, en donde la definición de áreas prioritarias considere diversos aspectos de producción de planta (especies, disponibilidad de semillas, ubicación de fuentes de germoplasma, ubicación óptima de viveros, etc.). Para realizar la planificación de la producción de planta, se puede utilizar programación lineal; esta herramienta busca la asignación eficiente de los recursos, que permite maximizar las utilidades (en este caso, garantizar la calidad de la planta y reducir el estrés) y minimizar los costos (principalmente del transporte de planta o de insumos) en función de las restricciones propias (ubicación de los sitios, vías de acceso, fuentes de agua, etc.).

La Norma Mexicana para la Certificación de la Operación de Viveros Forestales (NMX-AA-170-SCFI-2015[30]) establece "… las especificaciones y los requisitos mínimos para obtener la certificación de operación de viveros forestales, para la producción de planta con estándares de calidad, que contribuyan a incrementar los porcentajes de supervivencia y desarrollo en acciones de restauración, reforestación y en plantaciones forestales…". En el apéndice C se presentan los requisitos mínimos de calidad que las plantas de las especies forestales más utilizadas con fines de restauración y conservación deben cumplir, entre ellos características del contenedor (volumen mínimo de la cavidad y espaciamiento) o de las bolsas de polietileno (dimensiones y espaciamiento); la edad, la altura y el diámetro mínimo. Rodríguez (2008) planteó otro tipo de atributos morfológicos que pueden ser utilizados como parámetros de calidad: el diámetro del cuello de la raíz, número abundante de acículas secundarias (en el caso de coníferas), sistema radical fibroso, baja relación altura/ diámetro, arquitectura de la raíz, nivel de micorrización, el estado fitosanitario, y algunos índices morfológicos como el índice de esbeltez y el índice de Dickson.

Un factor esencial en la producción de planta es la asesoría técnica de calidad. Si bien en la práctica, muchos productores han adquirido experiencia para cultivar plantas forestales bajo ciertos estándares de calidad y la NMX AA-170 ha sido un progreso, los avances en la investigación podrían coadyuvar a mejorarla. En México, instituciones como el Colegio de Postgraduados, el INIFAP, la Universidad Autónoma Chapingo, la Universidad de Nuevo León y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre otras, desarrollan investigación para el desarrollo de sustratos con materiales locales (a bajo costo), la fertilización, el uso de envases con distintas características, el mejoramiento genético y técnicas para la producción intensiva. Por ello, sería conveniente establecer convenios de colaboración dirigidas a que las instituciones realicen investigación aplicada en temas de interés para el sector productivo y posteriormente, realizar programas de transferencia de tecnología. Promover el trabajo

[30] En el momento de elaboración de este documento, la NMX se encuentra en la fase final de revisión para su próxima publicación en el Diario Oficial de la Federación.

conjunto de la academia, del sector público y privado, sería una oportunidad para contribuir a mejorar la gobernanza del sector forestal del país.

7.1.2. Costos de producción de planta

La estimación de costos de todo proyecto de restauración forestal debe incluir la cuantificación de los costos de producción de planta, o en su defecto, de su adquisición. En la obra "Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor" (Landis, *et al. 2014*) se recomienda que la decisión de establecer un vivero propio haya considerado antes la posibilidad de adquirir planta en el mercado. Si se determinó una mayor conveniencia de producir la planta (ya sea por cuestiones económicas, de calidad o incluso, por la disposición de la (s) especie (s) de interés) debe considerarse que los costos de producción del vivero al menos incluyan los siguientes rubros: Insumos para propagación (contenedores, sustrato, malla sombra, semilla, cubierta para semillas, fertilizante, plaguicidas); Otros insumos (Energía eléctrica, combustible para calefacción, servicios y arrendamientos); y mano de obra (personal de tiempo completo y personal de tiempo parcial).

En la evaluación de costos de producción de planta en viveros forestales que abastecen proyectos de plantaciones forestales comerciales (Velázquez, *et al*., 2011) se indica que "el costo máximo por planta es de $3.57, y el más bajo de $1.63, los cuales corresponden a planta de ciclo largo producida en contenedores de plástico con cavidades intercambiables (tubetes) de 250 ml, y a planta de ciclo corto producida en contenedores de plástico con cavidades fusionadas, con volumen de 115 ml, respectivamente". Tanto en plantaciones con fines de restauración como para plantaciones forestales, la planta producida en los viveros debe reunir características morfológicas y fisiológicas que permitan su sobrevivencia en campo. La principal diferencia en la producción de planta con estos dos objetivos es la adquisición de semilla: regularmente, las semillas para ser utilizadas con fines de restauración se colectan en rodales naturales.

De acuerdo con la información proporcionada por el personal de la CONAFOR, esta institución ya ha realizado la determinación de los costos de producción de planta en sistema intensivo (cuya producción representa más de 95 % de las plantas utilizadas en acciones de restauración) y en sistema tradicional (bolsa de polietileno). En el Cuadro 34, el Cuadro 35 y el

Cuadro 36 se muestran los costos unitarios de producción de planta por tipo de contenedor, mismos que han sido definidos por la CONAFOR para el ciclo de producción de planta 2016-2017. Como se puede observar, los ciclos de producción varían. La mayoría de las especies tropicales corresponden a ciclo corto (8-10 meses) y la mayor proporción de las especies de

clima templado a las de ciclo largo[31]. Básicamente, los géneros *Agave, Sabal, Yucca* y *Dasilirion* se producen a raíz desnuda. Como se puede observar, los costos de planta oscilan entre $2.63 y $5.72 (M.N.). El mayor costo de producción está vinculado con las especies de ciclo largo producidas en sistema tradicional y en bolsas de 20 X 30 cm.

Cuadro 34. Costos unitarios para la producción en charolas de poliestireno y plástico rígido.

Volumen de la cavidad (ml)	Tipo de ecosistema					
	Tropical Algunas especies de clima Templado Zonas áridas		Algunas especies de clima Templado		Especies de coníferas cespitosas de clima templado	
	8 - 10 meses		11 - 14 meses		15 - 18 meses	
	Poliestireno	Plástico rígido	Poliestireno	Plástico rígido	Poliestireno	Plástico rígido
150 – 160	2.63	2.61	2.89	2.87	3.35	3.33
161 – 180	2.77	2.72	3.03	2.98	3.49	3.44
181 – 200	2.90	2.84	3.16	3.10	3.62	3.56
201 – 220	3.00	2.92	3.26	3.18	3.72	3.64
221 – 310	n/a	n/a	n/a	n/a	4.09	3.89

Fuente: Gerencia de Reforestación de la CONAFOR.

Cuadro 35. Costo unitario para la producción en bolsa plástica.

Tamaño de la bolsa	Tipo de ecosistema			
	Algunas especies de cllima templado Tropical Zonas áridas	Algunas especies de clima templado	Especies de coníferas cespitosas de clima templado	
	8 - 10 meses	11 - 12 meses	13 - 14 meses	15 - 18 meses
13 x 20	2.42	2.47	2.52	2.62
10 x 24	2.74	2.79	2.84	2.94
13 x 25	3.05	3.10	3.14	3.25
18 x 30	4.16	4.21	4.26	4.36
20 x 30	5.53	5.57	5.62	5.72

Fuente: Gerencia de Reforestación de la CONAFOR.

