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

MODALIDAD REGIONAL · SIN ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA

ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC

45 MW AC de exportación · 49.69965 MWp DC

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V.

Municipio de Kanasín, Yucatán, México

Agosto de 2026

CAPÍTULO I.

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

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V.

C A P Í T U L O I.

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

1.1.- PROYECTO

1.1.1.- Nombre del proyecto

ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC

1.1.2.- Ubicación del proyecto

El proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» se desarrollará en los tablajes 16600, 16609, 16615, 16624, 16627, 16738, 16739, 16751, 16825, 16832, 16833, 16834, 16835, 16836, 16837 y 16844, municipio de Kanasín, Yucatán. La superficie predial total es de 76.314690 ha; la superficie máxima de ocupación del proyecto dentro del predio es de 64.612483 ha (84.67%) y se conservarán 11.702207 ha (15.33%). Estas cifras no incluyen por duplicado la línea de interconexión y deberán coincidir con los cuadros de construcción y anexos geoespaciales de ingreso.

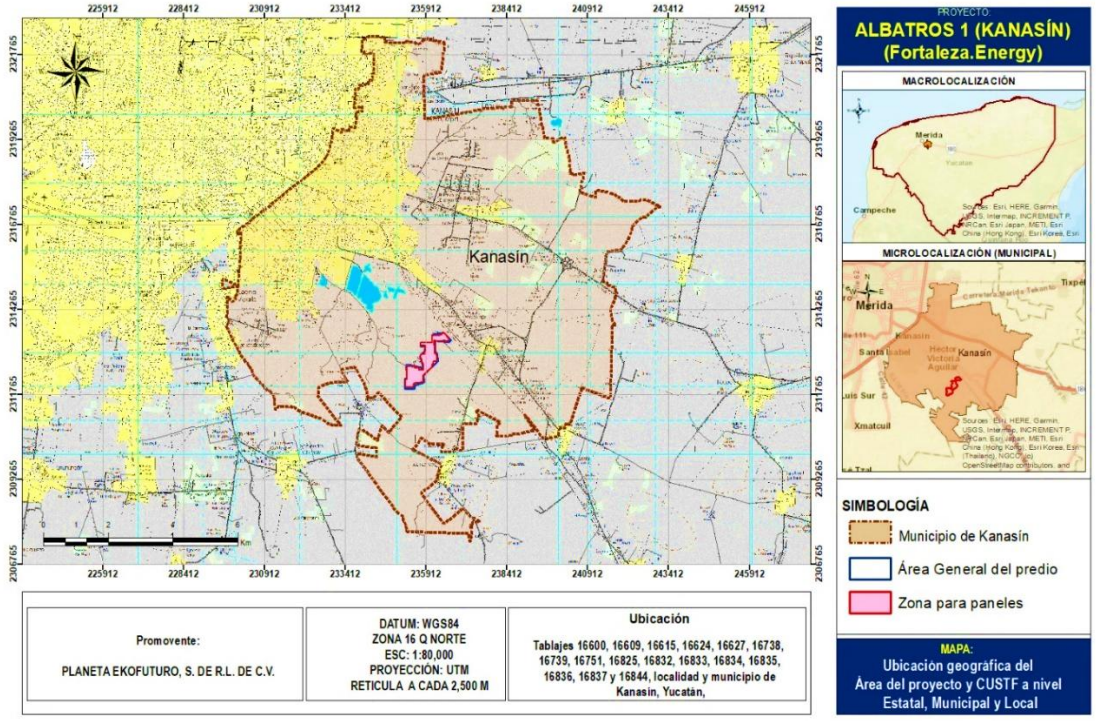


Figura 1.1.- Macro localización del predio dentro del cual se efectuará el proyecto.

1.1.3.- Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto se desarrollará en una sola etapa, con un periodo de construcción estimado de 24 meses y una vida útil operativa de 25 a 30 años.

1.1.4.- Presentación de la documentación legal

Anexo 1

1.2.- PROMOVENTE

FESI NOVA, S.A.P.I. de C.V.

1.2.1.- Razón Social

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V. (denominación vigente; anteriormente Central Eléctrica de Energías Limpias, S.A.P.I. de C.V.)

1.2.2. RFC

[redacted]

1.3.- RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1.- Nombre

Biól. Dayra Janeth May Caballero

1.3.2.- Cédula profesional

13506600

1.3.3.- Nombre de colaboradores en la elaboración del estudio

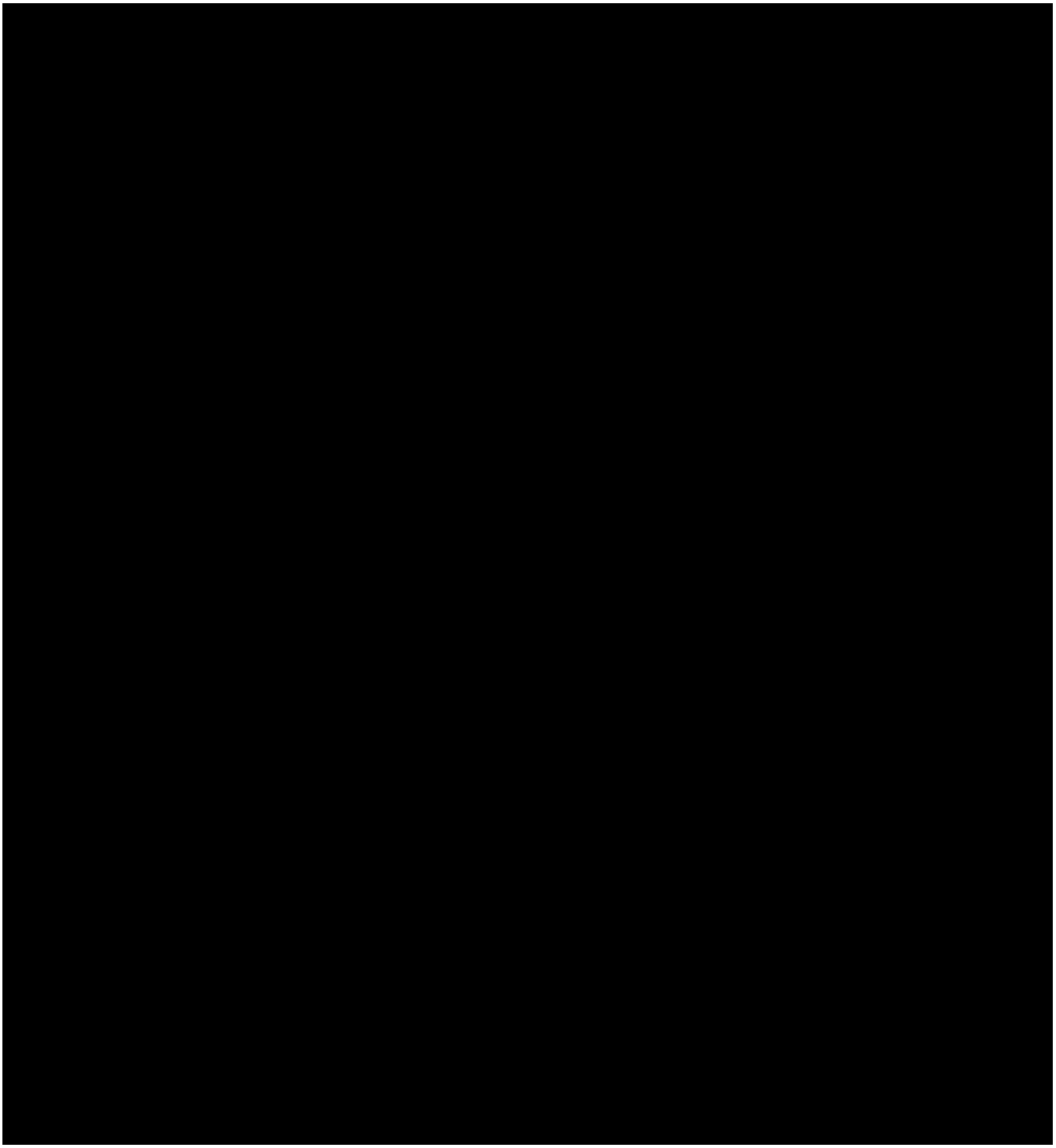
Biól. Ángel David Ortega Chuc

1.3.4.- Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

1.3.5. Acreditación Profesional del Responsable del Estudio

La documentación adjunta acredita a DAYRA JANETH MAY CABALLERO con cédula profesional número 13506600, correspondiente a la Licenciatura en Biología Marina de la Universidad Autónoma de Yucatán, expedida el 06 de junio de 2023.



1.4. INFORMACIÓN GENERAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.4.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto se ubicará en los tablajes 16600, 16609, 16615, 16624, 16627, 16738, 16739, 16751, 16825, 16832, 16833, 16834, 16835, 16836, 16837 y 16844 del municipio de Kanasín, Yucatán. La superficie predial de control es 763,146.90 m² (76.314690 ha).

El proyecto comprende una central fotovoltaica de 49.69965 MWp DC, con 45.60 MW AC nominales y exportación limitada a 45 MW AC en el punto de interconexión, así como caminos, redes internas, subestación elevadora, obras temporales y una línea aérea de interconexión de 115 kV, simple circuito, hasta la SE Kanasín Potencia. Para efectos de esta MIA-R, el Trazo del Proyecto corresponde a la alineación contenida en el KMZ WGS 84 (EPSG:4326) identificado en la Nota de Consistencia Geoespacial; su eje mide 1,665.96 m (1.66596 km) y contiene siete ubicaciones puntuales de torres.

La evaluación ambiental comprende las superficies definidas dentro del predio y todas las obras asociadas, incluidas módulos, seguidores, inversores, caminos internos, centros de transformación, subestación privada, instalaciones temporales y la totalidad de la línea de interconexión. Para la obra lineal se consideran el Trazo del Proyecto y las huellas efectivas de estructuras, claros, accesos, áreas de tendido y demás afectaciones temporales o permanentes. El proyecto se desarrollará en una sola etapa y considera una vida útil operativa de 25 a 30 años, con 69,510 módulos bifaciales TOPCon de 715 Wp y 152 inversores de 300 kW de potencia activa nominal cada uno.

La producción estimada el primer año generará aproximadamente 102.69 GWh, con un Performance Ratio del 82.83%. Al año 25, la producción baja a 87.86 GWh por degradación natural de los módulos; al término, se prevé el desmantelamiento y la restauración del sitio, dada la instalación predominantemente mediante hincado/anclaje superficial, sin cimentaciones profundas ni sellamiento extensivo del suelo.

La construcción y operación del proyecto se realizarán conforme a las autorizaciones sectoriales, municipales, territoriales y de interconexión aplicables. La promovente formalizará los derechos de propiedad, posesión, servidumbre y acceso correspondientes antes de intervenir cada predio.

Tiene como objetivo satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica de la Gerencia de Control Regional Peninsular; esta central eléctrica contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura energética regional y apoyará los objetivos nacionales de transición energética hacia fuentes renovables.

Características del Terreno

CONCEPTO	VALOR
Área Total del Predio:	763,146.90 m² (76.314690 Ha)
Zona de Protección Ambiental:	11.702207 ha (15.33%)
Zona para SE/Patio de Maniobras:	2.48 Ha (dentro del área SFV)
Terreno Útil para SFV:	64.612483 ha (ocupación máxima dentro del predio)

CONCEPTO	VALOR
Obra lineal asociada fuera del predio:	la fuente geoespacial recibida no contiene huellas poligonales temporales o permanentes de la obra lineal; no se adiciona una superficie inferida a las 64.612483 ha del predio y cualquier huella nueva requerirá definición de ingeniería y control previo ante SEMARNAT; no se duplicará la superficie comprendida dentro del predio.

PUNTO DE INTERCONEXIÓN

Subestación de Interconexión

Nombre:	Subestación Kanasín Potencia
Propietario:	CFE Transmisión
Tensión de Interconexión:	115 kV
Coordenadas:	20°54'38"N, 89°31'47"W
Configuración:	Barra principal y transferencia
Distancia al Predio:	1,665.96 m (1.66596 km), conforme al eje del KMZ rector en WGS 84 (EPSG:4326) de longitud acumulada del Trazo del Proyecto, conforme al plano de agosto de 2026

Línea aérea de interconexión de 115 kV

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Longitud:	1,665.96 m (1.66596 km), conforme al eje del KMZ rector en WGS 84 (EPSG:4326), suma de siete tramos conforme al plano de agosto de 2026
Tensión nominal:	115 kV
Tipo de línea:	Aérea, simple circuito
Conductor:	Conductor ACSR para línea de 115 kV, conforme a la ingeniería eléctrica aplicable
Torres:	Autosoportadas de acero galvanizado

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Cable de guarda:	OPGW con fibra óptica
Delimitación ambiental de la obra lineal:	No se fija una franja genérica como superficie de afectación. El KMZ recibido no contiene polígonos de soportes, accesos, tendido, maniobra o claros; esas huellas no se cuantifican por inferencia y quedan excluidas de ejecución hasta su definición de ingeniería y control regulatorio previo
Superficie ambiental de la obra lineal:	El eje georreferenciado y las siete ubicaciones de apoyo delimitan la obra lineal. Las superficies temporales y permanentes de cimentación, acceso, tendido y maniobra se ejecutarán dentro de los máximos y medidas ambientales establecidos en esta MIA-R.
Estatus territorial:	La promovente formalizará los derechos y permisos aplicables antes de intervenir predios de terceros.
Condición previa al inicio:	Instrumento territorial vigente, polígono ambiental coincidente y permisos aplicables para cada frente
Control geoespacial:	Verificación geoespacial del trazo sometido a evaluación

La línea aérea de interconexión de 115 kV es una obra asociada e integrante funcional del Proyecto y forma parte expresa del alcance sometido a evaluación ambiental. El Trazo del Proyecto corresponde a la alineación contenida en el anexo geoespacial rector, integrada por siete ubicaciones puntuales de torres identificadas como Torre 1 a Torre 7 y el extremo en la subestación. Las cimentaciones, accesos, áreas de tendido, maniobra y claros técnicos se mantendrán vinculados a esta alineación y a las medidas ambientales del estudio. La ejecución incorporará las autorizaciones, permisos y derechos de acceso aplicables.

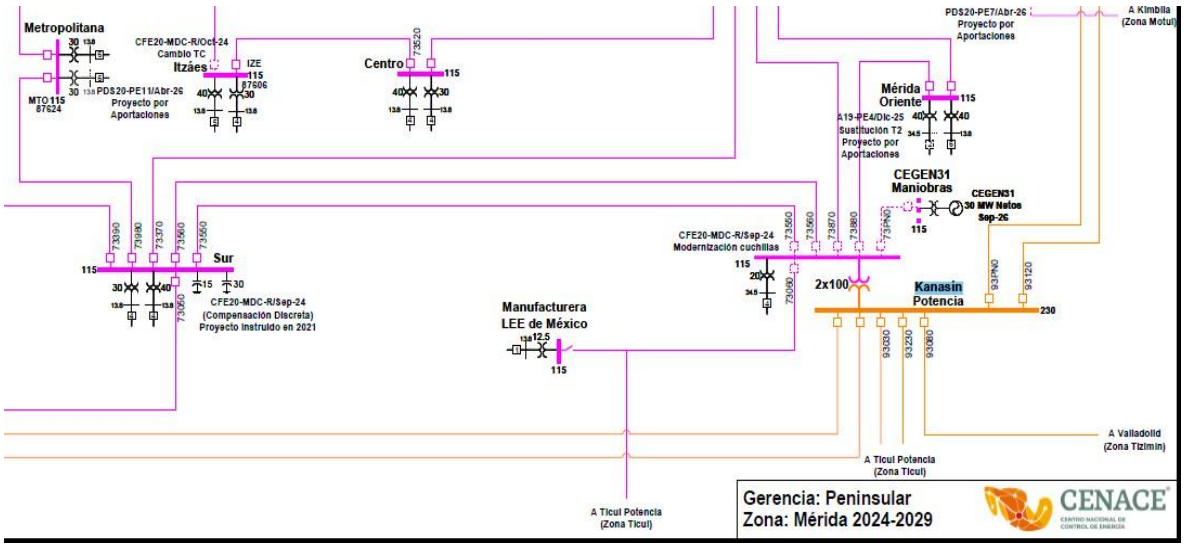


Figura 2. Diagrama unifilar de la SE Kanasín

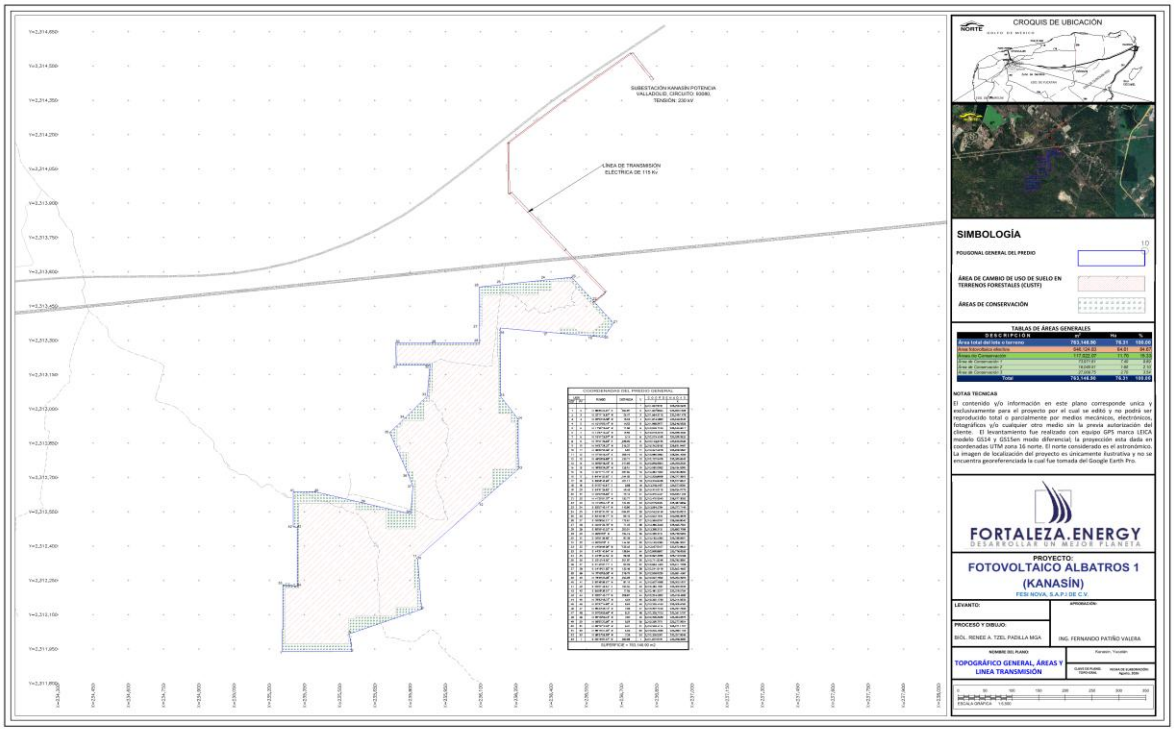


Figura 3. Trazo del Proyecto sometido a evaluación de la línea de interconexión de 115 kV. Fuente: plano «Topográfico general, áreas y línea de transmisión», agosto de 2026. El PDF y DWG del plano forman parte del anexo cartográfico del expediente.

Trazo del Proyecto y control territorial

El Trazo del Proyecto inicia en el límite norte de la central, sigue la alineación contenida en el archivo geoespacial rector y concluye en la SE Kanasín Potencia. Su cuadro de construcción corresponde a las coordenadas geográficas WGS 84 (EPSG:4326) de los siete apoyos y el extremo de la subestación incluidos

en la Nota de Consistencia Geoespacial. La longitud geodésica de control del eje es de 1,665.96 m (1.66596 km), calculada directamente sobre el KMZ rector.

La evaluación ambiental de la obra lineal se sustenta en el eje georreferenciado, las siete ubicaciones de torres y los impactos y medidas descritos en los capítulos y programas de esta MIA-R. Las cimentaciones, accesos, tendido, maniobra y claros técnicos se ejecutarán conforme al Trazo del Proyecto y dentro del alcance ambiental analizado.

La MIA-R comprende el Trazo del Proyecto y sus afectaciones ambientales asociadas. FESI NOVA, S.A.P.I. de C.V. contará con los derechos y permisos aplicables antes de iniciar obras, accesos o actividades de mantenimiento en predios de terceros.

La autorización solicitada comprende el Trazo del Proyecto y las obras y superficies descritas en este expediente; la ejecución se mantendrá dentro de ese alcance.

ARQUITECTURA GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en un arreglo integrado de módulos solares fotovoltaicos cuya generación eléctrica es inyectada a la Red General de Transmisión (RGT) mediante inversores DC/AC de última generación.

Configuración General:

- Capacidad AC en POI: 45 MW
- Capacidad DC instalada: ~49.69 MWp
- Ratio DC:AC de diseño: 1.09.
- Tecnología: Fotovoltaica bifacial tipo TOPCon
- Sistema de montaje: Seguidores solares de un eje
- Vida útil del proyecto: 25 a 30 años

Flujo de Energía:

i. Captación solar mediante módulos fotovoltaicos bifaciales
ii. Conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) mediante inversores
iii. Sincronización con la red eléctrica nacional
iv. Inyección de energía a través de medidor independiente
v. Distribución hacia la RGT

Componentes Principales Módulos Fotovoltaicos

Parámetro	Especificación
Fabricante	CSI Solar (Canadian Solar)
Potencia Nominal	715 W
Modelo	CS7N-715TB-AG

Tecnología	TOPCon Bifacial
Dimensiones	2384 × 1303 × 33 mm
Peso Unitario	37.8 kg
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de Conexiones	IP68 con 3 diodos de derivación
Certificación	IEC 61215 / IEC 61730
Garantía de Materiales	12 años
Garantía de Rendimiento	30 años (degradación lineal garantizada)
Tensión del sistema:	1500 Vdc
Configuración por string:	Hasta 30 módulos por cadena, como límite de diseño; la ingeniería ejecutiva respetará las ventanas eléctricas certificadas y no incrementará el número total de módulos ni la capacidad evaluada.
Cantidad total:	~69,510 módulos
Potencia DC total:	~49.69 MWp

Inversores DC/AC

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Huawei
Modelo:	SUN2000-330KTL-H1
Tipo:	Smart String Inverter
Potencia nominal:	330 kVA / 300 kW AC
Cantidad:	152 inversores
Tensión de salida:	800 Vac trifásica
MPPT:	6 independientes por inversor
Rango MPPT:	500 - 1,500 Vdc
Tensión máxima entrada:	1,500 Vdc
Eficiencia máxima:	≥99.03%
Potencia AC total:	50.16 MVA (152 × 330 kVA)

Estructuras de Soporte y Montaje

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Proveedor por contratar conforme a la especificación técnica del proyecto.
Modelo:	Seguidor horizontal de un eje con backtracking, compatible con módulos bifaciales de 715 Wp.
Tipo:	Seguidor de un eje (Single-Axis Tracker)
Configuración típica:	60 o 90 módulos por tracker
Rango de seguimiento:	±60° (120° total)
Algoritmo de seguimiento:	Backtracking para minimizar sombreado
Pitch:	6 metros
Protección por viento:	Posición de defensa automática 0°

Estaciones de Transformación (STS)

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Huawei
Modelo:	JUPITER-6000K-H1
Potencia:	6,600 kVA cada una
Cantidad:	8 unidades
Relación de transformación:	34.5 kV / 800 V
Inversores por STS:	19 inversores/STS
Potencia total STS:	52.8 MVA (8 × 6.6 MVA)
Tipo de transformador:	Sumergido en aceite, conservador
Vector group:	Dy11-y11

Ratio DC:AC del Sistema

El proyecto Albatros 1 (KANASÍN) considera una ratio DC:AC aproximado de 1.09, valor optimizado para las condiciones de irradiancia de Yucatán:

CONCEPTO	VALOR
Potencia DC instalada:	49.69 MWp
Potencia AC inversores:	50.16 MVA

CONCEPTO	VALOR
Ratio DC:AC:	1.104

CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

Sistema de Colección (Media Tensión)

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Tensión:	34.5 kV
Frecuencia:	60 Hz
Configuración:	Red colectora interna de media tensión dentro de las superficies evaluadas
Tipo de cables:	Subterráneos, aislamiento XLPE 35 kV