[31] En caso de requerir información de los criterios para alguna especie en particular, se sugiere referirse a la NMX 170.

Cuadro 36. Costo unitario para la producción a raíz desnuda.

Ciclo de producción	Especies de zonas áridas	
	Periodo de producción	Costo unitario ($)
2016 - 2017	15 - 18 meses	2.35

Fuente: Gerencia de Reforestación de la CONAFOR.

7.1.3. Técnicas de plantación

Como una fase previa a la reforestación es necesario adecuar el sitio de plantación de tal forma que se reúnan las características deseables que permitan que la planta prospere, pues la ausencia de estas actividades puede incidir negativamente sobre los resultados de la plantación (Figura 46).



Figura 46. Alta mortandad por la falta de preparación del suelo.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

Una de las actividades más importantes es la limpia del terreno, la cual consiste en eliminar parte de la vegetación arbustiva y herbácea que representen factores adversos en el

establecimiento y desarrollo de la planta, por ejemplo, que compitan por luz, agua y nutrientes.

La preparación del suelo es otra actividad que puede proveer ventajas significativas al momento de establecer la reforestación, estas labores se pueden realizar de forma manual o mecanizada. La preparación manual consiste básicamente en aflojar o remover la tierra mediante el uso de azadón, pala, pico, barreta, entre otros. La preparación mecanizada se realiza mediante el uso de implementos agrícolas (rastra, subsolador, ripper, etc.) tirados por tracción animal o maquinaria (Figura 47).



Figura 47. Roturación del suelo previa a la plantación.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

En los últimos años, la CONAFOR ha buscado conjuntar las actividades de reforestación con las obras de conservación y restauración de suelos, con el propósito de aumentar la sobrevivencia. Las obras de conservación de suelo que ayudan en mayor grado al establecimiento de las reforestaciones son las terrazas de formación sucesiva, terrazas individuales, zanjas trincheras, sistema zanja bordo, bordos en curvas a nivel y roturación; la razón principal es que el diseño y construcción de estas obras implican la remoción del suelo y permiten almacenar agua. En la Figura 48 se muestra un ejemplo de reforestación en curvas a nivel.



Figura 48. Plantación de *Opuntia* sp en bordos en curvas a nivel.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

El diseño de la plantación implica definir el sitio específico en donde se establecerá la planta. Además de considerar como objetivo primordial la restauración de áreas degradadas, deben tomarse en cuenta otros objetivos que pueden ser de interés para los dueños de las áreas forestales; por ejemplo, uso forrajero, medicinal, leña, entre otros. En función de éstos y de las condiciones del terreno (pendiente, pedregosidad, etc.), además de los requerimientos en espacio que demande la especie, dependerá la densidad de plantación.

El diseño de plantación puede ser en marco real, tres bolillo o siguiendo las curvas a nivel (CONAFOR, 2010 y 2011).

Marco real: la plantación se realiza formando cuadros o rectángulos respetando la misma distancia entre hileras y filas. Este diseño es recomendable en terrenos planos.

Tres bolillo: consiste en establecer la planta formando triángulos equiláteros: la distancia entre hileras y filas es la misma; sólo se alterna la proyección del espacio en cada fila subsecuente. Se puede realizar en terrenos planos o con pendientes poco pronunciadas.

Diseño en curvas a nivel: cuando se tienen pendientes superiores al 20 % se recomienda plantar siguiendo las curvas de nivel, estableciendo las distancias entre planta en función de las condiciones del suelo y los objetivos de la plantación (Figura 49).



Figura 49. Plantaciones siguiendo las curvas a nivel.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

Para realizar la plantación se utilizan herramientas que permiten realizar hoyos con un tamaño suficiente para introducir la parte subterránea de la planta; por ejemplo: pala, pico, barreta, coa, cava hoyos, etc. Después de retirar la planta de su contenedor o bolsa es recomendable observar la condición de la raíz principal, si se encuentra enrollada se debe cortar un centímetro del fondo de la bolsa y hacer cortes superficiales verticales para eliminar raíces secundarias enroscadas. En la Figura 50 se muestra un ejemplo de mortandad causada por defectos en la raíz.



Figura 50. Mortandad de la planta en campo por raíz enrollada.
Fotografía: UACh y CONAFOR (2012).

8. Densidad de Plantación

En silvicultura, la densidad se define como el grado de ocupación del espacio de crecimiento en un rodal (Musálem y Fierros, 1996), y se puede expresar en número de árboles por unidad de superficie. El manejo de la densidad en la silvicultura se realiza con el objetivo de tener una mayor producción controlando la duración de los turnos forestales (Fujimori, 2001).

La CONAFOR recomienda la distancia entre plantas considerando el espaciamiento que la especie demandará al ser adulta, por lo cual, en etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta (CONAFOR, 2010).

En términos de restauración, la densidad de plantación debe establecerse considerando las condiciones del paisaje (nivel de fragmentación), la topografía del terreno y la cobertura vegetal existente.

Considerar al paisaje como unidad de planeación al momento de realizar acciones de restauración, permite identificar remanentes de vegetación nativa fuentes de germoplasma

viable para propiciar restauración pasiva. En este contexto, a mayor cercanía a parches de vegetación es recomendable plantar a una menor densidad.

Partiendo de los criterios establecidos para el manejo de cuencas (Cotler y Priego, 2004), la pendiente[32] del terreno juega un papel muy importante al momento de definir las densidades de plantación. A mayor pendiente, los costos de preparación del terreno, traslado de la planta, la plantación y el mantenimiento de la reforestación se elevan, propiciando que los trabajos no se efectúen de forma adecuada. En predios con topografía accidentada (> 22 grados) es recomendable realizar las plantaciones siguiendo las curvas a nivel. En estos casos, la densidad de plantación quedará definida por la pendiente del terreno y por las condiciones de suelo; a mayor densidad existe una mayor competencia por agua y nutrimentos, por lo cual, en suelos pobres y con escasez de humedad es recomendable sembrar a bajas densidades. La CONAFOR recomienda diferentes densidades de plantación en función del ecosistema (Cuadro 37).

Cuadro 37. Valores de la densidad promedio recomendada por la CONAFOR para cada tipo de ecosistema.

Ecosistema y Densidad por hectárea					
Templado		Tropical		Árido y semiárido	
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta
825	1100	500	750	855	1045

Fuente: Reglas de Operación PRONAFOR (2016).

Estos valores se consideran adecuados en los predios sin cubierta forestal, pero en aquellos que cuenten con remanentes de vegetación natural se recomienda un manejo distinto. Debido a que el porcentaje de cobertura vegetal de los diferentes estratos es un indicador de la calidad del suelo, la humedad y de la posible disponibilidad de germoplasma de especies nativas, desde el enfoque aquí planteado, a mayor cobertura vegetal el grado de intervención debe ser menor.

Con este propósito, es útil recordar el mecanismo para estimar los Índices de Estructura Vertical y Horizontal presentados en la sección 6.5.1.2. y 6.5.1.3. del presente documento, mismo que se indica a continuación.

$$IEV = \sum_{j=1}^{3} \lambda_j \, Vv_j$$

[32] En un estudio realizado en Michoacán, donde se probaron cuatro especies de pinos en áreas degradadas (*Pinus greggii*, *P. cembroides*, *P. devoniana* y *P. pseudostrobus*) Gómez-Romero *et al., 2012* encontraron que incluso, la pendiente tiene un efecto positivo sobre la sobrevivencia y negativo sobre el crecimiento en diámetro.

Donde:

IEV= Índice de estructura vertical

λ_i= Ponderador para el j-ésimo estrato

Vvj= Puntaje obtenido en el j ésimo estrato.

Como el lector recordará, el puntaje asignado para evaluar la estructura vertical de las áreas sujetas a acciones de conservación está en función del tipo de ecosistema y el porcentaje que representan las distintas clases de altura de los individuos presentes en el área a restaurar (para mayor detalle, ver Cuadro 24). El IEV asigna un mayor puntaje a las áreas cuyo arbolado existente representa más del 60 % en el estrato I, del 31-60 % en el estrato II y del 0-30 % en el estrato III. Así, las posibles combinaciones de resultados podrían agruparse en tres conjuntos:

a) $IEV = [3 - 6]$
b) $. IEV = [7 - 9].$
c) $. IEV = [10 - 12]$

Por su parte, el IEH tiene un rango de $[0 - 12]$, cuyos posibles valores podrían agruparse de la siguiente forma:

a) $IEV = [0 - 4]$
b) $. IEV = [5 - 8].$
c) $. IEV = [9 - 12]$

Al ser combinada la información del IEV con el IEH se tendrá una mejor idea de la condición del predio y con ello, se podrá manejar la densidad de plantación.

$$DPP = \frac{IEV + IEH}{2}$$

Donde:

DPP= Densidad de plantación en el predio= IEV

IEV= Índice de Estructura Vertical

IEH= Índice de Estructura Horizontal

Se sugiere tomar como base los siguientes valores de referencia para manejar la densidad de plantación en función de las condiciones del IEV y el IEH, es decir, de la DPP estimada:

Cuadro 38. Valor de la densidad de plantación ajustada en función delas condiciones de estructura vertical y horizontal del predio.

Valor obtenido de la DPP	Porcentaje de ajuste de la densidad de plantación recomendada por la CONAFOR	Observaciones
0-3	No se recomienda reforestar	En estas condiciones, se sugiere realizar prácticas de restauración específicas para atender los problemas puntuales (por ejemplo, obras de conservación de suelos) o actividades de manejo (apertura de brechas cortafuego, exclusión de ganado, cercado de áreas de regeneración natural, etc.)
4-6	20- 50 % de la densidad recomendada	Realizar diversas actividades de restauración forestal en sitios específicos que así lo requieran. Utilizar plantas del estrato arbustivo como nodrizas para favorecer el establecimiento de la especie forestal de interés.
7-9	51-70 % de la densidad recomendada	
10-12	71-100 % de la densidad recomendada	

Se considera que hacer estos ajustes en la densidad de plantación permitiría mejorar la eficiencia de las acciones de reforestación.

9. Propuesta para ubicar los sitios piloto

Con el propósito de generar una propuesta para ubicar los sitios piloto con el objetivo de ejecutar acciones de reforestación con especies nativas con fines de restauración se revisó el listado de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) de la CONABIO. Se consultaron las fichas técnicas de cada RTP y se seleccionaron 10, tomando como criterios las características territoriales y ecosistémicas.

A partir de la información de las fichas técnicas, los criterios ecológicos y ambientales que se juzgaron más importantes fueron los siguientes:

1. Integridad ecológica funcional
2. Presencia de endemismos
3. Pérdida de la superficie original
4. Nivel de fragmentación
5. Presión sobre especies clave
6. Importancia del área en los servicios ambientales

Además, los criterios geográficos que se consideraron fueron:

1. Número de entidades que se abarcan en la RTP
2. Número de municipios incluidos en la RTP
3. Tipos de clima
4. Tipos de suelo
5. Ecosistemas presentes

Los criterios sociales y culturales se valoraron a partir de las fichas técnicas y de las experiencias o proyectos encontrados en cada región (incluye intervenciones gubernamentales y sociales). Dichos criterios fueron:

1. Estado del conocimiento biológico
2. Aplicación de políticas de conservación (gubernamentales y sociales)
3. Organización social
4. Presencia de grupos étnicos
5. Experiencia en proyectos de restauración forestal
6. Accesibilidad a las comunidades (Tiempos de traslado, infraestructura carretera y nivel de vinculación social). Aunque esta información no proporciona datos sobre la operatividad de la reforestación (por ejemplo, la cercanía a viveros) representa la posibilidad de vislumbrar el futuro establecimiento de la infraestructura necesaria.

A cada uno de estos criterios se asignó una calificación entre 1 y 3, en función de los atributos señalados en la memoria de cálculo (misma que se presenta como anexo de este documento). La matriz está estructurada en tres partes. En la hoja 1 se presentan los criterios geográficos y ecológicos, en la 2 los criterios sociales y culturales y en la 3 se enlistan las tres regiones con los mayores puntajes.

La calificación máxima posible para una RTP fue el resultado de multiplicar el número de criterios por 3 (el puntaje máximo). El puntaje efectivamente obtenido se contrastó con el valor de referencia y el resultado se multiplicó por 100 de la siguiente manera:

$$Calificación\ para\ la\ RTP\ en\ el\ criterio\ "X" = \frac{Puntaje\ obtenido}{Puntaje\ máximo} X\ 100$$

Las calificaciones para los criterios empleados se promediaron y el mayor puntaje lo obtuvieron las siguientes RTP's:

1.- Sierra Gorda-Río Moctezuma

2.-Valle de Tehuacán-Cuicatlán

3.- Sierra de Chincua

La ubicación geográfica de las áreas seleccionadas para establecerlos sitios piloto se presentan en la Figura 51.