Subestación Elevadora

Transformador Principal

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Potencia recomendada:	50 MVA (considerar pérdidas y factor de potencia)
Relación de transformación:	115 kV / 34.5 kV
Conexión:	YNd11 (estrella aterrizada / delta)
Tipo:	Sumergido en aceite (ONAN/ONAF)
Cambiador de taps:	Bajo carga (OLTC), ±10% en 17 pasos
Impedancia:	10-12% (típica)
Refrigeración:	ONAN/ONAF

Equipamiento de Alta Tensión (115 kV)

1. Interruptor de potencia SF6
2. Cuchillas desconectadoras (línea, barra, transformador)
3. Apartarrayos 115 kV
4. Transformadores de corriente (TC)
5. Transformadores de potencial (TP)
6. Sistema de protecciones (diferencial, sobrecorriente, distancia)
7. Sistema SCADA y medición

Balance de potencia de referencia técnica

CONCEPTO	VALOR
Potencia DC instalada:	~49.69 MWp
Potencia AC inversores:	50.16 MVA / 45.60 MW (limitado a 45 MW)
Ratio DC:AC objetivo:	1.104
Pérdidas transformadores STS (~1.5%):	0.68 MW
Pérdidas cables MT (~1.0%):	0.45 MW
Pérdidas transformador principal (~0.8%):	0.3645 MW
Pérdidas totales:	~3.3%
Potencia límite permiso CNE:	45 MW (límite de permiso)

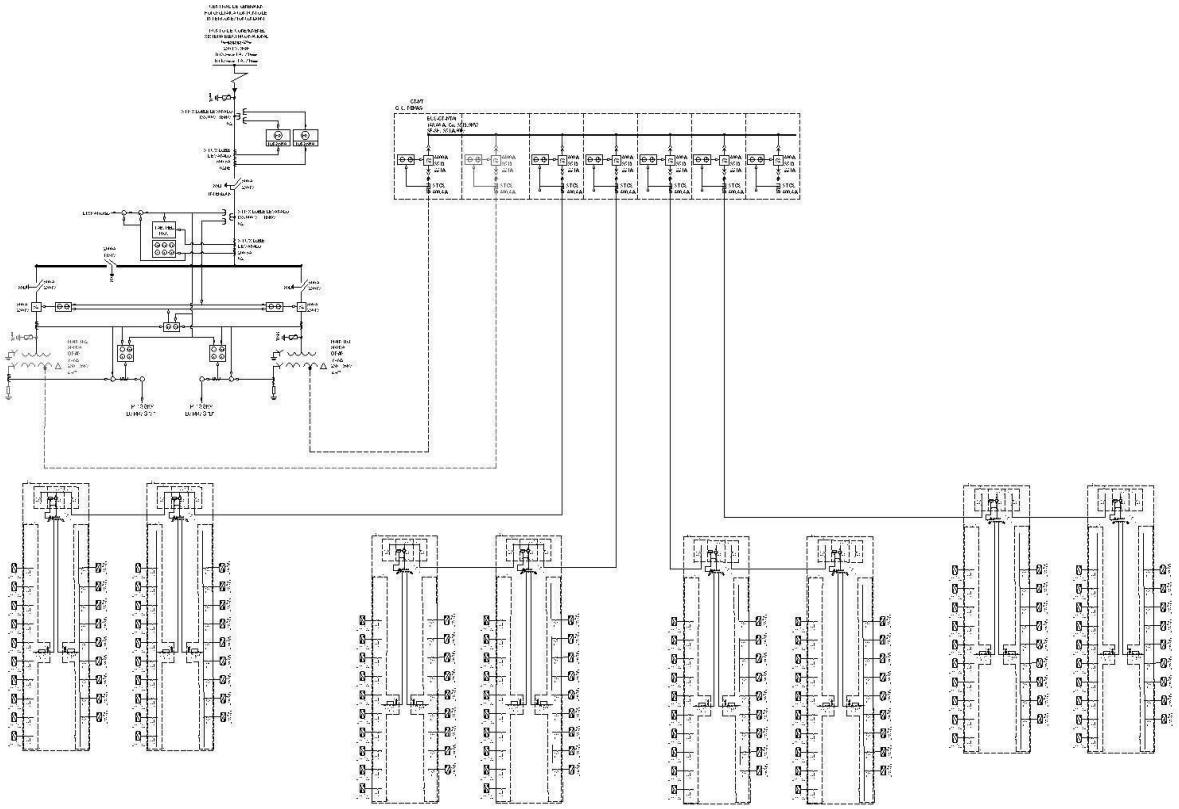


Figura 4. Diagrama unifilar de referencia técnica

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ESTIMADA

Para efectos de esta MIA-R se adopta una producción neta estimada de 102.69 GWh durante el primer año, un rendimiento específico de 2,066 kWh/kWp y un Performance Ratio de 82.83%. La producción estimada para el año 25 es 87.86 GWh. La corrida PVsyst y sus archivos de entrada deberán conservarse como soporte técnico del expediente.

Parámetros para Simulación PVsyst

PARÁMETRO	VALOR
Ubicación:	20.901°N, 89.539°W
Base de datos meteorológica:	Meteonorm 8.1 y NSRDB, como fuentes de referencia para la estimación energética.
Sistema de montaje:	Seguidor 1 eje horizontal N-S
Rango de seguimiento:	±60° (120° total)
Algoritmo:	Backtracking activado
Albedo:	0.15 (suelo típico)
Pérdidas por soiling:	2.2% anual (variación mensual)
Pérdidas por temperatura:	6.7% (clima Yucatán)
Disponibilidad del sistema:	98.5%
Performance Ratio objetivo:	75-78%

Producción estimada

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción	PRBifi proporción
Enero	128.8	46.20	21.82	173.3	155.9	7597554	7291236	0.847	0.812
Febrero	133.0	51.87	23.71	174.2	159.6	7705879	7066072	0.816	0.781
Marzo	178.7	63.38	26.40	239.3	216.8	10290471	9836621	0.827	0.793
Abril	196.5	71.17	28.52	265.8	239.7	11259515	10174332	0.770	0.739
Mayo	191.5	82.16	30.21	244.3	223.5	10516861	10064053	0.829	0.792
Junio	175.3	89.96	28.86	214.4	197.5	9417198	9026987	0.847	0.807
Julio	194.3	83.56	28.75	245.3	225.7	10712875	10250639	0.841	0.803
Agosto	182.9	86.72	28.40	232.6	211.6	10089678	9664312	0.836	0.798
Septiembre	158.4	68.64	27.05	205.9	185.8	8852973	8470225	0.828	0.792
Octubre	143.7	69.03	26.23	183.7	166.1	8023535	7697453	0.843	0.804
Noviembre	125.5	49.28	23.71	167.8	151.4	7350924	6903239	0.828	0.793
Diciembre	113.4	51.63	22.72	147.9	132.5	6498896	6249692	0.850	0.812
Año	1922.1	813.59	26.38	2494.7	2266.1	108316358	102694861	0.828	0.792

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global
DiffHor	Irradiación difusa horizontal
T_Amb	Temperatura ambiente
GlobInc	Global incidente plano receptor
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
E_Grid	Energía inyectada en la red
PR	Proporción de rendimiento
PRBifi	Coeficiente de rendimiento bifacial

Resultados principales

Generación año 1

PARÁMETRO	VALOR
Producción anual estimada:	102.69 GWh
Performance Ratio (PR):	82.83%

PARÁMETRO	VALOR
Bifacial perf. ratio	79.22%
Specific Yield:	2,066 kWh/kWp/año
Factor de capacidad:	26.06%
GHI sitio:	1,922.1 kWh/m2/año
Energía primer año:	102.69 GWh/año
Energía año 25:	87.86 GWh/año

LAYOUT DEL PROYECTO

El layout del proyecto se optimizará considerando las restricciones del terreno, zonas de protección ambiental y requisitos de espaciamiento entre trackers

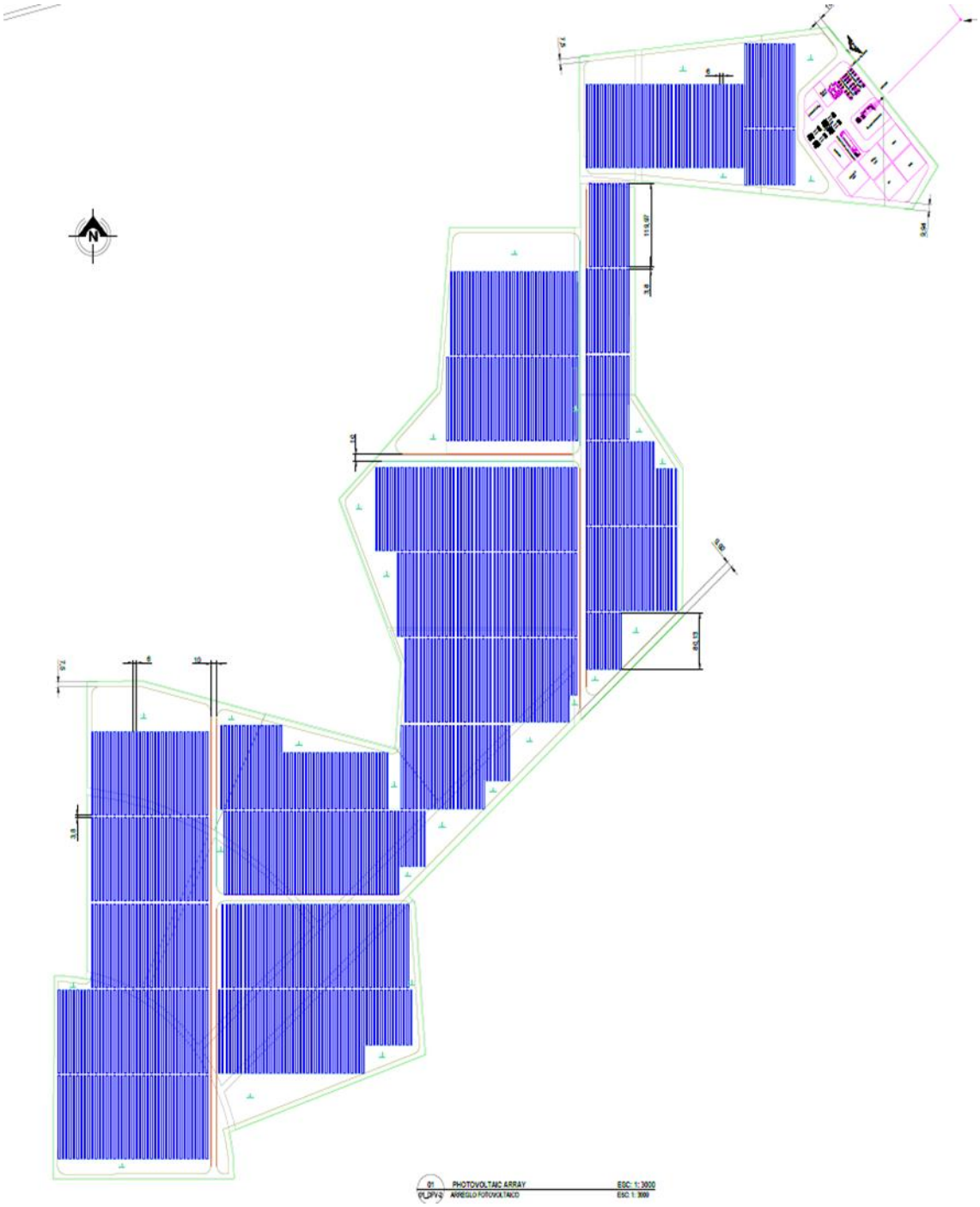


Figura 5. Layout del proyecto

Inversión requerida

La inversión total estimada es de $826,446,016.00 MXN. El presupuesto incluye los costos de implementación de las medidas de prevención, mitigación, compensación, vigilancia y, en su caso, restauración ambiental previstas para el proyecto.

Para efectos de la presente MIA-R, se precisa que se dispondrá de los recursos necesarios para implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración y el plan de cierre/desmantelamiento conforme a los resolutivos y condicionantes aplicables.

Costos por la implementación de medidas de Prevención y Mitigación

Se asigna una reserva ambiental conservadora de $56,100,000.00 MXN, incluida en la inversión total, para rescate y reubicación de flora y fauna; control de erosión; manejo de suelo fértil; residuos y saneamiento; rehabilitación y revegetación; supervisión, monitoreo, reportes y cierre. El desglose, bases y regla de actualización constan en la memoria de cálculo anexa.

1.4.2. Localización del proyecto

El proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» se ubicará en los tablajes 16600, 16609, 16615, 16624, 16627, 16738, 16739, 16751, 16825, 16832, 16833, 16834, 16835, 16836, 16837 y 16844, municipio de Kanasín, Yucatán.

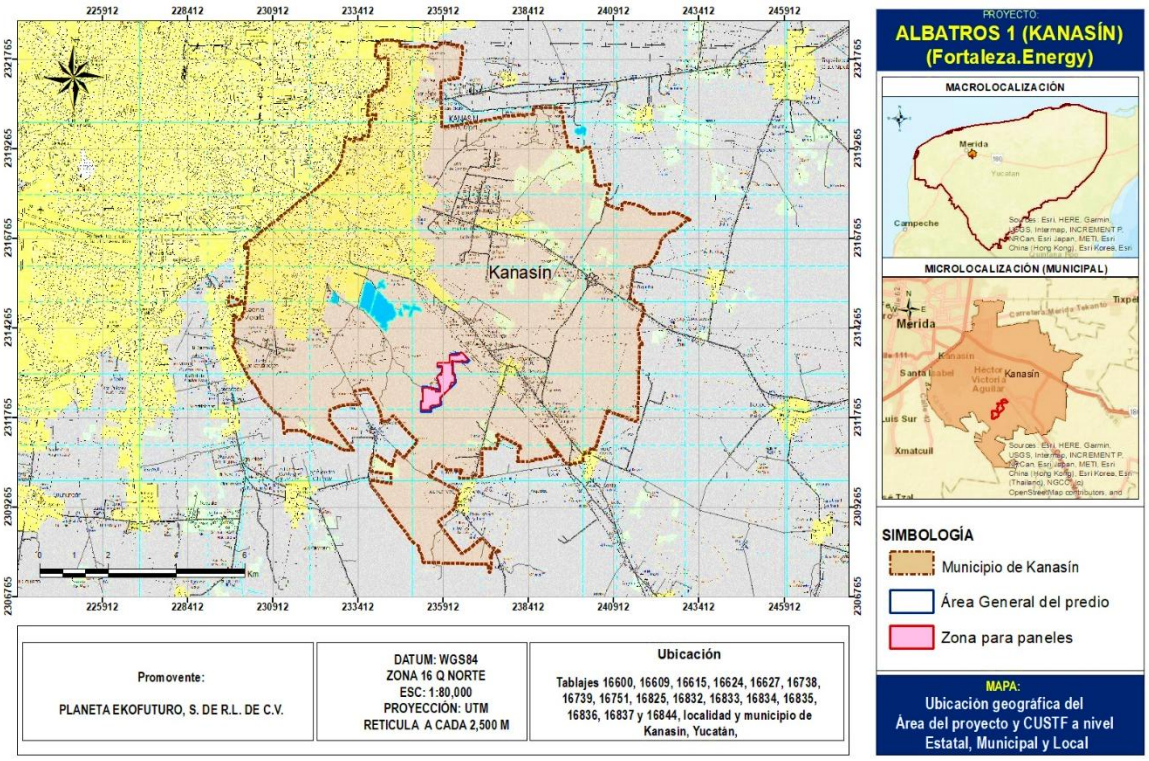


Figura 6. Macro localización del predio

Tabla 1. Coordenadas de la poligonal envolvente del Predio del proyecto Albatros 1 (Kanasín)

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
				1	235256.2905	2311937.5731

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
1	2	N 89°56'34.91" E	293.87	2	235550.1586	2311937.8653
2	3	N 02°11'19.81" W	26.47	3	235549.1478	2311964.3115
3	4	N 05°23'43.58" W	10.03	4	235548.2046	2311974.2980
4	5	N 10°10'50.19" W	14.83	5	235545.5828	2311988.8977
5	6	N 11°26'10.04" W	11.50	6	235543.3017	2312000.1740
6	7	N 14°27'13.34" W	15.62	7	235539.4025	2312015.3015
7	8	N 16°41'28.91" W	0.14	8	235539.3625	2312015.4349
8	9	N 70°41'33.63" E	328.09	9	235849.0030	2312123.9139
9	10	N 04°27'39.33" W	219.27	10	235831.9487	2312342.5152
10	11	N 38°56'22.68" W	5.87	11	235828.2587	2312347.0818
11	12	N 47°48'48.48" E	359.19	12	236094.4069	2312588.2963
12	13	N 48°06'56.85" E	223.71	13	236260.9543	2312737.6479
13	14	N 00°09'48.45" W	217.95	14	236260.3325	2312955.6003
14	15	N 36°58'36.29" W	125.51	15	236184.8390	2313055.8682
15	16	N 00°11'11.76" W	297.84	16	236183.8690	2313353.7052
16	17	S 84°44'23.53" E	194.32	17	236377.3662	2313335.8908
17	18	S 85°09'42.99" E	201.17	18	236577.8227	2313318.9239
18	19	S 01°07'42.91" E	0.68	19	236577.8361	2313318.2437
19	20	S 84°31'29.82" E	46.45	20	236624.0773	2313313.8115
20	21	N 34°03'28.92" E	75.12	21	236666.1459	2313376.0447
21	22	N 41°36'51.07" W	133.77	22	236577.3092	2313476.0540
22	23	N 41°48'02.14" W	134.00	23	236487.9959	2313575.9434
23	24	S 83°57'45.14" W	110.90	24	236377.7140	2313564.2794
24	25	S 83°42'31.70" W	194.97	25	236183.9210	2313542.9146
25	26	S 83°43'48.77" W	89.10	26	236095.3578	2313533.1844
26	27	S 00°08'53.21" E	172.61	27	236095.8040	2313360.5797
27	28	S 00°04'36.76" W	71.25	28	236095.7084	2313289.3295

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
28	29	S 89°59'42.32" W	203.01	29	235892.7009	2313289.3121
29	30	N 90°00'00" W	154.19	30	235738.5093	2313289.3121
30	31	S 00°51'28.85" E	97.28	31	235739.9661	2313192.0383
31	32	N 90°00'00" E	144.33	32	235884.3001	2313192.0383
32	33	S 04°56'09.39" W	135.03	33	235872.6820	2313057.5107
33	34	S 44°31'40.84" W	136.94	34	235776.6533	2312959.8867
34	35	S 45°35'44.59" W	89.35	35	235712.8186	2312897.3658
35	36	S 23°12'15.56" E	201.87	36	235792.3581	2312711.8249
36	37	S 21°40'37.71" E	52.39	37	235811.7096	2312663.1402
37	38	S 04°19'51.55" W	122.48	38	235802.4603	2312541.0119
38	39	N 76°46'05.28" W	216.79	39	235591.4281	2312590.6329
39	40	N 76°36'34.88" W	203.66	40	235393.3003	2312637.7982
40	41	S 89°48'35.67" W	91.15	41	235302.1537	2312637.4958
41	42	S 00°01'46.94" E	153.34	42	235302.2332	2312484.1537
42	43	S 80°09'29.31" E	17.09	43	235319.0764	2312481.2317
43	44	S 00°07'45.71" W	256.97	44	235318.4962	2312224.2602
44	45	N 78°22'46.73" W	4.54	45	235314.0535	2312225.1738
45	46	N 81°37'14.59" W	8.53	46	235305.6182	2312226.4163
46	47	N 80°33'35.14" W	7.98	47	235297.7503	2312227.7245
47	48	N 81°00'53.69" W	6.31	48	235291.5157	2312228.7103
48	49	N 85°18'50.42" W	7.87	49	235283.6676	2312229.3536
49	50	N 86°55'33.09" W	6.59	50	235277.0854	2312229.7071
50	51	N 83°16'17.03" W	6.01	51	235271.1157	2312230.4114
51	52	N 89°18'41.26" W	6.00	52	235265.1163	2312230.4835
52	53	N 89°37'59.95" W	7.28	53	235257.8349	2312230.5301
53	1	S 00°18'07.37" W	292.96	1	235256.2905	2311937.5731
SUPERFICIE: 763,146.90 m² (76.314690 ha)						

Tabla 2. Superficies de ocupación del proyecto dentro del predio.

D E S C R I P C I Ó N	**m²**	**Ha**	**%**
Área total del lote o terreno	**763,146.90**	**76.314690**	**100.00**
Área de instalación de paneles accesos internos	646,124.83	64.612483	84.67
Áreas de Conservación	117,022.07	11.702207	15.33
Área de Conservación 1	73,971.81	7.397181	9.69
Área de Conservación 2	16,040.51	1.604051	2.10
Área de Conservación 3	27,009.75	2.700975	3.54
Total	763,146.90	76.314690	100.00

Cuadro de construcción del polígono en donde se colocarán los paneles solares

LADO		**RUMBO**	**DISTANCIA**	**V**	**C O O R D E N A D A S**	
EST	**PV**				**X**	**Y**
				1	236183.869	2313353.705
1	2	S 84°44'23.53" E	194.32	2	236377.366	2313335.891
2	3	S 85°09'44.53" E	61.31	3	236438.460	2313330.720
3	4	N 00°00'00" E	22.97	4	236438.460	2313353.690
4	5	N 90°00'00" E	61.26	5	236499.721	2313353.690
5	6	S 41°41'54.40" E	20.01	6	236513.034	2313338.747
6	7	S 84°32'23.21" E	60.91	7	236573.669	2313332.951
7	8	N 48°18'06.85" E	81.30	8	236634.370	2313387.030
8	9	N 41°21'47.15" W	227.86	9	236483.793	2313558.048
9	10	N 90°00'00" W	84.88	10	236398.914	2313558.048
10	11	S 00°00'00" E	39.84	11	236398.914	2313518.208
11	12	N 90°00'00" W	54.13	12	236344.784	2313518.208
12	13	S 00°00'00" E	19.45	13	236344.784	2313498.759
13	14	N 90°00'00" W	239.87	14	236104.914	2313498.759
14	15	S 00°00'00" E	134.98	15	236104.914	2313363.777
15	16	N 90°00'00" W	9.12	16	236095.796	2313363.777
16	17	S 00°08'36.14" E	3.20	17	236095.804	2313360.580

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
17	18	S 00°04'36.76" W	71.25	18	236095.708	2313289.329
18	19	S 00°01'35.13" W	9.54	19	236095.704	2313279.789
19	20	N 90°00'00" W	350.85	20	235744.851	2313279.789
20	21	S 00°00'00" E	80.13	21	235744.851	2313199.659
21	22	N 90°00'00" E	150.00	22	235894.851	2313199.659
22	23	S 00°00'00" E	127.42	23	235894.851	2313072.239
23	24	N 90°00'00" W	12.00	24	235882.851	2313072.239
24	25	S 00°00'00" E	39.84	25	235882.851	2313032.399
25	26	N 90°00'00" W	24.00	26	235858.851	2313032.399
26	27	S 00°00'00" E	83.63	27	235858.851	2312948.769
27	28	N 90°00'00" W	91.83	28	235767.017	2312948.769
28	29	S 00°00'00" E	19.60	29	235767.017	2312929.171
29	30	N 90°00'00" W	10.18	30	235756.840	2312929.171
30	31	S 00°00'00" E	9.28	31	235756.840	2312919.888
31	32	S 89°56'16.34" W	11.99	32	235744.851	2312919.875
32	33	S 00°00'00" E	80.13	33	235744.851	2312839.745
33	34	N 90°00'00" E	12.00	34	235756.851	2312839.745
34	35	S 00°00'00" E	30.54	35	235756.851	2312809.201
35	36	N 90°00'00" E	36.00	36	235792.851	2312809.201
36	37	S 00°00'00" E	83.93	37	235792.851	2312725.271
37	38	N 90°00'00" E	18.00	38	235810.851	2312725.271
38	39	S 00°00'00" E	39.84	39	235810.851	2312685.431
39	40	N 90°00'00" E	12.00	40	235822.851	2312685.431
40	41	S 00°00'00" E	210.72	41	235822.851	2312474.714
41	42	N 90°00'00" W	124.21	42	235698.640	2312474.714
42	43	N 00°00'00" E	83.93	43	235698.640	2312558.644
43	44	N 90°00'00" W	129.03	44	235569.609	2312558.644
44	45	N 00°00'00" E	28.15	45	235569.609	2312586.796