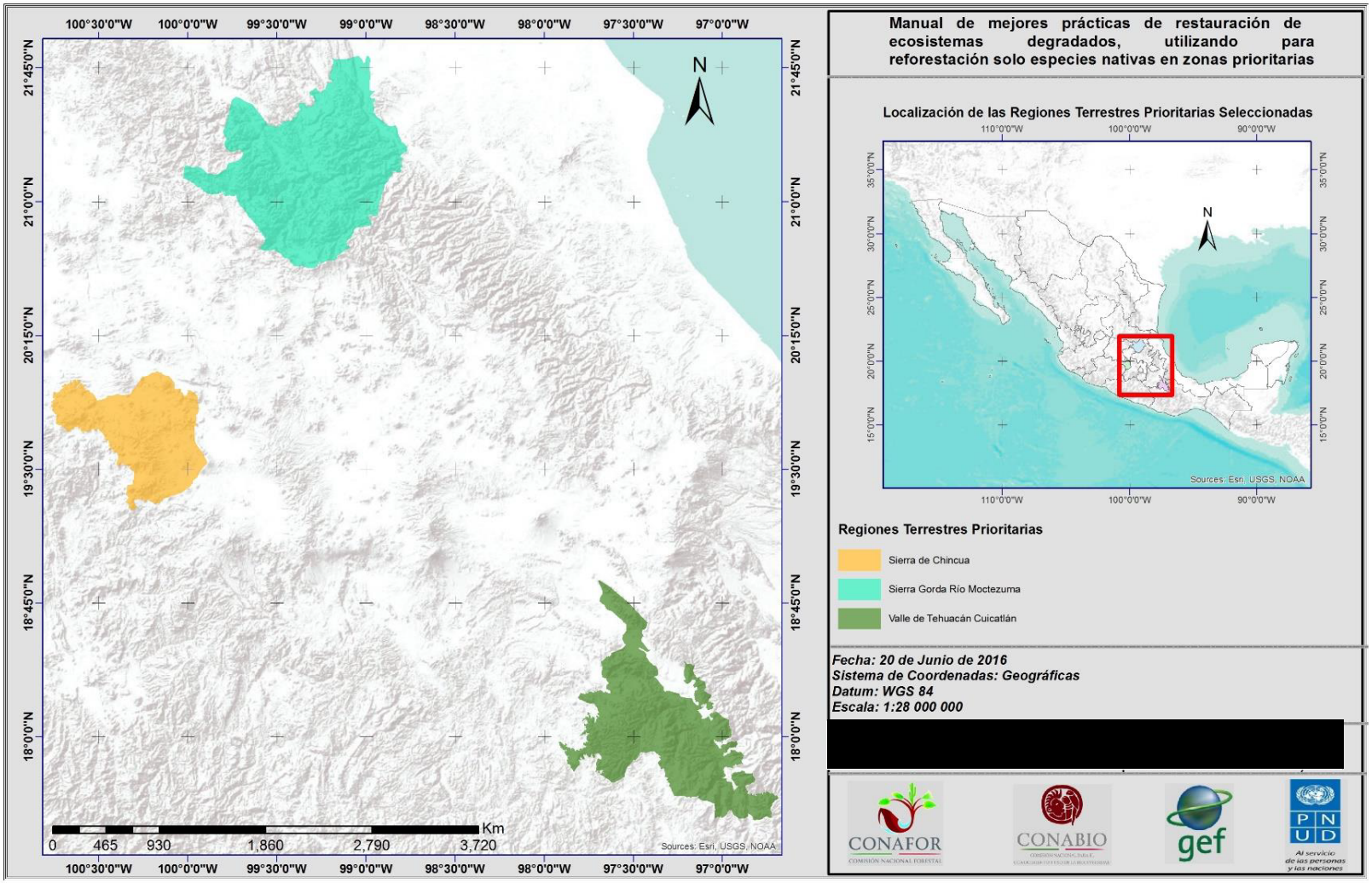


Figura 51. Ubicación geográfica de las RTP's seleccionadas para realizar sitios piloto con especies con plantas nativas.

10. Evaluación y Monitoreo de las plantaciones

La evaluación de las plantaciones realizadas con fines de restauración representa una etapa crucial para determinar el cumplimiento de los objetivos en el proceso de restauración forestal. Actualmente, la CONAFOR realiza un proceso de evaluación de los predios apoyados en el ejercicio fiscal inmediato anterior. Se han definido una serie de indicadores para medir el éxito de los trabajos de restauración. Como parte de los indicadores de restauración utilizados en el Monitoreo de los apoyos otorgados en 2014 se tuvieron:

1. Porcentaje de sobrevivencia en campo de la reforestación.
2. Porcentaje de sobrevivencia con relación a la entrega de plantas
3. Porcentaje de plantas faltantes
4. Porcentaje de superficie plantada
5. Índice de establecimiento de especies nativas
6. Porcentaje de apoyos que reforestaron dentro del periodo óptimo que indica el calendario para la reforestación 2014
7. Causas de muerte de las plantaciones

Como se puede observar, estos indicadores permiten valorar el establecimiento de las plantas otorgadas en el marco de los apoyos de restauración bajo un enfoque poblacional, pero no brindan información específica sobre la recuperación de las áreas forestales intervenidas, principalmente en la recuperación de la estructura y función del ecosistema.

El Índice de Prioridad de Restauración puede brindar información para establecer la condición de los predios apoyados sin intervención (línea base) y posteriormente, establecer comparativos sobre los resultados obtenidos (con acciones apoyadas). Esta herramienta permitiría valorar integralmente la intervención. Cabe destacar que en el periodo de elaboración de este manual no se han realizado pruebas en campo para valorar el índice aquí propuesto, pero en una siguiente etapa se considera la posibilidad de realizar su aplicación práctica, valorar su pertinencia y en función de ello emitir recomendaciones para mejorar la evaluación y el monitoreo con un enfoque de restauración forestal.

11. Aspectos sociales de la restauración de ecosistemas forestales

Como se expuso en el apartado 4.3.1 del presente manual, la participación social es de suma importancia en los trabajos de restauración ecológica. Vincular el ambiente con los diferentes aspectos sociales (economía, cultura, demografía y política) puede favorecer la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

El deterioro ambiental es el reflejo de la interacción entre la sociedad y los recursos naturales del territorio, manifiesta las formas de producción y tasas de extracción. El deterioro ambiental trae como consecuencia la escasez de recursos, pobreza y desigualdad social.

Sánchez *et al*. (2005) expone siete elementos que permiten analizar el estado de las condiciones sociales existentes en un territorio y las relaciones, tendencias y posibles puntos de conflictos que pueden influir en la restauración ecológica:

1. Historia: es recomendable conocer el aspecto histórico regional que es producto de las decisiones pasadas, la historia de la comunidad, la cultura y la historia de la degradación ambiental, que puede ser producto de procesos de varios años o de un accidente reciente.
2. Indicadores sociodemográficos: se debe considerar las tendencias de la población y las condiciones de pobreza y desigualdad que hay al interior de una comunidad.
3. Actores y relaciones: Los actores son la pieza principal de la interpretación de la relación entre sociedad y territorio, estos actores lo conforman los habitantes de la localidad, funcionarios del gobierno federal o local, instituciones y organizaciones no gubernamentales, organizaciones campesinas, asociaciones, centros de investigación y grupos religiosos.
4. Derechos de propiedad, reglas de uso y normatividad: los derechos de propiedad se refieren a quién tiene legalmente la capacidad para poseer, comprar, vender y utilizar un recurso específico. La claridad en los derechos de propiedad se considera un factor detonante de la sustentabilidad. Las reglas son el núcleo de la sostenibilidad en el uso, manejo y restauración ambiental. Otro aspecto importante es el marco legal, para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales existen leyes federales en materia ambiental, forestal, agropecuaria, hídrica, de pesca y así como las normas oficiales mexicanas.
5. Políticas públicas: Entender la incidencia de las políticas públicas en el pasado y en la actualidad es otro factor crucial para lograr la restauración de los ecosistemas. El gobierno es un actor fundamental tanto en el deterioro como en la conservación del entorno y los recursos. A través de políticas públicas sectoriales se proveen incentivos

y restricciones para el uso, aprovechamiento y explotación de los recursos naturales, y el hecho de que no se actúe sobre una problemática.

6. Actividades productivas y mercados: Es necesario conocer de qué vive la gente y a qué dedica o dedicaba el área dañada que actualmente requiere restauración. Si la zona es considerada como el origen de una fuente de ingreso, los proyectos de restauración tendrán que considerar proveer de alguna fuente alternativa que supla dicho ingreso. Por otra parte, los mercados y la demanda externa de ciertos productos pueden tener un impacto importante.
7. Información: Es un factor determinante de la participación social, aquellos que tienen accesos a más y mejor información gozan de mayores posibilidades de participar e incidir en la toma de decisiones concernientes a políticas públicas, programas y proyectos tanto públicos como privados.

La restauración de áreas forestales debe ser diseñada con un enfoque flexible y adaptarse a las condiciones y características particulares de cada lugar en donde se desee aplicar. Es de vital importancia tomar en cuenta el conocimiento y las necesidades de la población local.

En un estudio realizado para los bosques tropicales secos de Veracruz, Suárez *et al.* (2011) determinaron las especies nativas que los pobladores locales identificaron como útiles para la restauración (especies con diversos usos: alimenticios, maderas, combustibles, útiles para la vida silvestre o para la construcción de viviendas rurales). Ellos concluyeron que los pobladores locales tienen mucho conocimiento sobre las funciones de los árboles en el paisaje y consideraron que 17 especies son las más aptas para iniciar un programa de restauración o reforestación en la zona de estudio. Señalaron que la población local posee conocimiento sobre técnicas de propagación; de éstas en los viveros locales sólo se producen dos: *Cedrela* sp. y *Tabebuia rosea.*

Por su parte, De Vente *et al*. (2016) realizaron un estudio con el objetivo de determinar cuáles son las claves del éxito en los procesos participativos de gestión ambiental. Como resultado exponen que lograr la participación de la sociedad es posible si se atienden los siguientes puntos: 1) seleccionar cuidadosamente a los participantes (que representen los intereses de la mayoría), 2) que la participación sea atractiva y fácil, 3) fomentar la confianza (generar un ambiente de respeto mutuo, que todos los participantes pueden expresarse libremente), 4) proporcionar a los participantes información y el poder de decisión, 5) el uso de la facilitación profesional independiente y los métodos estructurados de captación de información, 6) promover el compromiso a largo plazo (que los participantes se sientan parte del proyecto), y 7) adaptar el lenguaje, la ubicación y el diseño en función del entorno de los participantes (tener referencia de los problemas existentes y fijar metas claras).

Debido al dinamismo natural y social, hoy día es necesario adoptar nuevas técnicas de desarrollo y diferentes visiones del manejo de los ecosistemas (por ejemplo; enfoques multicriterio participativos, el manejo adaptativo de ecosistemas, evaluar y monitorear la sustentabilidad del manejo de los recurso naturales, entre otras) las cuales permitirán un proceso de aprendizaje continuo que ayude a mejorar tanto la teoría como los modelos y que a su vez permitan replantear, corregir o ajustar los objetivos y las acciones de manejo.

Los avances en materia de restauración de ecosistemas forestales en nuestro país son considerables. Es los últimos años, entre otras medidas, se han establecido mecanismos para mejorar la producción de planta y su adecuado transporte; se ha apoyado el establecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal, y las actividades de conservación y restauración de suelos se han realizado de manera conjunta a la reforestación; pero aún existen áreas de oportunidad. Si bien la mayor parte de las especies que se producen son nativas, es necesario gestionar la información para determinar si se está fomentando o no su traslocación. Otro punto es el número de especies utilizadas, debido a que en una plantación con fines de restauración, lo ideal sería utilizar especies que ayuden a recuperar la composición de las áreas (si bien ésta no es una restricción, sería deseable).

Thomas *et al.* (2014) señalaron que el éxito en la restauración de ecosistemas forestales con especies nativas (considerando que se recupera la capacidad de adaptación y evolución) requiere atención en la selección de especies, el abastecimiento de semillas, la creación de la conectividad a través de los paisajes y la construcción de capacidades adaptativas al cambio climático y recomendaron incluir indicadores del rol de la procedencia *in situ* y la diversidad genética, pues esto garantizaría la capacidad de adaptación a los cambios en el ambiente y reduciría la posibilidad de endogamia.

En el nivel de operación actual de la CONAFOR (un programa de aplicación con reglas centralizadas, mecanismos de operación diseñados a nivel nacional) y con las restricciones de recursos humanos y financieros existentes, manejar una amplia variedad de especies para la restauración se vislumbra como una meta difícil de alcanzar. Probablemente un camino para lograrlo sería que los proyectos de restauración se realicen con un enfoque “de abajo hacia arriba” a través de la participación de los pobladores locales en su diseño y de esta manera capitalizar su conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas, los mecanismos de propagación de las especies, además de contemplar el uso de diversas especies nativas cuyos usos sean de su interés.

Para lograrlo, será necesario fortalecer la organización de los dueños de las áreas forestales, la asesoría técnica, la producción de semillas de especies nativas, la investigación en materia de germoplasma, producción y transporte de planta y el desarrollo de técnicas adecuadas para restaurar las áreas forestales de nuestro país.

También sería importante retomar la idea planteada por Thomas *et al.* (2014) y generar protocolos que contengan consideraciones genéticas o la recomendación de Sáenz (2003) de establecer unidades de gestión de los recursos genéticos para conservar una muestra representativa de la variación genética dentro de cada especie con el propósito de evitar pérdidas de recursos forestales valiosos.

12. Literatura consultada

ACOSTA, Alejandra, SASTRE, Susana y RAMOS, Fernando (2010) Gestión forestal en Ixtlán de Juárez Oaxaca, México, México: Universidad de la Sierra de Juárez

AGUIRRE, Alfonso y MENDOZA, Roberto (2009) Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, pp. 277-318. En: Sarukhán, José (Coord. Gral.). Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. México: CONABIO.

ALDRICH, Mark and others (2004). Integrating forest protection, management and restoration at a landscape scale. WWF International, Gland, Switzerland. 20 p.

BARRALES, Edgar (2013) Balance de carbono y tasa de descomposición de mantillo y horizontes de fermentación de suelos forestales (tesis de maestría en ciencias). México: Colegio de Postgraduados.

BARTON, David y MERINO, Leticia (2004) La experiencia de las comunidades forestales en México. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C.

CARABIAS, Julia y otros (2010) Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CASTAÑEDA-DÍAZ, Saúl (2015) Sucesión ecológica en fragmentos forestales con vegetación secundaria en Españita, Tlaxcala (tesis de doctorado en ciencias forestales). México: Colegio de Postgraduados.

CEDEÑO, Heidi y PÉREZ-SALICRUP, Diego (2005) La legislación forestal y su efecto en la restauración en México, pp. 87-97. En: Sánchez, O.; Peters, E.; Márquez-H., R.; Vega, E.; Portales, G.; Valdez, M.; Azuara, D. (compiladores). Temas sobre restauración ecológica. México: Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fisch & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C.