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
45	46	N 90°00'00" W	244.05	46	235325.560	2312586.796
46	47	S 00°00'00" E	371.31	47	235325.560	2312215.486
47	48	N 90°00'00" W	60.00	48	235265.560	2312215.486
48	49	S 00°00'00" E	243.74	49	235265.560	2311971.746
49	50	N 90°00'00" E	272.88	50	235538.444	2311971.746
50	51	N 00°00'00" E	111.77	51	235538.444	2312083.516
51	52	N 90°00'00" E	31.17	52	235569.609	2312083.516
52	53	N 00°00'00" E	10.41	53	235569.609	2312093.921
53	54	N 90°00'00" E	171.03	54	235740.640	2312093.921
54	55	N 00°00'00" E	39.83	55	235740.640	2312133.756
55	56	S 89°59'02.62" E	89.87	56	235830.510	2312133.731
56	57	N 00°00'00" E	80.15	57	235830.510	2312213.886
57	58	N 90°00'00" W	11.87	58	235818.640	2312213.886
58	59	N 00°00'03.29" E	125.58	59	235818.642	2312339.463
59	60	N 90°00'00" E	1.17	60	235819.811	2312339.463
60	61	N 47°57'06.24" E	11.57	61	235828.404	2312347.214
61	62	N 47°48'48.48" E	359.00	62	236094.407	2312588.296
62	63	N 48°06'56.85" E	17.87	63	236107.708	2312600.224
63	64	N 00°00'00" E	52.25	64	236107.708	2312652.472
64	65	S 89°58'55.24" E	44.59	65	236152.298	2312652.458
65	66	N 00°00'00" E	84.10	66	236152.298	2312736.560
66	67	N 90°00'00" E	96.06	67	236248.361	2312736.560
67	68	N 00°00'00" E	203.90	68	236248.361	2312940.460
68	69	N 90°00'00" W	18.06	69	236230.298	2312940.460
69	70	N 00°00'00" E	39.84	70	236230.298	2312980.300
70	71	N 90°00'00" W	54.00	71	236176.298	2312980.300
71	72	N 00°00'00" E	247.54	72	236176.298	2313227.840
72	73	N 90°00'00" W	6.00	73	236170.298	2313227.840

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
73	74	N 00°00'00" E	126.02	74	236170.298	2313353.860
74	1	S 89°20'44.27" E	13.57	1	236183.869	2313353.705
SUPERFICIE: 646,124.83 m² (64.612483 ha)						

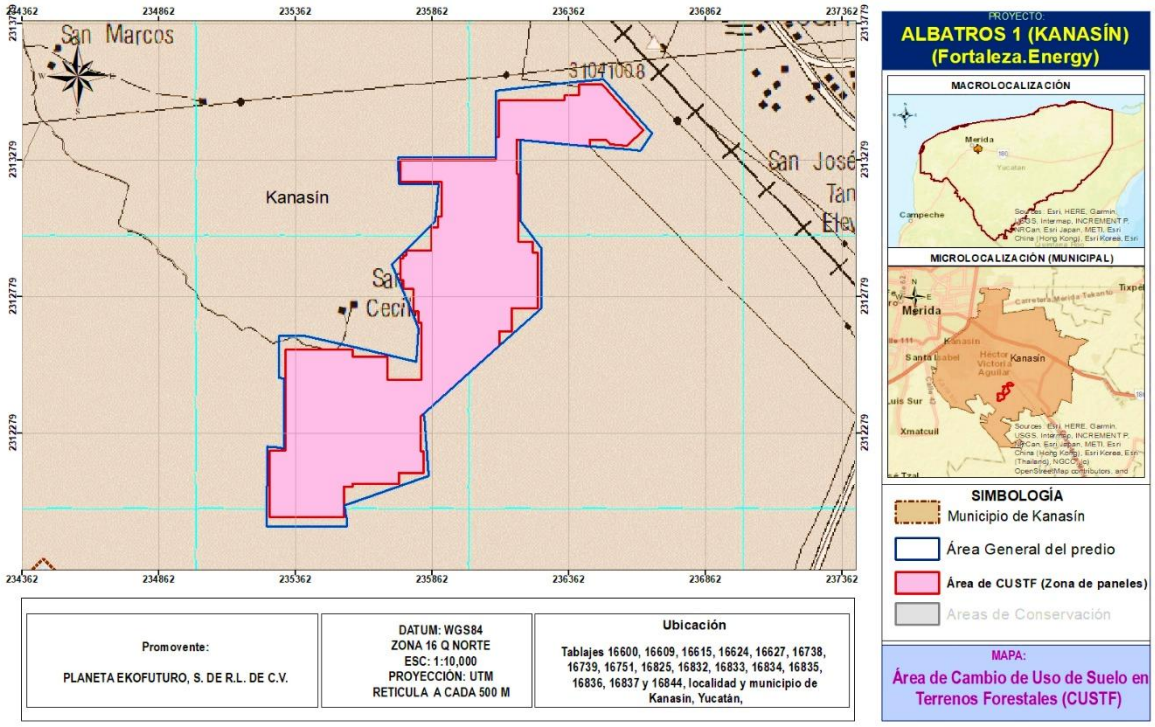


Figura 7. Área en donde se colocarán los panes solares dentro del predio

Se presentan los cuadros de construcción con las coordenadas de los polígonos que corresponden al **área de conservación 1, 2 y 3.**

Cuadro de coordenadas del polígono que corresponde al área de conservación 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	235849.0030	2312123.9139
1	2	N 04°27'39.33" W	219.27	2	235831.9487	2312342.5152
2	3	N 38°56'22.68" W	5.87	3	235828.2587	2312347.0818
3	4	S 47°57'14.84" W	11.38	4	235819.8110	2312339.4632

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
4	5	N 90°00'00" W	1.17	5	235818.6420	2312339.4632
5	6	S 00°00'03.29" W	125.58	6	235818.6400	2312213.8862
6	7	N 90°00'00" E	11.87	7	235830.5100	2312213.8862
7	8	S 00°00'00" E	80.15	8	235830.5100	2312133.7312
8	9	N 89°59'02.62" W	89.87	9	235740.6400	2312133.7562
9	10	S 00°00'00" E	39.83	10	235740.6400	2312093.9212
10	11	N 90°00'00" W	171.03	11	235569.6090	2312093.9212
11	12	S 00°00'00" E	10.41	12	235569.6090	2312083.5162
12	13	N 90°00'00" W	31.17	13	235538.4440	2312083.5162
13	14	S 00°00'00" E	111.77	14	235538.4440	2311971.7462
14	15	N 90°00'00" W	272.88	15	235265.5600	2311971.7462
15	16	N 00°00'00" E	243.74	16	235265.5600	2312215.4862
16	17	N 90°00'00" E	60.00	17	235325.5600	2312215.4862
17	18	N 00°00'00" E	371.31	18	235325.5600	2312586.7962
18	19	N 90°00'00" E	244.05	19	235569.6090	2312586.7962
19	20	S 00°00'00" E	28.15	20	235569.6090	2312558.6442
20	21	N 90°00'00" E	129.03	21	235698.6400	2312558.6442
21	22	S 00°00'00" E	83.93	22	235698.6400	2312474.7142
22	23	N 90°00'00" E	124.21	23	235822.8510	2312474.7142
23	24	N 00°00'00" E	210.72	24	235822.8510	2312685.4312
24	25	N 90°00'00" W	12.00	25	235810.8510	2312685.4312
25	26	N 00°00'00" E	39.84	26	235810.8510	2312725.2712
26	27	N 90°00'00" W	18.00	27	235792.8510	2312725.2712
27	28	N 00°00'00" E	83.93	28	235792.8510	2312809.2012
28	29	N 90°00'00" W	36.00	29	235756.8510	2312809.2012
29	30	N 00°00'00" E	30.54	30	235756.8510	2312839.7452
30	31	N 90°00'00" W	12.00	31	235744.8510	2312839.7452

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
31	32	N 00°00'00" E	80.13	32	235744.8510	2312919.8752
32	33	N 89°56'16.34" E	11.99	33	235756.8400	2312919.8882
33	34	N 00°00'00" E	9.28	34	235756.8400	2312929.1712
34	35	N 90°00'00" E	10.18	35	235767.0170	2312929.1712
35	36	N 00°00'00" E	19.60	36	235767.0170	2312948.7692
36	37	N 90°00'00" E	91.83	37	235858.8510	2312948.7692
37	38	N 00°00'00" E	83.63	38	235858.8510	2313032.3992
38	39	N 90°00'00" E	24.00	39	235882.8510	2313032.3992
39	40	N 00°00'00" E	39.84	40	235882.8510	2313072.2392
40	41	N 90°00'00" E	12.00	41	235894.8510	2313072.2392
41	42	N 00°00'00" E	127.42	42	235894.8510	2313199.6592
42	43	N 90°00'00" W	150.00	43	235744.8510	2313199.6592
43	44	N 00°00'00" E	80.13	44	235744.8510	2313279.7892
44	45	N 90°00'00" E	350.85	45	236095.7040	2313279.7892
45	46	N 00°01'35.13" E	9.54	46	236095.7084	2313289.3295
46	47	S 89°59'42.32" W	203.01	47	235892.7009	2313289.3121
47	48	N 90°00'00" W	154.19	48	235738.5093	2313289.3121
48	49	S 00°51'28.85" E	97.28	49	235739.9661	2313192.0383
49	50	N 90°00'00" E	144.33	50	235884.3001	2313192.0383
50	51	S 04°56'09.39" W	135.03	51	235872.6820	2313057.5107
51	52	S 44°31'40.84" W	136.94	52	235776.6533	2312959.8867
52	53	S 45°35'44.59" W	89.35	53	235712.8186	2312897.3658
53	54	S 23°12'15.56" E	201.87	54	235792.3581	2312711.8249
54	55	S 21°40'37.71" E	52.39	55	235811.7096	2312663.1402
55	56	S 04°19'51.55" W	122.48	56	235802.4603	2312541.0119
56	57	N 76°46'05.28" W	216.79	57	235591.4281	2312590.6329
57	58	N 76°36'34.88" W	203.66	58	235393.3003	2312637.7982

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
58	59	S 89°48'35.67" W	91.15	59	235302.1537	2312637.4958
59	60	S 00°01'46.94" E	153.34	60	235302.2332	2312484.1537
60	61	S 80°09'29.31" E	17.09	61	235319.0764	2312481.2317
61	62	S 00°07'45.71" W	256.97	62	235318.4962	2312224.2602
62	63	N 78°22'46.73" W	4.54	63	235314.0535	2312225.1738
63	64	N 81°37'14.59" W	8.53	64	235305.6182	2312226.4163
64	65	N 80°33'35.14" W	7.98	65	235297.7503	2312227.7245
65	66	N 81°00'53.69" W	6.31	66	235291.5157	2312228.7103
66	67	N 85°18'50.42" W	7.87	67	235283.6676	2312229.3536
67	68	N 86°55'33.09" W	6.59	68	235277.0854	2312229.7071
68	69	N 83°16'17.03" W	6.01	69	235271.1157	2312230.4114
69	70	N 89°18'41.26" W	6.00	70	235265.1163	2312230.4835
70	71	N 89°37'59.95" W	7.28	71	235257.8349	2312230.5301
71	72	S 00°18'07.37" W	292.96	72	235256.2905	2311937.5731
72	73	N 89°56'34.91" E	293.87	73	235550.1586	2311937.8653
73	74	N 02°11'19.81" W	26.47	74	235549.1478	2311964.3115
74	75	N 05°23'43.58" W	10.03	75	235548.2046	2311974.2980
75	76	N 10°10'50.19" W	14.83	76	235545.5828	2311988.8977
76	77	N 11°26'10.04" W	11.50	77	235543.3017	2312000.1740
77	78	N 14°27'13.34" W	15.62	78	235539.4025	2312015.3015
78	79	N 16°41'28.91" W	0.14	79	235539.3625	2312015.4349
79	1	N 70°41'33.63" E	328.09	1	235849.0030	2312123.9139
SUPERFICIE: 73,971.81 m² (7.397181 Ha)						

Cuadro de coordenadas del polígono que corresponde al área de conservación 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				103	236152.2980	2312652.4582

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
103	104	N 89°58'55.24" W	44.59	104	236107.7080	2312652.4722
104	105	S 00°00'00" E	52.25	105	236107.7080	2312600.2241
105	106	N 48°06'56.85" E	205.84	106	236260.9543	2312737.6479
106	107	N 00°09'48.45" W	217.95	107	236260.3325	2312955.6003
107	108	N 36°58'36.29" W	125.51	108	236184.8390	2313055.8682
108	109	N 00°11'11.76" W	297.84	109	236183.8690	2313353.7052
109	110	N 89°20'44.27" W	13.57	110	236170.2980	2313353.8602
110	111	S 00°00'00" E	126.02	111	236170.2980	2313227.8402
111	112	N 90°00'00" E	6	112	236176.2980	2313227.8402
112	113	S 00°00'00" E	247.54	113	236176.2980	2312980.3002
113	114	N 90°00'00" E	54	114	236230.2980	2312980.3002
114	115	S 00°00'00" E	39.84	115	236230.2980	2312940.4602
115	116	N 90°00'00" E	18.06	116	236248.3610	2312940.4602
116	117	S 00°00'00" E	203.9	117	236248.3610	2312736.5602
117	118	N 90°00'00" W	96.06	118	236152.2980	2312736.5602
118	103	S 00°00'00" E	84.1	103	236152.2980	2312652.4582
SUPERFICIE: 16,040.51 m² (1.604051 Ha)						

Cuadros de coordenadas del polígono que corresponde al área de conservación 3

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				80	236344.7840	2313518.2082
80	81	N 90°00'00" E	54.13	81	236398.9140	2313518.2082
81	82	N 00°00'00" E	39.84	82	236398.9140	2313558.0482
82	83	N 90°00'00" E	84.88	83	236483.7930	2313558.0482
83	84	S 41°21'47.15" E	227.86	84	236634.3700	2313387.0302
84	85	S 48°18'06.85" W	81.3	85	236573.6690	2313332.9512

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
85	86	N 84°32'23.21" W	60.91	86	236513.0340	2313338.7472
86	87	N 41°41'54.40" W	20.01	87	236499.7210	2313353.6902
87	88	N 90°00'00" W	61.26	88	236438.4600	2313353.6902
88	89	S 00°00'00" E	22.97	89	236438.4600	2313330.7197
89	90	S 85°09'42.99" E	139.86	90	236577.8227	2313318.9239
90	91	S 01°07'42.91" E	0.68	91	236577.8361	2313318.2437
91	92	S 84°31'29.82" E	46.45	92	236624.0773	2313313.8115
92	93	N 34°03'28.92" E	75.12	93	236666.1459	2313376.0447
93	94	N 41°36'51.07" W	133.77	94	236577.3092	2313476.0540
94	95	N 41°48'02.14" W	134	95	236487.9959	2313575.9434
95	96	S 83°57'45.14" W	110.9	96	236377.7140	2313564.2794
96	97	S 83°42'31.70" W	194.97	97	236183.9210	2313542.9146
97	98	S 83°43'48.77" W	89.1	98	236095.3578	2313533.1844
98	99	S 00°08'53.21" E	169.41	99	236095.7957	2313363.7772
99	100	N 90°00'00" E	9.12	100	236104.9140	2313363.7772
100	101	N 00°00'00" E	134.98	101	236104.9140	2313498.7592
101	102	N 90°00'00" E	239.87	102	236344.7840	2313498.7592
102	80	N 00°00'00" E	19.45	80	236344.7840	2313518.2082
SUPERFICIE: 27,009.75 m² (2.700975 Ha)						

1.4.3. Programa General de trabajo

a) Ejecución de los trabajos

Se utilizará un equipo topográfico para delimitar el área de desmonte y despalme, posteriormente se removerá la vegetación junto con la primera capa de tierra y piedras; para esto se utilizará maquinaria pesada del tipo trascabo y/o maquinaria especializada, apoyándose con herramienta menor como hachas, machetes, palas y picos.

Los residuos vegetales resultantes, así como las piedras y la tierra generada, se acopiarán temporalmente dentro del área del proyecto y se trasladarán oportunamente al destino autorizado. Las piedras aptas podrán aprovecharse en actividades de cimentación o relleno dentro del proyecto.

1.4.4. Utilización de explosivos

No se emplearán materiales explosivos en ninguna de las etapas del proyecto

1.4.5. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

El material vegetal resultante de las actividades del desmonte será dispuesto temporalmente en el área hasta finalizar la fase de despalme.

Los troncos y ramas mayores serán trozados con ayuda de herramienta manual y se mantendrán separados de otros tipos de residuos. Su traslado hacia el sitio de disposición final que le corresponde se realizará mediante camiones de 3 ton o camiones de volteo de 3-4 m^3.

1.4.6. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Los residuos vegetales serán trasladados al sitio de disposición final que designe la autoridad competente. La piedra-tierra resultante del despalme será utilizada para las nivelaciones previas del terreno, así como también para los rellenos posteriores a ésta, por lo que permanecerán en el área de trabajo hasta la etapa de construcción.

1.5. CONCILIACIÓN DOCUMENTAL DEL PROMOVENTE Y DEL PROYECTO

1.5.1. Denominación, constitución y representación

La promovente es FESI NOVA, S.A.P.I. de C.V., RFC CEE200629EF9. Su constitución consta en la póliza 5,849, de 29 de junio de 2020, bajo la denominación Central Eléctrica de Energías Limpias, S.A.P.I. de C.V.; el cambio de denominación a FESI NOVA, S.A.P.I. de C.V. consta en la escritura 9,388, de 20 de junio de 2025. Para este ingreso la representación se acredita con la Escritura Pública 10,588, de 27 de febrero de 2026, que confiere a Alfonso Javier Mejía Chávez facultades generales para actos de administración y trámites administrativos ejercibles individualmente. La FUA 387/2026 se conserva como antecedente corroborativo y no sustituye la acreditación federal de personalidad.

Para oír y recibir notificaciones se señala avenida Américas entre Valparaíso y avenida Terranova, número 1600, interior 4A, colonia Country Club, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44610; correos electrónicos amejiac@icloud.com y chaireseri@gmail.com. Se autoriza a Erika Jiménez, en coincidencia con el formato FF-SEMARNAT-141 y el oficio de ingreso.

1.5.2. Correspondencia del antecedente FUA con el proyecto sometido a evaluación

La FUA 387/2026 identifica el antecedente «ALBATROS 1-45 MW (FORTALEZA.ENERGY)». Su correspondencia con el proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» se establece por identidad de promovente, municipio, actividad, capacidad, superficie y tablajes. La denominación que regirá el expediente federal es «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC»; la referencia anterior se conserva únicamente para mantener trazabilidad con la resolución estatal.

1.5.3. Predios y superficies conciliadas

La FUA 387/2026 confirma los tablajes 16600, 16609, 16615, 16624, 16627, 16738, 16739, 16751, 16825, 16832, 16833, 16834, 16835, 16836, 16837 y 16844, y una superficie de 763,146.90 m² (76.314690 ha). Dentro de esa superficie se establece una ocupación máxima de 646,124.83 m² (64.612483 ha) y conservación de 117,022.07 m² (11.702207 ha; 15.33%). Las superficies de la línea fuera del predio se incorporarán por polígonos efectivos y no mediante una franja teórica.

1.5.4. Agua, saneamiento, residuos y protección del acuífero

El proyecto no considera extracción de agua subterránea dentro del alcance sometido a evaluación. El agua de construcción, control de polvo y limpieza se obtendrá de proveedores autorizados, se medirá por etapa y se minimizará mediante limpieza en seco o de bajo consumo cuando sea técnicamente viable.

Durante preparación y construcción se emplearán sanitarios portátiles herméticos con retiro por prestador autorizado. Durante la operación, los servicios sanitarios se resolverán mediante infraestructura autorizada y compatible con las condiciones de suelo y acuífero. No se descargarán aguas residuales, lodos, combustibles, aceites o sustancias contaminantes al suelo, subsuelo, cenotes, depresiones u oquedades.

Los caminos y accesos conservarán su carácter permeable, se adaptarán a la topografía y permitirán el flujo de agua y sedimentos. Antes de intervenir cada frente se verificarán y georreferenciarán oquedades,

depresiones kársticas y zonas de concentración de escurrimientos; las áreas identificadas se excluirán de la huella o recibirán las medidas de protección sustentadas en el estudio técnico correspondiente.

1.5.5. Inversión y parámetros de ingeniería de la versión final

La inversión total estimada se mantiene en $826,446,016.00 MXN. Para fines de evaluación ambiental se asigna, dentro de ese total y sin duplicarlo, una reserva conservadora de $56,100,000.00 MXN para prevención, mitigación, compensación, restauración, vigilancia y cierre; la inversión base no ambiental resulta en $770,346,016.00 MXN. Los máximos cuantitativos de diseño se establecen en el apartado 1.6 y en la memoria de cálculo anexa. La ingeniería y la contratación deberán respetar dichos máximos y el alcance ambiental evaluado.

1.6. MÁXIMOS CUANTITATIVOS DE DISEÑO Y COSTO AMBIENTAL

Los valores siguientes son límites máximos conservadores para dimensionar impactos y medidas en la MIA-R. No constituyen consumos históricos ni autorizan rebasarlos. Se calculan con 24 meses de preparación y construcción, 30 años de operación para el horizonte conservador y 12 meses de desmantelamiento y restauración. La memoria de cálculo identifica cada supuesto, fórmula, unidad y fuente.

La MIA-R no caracteriza globalmente el Proyecto como de afectación temporal mínima. La temporalidad y reversibilidad se asignan por obra e impacto: las instalaciones auxiliares y frentes constructivos podrán ser temporales y restaurables; las huellas ocupadas durante la operación son persistentes durante la vida útil; y la pérdida o modificación de hábitat, la fragmentación, el efecto de borde, el cambio paisajístico y ciertos riesgos para fauna se reconocen como residuales.

Variable	Preparación y construcción	Operación y mantenimiento
Electricidad	750.00 MWh totales	1,026.90 MWh/año
Agua suministrada por proveedor autorizado	37,760.00 m³ totales	1,059.75 m³/año
Diésel	1,200,000 L totales	12,000 L/año
GEI de alcance operativo	3,560.13 tCO_2e totales	488.21 tCO_2e/año
RSU	124.80 t totales	4.38 t/año
RME	2,400.00 t totales	20.00 t/año
Residuos peligrosos	19.20 t totales	2.00 t/año
Aguas residuales sanitarias manejadas	5,460.00 m³ totales	191.63 m³/año
Descarga directa a suelo, subsuelo o cuerpos de agua	0 m³	0 m³/año

1.6.1. Bases y reglas de actualización

Construcción: promedio máximo de 250 personas, 26 días/mes; 50 L/persona-día de agua, 35 L/persona-día de agua residual y 0.8 kg/persona-día de RSU; control de polvo de 40 m³/día; 5,000 m³ de reserva para procesos; carga eléctrica media de 100 kW durante 12 h/día; y diésel máximo de 50,000 L/mes. Operación: 15 personas, dos limpiezas anuales con 1.5 L/m² sobre 215,922.53 m² de módulos, más 15% de contingencia; autoconsumo equivalente a 1% de la generación del año 1; y 12,000 L/año de diésel.

Para GEI se emplean 2.6892714 kg CO_2/L de diésel y 0.444 tCO_2e/MWh de electricidad. El segundo corresponde al factor que SEMARNAT mantiene para el reporte 2025 publicado en 2026. La estimación

sustenta la evaluación ambiental y su seguimiento se realizará conforme a las obligaciones y umbrales aplicables del Registro Nacional de Emisiones.

1.6.2. Inversión y reserva ambiental

Concepto	Importe MXN 2026	Tratamiento
Inversión base no ambiental	$770,346,016.00	Componente del total
Reserva ambiental conservadora	$56,100,000.00	Componente del total
Inversión total del proyecto	$826,446,016.00	Total sin doble conteo

La reserva ambiental equivale a 6.79% de la inversión total y se actualizará por inflación, modificaciones del resolutivo y cotizaciones ejecutivas, sin reducir alcances comprometidos. Los importes son una estimación de suficiencia ambiental, no un límite de responsabilidad ni una tarifa de compensación.

1.6.3. Control geoespacial de la versión final

La versión final adopta como eje rector el KMZ identificado en la Nota de Consistencia Geoespacial, con longitud de 1,665.96 m y siete torres. Las superficies de apoyo y las actividades auxiliares se mantendrán vinculadas a ese eje y dentro de los máximos, impactos y medidas evaluados.