CERVANTES, Virginia, CARABIAS, Julia y ARRIAGA, Vicente (2008) Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental, pp. 155-226. En: Sarukhán, José (Coord. Gral.). Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CHRISTENSEN, Norman L. Jr. (2014) An historical perspective on forest succession and its relevance to ecosystem restoration and conservation practice in North America, pp. 312-322. In: Forest Ecology and Management, vol. 330.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO) (2010) Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2010) Prácticas de reforestación. Manual básico. México.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2011) Manual para la producción de árboles de Navidad. México.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2014) Diagnóstico del Programa Presupuestario U036 PRONAFOR-Desarrollo Forestal 2014 (Consulta 20 de febrero de 2016) http://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Diagnostico/Diagnostico_2014/Diagnostico_2014_SEMARNAT_U036.pdf

CONNELL, Joseph H. y SLATYER, Ralph O. Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization, pp.1119-1144. In: The American Naturalist, vol. 111, nro. 982.

COTLER, Helena y PRIEGO, Ángel (2004) El análisis del paisaje como base para el manejo integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala, pp. 63-74. En: Cotler, Helena (comp.). El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA (USDA) (1999) Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Estados Unidos.

DE VENTE, Joris and others (2016) How does the context and design of participatory decision making processes affect their outcomes? Evidence from sustainable land management in global drylands, pp. 1-24. In: Ecology and Society, vol. 21, nro.2.

DINH, Hai and others (2012) More than just trees: Assessing reforestation success in tropical developing countries, pp. 5-19. In: Journal of Rural Studies, vol.28.

ESPINOSA David y otros (2008) El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. pp. 33-65. En: Sarukhán, José (Coord. Gral.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. México: CONABIO.

FAUSTINO, Jorge y JIMÉNEZ, Francisco (2000) Manejo de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales.

FISCHER, Joern and LINDENMAYER, David B. (2007) Landscape modification and hábitat fragmentation: a synthesis, pp. 265-280. In: Global Ecology and Biogeography, vol.16, nro. 3.

FISHER, Brendan, TURNER, R. Kerry y MORLING, Paul (2009) Defining and classifying ecosystem services for decision making, pp.643-653. In: Ecological Economics, vol. 68, nro. 3.

FORMAN, Richard T. T. and GODRON, Michel (1982) Patches and Structural Components for a Landscape Ecology, pp. 733-740. In: BioScience, vol.31, nro.10.

FRANQUET, Josep (2005). Agua que no has de beber… 60 respuestas al Plan Hidrológico (Consulta: 30 de enero de 2016). (http://www.eumed.net/libros-gratis/2005/jmfb-h/)

FRIES, Andreas and others (2012) Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization, pp. 17-30. In: Agricultural and Forest Meteorology , vol. 152.

FRY, G. and others (2009) The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators, pp. 933-947. In: Ecological Indicators, vol. 9, nro. 5.

FUJIMORI, Takao (2001) Ecological and Silvicultural Strategies for Sustainable Forest Management. Japan: Elsevier.

GARCÍA-ALANIZ, Nashieli. y SCHMIDT, Michael (2012) Monitoreo de la degradación de los ecosistemas: un paso más allá de los enfoques actuales: Reporte de resultados y conclusiones del taller. México: Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C., Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Comisión Nacional Forestal y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

GERGEL, Sarah E. and others (2002) Landscape indicators of human impacts to riverine systems, pp. 118-128. In: Aquatic Sciences, vol. 64, nro. 2.

GRANADOS, Diódoro y LÓPEZ, Georgina Florencia (2000) Sucesión ecológica: dinámica del ecosistema. México: Universidad Autónoma Chapingo.

GUREVITCH, Jessica and PADILLA Dianna K. (2004) Are invasive species a major cause of extinctions? pp. 470-474. In: Trends in Ecology & Evolution, vol. 19, nro.9.

HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, Joel y otros (2007) Zonas semilleras de *Pinus greggii* var. *australis* en Hidalgo, México, pp. 241-249. En: Rev. Fitotec. Mex. vol., 30, nro. 3.

HOBBS, R. J. and WILSON, A. M. (1998) Corridors: Theory, Practice and Achievement of Conservation Objectives, 265-279. In: Dover, J. W. and Bunce, R. G. H. (eds.). Key concepts in Landscape ecology. Preston (UK): IALE.

HUTTO, Richard L., FLESH, Aaron D. y FYLLING, Megan A. (2014) A bird's-eye view of forest restoration: Do changes reflect success?, pp. 1-9. In: Forest Ecology and Management, vol. 327.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI) (2013) "Estadísticas a propósito del día mundial forestal". Aguascalientes: INEGI.

JARDEL, Enrique J. (2015) Guía para la caracterización y clasificación de hábitats forestales. Jalisco: Comisión Nacional Forestal.

KUPFER, John (2006) National assessments of forest fragmentation in the US, pp. 73-82. In: Global Environmental Change, vol. 16, nro.1.

LA MANNA, Ludmila y otros (2007) Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región Andino-Patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo, pp. 179-188. En: CI. Suelo (Argentina), vol. 25, nro. 2.

LANDIS, Thomas y otros (2004) Planeación, establecimiento y manejo del vivero. Volumen uno. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Manual agrícola. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. Portland, Oregon, Estados Unidos de Norteamérica.

LEAL-NARES, Oscar y otros (2012) Distribución potencial del *Pinus martinezii*: un modelo espacial basado en conocimiento ecológico y análisis multicriterio, pp. 1152-1170. En: Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 83.

LEYVA, Ángel (2016) Sistema de cómputo para el procesamiento y análisis de datos del inventario nacional forestal y de suelos (tesis de doctorado en ciencias forestales). México: Colegio de Postgraduados.

LINDIG-CISNEROS, R. y ZAMBRANO, L. (2009) Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos, pp. 167-188. En: Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R. & L., Zambrano (eds.). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. 1ª ed. México: Instituto Nacional de Ecología.

LIPPER, Leslie (2000) Degradación forestal y seguridad alimentaria (Consulta: 30 de juliode 2016). (http://www.fao.org/docrep/x7273s/x7273s05.htm.).

LÓPEZ-PÉREZ, Diana y otros (2014) Estructura y composición florística de la vegetación secundaria en tres regiones de la Sierra Norte de Chiapas, México, pp. 1-23. En: Polibotánica, nro. 37.

MACE, Georgina M., NORRIS, Ken and FITTER, Alastair H. (2012) Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship, pp:19-26. In: Trends in Ecology and Evolution, vol. 27, nro. 1.

MANTGEM, Phillip and others (2016) Duration of fuels reduction following prescribed fire in coniferous forests of U.S. national parks in California and the Colorado Plateau. pp 265–272. In: Forest Ecology and Management. Vol 379 (2016).

MÁRQUEZ, Roberto (2005) Fundamentos teóricos y convenciones para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración. México: Instituto Nacional de Ecología.

MELO, Omar A. y VARGAS, Rafael (2003) Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ – CARDER – CORPOCALDAS – CORTOLIMA.

MERINO-PÉREZ, Leticia y SEGURA-WARNHOLTZ, Gerardo (2007) Las políticas forestales y de conservación y sus impactos en las comunidades forestales en México, pp. 77-98. En: Barton Bray, David, Merino Pérez, Leticia y Barry, Deborah (Eds.). Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, Instituto de Geografía, UNAM, Florida International Institute.

MÉXICO. Diario Oficial de la Federación (1988) La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Última reforma 13 de mayo de 2016.

MÉXICO. Diario Oficial (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo, estudio, muestreo y análisis.

MÉXICO. Diario Oficial de la Federación (2003) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma 26 de marzo de 2015.

MÉXICO. Diario oficial (2010) NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

MÉXICO. Diario Oficial (2015) Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016.

MINTEGUI A. J. A., ROBREDO, J.C. (1994) Caracterización de las cuencas hidrográficas, objeto de restauración hidrológico-forestal, mediante modelos hidrológicos, pp. 69-82. En: Revista Ingeniería del Agua, vol.1, nro. 2.

MITCHELL, Matthew G.E. and others (2015) Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services, pp. 190-198. In: Trends in Ecology & Evolution, vol. XXX, nro. X.

MORENO, Claudia E. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. España: M&T–Manuales y Tesis SEA.

MUÑOZ, Hipólito Jesús y otros (2011) Manejo de un área semillera de P*inus pseudostrobus* lindl. y A*bies religiosa* (h.b.k.) schltdl. et cham. y selección de árboles superiores en Michoacán, México, pp. 29-36. En: Foresta Veracruzana, vol. 13, nro. 2.

MUÑOZ, Hipólito Jesús y otros (2014) Selección de plantas madre de *Agave cupreata* trel et berg. en Axaxacualco, Guerrero, México, pp. 1-8. En: Foresta Veracruzana, vol. 16, nro. 1.

MURCIA, Carolina y GUARIGUATA, Manuel R. (2014) La restauración ecológica en Colombia. Tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales 107. Indonesia: CIFOR.

MUSÁLEM, Miguel Ángel y FIERROS, Aurelio Manuel (1996) Curso de silvicultura de bosques naturales. México: Universidad Autónoma Chapingo.

NEWTON, A.C y TEJEDOR N (2011) Principios y Práctica de la Restauración del Paisaje Forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Suiza: UICN y España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas.

NOBIS, Michael y HUNZIKERB, Urs (2005) Automatic thresholding for hemispherical canopy-photographs based on edge detection, pp243-250. In: Agricultural and Forest Meteorology, vol. 128.

NOBIS, M. (2005) SideLook 1.1 - Imaging software for the analysis of vegetation structure with true-colour photographs (consulta: 10 enero de 2016) http://www.appleco.ch.

RAMIRO, Miranda y otros (2014) Distribución de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et. Cham. y *Pinus montezumae* Lamb. ante el cambio climático, pp. 18-33. Rev. Mex. Cien. For., vol. 5, nro. 25.

OJEA, Elena, MARTIN-ORTEGA, Julia and CHIABAI, Aline (2012) Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services, pp. 1-15. In: Environmental Science & Policy, vol.19-20.

OLIVA, Mario y otros (2014) Manual: recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú. Perú: ITTO.

ORDOÑEZ, Juan Julio (2012) ¿Qué es una Cuenca Hidrológica? Cartilla Técnica. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima-Foro Peruano para el agua-GWP Perú.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO) (1991) Guía para la manipulación de semillas forestales. Italia: FAO.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO) (2000) Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO 8. Italia.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO) (2009) Guía para la descripción de suelos. 4ª ed. Italia.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO) (2015) Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Compendio de datos. Roma.

PIERI, Chistian (1995) Long-term soil management experiments in semi-arid Francophone Africa, 225-264. In: Lal, R. and Steward, B. (eds). Soil Management: experimental basis for sustainability and environmental quality, USA: Lewis Publishers/CRC.

PRIEGO, Ángel G., MORALES, Horacio y ENRÍQUEZ, Carlos (2004) Paisajes físicogeográficos de la cuenca Lerma-Chapala, pp. 11-22. En: Gaceta Ecológica, nro. 71

PRIETO, José Ángel y LÓPEZ, Javier (2006) Colecta de semilla forestal en el género Pinus. Folleto técnico núm. 28. México: INIFAP-DURANGO.

PRINCE, David T. and others (2001) Regeneration in gapmodels: priority issues for studying forest responses to climate change, pp. 475-508. In: Climatic Change, vol.51.

RAMAKRISHNA, Bommathanahalli (1997) Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, Costa Rica: IICA-BMZ/GTZ.

RÍOS-CORTEZ, Alejandra y otros (2012) Relación entre el manejo forestal y el bienestar socioeconómico en dos ejidos de Quintana Roo, pp. 251-259. En: Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 18, nro. 2.

RODRÍGUEZ, Dante Arturo (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Editorial Mundi-Prensa y Universidad Autónoma Chapingo, México.

RODRÍGUEZ, Francisco (2006) Cuencas hidrográficas, descentralización y desarrollo regional participativo, pp.113-125. En: InterSedes, vol. VII, nro.12.

SÁENZ-ROMERO, Cuauhtémoc (2003) Alternatives for improving reforestation in México (consulta: 16 de junio de 2016). (http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0381-B4.HTM)

SÁNCHEZ, Óscar y otros (2005) Temas sobre restauración ecológica. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish and Wildlife Service, Unidos para la Conservación A.C.

SARUKHÁN, José y otros (2009) Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

SAURA, Santiago and PASCUAL-HORTAL, Lucia (2007) A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study, pp. 91-103. In: Landscape and Urban Planning vol. 83.

SEPÚLVEDA, Sergio y ROJAS, Patricia. 2002. Elementos del desarrollo sostenible. pp. 17-28. En: Chavarría H., Sepúlveda S. y P. Rojas (comp). COMPETITIVIDAD: Cadenas agroalimentarias y Territorios Rurales (Comp.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

STARK, Hendrik (2015) Forest restoration with *Betula ssp*. and *Populus ssp*. nurse crops increases productivity and soil fertility, pp. 57.70. In: Forest Ecology and Management, vol. 339.

SUÁREZ, Alfonso and others (2012) Local knowledge helps select species for forest restoration in a tropical dry forest of central Veracruz, pp. 35–55. In: Agroforest Syst., vol. 85.

THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (PPI), POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA (PPC) AND FOUNDATION FOR AGRONOMIC RESEARCH (FAR) (1988) Manual de fertilidad de los suelos. USA: PPI.

THOMAS, Evert and others (2014) Genectic considerations in ecosystem restoration using native tree species, pp. 66-75. In: Forest Ecology and Management, vol. 333, nro.1.

TRUJILLO, Enrique (1995) Manejo de semillas forestales. Guía técnica para el extensionista forestal. Manual técnico no.17. Costa Rica: CATIE.