CAPÍTULO II.

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

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V.

C A P Í T U L O II.

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

Este capítulo identifica y vincula el proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» con los instrumentos jurídicos y de planeación vigentes que inciden en su diseño, construcción, operación y cierre. La vinculación comprende, entre otros, el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030; el PROMARNAT 2025-2030; el Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024-2030; el Programa Especial de Bienestar Energético y Mitigación de Emisiones 2025-2030; el POETY actualizado mediante Decreto 692/2023; el PMDU de Kanasín publicado el 18 de septiembre de 2024; la LGEEPA y su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; la legislación forestal, de vida silvestre, residuos, aguas, cambio climático, energía, ordenamiento territorial y seguridad laboral; así como las normas oficiales mexicanas aplicables.

2.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030

El PND tiene visión de futuro

El PND orienta los objetivos de la nación y define las acciones en el corto, mediano y largo plazo; instrumentos al Estado y a la sociedad para cumplir los compromisos.

La planeación democrática establecida en la CPEUM ayuda a enriquecer el PND, la formulación de los temas y programas, la instrumentación, el control y la evaluación del plan y los programas.

Por eso es importante destacar el diálogo y la consulta que se llevaron a cabo para analizar los problemas y proponer soluciones con la participación de más de 50 mil personas en 57 foros de consulta en los 32 estados. Sobresalió el foro indígena por su asistencia y entusiasmo, con la participación de cerca de 4 mil personas de los 68 pueblos indígenas y el afromexicano. Es la primera vez que se consulta a los pueblos indígenas.

Este PND se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto.

- Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
- Desarrollo con bienestar y humanismo.
- Economía moral y trabajo.
- **Desarrollo sustentable.**
- Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
- Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
- Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

Desarrollo y bienestar con cuidado al medio ambiente

El desarrollo y el bienestar del pueblo sólo pueden fortalecerse con el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales. Por lo anterior, será prioritario promover una transición hacia las energías limpias, al tiempo que se protegen los ecosistemas naturales, se garantiza el derecho al agua y se hace frente a los efectos del cambio climático.

EJE GENERAL 4
DESARROLLO SUSTENTABLE

El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país como bosques, selvas y cuerpos de agua y fomentar el aprovechamiento de residuos mediante la economía circular. Esto implica incentivar el reciclaje de materiales, el aprovechamiento energético de residuos orgánicos y la gestión eficiente de desechos para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos.

Diagnóstico

República soberana y con energía sustentable

La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética. Es crucial ampliar la superficie conservada y alcanzar la meta global de proteger el 30% de los territorios terrestres y marinos, implementando esquemas efectivos de protección, conservación y gobernanza ambiental.

Vinculación. El proyecto contribuye al Eje General 4, Desarrollo Sustentable, mediante generación fotovoltaica con exportación máxima de 45 MW AC. La central se interconectará al Sistema Eléctrico Nacional a través de la Subestación Kanasín Potencia y de una línea aérea de 115 kV de 1,665.96 m (1.66596 km), conforme al eje del KMZ rector en WGS 84 (EPSG:4326), conforme al plano de agosto de 2026. Esta alineación programática no sustituye el cumplimiento de la legislación ambiental, territorial, social, forestal, municipal y sectorial aplicable.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa y considera una vida útil operativa de 25 a 30 años. Se instalarán 69,510 módulos bifaciales TOPCon de 715 Wp y 152 inversores de 300 kW de potencia activa nominal, para una capacidad de 49.69965 MWp DC y 45.60 MW AC nominales, con exportación limitada a 45 MW AC en el punto de interconexión.

2.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 (DOF 8 DE SEPTIEMBRE DE 2025)

El artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico, el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales.

Por su parte, el artículo 26, apartado A, de la Constitución dispone que el Estado organice un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 se vincula con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 y establece líneas de acción para conservar, proteger, restaurar y aprovechar sustentablemente los ecosistemas, así como fortalecer la acción climática y la gestión ambiental. En este contexto, el proyecto se vincula con la política ambiental vigente al incorporar medidas de prevención, mitigación, conservación de áreas dentro del predio, manejo de residuos, rescate y reubicación de flora y fauna y seguimiento ambiental.

Alineación vigente: el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 organiza la política nacional en cuatro ejes generales; el Eje General 4, Desarrollo Sustentable, integra la transición energética con la protección de ecosistemas, el uso responsable de recursos y la acción climática.

El PROMARNAT 2025-2030 desarrolla esa orientación mediante objetivos y estrategias de conservación, restauración, aprovechamiento sustentable, gestión ambiental y acción climática. La vinculación del proyecto exige demostrar que la generación renovable se acompaña de prevención, mitigación, conservación, manejo de residuos y seguimiento verificable.

Vinculación. La central y el predio principal se ubican en la UGA038-APROV-ACA; la línea de interconexión asociada también atraviesa la UGA053-APROV-MER. El proyecto incorpora la vinculación diferenciada y las medidas de cumplimiento correspondientes a ambas UGA para cada obra comprendida en su ámbito territorial.

2.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA 2024-2030 (YUCATÁN)

El **Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024-2030** constituye el instrumento rector de la planeación del desarrollo del estado de Yucatán, mediante el cual se establecen las directrices, vertientes, objetivos estratégicos, objetivos específicos y líneas de acción que orientarán las políticas públicas y las actuaciones de la Administración Pública Estatal durante el periodo 2024-2030. El Plan fue aprobado mediante el **Decreto 64/2025**, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el 27 de marzo de 2025. El decreto dispone que las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal deberán ajustar sus actividades y previsiones presupuestales a las prioridades, objetivos y metas establecidas en este instrumento rector. Asimismo, los planes municipales deberán alinearse con su contenido.

La vinculación del proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» con este instrumento se realiza principalmente respecto de la:

Directriz 5. Infraestructura para un Desarrollo Territorial Ordenado y Sostenible.

Esta directriz plantea una visión estatal basada en el desarrollo territorial equilibrado, la protección de los recursos naturales, el respeto al medio ambiente y la consolidación de la transición energética mediante el aprovechamiento de fuentes renovables, particularmente la energía solar y eólica.

Tabla 2.1. Matriz sintetizada de la vinculación

Disposición del Plan Estatal	Relación con el proyecto	Medidas y compromisos de cumplimiento
Directriz 5. Infraestructura para un Desarrollo Territorial Ordenado y Sostenible	El proyecto constituye infraestructura energética de generación renovable.	Restringir las obras a la superficie autorizada y aplicar medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y vigilancia ambiental.
Vertiente 5.1. Desarrollo urbano y ordenamiento territorial	La central implica ocupación territorial y cambio físico de las superficies intervenidas.	Acreditar compatibilidad territorial; delimitar áreas; evitar ocupación innecesaria; mantener drenaje, infiltración y conectividad.
Objetivo 5.1.2. Protección de recursos y ecosistemas frente al desarrollo	La construcción puede afectar suelo, vegetación, fauna y acuífero.	Minimizar desmontes, controlar erosión, restaurar áreas temporales y prevenir contaminación.
Vertiente 5.2. Protección de ecosistemas naturales	En el predio pueden encontrarse elementos de flora, fauna y hábitats que requieren protección.	Ejecutar rescate de flora y fauna, conservar zonas relevantes, revegetar con especies nativas y monitorear biodiversidad.
Objetivo 5.2.2. Protección de la biodiversidad y uso del suelo	La central modificará temporal o permanentemente la cobertura y uso de algunas superficies.	Mantener áreas de conservación, evitar herbicidas indiscriminados, controlar incendios y proteger el acuífero.
Objetivo 5.2.3. Conservación de ANP y UGA	La ubicación deberá analizarse frente a instrumentos y áreas de protección.	Presentar cartografía de sobreposición y cumplir políticas, usos y criterios ecológicos aplicables.
Vertiente 5.5. Saneamiento de aguas	Se utilizará agua y se generarán aguas sanitarias durante construcción y operación.	Uso eficiente, sanitarios adecuados, cero descargas sin tratamiento, prevención y atención de derrames.
Vertiente 5.6. Calentamiento global	La energía solar contribuye a reducir emisiones operativas del sector eléctrico.	Estimar emisiones evitadas, incorporar resiliencia climática y diseñar infraestructura resistente a eventos extremos.
Vertiente 5.7. Gestión de residuos sólidos	Se generarán residuos de construcción, mantenimiento, aparatos eléctricos y módulos al final de su vida útil.	Separación, almacenamiento, reciclaje, valorización y entrega a prestadores autorizados.
Objetivo 5.8.1. Marco institucional energético	El proyecto requiere autorizaciones y coordinación entre autoridades y actores sociales.	Cumplimiento regulatorio, información social, mecanismo de quejas y coordinación institucional.
Objetivo 5.8.2. Suministro sostenible y confiable	La central agregará capacidad eléctrica y generación renovable al sistema peninsular.	Cumplir estudios de interconexión y criterios técnicos; operar sistemas de control, protección y monitoreo.
Objetivo 5.8.3. Uso de energías renovables	La fuente primaria de generación será la radiación solar.	Instalar y operar tecnología fotovoltaica bajo criterios de eficiencia, protección ambiental y restauración final.

2.3.1. PROGRAMA ESPECIAL DE BIENESTAR ENERGÉTICO Y MITIGACIÓN DE EMISIONES 2025-2030 (DECRETO 112/2025; PUBLICACIÓN OFICIAL 2026)

El **Programa de Mediano Plazo 2025-2030 Especial de Bienestar Energético y Mitigación de Emisiones** es el instrumento rector de la política estatal en materia de desarrollo energético sostenible. Fue elaborado por la Agencia de Energía de Yucatán para establecer las prioridades, objetivos y estrategias que orientarán la actuación de las dependencias y entidades del Gobierno del Estado durante el periodo 2025-2030, particularmente en materia de justicia energética, suministro eléctrico, transición energética, energías renovables y mitigación de emisiones.

El Programa deriva de la **Ley de Bienestar Energético para el Estado de Yucatán**, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Yucatán y el Plan Estatal de Desarrollo Renacimiento Maya 2024-2030. Su formulación parte de una visión multidimensional del desarrollo energético sustentada en cuatro componentes:

I. Energético.
II. Social.
III. Ambiental.
IV. Económico.

Esta visión implica que los proyectos energéticos no deben evaluarse exclusivamente por su capacidad de generación o por la inversión que representan, sino también por sus efectos sociales, ambientales y territoriales, así como por su contribución al bienestar de la población.

El Programa identifica cuatro prioridades de desarrollo:

a) Gobernanza energética.
b) Suministro eléctrico.
c) Reconversión energética.
d) Acceso a la energía.

El proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» se vincula de manera directa con las prioridades de suministro eléctrico y reconversión energética; de manera complementaria, con la gobernanza energética, y de forma indirecta con el acceso a la energía.

Tabla 2.2. Matriz de vinculación

Prioridad, objetivo o estrategia del Programa	Vinculación con ALBATROS 1 KANASÍN	Forma de cumplimiento
Prioridad 1. Gobernanza energética	Requiere coordinación entre autoridades energéticas, ambientales, territoriales y municipales.	Tramitar autorizaciones, mantener coordinación institucional, informar a actores sociales y establecer un mecanismo de atención de quejas.
Incrementar los mecanismos de coordinación y participación	El proyecto involucra autoridades federales, estatales, municipales, propietarios y comunidades.	Implementar Plan de Gestión Social, procesos informativos, registro de acuerdos y canales permanentes de comunicación.

Prioridad, objetivo o estrategia del Programa	Vinculación con ALBATROS 1 KANASÍN	Forma de cumplimiento
Fortalecer capacidades institucionales y profesionales	La construcción y operación requerirán personal especializado.	Capacitación en energía fotovoltaica, seguridad industrial, protección ambiental, atención de emergencias y monitoreo.
Prioridad 2. Suministro eléctrico	La central agregará 45.60 MW AC nominales, con exportación limitada a 45 MW AC.	Cumplir estudios de interconexión, especificaciones técnicas, sistemas de protección y criterios del operador del sistema.
Optimizar la transmisión y distribución	El punto propuesto se relaciona con la Subestación Kanasín Potencia.	Coordinar la interconexión con CFE Transmisión y evitar atribuir a la MIA-R obras externas no incluidas en su alcance.
Promover el ahorro y la eficiencia energética	La central utilizará equipos de conversión y control de alta eficiencia.	Monitorear pérdidas, consumos internos, disponibilidad, rendimiento y mantenimiento preventivo.
Prioridad 3. Reconversión energética	Es la vinculación principal del proyecto.	Generar electricidad mediante radiación solar y entregar energía renovable al sistema eléctrico.
Incrementar las energías renovables en la matriz estatal	Incorporará una central solar de 45.60 MW AC nominales, con exportación limitada a 45 MW AC.	Operar aproximadamente 69,510 módulos fotovoltaicos y 152 inversores, conforme a autorizaciones.
Promover inversión privada en proyectos renovables	El proyecto representa inversión privada destinada a infraestructura energética renovable.	Acreditar viabilidad técnica, financiera, ambiental y social, así como intención efectiva de ejecución.
Disminuir emisiones del sector energético	La generación no requiere combustión directa durante la operación.	Cuantificar generación neta y emisiones evitadas con el factor oficial vigente, sin omitir emisiones del ciclo de vida.
Ejecutar proyectos renovables sin descuidar el medio ambiente	La instalación puede afectar vegetación, fauna, suelo, paisaje y acuífero.	Implementar rescate, conservación, control de erosión, prevención de contaminación, manejo de residuos y restauración.
Prioridad 4. Acceso a la energía	La aportación es indirecta, porque la energía se entregará al Sistema Eléctrico Nacional.	Evitar afirmar beneficios tarifarios o electrificación directa no acreditados; desarrollar acciones sociales complementarias.
Transición Energética Justa y Sostenible	La central contribuye a diversificar la generación, pero debe prevenir impactos ambientales y sociales.	Cumplir la MIA-R, evaluación social, programas ambientales, mecanismos de participación y compromisos comunitarios.
Coordinación, seguimiento y evaluación	El Programa exige medir avances y resultados.	Mantener indicadores de generación, emisiones evitadas, consumo de agua, residuos, restauración, empleo y atención social.

El proyecto guarda relación con las prioridades de reconversión energética y suministro eléctrico del Programa Especial de Bienestar Energético y Mitigación de Emisiones 2025-2030, al incorporar capacidad fotovoltaica y entregar energía al Sistema Eléctrico Nacional mediante el punto de interconexión definido.

Esta congruencia programática se instrumenta mediante el cumplimiento ambiental, territorial y sectorial aplicable.

La relación con la Prioridad 1: Gobernanza energética se materializará mediante la coordinación institucional, el cumplimiento regulatorio, la participación social y la formación de capacidades técnicas. La vinculación con la Prioridad 4: Acceso a la energía será indirecta, dado que la central no constituye por sí misma un programa de electrificación residencial ni garantiza reducciones tarifarias. El proyecto también es consistente con la política pública "Transición Energética Justa y Sostenible para el Bienestar de Yucatán", al integrar salvaguardas ambientales, medidas de gestión social, distribución razonable de beneficios y mecanismos transparentes de participación. En términos generales, la vinculación es directa, positiva y coadyuvante y se materializa mediante el cumplimiento integral de la legislación ambiental, energética y territorial, las medidas de la MIA-R y las determinaciones de las autoridades competentes.

2.3.2. ALINEACIÓN CON LA AGENDA 2030 Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.

La **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**, aprobada por los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015, constituye un marco de actuación integrado por **17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas**, orientados a articular las dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo bajo el principio de no dejar a nadie atrás. Los ODS son interdependientes, por lo que la contribución de un proyecto debe analizarse tanto por sus beneficios potenciales como por las medidas adoptadas para prevenir impactos adversos sobre los ecosistemas y las comunidades.

La central comprende módulos fotovoltaicos, seguidores, inversores, caminos y accesos, centros de transformación, infraestructura interna, subestación elevadora y la línea aérea de interconexión de 115 kV hasta la Subestación Kanasín Potencia. En consecuencia, la vinculación jurídica y territorial de esta MIA-R abarca tanto las obras dentro del predio como las afectaciones efectivas asociadas al Trazo del Proyecto fuera de éste. La autorización ambiental no sustituirá derechos inmobiliarios o agrarios, licencias municipales, autorizaciones forestales ni actos de interconexión.

Tabla 2.3. Matriz de alineación y vinculación con los ODS[1]

Objetivo y metas relacionadas	Nivel de alineación	Vinculación con el proyecto	Acciones y criterios de cumplimiento
ODS 7. Energía asequible y no contaminante. Metas 7.2 y 7.b	**Directa**	La meta 7.2 busca incrementar sustancialmente la participación de las energías renovables en la matriz energética, mientras que la meta 7.b promueve la ampliación de infraestructura y tecnología para prestar servicios energéticos	Registrar la capacidad efectivamente instalada y operativa; cuantificar la generación neta anual; mantener la disponibilidad de los equipos mediante mantenimiento preventivo; reportar pérdidas internas y energía

Objetivo y metas relacionadas	Nivel de alineación	Vinculación con el proyecto	Acciones y criterios de cumplimiento
		modernos y sostenibles. La central fotovoltaica aportará nueva capacidad de generación basada en el aprovechamiento de la radiación solar.	entregada en el punto de interconexión.
ODS 9. Industria, innovación e infraestructura. Metas 9.1 y 9.4	**Directa y complementaria**	La meta 9.1 promueve infraestructura de calidad, confiable, sostenible y resiliente, mientras que la meta 9.4 impulsa tecnologías limpias y procesos ambientalmente racionales. La infraestructura fotovoltaica representa una aplicación tecnológica orientada a la generación eléctrica mediante una fuente renovable.	Diseñar la infraestructura considerando resistencia a lluvias intensas, vientos, temperaturas extremas y otros riesgos; aplicar medidas de eficiencia energética; realizar mantenimiento preventivo; evitar ampliaciones no evaluadas y mantener las obras dentro de las superficies autorizadas.
ODS 13. Acción por el clima. Meta 13.2	**Estratégica e indirecta**	La central puede apoyar la implementación de políticas y estrategias de mitigación climática al incorporar electricidad de origen renovable. No obstante, la reducción de emisiones no debe asumirse automáticamente, sino calcularse considerando la generación neta, el factor de emisión del sistema eléctrico y las emisiones derivadas de la construcción, transporte, mantenimiento y fin de vida de los equipos. La meta 13.2 se orienta a integrar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y procesos de planeación.	Elaborar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero; estimar las emisiones potencialmente evitadas utilizando el factor de emisión oficial vigente; controlar emisiones de maquinaria y vehículos; optimizar traslados; conservar vegetación y aplicar medidas de restauración.
ODS 12. Producción y consumo responsables. Metas 12.2, 12.4, 12.5 y 12.6	**Vinculación mediante gestión ambiental verificable**	Las metas promueven el uso eficiente de los recursos naturales, el manejo ambientalmente adecuado de sustancias y residuos durante su ciclo de vida, la prevención, reducción, reciclaje y reutilización de residuos, así como la adopción de prácticas empresariales sostenibles. Estas metas son relevantes por la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos y equipos eléctricos o fotovoltaicos fuera de uso.	Aplicar un Programa de Manejo Integral de Residuos; separar y almacenar temporalmente los residuos; contratar prestadores autorizados; mantener manifiestos y comprobantes; establecer mecanismos de devolución, valorización o reciclaje de módulos, inversores, cableado, transformadores y equipos fuera de servicio; evitar su abandono o disposición conjunta con residuos urbanos.
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.	**Complementaria y de salvaguarda**	La meta 6.3 busca reducir la contaminación y mejorar el tratamiento de las aguas residuales; la	Obtener agua únicamente de fuentes autorizadas; medir el consumo por etapa; privilegiar limpieza en seco o

Objetivo y metas relacionadas	Nivel de alineación	Vinculación con el proyecto	Acciones y criterios de cumplimiento
Metas 6.3, 6.4 y 6.6		meta 6.4 promueve la eficiencia en el uso del agua, y la meta 6.6 se refiere a la protección de los ecosistemas relacionados con este recurso. Aunque la generación fotovoltaica no demanda agua de manera continua como insumo del proceso energético, el proyecto requerirá agua para servicios sanitarios, control de polvo y, eventualmente, limpieza de módulos.	de bajo consumo; utilizar sanitarios portátiles durante la construcción; retirar las aguas residuales mediante empresas autorizadas; prohibir descargas al suelo, subsuelo, depresiones naturales o cuerpos de agua; contar con procedimientos para derrames.
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres. Metas 15.1 y 15.5	**Vinculación prioritaria con salvaguardas ambientales**	Las metas 15.1 y 15.5 se orientan a conservar y restaurar ecosistemas terrestres, reducir la degradación de los hábitats y detener la pérdida de biodiversidad. La instalación de módulos, caminos, cercado y obras eléctricas puede producir remoción de vegetación, compactación del suelo, fragmentación, desplazamiento de fauna y modificación del hábitat; por ello, la contribución energética del proyecto no elimina su obligación de prevenir y reducir estos impactos.	Respetar estrictamente la superficie autorizada; evitar afectaciones fuera de los frentes de obra; aplicar rescate y reubicación de flora y fauna; efectuar el desmonte gradual y direccional; conservar el suelo vegetal; mantener áreas de conservación; restaurar superficies temporales; controlar especies exóticas invasoras; evitar la cacería y mantener registros de incidentes con fauna. Cuando corresponda, obtener previamente la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico. Metas 8.5 y 8.8	**Complementaria**	La meta 8.5 promueve empleo productivo, igualdad de oportunidades y remuneración equitativa, mientras que la meta 8.8 busca proteger los derechos laborales y garantizar ambientes de trabajo seguros. El proyecto puede generar empleo temporal durante la construcción y una cantidad menor de empleos permanentes durante la operación.	Priorizar la contratación local cuando existan perfiles adecuados; garantizar contratación formal; evitar trabajo infantil o forzado; proporcionar equipo de protección personal; implementar capacitación y protocolos de seguridad; registrar accidentes y enfermedades laborales; ofrecer igualdad salarial por trabajo de igual valor.
ODS 5. Igualdad de género. Meta 5.5	**Complementaria**	La meta 5.5 promueve la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo. La vinculación depende de que el proyecto incorpore la perspectiva de género en la contratación, capacitación, participación comunitaria y toma de decisiones.	Establecer políticas de contratación sin discriminación; promover la participación de mujeres en puestos técnicos y de supervisión; contar con protocolos contra el acoso y hostigamiento; disponer de instalaciones sanitarias adecuadas; registrar indicadores laborales desagregados por sexo.

Vinculación prioritaria con el ODS 7

La alineación más directa del proyecto se presenta con el **ODS 7. Energía asequible y no contaminante**, especialmente con la meta 7.2, relativa al incremento de la participación de las energías renovables. El proyecto aprovechará la radiación solar para la generación de electricidad sin requerir procesos de combustión durante la operación ordinaria de los módulos fotovoltaicos.

Una vez que la central se encuentre construida, autorizada, interconectada y operando, podrá incorporar energía renovable al sistema eléctrico y apoyar la diversificación de las fuentes de generación.

Alineación con el ODS 13 y cuantificación de emisiones

El proyecto presenta una vinculación estratégica con el ODS 13. Acción por el clima. La electricidad renovable entregada al Sistema Eléctrico Nacional se evalúa mediante el factor oficial de emisiones para cuantificar su contribución indicativa frente a fuentes de mayor intensidad de carbono.

Salvaguardas vinculadas con los ODS 6, 12 y 15

La contribución a la transición energética debe desarrollarse de forma compatible con la protección del agua, la biodiversidad y los recursos naturales. En consecuencia, la alineación con los ODS no puede limitarse al beneficio energético del proyecto.

Protección del agua

El promovente deberá aplicar medidas de ahorro, control y trazabilidad del agua utilizada durante las distintas etapas. No se deberán realizar descargas de aguas residuales, combustibles, aceites, productos químicos o materiales contaminantes al suelo o subsuelo. La limpieza de los módulos deberá ejecutarse preferentemente mediante sistemas en seco o métodos de bajo consumo.

Manejo de residuos y ciclo de vida

El proyecto deberá contemplar el ciclo de vida de módulos, inversores, baterías en caso de incorporarse, transformadores, conductores y demás equipos. Los componentes dañados o fuera de uso deberán almacenarse de manera segura y entregarse a gestores autorizados, privilegiando su reparación, reutilización, devolución al fabricante, aprovechamiento o reciclaje.