TURNER, Monica G., GARDNER, Robert H. and O'NEILL Roberto V. (2001) Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process. USA: Springer-Verlag.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACh) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2005). Evaluación del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales: PROCOREF 2004. México: CONAFOR.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACh) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2007). Evaluación Externa de los Apoyos de Reforestación, Obras y Prácticas de Conservación de Suelos y Sanidad Forestal Ejercicio Fiscal 2006. México: CONAFOR.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN (UANL) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2009). Informe Nacional de la Evaluación Externa del Programa de Reforestación: Ejercicio Fiscal 2008. México: CONAFOR.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACh) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2011) Indicadores de gestión de desempeño del programa PROCOREF durante el ejercicio fiscal 2010. México: CONAFOR.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACh) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2012) Evaluación Complementaria del PROCOREF Ejercicio Fiscal 2011. México: CONAFOR.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACh) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2014) Informe Final de Resultados del Monitoreo y Evaluación Complementaria de los apoyos de Reforestación y Suelos 2012. México: CONAFOR.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO (UACh) y COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR) (2015) Monitoreo de restauración forestal y reconversión productiva 2014. México: CONAFOR.

VAN, G.W.J. and OLDEMAN, L.R. (1997) The assessment of the status of human-induced soil degradation in South and Southeast Asia. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre.

VANEGAS, Magda (2009) Diversidad vegetal en obras de control de azolves sobre el Río Chapingo (Tesis de licenciatura). México: Universidad Autónoma Chapingo.

VANEGAS, Magda (2013) La política social orientada a la restauración de ecosistemas en México: El Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales

(PROCOREF), una propuesta para su rediseño (tesis de maestría en políticas públicas). Puebla: Universidad Iberoamericana.

VARELA, Santiago A. y ARANA, Verónica (2011) Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos, pp. 3-10. En: Silvicultura en Vivero, Cuadernillo nro. 3.

VERGARA-SÁNCHEZ, Miguel Á., ETCHEVERS-BARRA, Jorge D. y PADILLA-CUEVAS, Juliana (2005) La fertilidad de los suelos de ladera de la Sierra Norte de Oaxaca, pp. 259-266. En Agrociencia, vol. 39, nro. 3

WALKER, L.R. (2005) Margalef y la sucesión ecológica, pp. 66-78. En: Ecosistemas, vol. 14, nro.1.

WANG, Lin and others (2016). Conservation priorities of forest ecosystems with evaluations of connectivity and future threats: Implications in the Eastern Himalaya of China. pp 128–135. In: Biological Conservation: 195 (2016).

WARNICK, Troy and ZANIEWSKI, Shawn (2008) Washington Conservation Corps. Ecological Restoration Evaluation. Washington: Department of Ecology State of Washington.

WOOD, Eric M. and others (2012) Image texture as a remotely sensed measure of vegetation structure, pp. 516-526. In: Remote Sensing of Environment, vol. 121.

WORLD VISION (2004) Manual de Manejo de Cuenca. San Salvador: Visión mundial El Salvador.

ZARAGOZÍ B. and others (2012) A free and open source programming library for landscape metrics calculations, pp. 131-140. In: Environmental Modelling & Software, vol. 31.

ZARCO-ESPINOSA, V.M. y otros (2010) Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco, pp. 1-17. En: Universidad y Ciencia, vol.26, nro.1

ZEHM, Andreas, NOBIS, Michael & SCHWABE, Angelika (2003) Multiparameter analysis of vertical vegetation structure based on digital image processing, pp. 142-160. In: Flora, vol. 198.

ANEXO 1. Especies que cuentan con fichas técnicas elaboradas por el Sistema de Información para la Reforestación.

Especie	Especie	Especie
Abies religiosa	*Euphorbia rossiana*	*Pinus maximartinezii*
Acacia farnesiana	*Fraxinus uhdei*	*Pinus maximinoi*
Acacia mangium	*Gliricidia sepium*	*Pinus montezumae*
Acacia retinodes	*Gmelina arborea*	*Pinus nelson*
Acer negundo	*Grevillea robusta*	*Pinus oaxacana*
Acrocarpus fraxinifolius	*Guaiacum coulteri*	*Pinus oocarpa*
Agave angustifolia	*Guarea glabra*	*Pinus patula*
Agave atrovirens	*Guazuma ulmifolia*	*Pinus pinceana*
Agave lechuguilla	*Haematoxylum brasiletto*	*Pinus poderosa*
Alnus acuminata	*Hevea brasiliensis*	*Pinus poderosa*
Aloe vera	*Inga vera*	*Pinus pringlei*
Amphipterygium adstringens	*Juglans regia*	*Pinus pseudostrobus var oaxacana*
Annona cherimola	*Juniperus deppeana*	*Pinus pseudostrobus*
Arbutus glandulosa	*Juniperus flaccida*	*Pinus rudis*
Atriplex canescens	*Juniperus horizontalis*	*Pinus teocote*
Avicennia germinans	*Juniperus monosperma*	*Pithecellobium dulce*
Azadirachta indica	*Laguncularia recemosa*	*Platanus X hybrida*
Bixa orellana	*Leucaena esculenta*	*Platymiscium yucatanum*
Brosimum alicastrum	*Leucaena leucocephala*	*Prosopis juliflora*
Bucida buceras	*Lippia graveolens*	*Prosopis laevigata*
Bursera aloexylon	*Liquidambar macrophylla*	*Prosopis velutina*
Bursera simaruba	*Lysiloma acapulcensis*	*Prunus serotina*
Caesalpinea velutina	*Manilkara zapota*	*Pseudotsuga menziesii*
Casimiroa edulis	*Melia azedarach*	*Psidium guajava*
Casuarina equisetifolia	*Metopium brownei*	*Quercus Laurina*
Cedrela odorata	*Mimosa scabrella*	*Quercus macrophylla*
Ceiba pentandra	*Olneya tesota*	*Quercus rugosa*
Cercidium microphyllum	*Parkinsonia florida*	*Quercus virginiana*
Cercidium praecox	*Picea chihuahuana*	*Rhizophora mangle*
Chamaedorea elegans	*Picea engelmannii*	*Salix bonplandiana*
Chilopsis linearis	*Pimenta dioica*	*Salix humboldtiana*
Conocarpus erectus	*Pinus arizonica*	*Schinus molle*
Cordia alliodora	*Pinus ayacahuite*	*Simarouba glauca*
Cordia dodecandra	*Pinus caribaea*	*Simmondsia chinensis*
Cordia elaeagnoides	*Pinus cembroides*	*Spondias mombin*
Crataegus mexicana	*Pinus chiapensis*	*Swietenia humilis*
Crescentia cujete	*Pinus devoniana*	*Swietenia macrophylla*

Especie	Especie	Especie
Cupressus guadalupensis	*Pinus douglasiana*	*Tabebuia chrysantha*
Cupressus lusitanica	*Pinus durangensis*	*Tabebuia donnell-smithi*
Cupressus lusitanica1	*Pinus engelmannii*	*Tabebuia rosea*
Delonix regia	*Pinus greggii*	*Talisia olivaeformis*
Dendropanax arboreus	*Pinus halepensis*	*Tamarix parviflora*
Dioscorea composita	*Pinus herrerai*	*Taxodium mucronatum*
Dioscorea floribunda	*Pinus jeffreyi*	*Tectona grandis*
Diospyros digyna	*Pinus lambertiana*	*Terminalia catappa*
Dodonaea viscosa	*Pinus lawsoni*	*Turnera diffusa*
Ebenopsis ebano	*Pinus leiophylla*	*Washingtonia robusta*
Enterolobium cyclocarpum	*Pinus lumholtzii*	*Yucca filifera*