2.4 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY).

Decreto 692/2023 por el que se formula y expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, publicado el 5 de diciembre de 2023.

Mediante el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se establece el “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Este modelo es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño de la ocupación del territorio a futuro y al cómo conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad. El modelo

incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen el uso racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado.

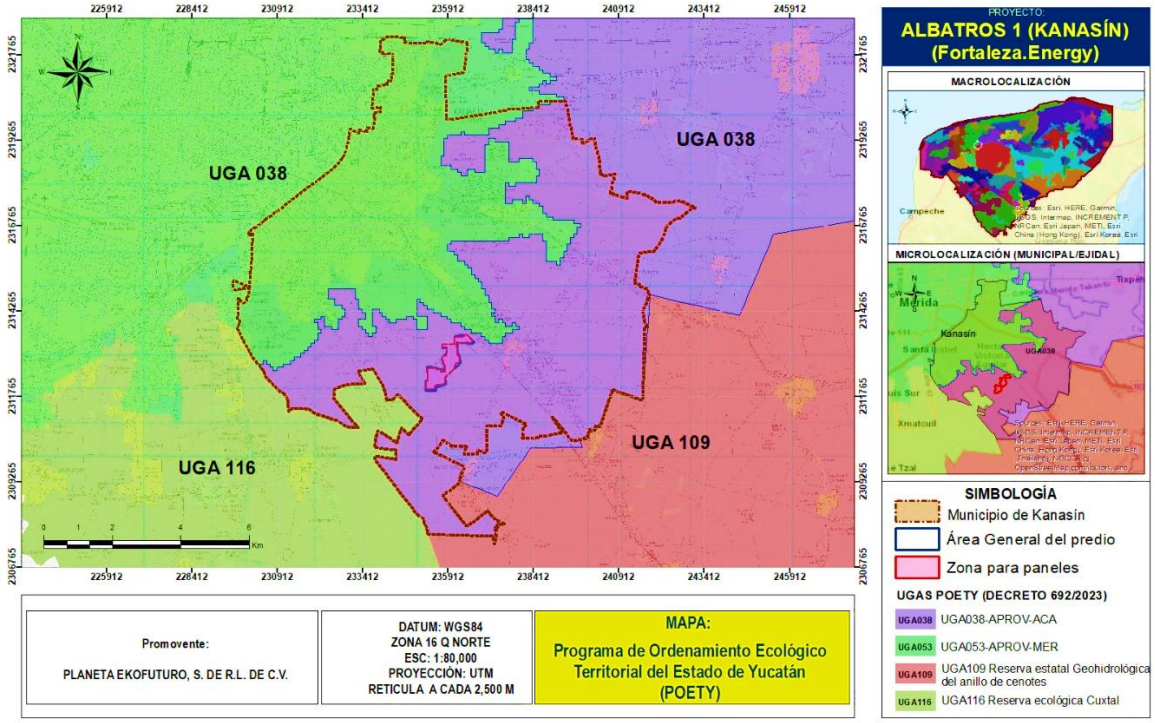


Figura 2.1: Localización del predio principal en la UGA038-APROV-ACA; el trazo de interconexión asociado cruza las UGA053-APROV-MER y UGA038-APROV-ACA.

Con base en lo anterior, se establece un Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán que incluye la zonificación funcional o propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos en cada región del territorio.

El establecimiento del modelo considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado.

Control territorial de alcance: la verificación de control con la cartografía oficial POETY 2023 ubica el predio y la central en la UGA038-APROV-ACA. La línea aérea de 115 kV cruza la UGA053-APROV-MER y la UGA038-APROV-ACA: las torres 1 a 5 se ubican en UGA053; las torres 6 y 7 y la subestación

elevadora del proyecto, en UGA038. El punto de interconexión representado en el plano rector se localiza dentro de UGA053. Por ello, el cruce de ambas UGA es inherente al punto de entrega actual y se analizan los criterios aplicables por tramo. La superposición se documenta en el KMZ rector y en la nota de consistencia geoespacial del expediente.

Tabla 2.4. Usos aplicables de las UGA038-APROV-ACA y UGA053-APROV-MER.

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLITICA	Compatible	Condicionado	Incompatible
UGA038	UGA038-APROV-ACA	Aprovechamiento sustentable	1. Acuacultura de agua dulce 2. Acuacultura salobre 6. Asentamientos humanos 10. Industrial 11. Infraestructura 12. Milpa maya 18. Turismo convencional 19. Turismo de naturaleza	8. Energía fotovoltaica 15. Pecuario avícola	3. Agricultura tecnificada 4. Agricultura extensiva 5. Apicultura 7. Energía eólica 9. Forestal 13. Minería no metálica 14. Pecuario bovino 16. Pecuario porcino 17. Pesca 20. Turismo de sol y playa
UGA053	UGA053-APROV-MER	Aprovechamiento sustentable	1. Acuacultura de agua dulce 2. Acuacultura salobre 6. Asentamientos humanos 10. Industrial 11. Infraestructura 18. Turismo convencional 19. Turismo de naturaleza	8. Energía fotovoltaica 12. Milpa maya	3. Agricultura tecnificada 4. Agricultura extensiva 5. Apicultura 7. Energía eólica 9. Forestal 13. Minería no metálica 14. Pecuario bovino 15. Pecuario avícola 16. Pecuario porcino 17. Pesca 20. Turismo de sol y playa

Vinculación del trazo sometido a evaluación: la transmisión de energía eléctrica se encuadra en el uso 11, Infraestructura, que el POETY clasifica como compatible tanto en UGA038 como en UGA053. El Trazo del Proyecto forma parte del proyecto solicitado y se analiza por los tramos que cruzan ambas UGA. Para la línea se atienden, además, los criterios del sector Infraestructura, en particular la protección de humedales

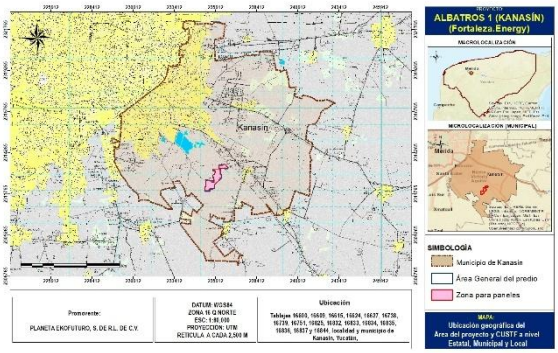
y de sus condiciones hidrológicas. El proyecto se ejecutará conforme al trazo, características y alcance sometidos a evaluación.

A continuación, se vinculan los **Criterios Ecológicos Generales**, cuya aplicación corresponden a acciones que todos los sectores deben realizar, independientemente de su localización; así como criterios específicos por sector:

Tabla 2.5. Criterios Ecológicos generales vinculables de la UGA038-APROV-ACA

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.	***Sí aplica. Durante preparación y construcción se utilizarán sanitarios portátiles con retiro por prestador autorizado. Durante operación se mantendrán separados los drenajes pluvial y sanitario y no se efectuarán descargas al suelo o subsuelo; la infraestructura sanitaria será compatible con el tipo de suelo, la profundidad y la vulnerabilidad del acuífero y cumplirá la normativa y autorizaciones aplicables.***
2	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.	Sí aplica. El proyecto puede generar residuos sólidos urbanos durante sus etapas, por lo que contará con manejo integral, separación, almacenamiento temporal y disposición final autorizada, sin embargo, generará residuos orgánicos derivados del proceso de desmonte y despalme, el cual será utilizado como composta en las áreas de conservación.
3	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.	***Si aplica.*** *En la etapa de construcción y de operación los residuos de manejo especial contarán con un programa integral. Se contratará a una empresa especializada para su recolección y destino final, se llevará un registro de los contratos a través de una bitácora y reportes de supervisión ambiental. (ver anexos)*
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.	***No aplica al alcance actualmente descrito porque no se prevé un pozo ni extracción de agua subterránea. El suministro se contratará con proveedores autorizados y se registrará por etapa. Cualquier incorporación posterior de pozo exigirá acreditar disponibilidad y calidad del acuífero, número y ubicación de pozos, volumen, gasto y autorizaciones de CONAGUA antes de ejecutarse.***

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
5	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas.	***Si aplica.*** *El proyecto contará con el estudio geotécnico y geohidrológico.*
6	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	***Sí aplica. La ausencia de inundabilidad no se presume: el diseño y el anexo GIS deberán verificar cotas, depresiones, escurrimientos y resultados del atlas de riesgos; las zonas identificadas como inundables o de concentración de flujo se excluirán de la huella o recibirán medidas de diseño sustentadas.***
7	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	***Sí aplica. Los caminos internos, accesos y plataformas conservarán en lo posible la permeabilidad, se adaptarán a la topografía y dispondrán drenes suficientes para mantener los flujos de agua y sedimentos, evitar erosión y no inducir encharcamientos.***
8	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	***Si aplica.*** *El proyecto contempla destinar un área de conservación equivalente a 11.702207 ha, que servirá como zona de amortiguamiento y recarga del manto acuífero (ver planos anexos).*
9	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.	Sí aplica. El proyecto se ubica en el municipio de Kanasín, Yucatán. El material de excavación se separará, caracterizará y reutilizará en rellenos, nivelaciones menores o restauración cuando sea técnica y ambientalmente viable, sin depositarlo en áreas de conservación, depresiones u oquedades.
10	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	Sí aplica. La MIA-R evalúa integralmente los impactos del proyecto; el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su ETJ se tramitan por expediente separado. Ninguna remoción de vegetación forestal iniciará antes de contar con ambas autorizaciones cuando resulten aplicables.
11	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales	***Sí aplica como obligación preventiva. Antes de abrir cada frente se verificarán en campo y mediante los estudios técnicos disponibles las oquedades,***

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	(cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.	***depresiones kársticas, cenotes, cuevas, grutas, humedales y rutas preferentes de infiltración. Todo rasgo identificado se georreferenciará, excluirá de la huella aprovechable y protegerá con las distancias y medidas que determine la normativa aplicable; el SIGEIA no sustituye la verificación de sitio.*** 
12	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	***No aplica al alcance actualmente descrito, porque no se prevé extraer agua salobre ni instalar desalación. El agua se obtendrá de proveedores autorizados. Cualquier incorporación posterior de pozo, extracción de agua salobre o desalación requerirá evaluación técnica y las autorizaciones correspondientes antes de ejecutarse.***
13	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	***Sí aplica en función de la solución sanitaria. En construcción, los sanitarios portátiles serán herméticos y atendidos por prestador autorizado. Si se instala infraestructura sanitaria permanente durante operación, su diseño y ubicación deberán considerar el suelo y la profundidad del acuífero, impedir filtraciones y asegurar el retiro y disposición autorizada de lodos.***
14	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes:	***Sí aplica. El proyecto conserva 11.702207 ha; además, el diseño se verificará contra los atlas de riesgos y la topografía, conservará permeabilidad y rutas de escurrimiento, minimizará fragmentación y protegerá formaciones kársticas. Las medidas estructurales y operativas se documentarán antes de construcción.*** *a) El proyecto se ubica fuera de zonas de riesgo de inundación*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.	*b) Se conservarán 11.702207 ha y se verificará su conectividad con los parches mejor conservados; la función de recarga se protegerá sin atribuir caudales no medidos.* *c) En superficies no construidas se preservará cobertura vegetal y permeabilidad; el PVA verificará ocupación, compactación, erosión e infiltración cualitativa.* *d) Se utilizarán los caminos de acceso al predio y se conservarán como caminos blancos o sin pavimentar (permeables).* *e) Al ser un proyecto de central fotovoltaica no será necesario la pavimentación por lo que el suelo se mantendrá permeable.* *f) La consulta cartográfica se complementará con verificación de campo y estudios técnicos; cualquier caverna, cenote, depresión u oquedad identificada se georreferenciará y excluirá de la huella o protegerá conforme a la normativa.* *j) Las estructuras se diseñarán para resistir los peligros identificados y evitar afectaciones al acuífero, suelo, vegetación y formaciones geológicas; las 11.702207 ha de conservación son una medida complementaria, no la única salvaguarda.*
15	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.	Si aplica. El proyecto contempla un área de conservación equivalente a 11.702207 ha que representa el 15.33% de la superficie total del predio como área de conservación, que se integra por 3 áreas: Área de Conservación 1 de 73,971.81 m² (7.397181 ha) que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 16,040.51 m² (1.604051 ha) que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 27,009.75 m² (2.700975 ha) que representa el (3.54) área de importancia de preservación y conservación.

Criterios ecológicos ambientales del Sector Energía Fotovoltaica

A continuación, se vinculan los criterios ambientales del **Sector Energía Fotovoltaica** de la **UGA038-APROV-ACA.**

Tabla 2.6. Criterios ambientales vinculables al sector Energía Fotovoltaica de la **UGA038-APROV-ACA**

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán sujetarse a las siguientes medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales:	***Si aplica.*** *El proyecto se trata de una central fotovoltaica* *b) El proyecto solo utilizará 64.612483 ha de las 76.314690 ha del total del predio para la instalación de la central fotovoltaica.*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	a) Minimizar el área del proyecto asociada a los módulos de paneles. b) Minimizar la fragmentación de hábitat privilegiando la instalación de líneas de distribución en caminos ya existentes, la revegetación con especies nativas y melíferas. c) Privilegiar las medidas mecánicas de control de la vegetación sobre el uso de herbicidas. d) Establecer un programa de monitoreo anual de biodiversidad con indicadores clave. f) Minimizar el consumo de agua para el enfriamiento y limpieza colectores, concentradores y generadores.	*c) El proyecto conservará 11.702207 ha (15.33%); la ocupación máxima dentro del predio será de 64.612483 ha (84.67%).* *d) El proyecto no utilizará herbicidas para el control de la vegetación, todo proceso de desmonte y despalme será por medios mecánicos y manuales.* e) El proyecto contempla un programa de vigilancia ambiental, así como de las supervisiones ambientales en cumplimiento a las condicionantes del resolutivo de la MIA-R *f) La limpieza de módulos privilegiará métodos en seco o de bajo consumo; el agua se obtendrá de fuentes autorizadas y su consumo se registrará por actividad.*
2	La evaluación de los impactos y de los beneficios ambientales y sociales deberán considerarse de manera conjunta, para garantizar que los medios de vida y el bienestar de los pueblos indígenas y las comunidades locales no se verán afectados negativamente.	***Sí aplica. Los impactos y beneficios sociales se evaluarán conjuntamente con los ambientales. Se incorporará al expediente la evaluación social que resulte exigible y se mantendrán mecanismos de información, atención de quejas y seguimiento a comunidades locales.***
3	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán excluir las áreas prioritarias para la conservación como sitios aptos para su ubicación, por lo que deberán ubicarse en terrenos perturbados, degradados o desprovistos de cobertura forestal.	Si aplica. El proyecto se instalará en predios de propiedad privada. El proyecto en cumplimiento al numeral conservará un área de 11.702207 ha que representa el 15.33% de la superficie total del predio 3 áreas: Área de Conservación 1 de 73,971.81 m² (7.397181 ha) que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 16,040.51 m² (1.604051 ha) que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 27,009.75 m² (2.700975 ha) que representa el (3.54) área de importancia de preservación y conservación.
4	Todo proyecto de instalación o ampliación de parques solar fotovoltaico deberá minimizar el área de desmonte, la fragmentación de hábitat y la afectación a corredores biológicos; así como distanciar de manera óptima los módulos fotovoltaicos, seguidores solares e infraestructura asociada.	Si aplica. El proyecto contempla un área de conservación equivalente de 11.702207 ha que representa el 15.33% de la superficie total del predio 3 áreas: Área de Conservación 1 de 73,971.81 m² (7.397181 ha) que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 16,040.51 m² (1.604051 ha) que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 27,009.75 m² (2.700975 ha) que representa el (3.54) áreas de importancia de preservación y conservación.

2.5. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

La relación del proyecto completo con áreas naturales protegidas, áreas destinadas voluntariamente a la conservación, sitios Ramsar, AICA, regiones prioritarias, UMA y demás polígonos de relevancia ambiental se sustenta en la cartografía oficial incorporada al expediente y en los archivos geoespaciales editables correspondientes.

Con base en la cartografía oficial incorporada al expediente y el archivo GIS rector, no se identifica superposición del predio ni del Trazo del Proyecto con áreas naturales protegidas. El análisis integra los impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos y las medidas aplicables.

La evaluación no identifica afectación significativa al flujo hidrológico de las cercanías. El Programa de Vigilancia Ambiental dará seguimiento durante preparación, construcción y operación a la eficacia de las medidas aplicables. El proyecto conserva 11.702207 ha, equivalentes al 15.33% de la superficie total del predio.

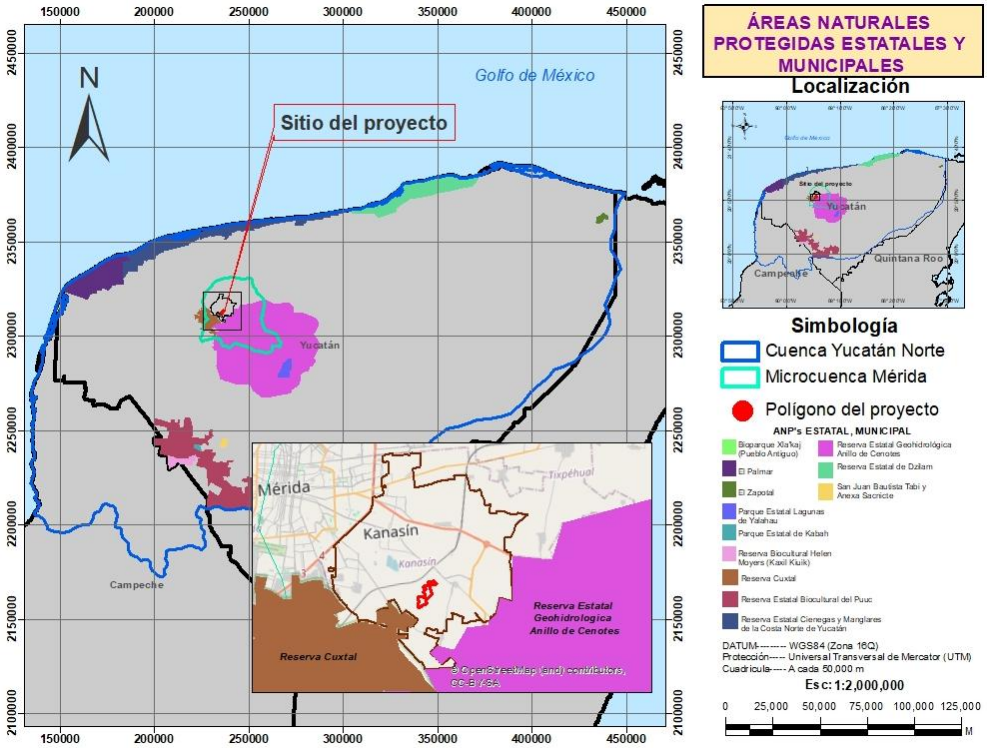


Figura 2.2: Ubicación del predio con respecto a las ANPs Estatales y Municipales en el Estado de Yucatán

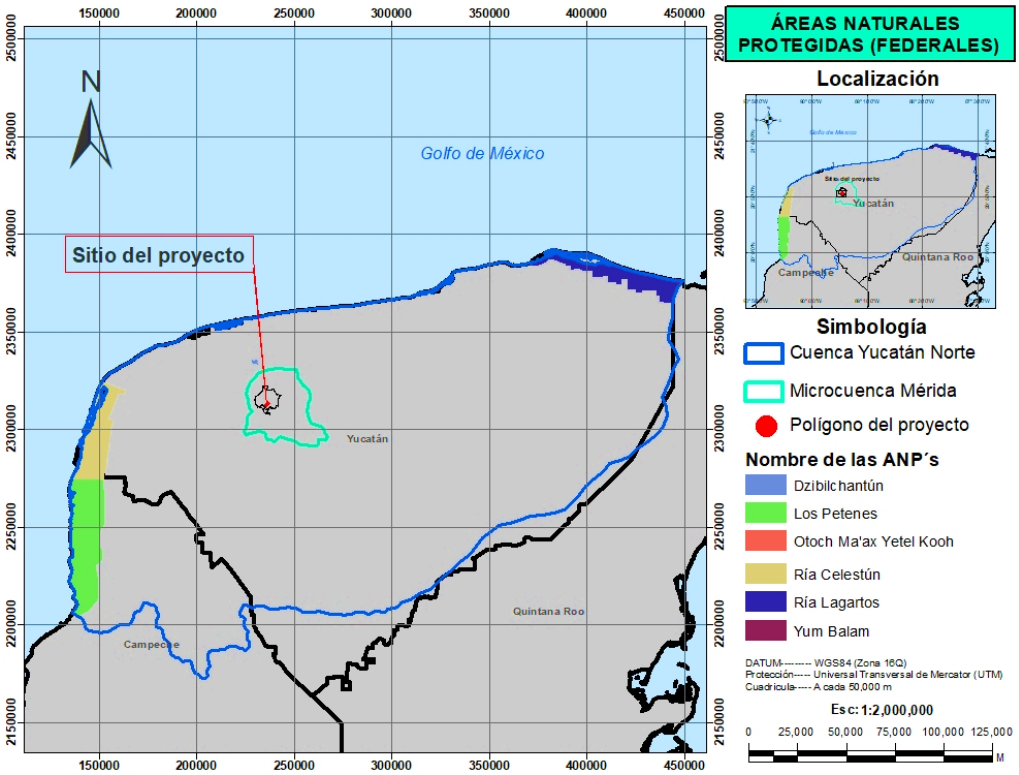


Figura 2.3: Ubicación del predio con respecto a las ANPs Federales en el Estado de Yucatán

2.5.1. INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLES

Se presenta a continuación la vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto:

NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

Se llevará a cabo la verificación de las maquinarias observando que cumplan con sus mantenimientos preventivos de esta forma se previenen las emisiones excesivas.

NOM-045-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen Diesel como combustible.

Se controlarán estas emisiones, mediante mantenimientos periódicos de la maquinaria.

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

El mantenimiento programado de maquinaria se realizará fuera del área del proyecto, en instalaciones autorizadas. Para una atención correctiva indispensable dentro del sitio se utilizarán superficies

impermeables y elementos de contención, con recuperación y manejo autorizado de cualquier residuo generado. Se mantendrán las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria empleada.

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.

Se contempla un programa de rescate y reubicación de las especies encontradas en el sitio el proyecto que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez consultada la norma fueron identificadas especies en algún estatus (tanto de flora como de fauna), mismas que se reportan en el Capítulo III del presente estudio. Sobre las cuales se aplicará lo siguiente:
1. Antes de realizar el desmonte se deberá ejecutar el programa de rescate y reubicación de flora, poniendo especial atención en las especies endémicas registradas en el predio. En flora no se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se registraron los taxa reportados como endémicos, previa validación taxonómica y biogeográfica, por lo que se aplicarán acciones de rescate, reubicación y manejo preventivo.

2. Se deberá realizar el desmonte de forma gradual para permitir el abandono de la fauna.

3. Antes de realizar el desmonte se deberá ejecutar el programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna, poniendo especial cuidado en las cinco especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: dos bajo Protección especial (Pr) y tres en categoría Amenazada (A), así como en cualquier ejemplar de fauna silvestre localizado durante las actividades de campo.

NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores y su método de medición.

Se mantendrá una bitácora de los mantenimientos de la maquinaria involucrada en el proyecto con el fin de mantenerse en apego a lo establecido en la NOM-080 referente a los niveles permisibles de ruido.
NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos servicios para prevenir accidentes durante la obra.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas adecuadas, equipo de seguridad y condiciones adecuadas de trabajo.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.Pese a que no se contempla que los niveles de ruido sean muy altos y que puedan provocar daños a la salud, se proporcionará equipo de protección auditiva a los operadores de maquinaria.

NOM-017-STPS-2024. Relativo a los requerimientos y características del equipo de protección personal para los trabajadores.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas adecuadas, equipo de seguridad y condiciones adecuadas de trabajo.

NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización). El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

Se proporcionará a los trabajadores las instalaciones adecuadas a fin de brindar las condiciones adecuadas de seguridad para evitar descargas eléctricas y sobrecorrientes.

NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

El proyecto cumplirá con los servicios eficientes de energía eléctrica mediante la utilización de equipos renovables y de tecnología de energías limpias.

NOM-008-ENER-2001. Aislamiento térmico de edificios.

Se contará con la infraestructura térmica con el objetivo de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

NOM-035-STPS-2018. Factor de riesgo psicosocial. Establecer los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas adecuadas, equipo de seguridad y condiciones adecuadas de trabajo a través de capacitaciones constantes.

2.6. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE KANASÍN, YUCATÁN (SUPLEMENTO DEL DIARIO OFICIAL ESTATAL NÚM. 35,503, 18 DE SEPTIEMBRE DE 2024)

El municipio de Kanasín cuenta con Programa Municipal de Desarrollo Urbano publicado en el Suplemento del Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán núm. 35,503, de 18 de septiembre de 2024. La FUA 387/2026 se incorpora al expediente como antecedente municipal. La promovente deberá cumplir sus condicionantes y obtener, antes de construir, las constancias, licencias u opiniones municipales adicionales que resulten aplicables al polígono y al Trazo del Proyecto.

2.7. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (TEXTO VIGENTE CONSULTADO EN LA CÁMARA DE DIPUTADOS)

ARTICULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
II.- El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;
III.- Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;
IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y
VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por si mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Se considera que el uso de suelo es compatible con lo expuesto con los Programas de ordenamiento aplicables; para el proceso de movimiento de tierras (suelo) propio de la etapa preparación del sitio, este se conservará en el predio para su posterior reincorporación en el área de conservación, de igual manera se considera que la primera capa de suelo (tierra) se reincorporará en el área de conservación.

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas

las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Para el cumplimiento de los dos artículos citados previamente únicamente se utilizarán vehículos automotores y maquinaria que se encuentren en óptimas condiciones con el objeto de mantener sus emisiones dentro de los niveles establecidos por las normas correspondientes para todas las etapas del Proyecto. De igual manera para el transporte de material se humedecerá la capa superficial del mismo y será cubierto por una lona plástica resistente para evitar la dispersión de partículas a la atmósfera.

ARTICULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar.

Dentro de las actividades del Proyecto en sus diferentes etapas se generarán residuos sólidos urbanos, estos, serán clasificados y colectados en contenedores plásticos con tapa para posteriormente ser colectados por vehículo de limpieza Municipal.

ARTÍCULO 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

De acuerdo con lo mencionado en los artículos anteriores, se prevendrá en todo momento la contaminación del suelo mediante medidas preventivas.

ARTÍCULO 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.

Se considera la generación de ruido por parte de la maquinaria empleada para la etapa de preparación y operación; para este fin se les proporcionará el equipo adecuado de protección a los trabajadores involucrados en la obra (chalecos reflectantes, protectores auditivos, cascos y lentes de protección).

2.8. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

ARTÍCULO 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación…

ARTÍCULO 18. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat…

ARTÍCULO 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre.

Al respecto de los artículos anteriores, quedará estrictamente prohibida cualquier actividad fuera de las establecidas por el Proyecto y que implique la destrucción, daño o perturbación del ambiente. Así mismo, QUEDARA ESTRICTAMENTE PROHIBIDO TODO ACTO DE CRUELDAD CONTRA LA FAUNA SILVESTRE.

2.9. LEY FEDERAL DEL TRABAJO

ARTÍCULO 132. Indica que los patrones tienen la obligación de instalar todos los lugares laborales de acuerdo con los principios de seguridad e higiene para prevenir riesgos de trabajo y perjuicios al trabajador. Igualmente deben adoptar las medidas necesarias e instructivos que expidan las autoridades competentes.

Para estos efectos deberán modificar en su caso, las instalaciones en los términos que señalen las propias autoridades.
El proyecto contempla la instalación de áreas de trabajo de acuerdo con los principios de seguridad e higiene.

2.10. REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

ARTÍCULO 10. Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.

ARTÍCULO 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país
II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Para mantener la calidad del aire se llevarán a cabo medidas preventivas como la utilización de vehículos en buen estado y el humedecer los focos de trabajos para evitar la dispersión de partículas.

ARTÍCULO 28. La emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Los vehículos empleados durante la etapa de operación y mantenimiento de la obra deberán estar al día en cuanto a sus mantenimientos esto para evitar emisiones perjudiciales al medio ambiente. De igual manera para transportación de materiales de construcción principalmente polvos o partículas reducidas se humedecerá la capa superficial y se emplearán lonas para evitar su dispersión durante su transportación.

2.11. CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES

La maquinaria, vehículos y equipos se operarán en horario diurno, con mantenimiento preventivo y silenciadores en condiciones funcionales. Cuando exista una fuente fija, se observarán los límites y métodos de medición de la NOM-081-SEMARNAT-1994 y sus modificaciones vigentes; para fuentes móviles y seguridad ocupacional se aplicarán las disposiciones específicas que correspondan.

El cumplimiento no se presumirá por el solo estado del equipo: se documentarán mantenimiento, horarios de operación, atención de quejas y, cuando resulte procedente, mediciones de ruido.

2.12. REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y NORMAS APLICABLES

La promovente y sus contratistas deberán identificar peligros, evaluar riesgos, capacitar al personal, proporcionar equipo de protección y aplicar procedimientos seguros de trabajo conforme al Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo y a las normas oficiales mexicanas aplicables.

Es responsabilidad de la empresa el adoptar todas las medidas necesarias para elevar la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. Esto con el firme propósito de disminuir en la medida de lo posible la ocurrencia de accidentes laborales.

ARTÍCULO 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.

Cabe mencionar que se contará con señalamientos para las distintas áreas de trabajo; se mantendrá un control o programa de limpieza en donde se establecerá la forma de separación de los residuos, así como el sitio para su almacén temporal. Estos residuos serán transportados al sitio de disposición final autorizado.

ARTÍCULO 138. El personal encargado de la operación del equipo y la maquinaria... deberá contar con capacitación especializada para llevar a cabo sus actividades en condiciones de óptima seguridad e higiene.

El contratista será el encargado de proporcionar personal capacitado para el manejo de maquinaria.

2.13. INTEGRACIÓN DE OBLIGACIONES EN MATERIA DE VIDA SILVESTRE

2.13.1. Medidas específicas de protección

Artículo 70. Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables.

Vinculación. Las medidas de prevención, rescate, reubicación, protección del hábitat, capacitación y vigilancia se ejecutarán sin perjuicio de las atribuciones de inspección, vigilancia y sanción de la autoridad competente.

Artículo 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.

Vinculación: *En el Proyecto no se contempla la colocación de cercos con el objetivo de retener o atraer ejemplares de fauna silvestre. En ningún momento se prevé la realización de actividades de aprovechamiento y/o extracción de especímenes de fauna silvestre.*

2.14. LEY DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Artículo 81. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se consideran los siguientes criterios: deberán ser controlados los residuos de cualquiera índole, en tanto que puedan constituir una fuente de contaminación de los suelos; racionalizar la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje.

Vinculación: *El proyecto contempla en su realización y operación la aplicación de medidas para el control de los residuos generados por sus actividades siempre teniendo presente no contaminar los suelos y buscando mantener la salud del medio ambiente.*

2.15. FACTIBILIDAD URBANA AMBIENTAL FUA 387/2026

El Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial emitió el 10 de junio de 2026 la FUA 387/2026, notificada el 23 de junio de 2026, que determinó la factibilidad territorial del proyecto y estableció condiciones de cumplimiento incorporadas en esta MIA-R y en el Programa de Vigilancia Ambiental. La resolución tiene vigencia de un año contado desde el día hábil siguiente a su notificación, siempre que no entren en vigor instrumentos de planeación territorial que modifiquen sus condiciones.

La FUA ubica la central y los predios expresamente relacionados en la resolución dentro de la UGA038-APROV-ACA del POETY, con política de aprovechamiento sustentable y uso fotovoltaico condicionado. El POETY vigente fue expedido mediante Decreto 692/2023, publicado el 5 de diciembre de 2023.

Los compromisos de observancia transversal son: minimizar el área de módulos y la fragmentación; aprovechar prioritariamente los caminos existentes compatibles con la seguridad y el diseño; revegetar con especies nativas y melíferas; privilegiar control mecánico de vegetación sobre herbicidas; realizar monitoreo anual de biodiversidad con indicadores; minimizar consumo de agua; mantener separadas aguas pluviales y sanitarias; manejar RSU, RME y residuos peligrosos; proteger conectividad y parches mejor conservados; reutilizar material de excavación; verificar rasgos kársticos, inundabilidad y riesgos; conservar infiltración y favorecer la recarga del acuífero.

Alcance territorial: la FUA 387/2026 comprende la central de 45 MW y los tablajes del polígono principal. Para la línea, esta MIA-R desarrolla la vinculación directa con el POETY, conforme al cual el uso 11, Infraestructura, es compatible en UGA038 y UGA053. La ejecución integrará los permisos y derechos aplicables a los predios y obras comprendidos en el Trazo del Proyecto.

El diseño incorpora la protección de cuerpos de agua a flor de tierra y depresiones kársticas mediante las restricciones y distancias establecidas en la FUA y en la normativa estatal aplicable. Antes de liberar cada frente, la verificación de campo confirmará dichas zonas de exclusión y su representación en el anexo GIS y los planos de control ambiental.

La ejecución incorporará las gestiones que correspondan ante el INAH, así como las relativas a residuos, agua y protección civil, conforme a la competencia y etapa aplicables.

2.16. VINCULACIÓN DEL INVENTARIO CUANTITATIVO Y LA VALORACIÓN AMBIENTAL

El artículo 13, fracciones II, V, VI, VII y VIII, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental exige describir las obras y actividades, identificar y evaluar impactos acumulativos y residuales, establecer medidas, formular pronósticos y sustentar los instrumentos metodológicos. La guía oficial 2026 de la DGIRA complementa ese contenido al solicitar duración, costos, consumos, GEI, recursos, residuos, descargas y valoración económica de medidas.

La tabla cuantitativa del Capítulo I y la memoria anexa atienden ese requerimiento mediante límites de diseño. El agua provendrá de proveedores autorizados; no se proyecta extracción subterránea ni descarga directa. Los residuos se manejarán conforme a su clasificación y mediante prestadores autorizados. Los volúmenes estimados no sustituyen registros, manifiestos, autorizaciones o bitácoras exigibles durante la ejecución.

Para estimar emisiones indirectas se utiliza 0.444 tCO_2e/MWh, factor del Sistema Eléctrico Nacional aplicable al reporte 2025 publicado por SEMARNAT en 2026. Para diésel se utiliza 2,689.2714 g CO_2/L

como factor de conversión. Estos parámetros son metodológicos y deberán actualizarse para reportes futuros si la autoridad publica factores posteriores.

Fuentes oficiales: Registro Nacional de Emisiones de SEMARNAT, https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene; y Diario Oficial de la Federación, factor de conversión de CO_2 para diésel, https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4801/semarnat/semarnat.html.

2.16.1. Control jurídico del cierre GIS

La cédula geoespacial cerrará exclusivamente longitud, coordenadas, soportes, accesos, áreas de tendido, superficies y cruces. La autorización ambiental no conferirá derechos reales ni posesorios. Antes de ejecutar obras en predios de terceros, la promovente acreditará el título o instrumento de acceso aplicable.

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

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V.

C A P Í T U L O III.

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

La descripción de la región ecológica del área en donde se pretende desarrollar el proyecto revela las diversas características propias del lugar, así como las condiciones bióticas y abióticas que se presentan actualmente en el sitio; durante este proceso, fue necesario la observación de manera puntual y gradual del o los sistemas ambientales que se desarrolla en la zona para determinar las interacciones presentes en el área del proyecto.

3.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El predio donde se desarrollará el proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» se ubica en los tablajes 16600, 16609, 16615, 16624, 16627, 16738, 16739, 16751, 16825, 16832, 16833, 16834, 16835, 16836, 16837 y 16844 de la localidad y municipio de Kanasín, Yucatán.

El proyecto comprende la central fotovoltaica, subestación y línea aérea de interconexión de 115 kV. La región ecológica, el área de influencia y el área del proyecto deben abarcar los efectos de todas las obras asociadas; el CUSTF puede sustanciarse por separado, pero su afectación no se excluye de la MIA-R.

Actualmente a este predio no se ha dado algún tipo de uso, por lo que aún en su interior se pueden identificar elementos biológicos en sus diferentes estratos características de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia.

A pesar de que los predios colindantes a este terreno presentan fragmentación de hábitat y cambio de uso de suelo, se puede considerar que el estado de conservación del sitio es bueno.

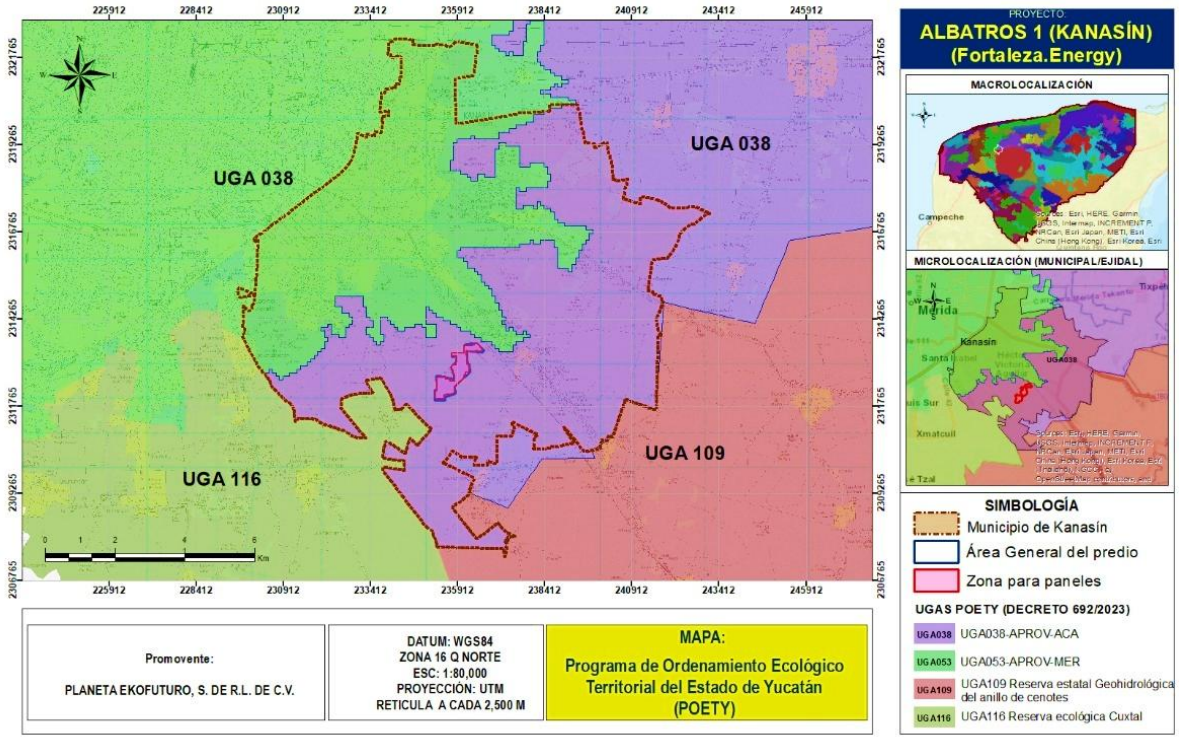


Figura 3.1. Mapa de ubicación geográfica y geopolítica del proyecto.

Fines a que está destinado el predio.

El predio se destinará a la instalación y operación de la central fotovoltaica. La superficie máxima de ocupación dentro del predio es de 64.612483 ha durante una vida útil operativa de 25 a 30 años. Para efectos de evaluación, esa ocupación no se califica globalmente como temporal, mínima o íntegramente reversible. Se distinguen las huellas persistentes durante la operación, las superficies auxiliares temporales susceptibles de restauración y los impactos residuales que permanecen después de aplicar medidas. La superficie efectiva de cada categoría dentro del predio se controla con los planos y cuadros de 64.612483 ha de ocupación y 11.702207 ha de conservación; para la línea, el eje y los apoyos del Trazo del Proyecto quedan definidos en la Nota de Consistencia Geoespacial y controlados por el KMZ rector.

3.2. MEDIO FÍSICO

3.2.1. Clima.

El clima es Cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw0), de menor humedad (97.37%). La temperatura promedio anual de la zona es de 26.02° C, registrada durante el período 1959-2006, siendo el promedio en 1999 de 26.125° C. En el año más caluroso (1995) la temperatura promedio fue de 26. 86° C, en tanto que en el año más frío (1976) el promedio fue de 25. 3° C, siendo las temperaturas máximas de 31° C en 1995 y de 27. 9°C en 1976 y las mínimas de 23.8 y 21. 6° C, respectivamente.

Las precipitaciones pluviales más altas ocurren durante el verano, en tanto que en el invierno el porcentaje de precipitación es bajo. La temporada de lluvias se extiende de mayo a octubre con una prolongación hasta noviembre, aunque con menor lámina llovida. Durante el período 1950-2006 el promedio de precipitación anual fue de 83.58 mm, siendo el año de 1962 el más seco, con 60.58 mm y 1952 el más lluvioso, con 118.07 mm.

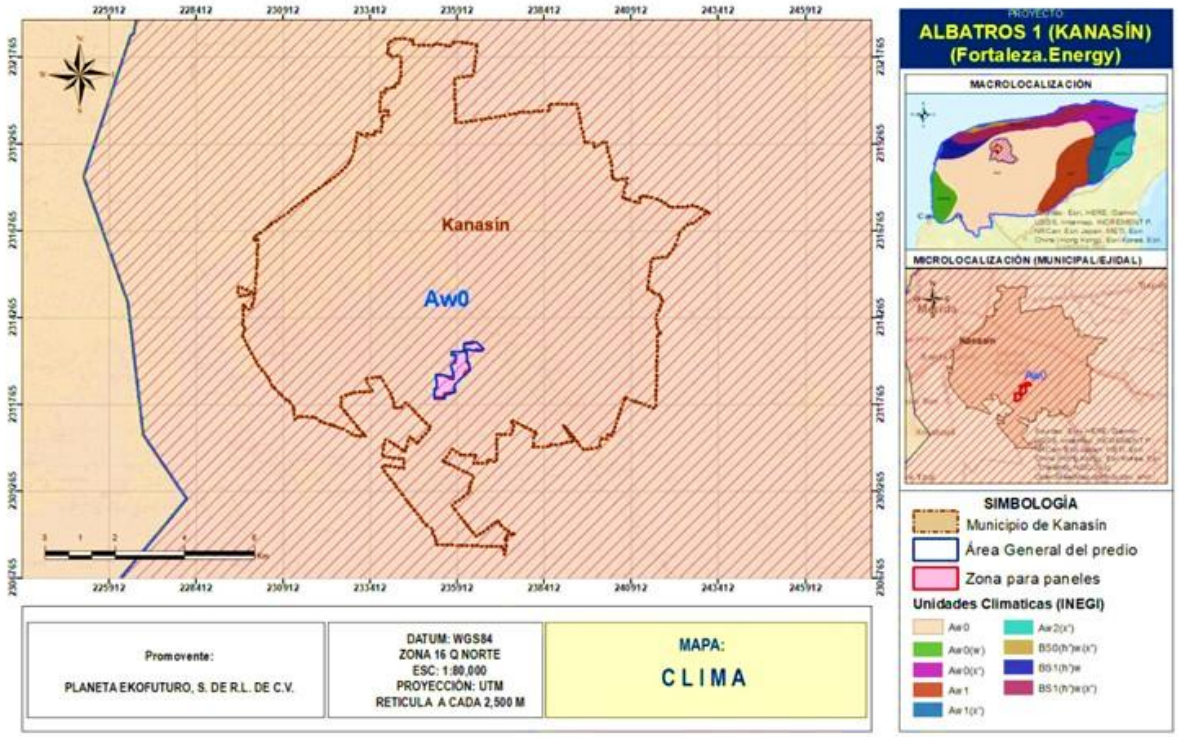


Figura 3.2. Unidad climática presente en el área proyecto.

La precipitación media anual de la Región es de 1,000 mm, superior a la media nacional (772 mm); en la subregión Candelaria es de 1,290 mm, en la Poniente de 1,180 mm y en la Oriente correspondiente a los estados de Quintana Roo y Yucatán de 1,232 y 1,006 mm, respectivamente. Puntualmente la precipitación para el área en donde se ejecutará el proyecto, de acuerdo a los valores mensuales de precipitación de la estación meteorológica 31044 Mérida, Yuc. *https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica* (figura 3.3 y tabla 3.1).

Los valores observados responden a condiciones específicas de registro y variabilidad temporal, por lo que su interpretación se realiza en conjunto con información climática regional, a fin de contar con una caracterización representativa del sitio. Se tiene una precipitación media anual calculada a partir de la serie analizada, la cual refleja variabilidad interanual propia de la región. No obstante, para efectos de caracterización climática y en concordancia con la información regional y bibliográfica, se considera una precipitación media anual del orden de 1,000 mm para la zona del proyecto.

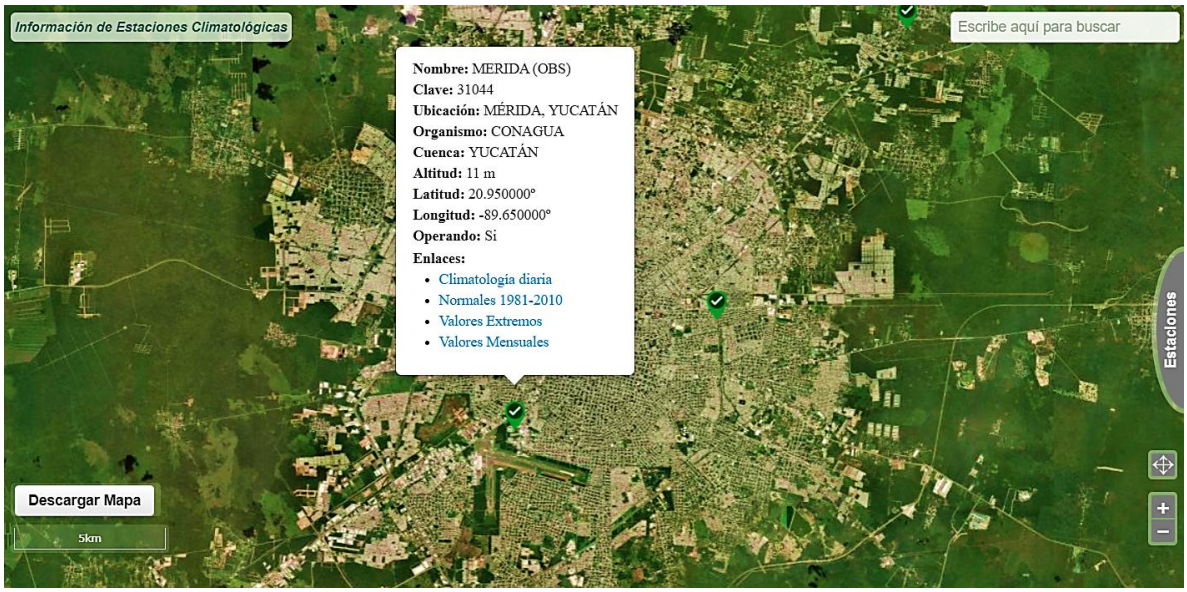


Figura 3.3. Estación climatológica 31044 Mérida, Yuc.

Tabla 3.1. Valores de precipitación (mm) de 30 años (1990 – 2026) registrados en la estación climatológica 31044 Mérida Yuc.

AÑO	MESES												ACUM	PROM	MESES
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
1990	24.9	8.7	113.7	77.6	63.6	76.3	98.8	114.1	150.8	67.4	2.4	45.9	844.2	70.4	12
1991	53.7	32.9	0	4.4	32.3	95.5	171.6	180	245.7	111.6	24.2	184.4	1136.3	94.7	12
1992	23.2	48.1	39	114.5	6.3	101.6	127.7	137.3	221.7	130.3	201.3	3.9	1154.9	96.2	12
1993	197.5	12.8	24.3	18.4	160.1	306.8	86.3	95.4	234.9	83.3	34.2	0.3	1254.3	104.5	12
1994	105.2	33.3	12.9	132.5	109.2	185.5	97	214.8	182.5	71.7	53.5	46	1244.1	103.7	12
1995	6.6	0	24.8	9.8	27.8	138.5	71.1	153.4	72.7	194.6	6	64.7	770	64.2	12
1996	4	1.3	76.3	27.4	21.3	204.4	127.1	76.7	63.3	141.6	15.9	81.6	840.9	70.1	12
1997	9.5	16.5	0	77.5	148.4	75.3	141.8	113.2	129.6	88.1	29.2	26.3	855.4	71.3	12
1998	26.5	34	22.7	24.7	75.5	118.5	143.4	210.1	111.4	173.3	133.5	8.5	1082.1	90.2	12

AÑO	MESES												ACUM	PROM	MESES
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
1999	14.8	2.8	49.2	25.9	80.6	156.8	134.8	211.3	121.3	172.4	76.6	57.4	1103.9	92	12
2000	2.6	5	14.5	0	19.6	109.6	107	162.4	87.1	139.8	40.6	5.5	693.7	57.8	12
2001	7.6	29.9	1.3	33.8	55.3	85	213.3	100.4	92.4	106.7	20.6	5.7	752	62.7	12
2002	6.5	94.7	2.8	4.7	9.1	193.3	137.4	65.2	402.9	199.6	8	28.3	1152.5	96	12
2003	3.4	1.3	79.3	8.3	18.7	470.6	168.2	224.9	74.3	164.9	66.3	2.6	1282.8	106.9	12
2004	2	23.2	0	108.8	96.7	170.8	115.1	232.1	281.2	32.3	0.5	0.7	1063.4	88.6	12
2005	0	0.9	22	8.3	136	208.3	174	94.5	87.5	148.8	71.5	18.4	970.2	80.8	12
2006	60.6	0	39.3	0	131.09	31.8	105.4	239.3	231	87.4	77.6	77.4	1080.89	90.1	12
2007	26.7	59.1	21.5	7.4	37	54.2	134.3	399.4	260.06	159.3	16.3	2	1177.26	98.1	12
2008	17.7	164.9	30.4	13.4	15.1	203	108.5	5	231.9	18.6	1.5	4	814	67.8	12
2009	14.6	0.3	4.7	0	5.7	119.7	86.2	0	133	0	124.2	55.4	543.8	45.3	12
2010	15.3	9.5	6.6	21.2	111.1	197.1	180.6	241	253.4	59	3	5.2	1103	91.9	12
2011	19	1.6	47.2	0	0	192.3				0			260.1	37.2	7
2014		53	6.2	24.3	53.4	100.1	153.6	173.7	169.9				734.2	91.8	8
2019	20.5	2.7	2.9	69.2	130.2	284.2	97.4	112.7	181.9	79.5	98.6	55.4	1135.2	94.6	12
2020	10.5	19.3	0	10.6	225.7	606.1	163.9	159.5	185.7	490.1	25.4	10.7	1907.5	159	12
2021	14.4	111.8	0.4	47.2	130.8	269.4	139.7	163.5	246.5	85.7	19.8	9.7	1238.9	103.2	12

AÑO	MESES												ACUM	PROM	MESES
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
2022	12.8	61.2	46.9	15.1	8.1	159.1	120	196.4	241.2	67.2	119	43.7	1090.7	90.9	12
2023	26.1	33.7	86.9	6.1	53.6	27.46	102.98		86.6	127.62	85.5	42.72	679.28	61.8	11
2024	23.8	9.9	0.2	1.3	1.6	360.8	83.3	258.52	202.62	245.8	21.21	9.33	1218.38	101.5	12
2025	3.41	19.11	0.2	10.8	28.8	232.31	129.67	116.56	198.4	92.23	28.94	20.21	880.64	73.4	12
2026	6.92	13.03	87.22	22.22	218.71	73.2							421.3	70.2	6
Mínima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	71.1	0.0	63.3	0.0	0.5	0.3	260.1	37.2	6.0
Máxima	197.5	164.9	113.7	132.5	225.7	606.1	213.3	399.4	402.9	490.1	201.3	184.4	1907.5	159	12
Media	25.3	29.2	27.9	29.9	71.3	180.9	128.3	159.0	178.7	122.0	50.2	32.7	**983.415**	84.74	11.5
DESV.ST	38.8	37.5	31.7	36.5	64.0	126.1	33.8	83.0	79.9	92.8	49.6	39.0	309.8	22.7	1.5
% CV	153.3	128.5	113.8	122.3	89.7	69.7	26.4	52.2	44.7	76.1	98.8	119.1	31.5	26.8	13.3

3.2.2. Suelo.

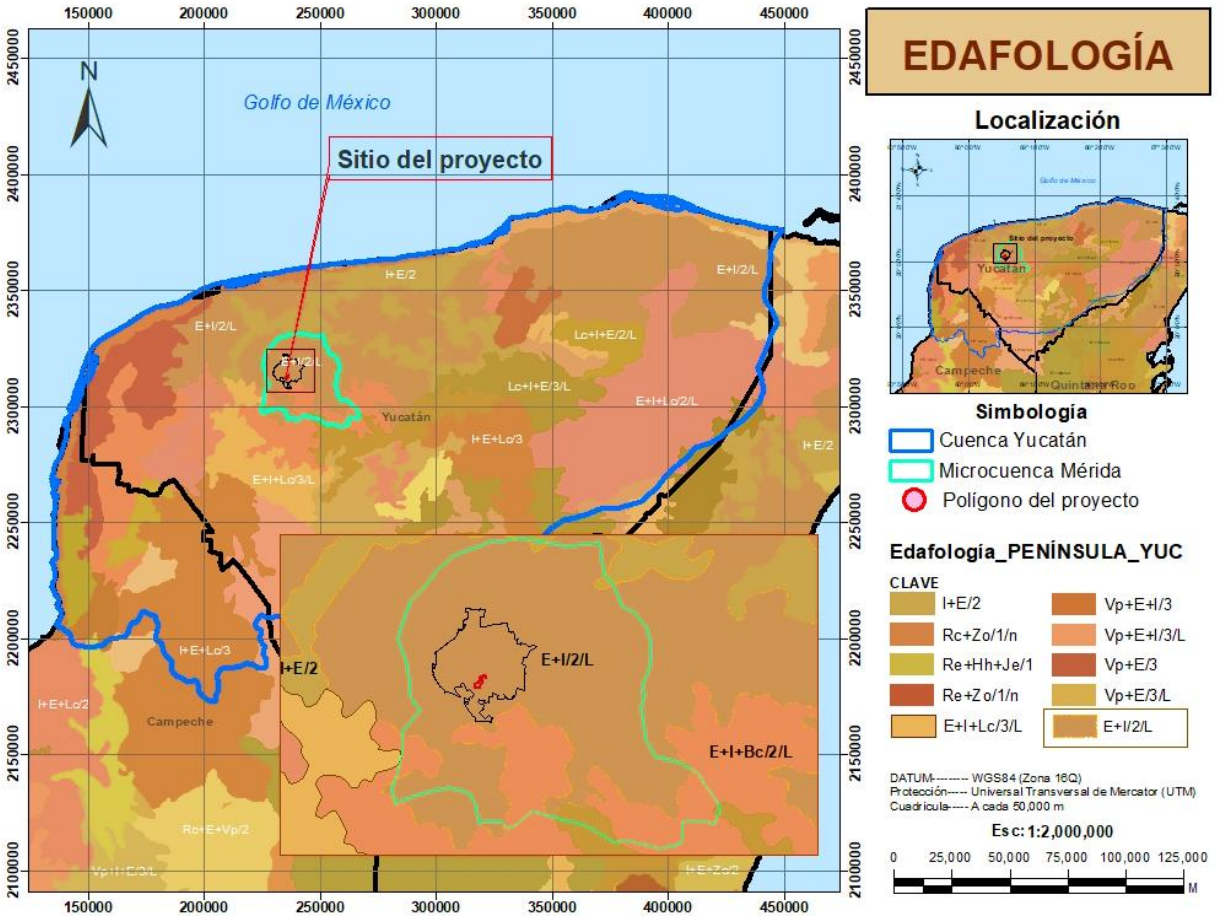


Figura 3.4. Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, presente en el área proyecto

Los suelos en este sistema ambiental se caracterizan por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como Rendzina y litosol de clase textural media respectivamente.

Rendzinas: Son suelos que se identifican por sus tonalidades que van del negro al café oscuro, con un espesor que generalmente no supera los 20 cm. Presentan un importante contenido de materia orgánica en su capa superficial; sin embargo, debido a que yacen directamente sobre rocas calcáreas que afloran con frecuencia, están sometidos a constantes alteraciones mecánicas y climáticas que determinan su baja fertilidad agrícola.

Litosoles: Corresponden a las porciones más delgadas del terreno, con un espesor franco menor a los 10 cm, los cuales descansan de forma directa sobre un estrato rocoso duro y continuo (roca madre calcárea o caliche). Estos suelos delgados de Litosol, con clase textural media, presentan valores del factor de erodabilidad (K) de 0.20 en función de la unidad de suelo y su textura superficial (según Becerra 2005, citado por Hernández, 2010).

Debido al basamento geológico de la región, ambos tipos de suelo son marcadamente pedregosos. A pesar de su escasa profundidad, el subsuelo es sumamente permeable, lo que permite una rápida infiltración del agua de lluvia. Este flujo vertical disuelve de manera continua los componentes solubles de las rocas calizas,

un proceso de karstificación típico de la Península de Yucatán que da origen a la formación de cenotes, grutas y cavernas en el subsuelo regional.

En resumen, el suelo dominante en el sitio del proyecto corresponde a los Leptosoles (manifestados localmente como la asociación Rendzina-Litosol). Por sus condiciones físicas, estos suelos delgados sustentan principalmente vegetación forestal y, en zonas perturbadas, actividad ganadera extensiva, resultando excepcionalmente aptos para la agricultura.

No obstante, la cercanía del basamento rocoso proporciona una alta estabilidad mecánica, lo que vuelve al sitio altamente apto para el despliegue de infraestructura industrial.

3.2.3. Pendiente media.

La topografía de Kanasín, en el estado de Yucatán, es predominantemente plana, con una altitud promedio cercana a los 30 metros sobre el nivel del mar y sin montañas ni elevaciones importantes.

El terreno forma parte de la llanura kárstica típica de la península, compuesta por roca caliza, lo que favorece la presencia de cenotes y depresiones naturales en lugar de ríos superficiales, ya que el agua circula principalmente de manera subterránea. El predio presenta una topografía plana con una altitud promedio de la zona de 13 metros (figura 3.6).

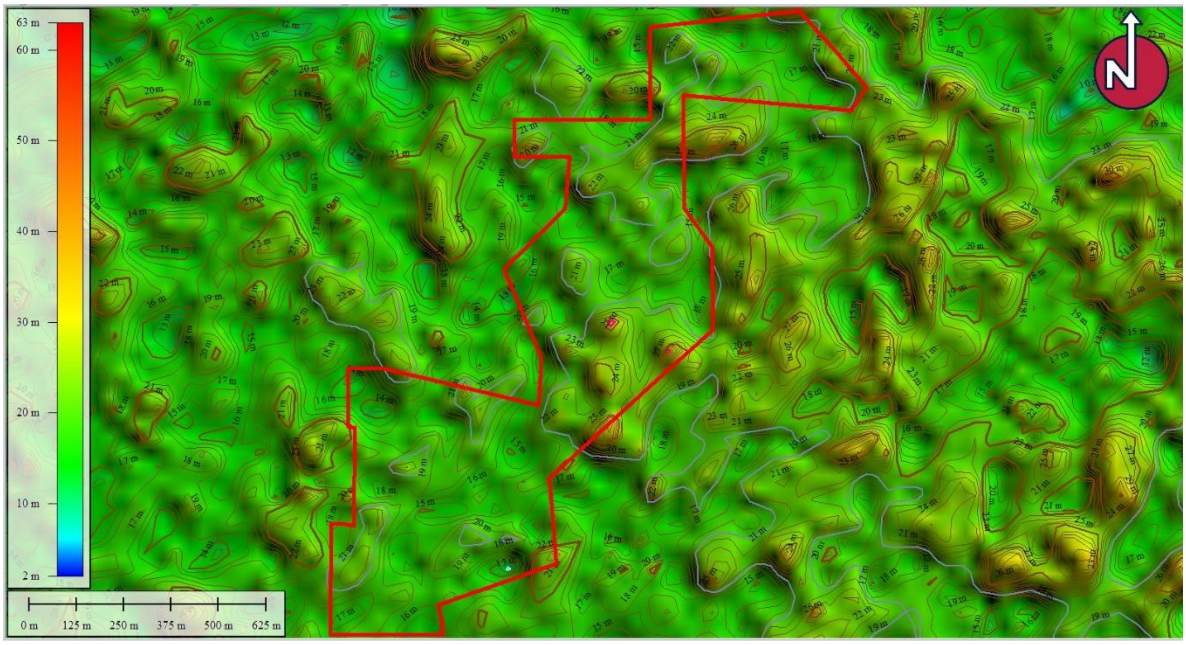


Figura3.6. Curvas de nivel área del proyecto elaborado con el software Global Mapper v. 23.0 (NASA DEM Elevation Data (1-arc-second Resolution SRTM/ ASTER GDEM)).

3.2.4. La Hidrografía.

En el predio como en el Municipio de Kanasín se carece de corrientes de agua superficiales. Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial, los dos últimos tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas. Sin embargo, de acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32-B Yucatán.

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, esta característica permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008).

Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. Acorde a lo mencionado, la carta de geohidrológica del INEGI (escala 1:250,000) muestra que el predio en estudio se encuentra ubicado sobre un material consolidado con posibilidades altas de formar un acuífero.

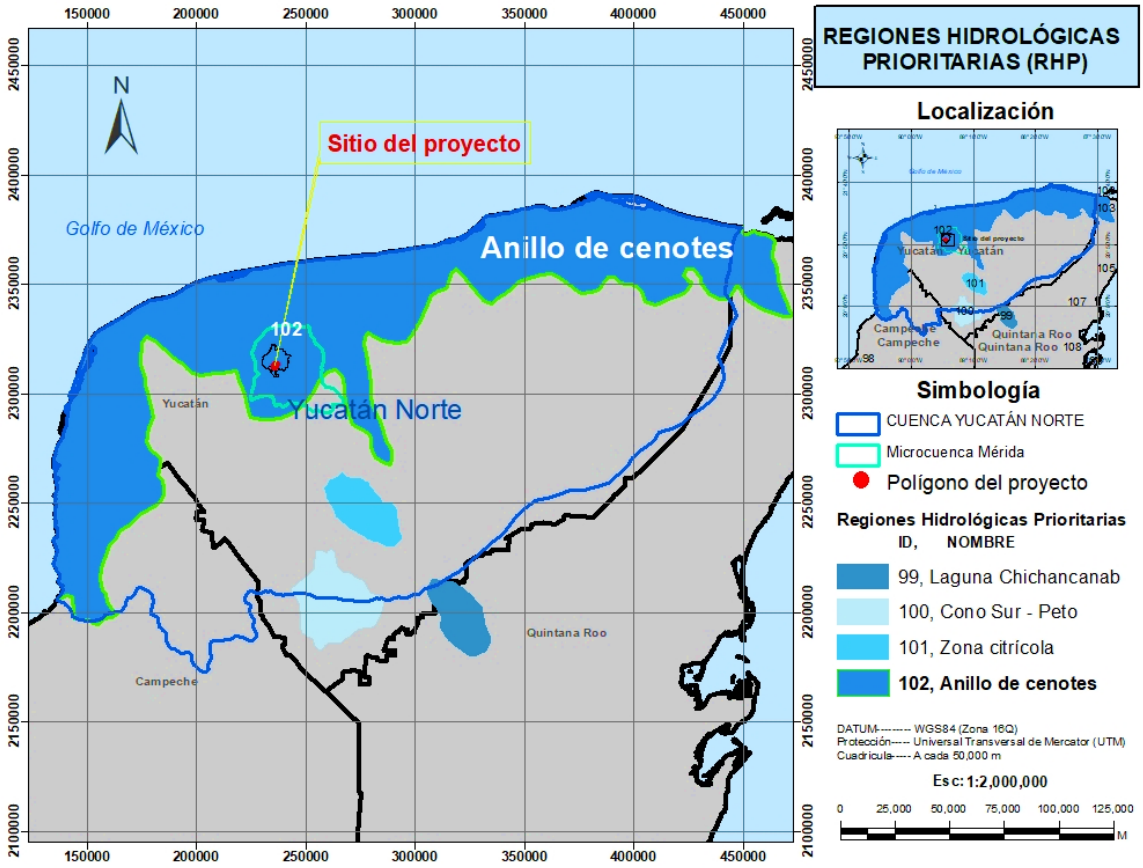


Figura 3.7. Región Hidrológica correspondiente al sitio del proyecto.

3.3. MEDIO BIÓTICO

3.3.1. Tipos de vegetación.

La vegetación presente en un sitio pudiera verse comprometida al momento de realizar las obras o actividades que se desarrollaran durante el proyecto, por eso es importante definir como se encuentra en la actualidad, para tener una idea de las modificaciones posibles en la flora del lugar y tomar las medidas necesarias para minimizar o mitigar los posibles daños.

Es de vital importancia señalar, ubicar y describir las especies de importancia, las endémicas y/o en peligro de extinción, esto con el fin de regular el uso de suelo dado el acelerado ritmo de crecimiento de los centros de población y la intrusión humana que afectan los hábitats, siendo cada vez menos frecuente encontrar sitios que cumplan con el papel ecológico que les corresponde en beneficio del medio ambiente.

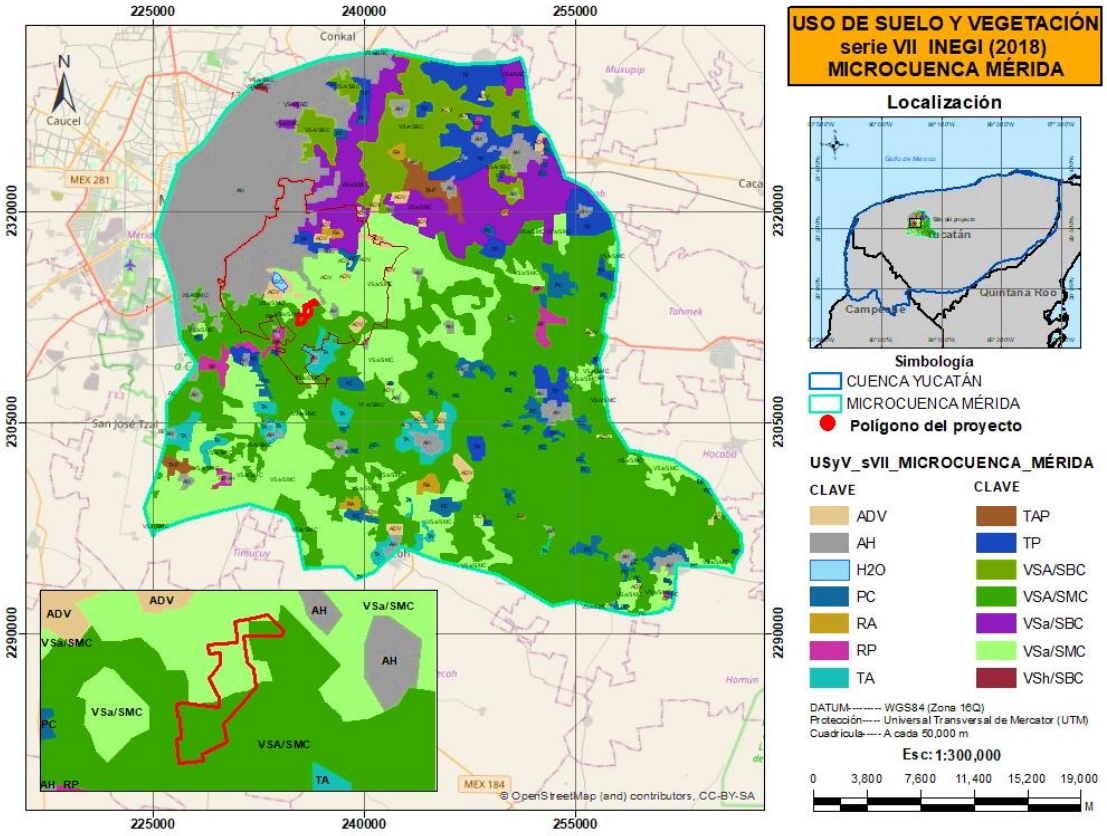


Figura 3.8. Uso de Suelo y Vegetación de la serie VII (INEGI,2018) dentro del sitio del proyecto (AI)

El tipo de vegetación que se presenta dentro del polígono del proyecto de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII (2018) presentada en el portal del SIGEIA, domina por superficie de ocupación es el tipo (VSA/SMC) Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia (tabla 3.2).

Tabla 3.2.- Distribución de superficies de Usos de Suelo y Vegetación dentro del Sistema Ambiental

Clave	Descripción	Superficie (ha)	%
VSA/SMC	Veg. sec. arbórea de selva mediana caducifolia	42,561	38.24
VSa/SMC	Veg. sec. arbustiva de selva mediana caducifolia	20,740	18.64

Clave	Descripción	Superficie (ha)	%
AH	Asentamientos humanos	18,673	16.78
VSa/SBC	Veg. sec. arbustiva de selva baja caducifolia	7,799	7.01
VSA/SBC	Veg. sec. arbórea de selva baja caducifolia	6,156	5.53
TP	Agricultura de temporal permanente	5,219	4.69
PC	Pastizal cultivado	3,265	2.93
TA	Agricultura de temporal anual	2,611	2.35
ADV	Desprovisto de vegetación	1,675	1.51
RP	Agricultura de riego permanente	1,024	0.92
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	900	0.81
RA	Agricultura de riego anual	538	0.48
H_2O	Cuerpo de agua	76	0.07
VSh/SBC	Veg. sec. herbácea de selva baja caducifolia	53	0.05
TOTAL		**111,291**	**100**

La vegetación dominante dentro del área de influencia corresponde al tipo VSA/SMC (38.24%) y VSa/SMC (18.64%) (tabla 3.2).

La caracterización de la vegetación del predio se sustenta en los levantamientos de campo, la composición observada y la estructura registrada. Los antecedentes bibliográficos se utilizan como contexto regional y no como evidencia de presencia de especies en el sitio.

3.3.1.1. Vegetación presente en el sitio del proyecto

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia se refiere a las comunidades vegetales que se desarrollan después de la perturbación de una selva mediana caducifolia primaria. Estas comunidades están compuestas por árboles y arbustos que se establecen en áreas previamente ocupadas por la selva original, y su composición y estructura varían dependiendo del tiempo transcurrido desde la perturbación y las condiciones ambientales locales. La vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia corresponde a una fase sucesional derivada de la perturbación de la selva mediana caducifolia primaria, cuya estructura original se caracteriza por árboles de 15 a 20 m de altura y por la pérdida del follaje de más de tres cuartas partes de sus elementos arbóreos durante la época seca (INEGI, 2004; INEGI, 2023).

Crece en lugares sujetos a la influencia de climas cálidos subhúmedos, (los de menor humedad entre los subhúmedos), con características térmicas similares a las selvas alta y medianas ya descritas, pero con precipitaciones anuales marcadamente inferiores, cercanas a 1 000 mm en promedio.

Este tipo de vegetación está ligado a algún tipo especial de roca; en la entidad crece sobre materiales metamórficos muy antiguos, sobre todo gneis, que han dado origen a suelos someros, pedregosos y con buen drenaje, limitados por el lecho rocoso, jóvenes y muy parecidos a la roca que subyace, denominados cambisoles; sin diferenciación de horizontes, designados como regosoles, y muy superficiales o litosoles. La vegetación presente en un sitio pudiera verse comprometida al momento de realizar las obras o actividades que se desarrollaran durante un proyecto. Por eso es importante conocer la estructura de la vegetación para evaluar correctamente las posibles afectaciones que esta sufrirá por el establecimiento de cualquier tipo de proyecto. Así como para minimizar o mitigar los posibles daños a esta.

La comunidad vegetal del predio se describe con base en los levantamientos de campo, la composición observada y la estructura registrada. Los antecedentes bibliográficos se mantienen como contexto regional y se distinguen expresamente de los registros obtenidos en el sitio.

Metodología

De manera inicial se recorrió el sitio siguiendo la poligonal e internándose en los caminos y brechas halladas para reconocer el sitio.
Previo a esta actividad se analizaron fotografías satelitales de la red para tener una idea anticipada del estado de la vegetación y sobre la cercanía de asentamientos humanos al sitio para analizar su posible influencia.

Posteriormente se realizaron las siguientes actividades:

Se establecieron 25 transectos de 20 × 50 m (0.1 ha cada uno), distribuidos en el predio del proyecto. La superficie muestreada equivale a 2.5 ha, esto es, aproximadamente 3.28% de la superficie predial de 76.314690 ha.

En la tabla siguiente se reproducen las coordenadas UTM de inicio de los 25 transectos de muestreo, tomadas del soporte técnico del ETJ del proyecto Kanasín. Las bases originales y bitácoras de campo permanecen bajo custodia de la responsable técnica y quedan comprendidas en su declaración bajo protesta; no se afirma su inclusión material cuando no fueron entregadas para este paquete.

Tabla 3.3. Coordenadas de inicio de los 25 transectos de muestreo. UTM, WGS84, zona 16Q.

Inicio	**Y**		**Inicio**	**Y**	
	UTM	UTM		UTM	UTM
1	235293.90	2311985.69	14	235792.27	2312871.13
2	235463.85	2312029.13	15	235955.80	2312860.21
3	235388.80	2312124.37	16	236163.85	2312834.22
4	235671.89	2312145.79	17	236141.45	2312990.84
5	235449.35	2312288.35	18	235937.40	2313037.23
6	235349.79	2312327.23	19	235909.17	2313230.89

Inicio	Y		Inicio	Y	
	UTM	UTM		UTM	UTM
7	235354.18	2312542.92	20	236113.69	2313130.77
8	235554.88	2312483.21	21	236216.00	2313386.37
9	235650.55	2312380.54	22	236148.70	2313476.46
10	235763.08	2312367.34	23	236340.40	2313456.35
11	235977.69	2312511.26	24	236499.35	2313450.99
12	236031.28	2312620.82	25	236571.13	2313400.03
13	235903.94	2312667.77			

Para realizar los análisis de frecuencia y dominancia se contaron todas las especies de talla arbórea que cayeron dentro los cuadrantes. Mismos datos que sirvieron para la elaboración del listado florístico. Se registró la altura y diámetro de los individuos que presentaron un DAP superior a los ≥5.5 cm.

La superficie predial equivale aproximadamente a 763 unidades de muestreo de 0.1 ha. La muestra instalada fue de 25 unidades (2.5 ha), equivalente a una intensidad de muestreo aproximada de 3.28%. La representatividad estadística debe leerse conjuntamente con la estratificación de la vegetación, la distribución espacial de los transectos y los soportes de campo bajo custodia de la responsable técnica.

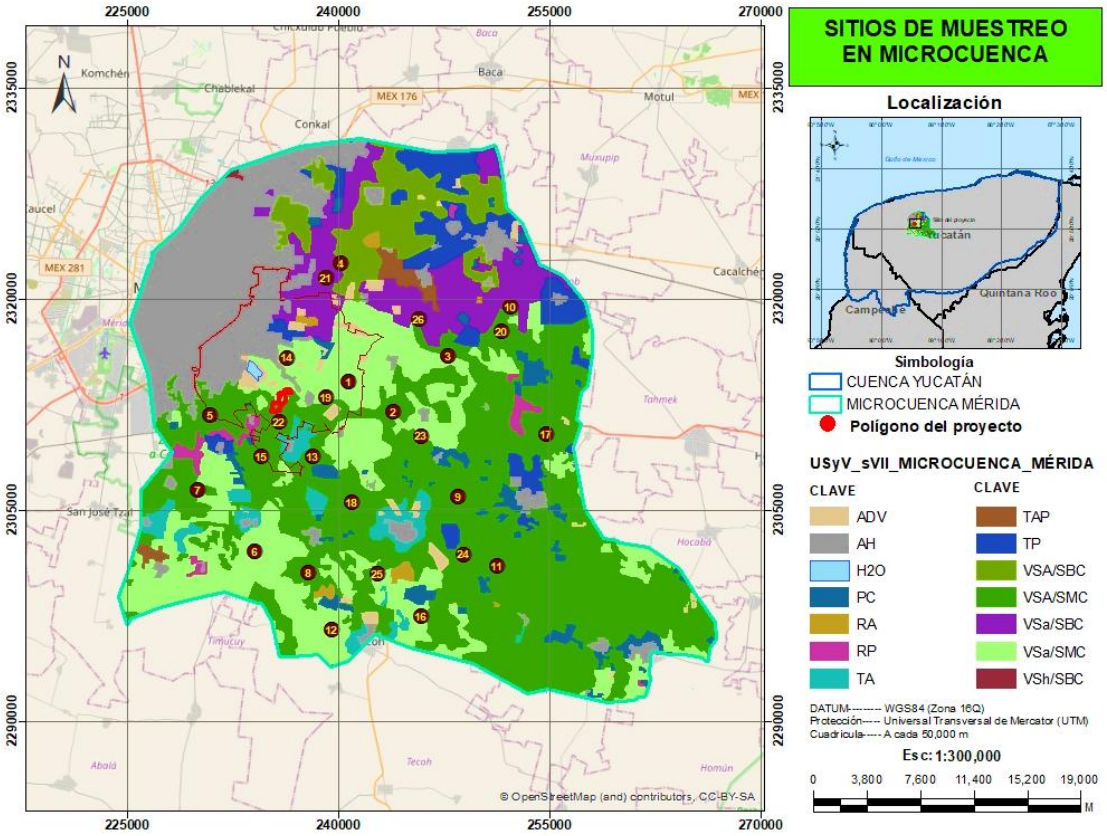


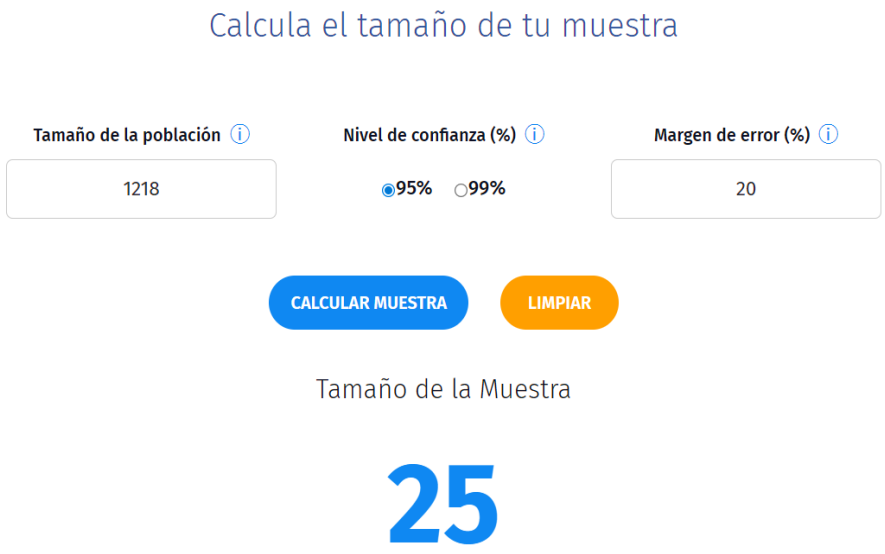
Figura 3.9. Sitios y/o cuadrantes de muestreo dentro del predio.

Intensidad de muestreo

Para obtener los sitios de muestreo se utilizó el cálculo de tamaño de muestra, la cual se obtiene de la siguiente manera

Tamaño de Muestra = Z2 * (p) * (1-p) / c2

Donde:
Z = Nivel de confianza (95% o 99%)
p = .5
c = Margen de error (.04 = ±4)



Se calculó con la distribución de las abundancias agrupando a los individuos en diferentes grupos de alturas. La estructura horizontal se estimó de manera similar tomando en cuenta el DAP de los individuos medidos, además se estimaron los siguientes parámetros:

Densidad relativa (A) =	**Número de individuos de cada especie**	**x 100**
	Total de individuos	

Frecuencia relativa (Fr) =	**Frecuencia de la especie x**	**x 100**
	Sumatoria de las frecuencias de las especies	

Dominancia relativa (Dr) =	**Área basal de cada especie**	**x 100**
	Área basal de todas las especies	

Las fórmulas anteriores se utilizaron para calcular el índice de valor de importancia de Curtis.

Índice de valor de importancia (I.V.I).

El I.V.I, es un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de cada especie, interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas. El máximo valor del I.V.I. es de 300. (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

IVI = Ar + Fr + Dr

Donde:
IVI = Índice de valor de importancia
Ar = Abundancia relativa
Fr = Frecuencia relativa de la especie i
Dr = Dominancia relativa de la especie i

Posteriormente de calcularán los índices de diversidad y equidad:

Índice de Diversidad de Shannon – Weaver

En los ecosistemas naturales este índice varía entre "0 y 5". Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral. Si H'= 0, solamente cuando hay una sola especie en la muestra y H' es máxima cuando las especies están representadas por los mimos números de individuos.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superar este valor.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} \quad pi\ ln\ ln\ pi$$

Donde:
S = número de especies (riqueza de especies)
pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia de la especie i), ni/N
ni = número de individuos de la especie i
N = número de todos los individuos de todas las especies.

Índice de equidad de Pielou (1969), J'.

El Índice de Equitatividad el cual hace referencia Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la de equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Para ellos se empleó el Índice de Pielou (1969), J'.

J' = H'/Hmax

Dónde: H’ = índice de Shannon-Wiener, Hmax = (ln S) que es la diversidad máxima que se obtendría o el número de especies (o riqueza), si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas; Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Resultados

Composición florística

En el predio se registraron 18 especies de flora vascular: 10 de hábito arbóreo y ocho correspondientes a estratos herbáceo, arbustivo o suculento. No se reportaron especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La lista también reporta elementos endémicos de la Provincia Biótica Península de Yucatán, cuya nomenclatura y condición biogeográfica deben mantenerse vinculadas a la base taxonómica del expediente.

En la siguiente tabla 3.4 se presenta el listado florístico de las especies presentes en el sitio:

Tabla 3.4. Listado florístico dentro del predio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de Vida
Especiesarbóreas			
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chakaj	Árbol
Fabaceae	Acacia cornigera (L.) Willd.	Subin	Árbol
	Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose e	Chukum	Árbol
	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.	waaxim	Árbol
	Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	Árbol
	Mimosa bahamensis Benth.	Sak káatsim	Árbol
	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin	Árbol
	Prosopis juliflora (Sw.) DC. var. juliflora	Kaatsim	Árbol
	Senegalia gaumeri(S. F. Blake) Britton & Rose	Box catzin	Árbol
Sapindaceae	Thouinia paucidentata Radlk.	k'an chuunup	Árbol
Especiesherbáceas			
Acanthaceae	Blechum brownei H.B. & K.	Xtokil	Hierba
Asteraceae	Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. dentata	Sak xo'xiiw ó Tajonal	Hierba
Bromeliaceae	Bromelia karatas L.	Piñuela ó Chak ch'om	Hierba
	Bromelia pinguin L.	Ch'om ó piñuela	Hierba

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de Vida
Cactaceae	Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck.	Nuum tsutsuy	Suculenta.
	Nopalea gaumeri Britton & Rose. e	Tsakam	Suculenta.
Commelinaceae	Commelina diffusa Burm. f.	Chuk	Hierba
Verbenaceae	Lantana hirta Graham.	Sikil ja'xiiw	Arbusto
e Endémica			
** Especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059.			
* CITES Apéndice II A nivel nacional atención menor.			

Estructura vertical de la vegetación

En cuanto a las estructuras verticales de la vegetación, de acuerdo a las formas de vida presentadas fueron, arbustos/árboles, hierbas, árboles, epífitas, y arbustos.

Se observa una clara dominancia de especies de árboles, con un 41%. De acuerdo a la definición de vegetación secundaria de Durán y Méndez (2010), su diversidad se refleja en las especies con esta forma de vida específicamente

En la siguiente gráfica se presentan las especies de acuerdo a su forma de vida:

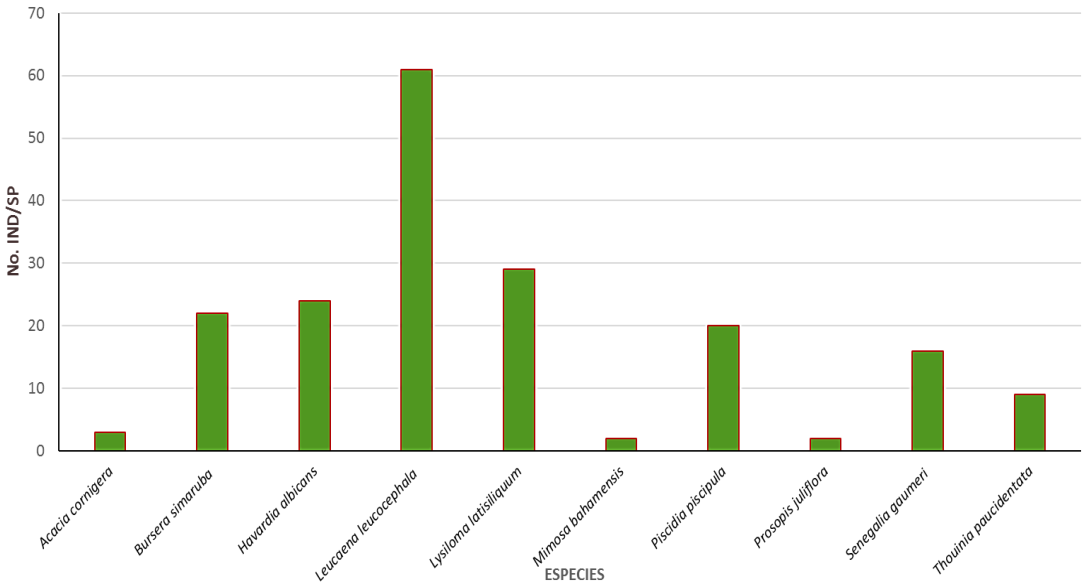


Figura 3.10. Densidad de individuos por especies del componente arbóreo.

En el sitio del proyecto la especie que presenta mayor dominancia es *L. leucocephala* con 61 individuos, seguida por *L. latisiliquum* (29), *H. albicans* (24), *B. simaruba* (22) y por último *P. piscipula* (20) (figura 3.10).

Con respecto a las familias vegetales del estrato arbóreo la familia fabaceae representa el 83.5% del total de las especies para este estrato

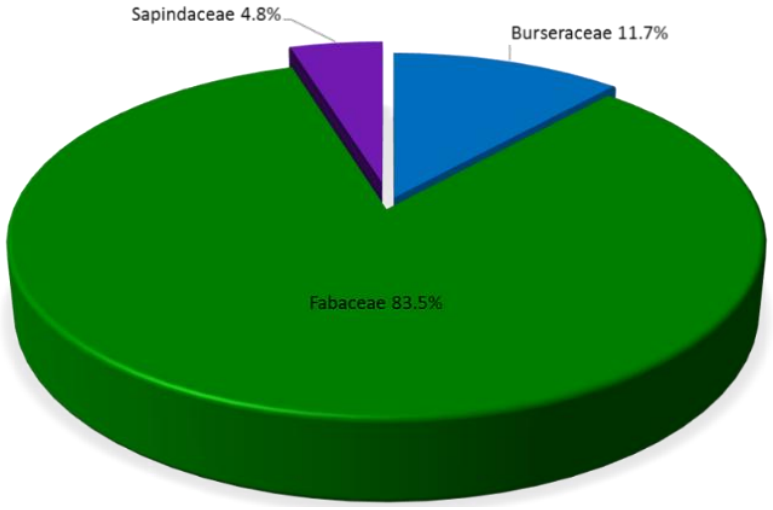


Figura 3.11. Dominancia familiar en el estrato arbóreo.

Estructura horizontal de la vegetación
Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron 10 especies y 188 individuos. Los mayores valores de importancia correspondieron a Leucaena leucocephala, Lysiloma latisiliquum, Havardia albicans, Bursera simaruba y Piscidia piscipula, conforme a los estimadores de abundancia, frecuencia y dominancia presentados en la tabla siguiente.

Tabla 3.5. Estimadores obtenidos en los sitios de muestreo del estrato arbóreo

No. de Sp.	Especies	Abu. Abs	Abu. Rel.	Fre. Abs	Fre. Rel.	Dom. Abs.	Dom. Rel.	IVI al 100%
4	*Leucaena leucocephala*	61	32.45	10	15.15	0.275	17.69	21.76
5	*Lysiloma latisiliquum*	29	15.43	9	13.64	0.537	34.51	21.19
3	*Havardia albicans*	24	12.77	10	15.15	0.224	14.37	14.10
2	*Bursera simaruba*	22	11.70	9	13.64	0.170	10.91	12.08
7	*Piscidia piscipula*	20	10.64	9	13.64	0.165	10.57	11.61
9	*Senegalia gaumeri*	16	8.51	8	12.12	0.102	6.54	9.06
10	*Thouinia paucidentata*	9	4.79	6	9.09	0.053	3.39	5.76

No. de Sp.	Especies	Abu. Abs	Abu. Rel.	Fre. Abs	Fre. Rel.	Dom. Abs.	Dom. Rel.	IVI al 100%
1	*Acacia cornigera*	3	1.60	2	3.03	0.008	0.54	1.72
6	*Mimosa bahamensis*	2	1.06	2	3.03	0.014	0.91	1.67
8	*Prosopis juliflora*	2	1.06	1	1.52	0.009	0.57	1.05
TOTAL		188	100	66	100	1.56	100	**100**

El análisis de la vegetación presenta los siguientes resultados:

Las especies con mayores valores de importancia son en primer lugar *L. leucocephala, L. latisiliquum, H. albicans, B. simaruba y P. piscipula.*

Especies de importancia

El levantamiento florístico reporta taxa de distribución restringida en la Provincia Biótica Península de Yucatán. Para fines de trazabilidad, el nombre científico aceptado, autoría, sinonimia y condición de endemismo de cada taxón deberán conservarse asociados a la fuente taxonómica utilizada en el expediente.

La PBPY se caracteriza por una combinación de factores geomorfológicos, climáticos, edáficos y una estructura característica de tipos de vegetación, biota animal y vegetal asociada a ellos. Es importante mencionar que los límites de esta unidad biogeográfica cambian de un autor a otro en función de los criterios y organismos que se utilicen para su clasificación.

El área antes mencionada coincide más o menos con los límites propuestos por Rzedowski (1978) y Morrone (2005). Uno de los aspectos más importantes del ambiente físico de la Península es la existencia de un gradiente de precipitación disminuyendo desde el sureste hacia noroeste que evidentemente se refleja en cambios importantes en la cobertura vegetal y diversidad florística.

A continuación, se presentan las especies endémicas identificadas en el sitio del proyecto de acuerdo al fascículo 20 de la serie Etnoflora Yucatanense a cargo de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

Tabla 3.6. Especies de importancia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ESTATUS
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	Arbórea	
	Havardia albicans	Chucum	Arbórea	Endémica
	Piscidia piscipula	Jaa'bin	Arbórea	
Burceraceae	*Bursera simaruba*	Chakaj	Arbórea	

Los taxa reportados como endémicos requieren medidas de evitación, rescate, reubicación, mantenimiento y seguimiento diferenciadas, aun cuando no se encuentren incluidos en una categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No se identificaron especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla 3.7. Diversidad y equidad de población.

No de Spp.	Especies	Abundancia *i*	*pi*	*ln pi*	*pi (ln pi)*
1	*Acacia cornigera*	3	00160	-4.1378	-0.0660
2	*Bursera simaruba*	22	0.1170	-2.1454	-0.2511
3	*Havardia albicans*	24	0.1277	-2.0584	-0.2628
4	*Leucaena leucocephala*	61	0.3245	-1.1256	-0.3652
5	*Lysiloma latisiliquum*	29	0.1543	-1.8691	-0.2883
6	*Mimosa bahamensis*	2	0.0106	-4.5433	-0.0483
7	*Piscidia piscipula*	20	0.1064	-2.2407	-0.2384
8	*Prosopis juliflora*	2	0.0106	-4.5433	-0.0483
9	*Senegalia gaumeri*	16	0.0851	-2.4639	-0.2097
10	*Thouinia paucidentata*	9	0.0479	-3.0392	-0.1455
10		**188**	1	0	0
			Diversidad	**H' = -∑ *pi* lnpi**	**1.9236**
			Equidad	**J' = H'/H_{max}**	**0.8354**

En sitio del proyecto presenta una baja diversidad al tener un valor de H’ de 1.9 bits/ind., estando por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad, y con respecto a la equidad de especies se determinó que el área muestreada existen especies que tiene una mayor dominancia y su distribución es mayor con respecto a las demás, esto se comprueba con el valor de J’ calculada con un valor de 0.83 siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies.

3.3.2. Fauna en el sitio del proyecto

Los muestreos de fauna son una herramienta muy útil para obtener datos que nos puedan orientar a la hora de la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo. Factores ecológicos negativos son continuamente introducidos a diferentes ecosistemas, esto en consecuencia de las actividades productivas que genera el ser humano. La expansión de la mancha urbana es una de las principales causas de pérdida de ecosistemas a nivel nacional.

Los estudios de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal aportan un inventario verificable de fauna silvestre y una base técnica para aplicar medidas de prevención, rescate, reubicación y seguimiento durante la preparación y construcción del proyecto.

Dentro de la caracterización ambiental se encuentra como uno de los propósitos principales conocer el ensamble de fauna que se encuentra en el predio en cuestión, esto para llevar a cabo la correcta toma de decisiones en cuanto a las medidas preventivas, mitigatorias y/o de compensación que conllevaría el Proyecto para el aprovechamiento forestal.

Un problema fundamental para la conservación de la diversidad biológica es su magnitud. Con el reconocimiento de que existe poco tiempo y que los recursos para evitar la pérdida masiva de especies y ecosistemas son muy limitadas, se han incrementado esfuerzos para determinar prioridades de conservación a niveles regional, nacional o global (e.g. Ceballos y Brown, 1995).

La mayoría de estos esfuerzos se han concentrado en la identificación de áreas que por alguna característica pueden ser consideradas de mayor prioridad o importancia. Estos métodos tienen como objetivo lograr una mayor efectividad en uso de recursos limitados si estos se destinan a las áreas que tienen una gran riqueza de especies o ecosistemas en general.

En este contexto, para poder realizar un buen manejo de los ecosistemas presentes en estas áreas es importante conocer los procesos biológicos de su flora y fauna. Estos dos términos, son los indicadores perfectos de desequilibrios ecológicos que estén ocurriendo por la intervención de diferentes factores tanto naturales, como inducidos por el hombre.

El objetivo del presente estudio es aplicar las metodologías pertinentes, en su esfuerzo de campo adecuado para la obtención de datos suficientes que permitan realizar una comparativa del estado actual del ecosistema o los ecosistemas que se distribuyen en la superficie del predio.

Objetivos específicos

-Registro e identificación de fauna empleando:
-Observación directa con binoculares para aves
- Rastreo activo en diferentes ecosistemas
- Transectos lineales para anfibios y reptiles
- Transectos lineales para mamíferos para la identificación de rastros
- Colocación de trampas Sherman para la identificación de mamíferos pequeños
- Colocación de cámara trampa para la captura de especies de fauna

México es considerado un país “megadiverso”, ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor cantidad y diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Para algunos autores el grupo lo integran 12 países: México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia. Otros, suben la lista a más de 17, añadiendo a Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela (CONABIO,2017).

México es uno de los tres países megadiversos (junto con Estados Unidos y Colombia) con litorales tanto en el Atlántico como en el Pacífico.

Tabla 3.8. Posición de México con respecto a otros países megadiversos. Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.

País	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Lugar de México	**3**	**11***	**2**	**5**
Brasil	648*	1,712	630	779
Colombia	456	1,815	520	634
China	502	1,221	387	334
Indonesia	670*	1,604	511	300
México	564*	1123-1150*	864*	376*
Venezuela	353	1,392	293	315
Ecuador	271	1,559	374	462
Perú	441	1,781	298	420
Australia	376	851	880	224
Madagascar	165	262	300	234
Congo	166	597	268	216

Dicha cualidad se debe principalmente a que el País presenta los siguientes factores:
Posición geográfica: Muchos se encuentran en la zona tropical en donde existe mayor diversidad de especies. El trópico de Cáncer (23° 26´ 22´´) atraviesa México que se extiende de los 32° Norte (Baja California Norte) a los 14° Norte (Chiapas).

Diversidad de paisajes: La complejidad de los paisajes con montañas, confieren diversidad de ambientes, de suelos y de climas. México es un país eminentemente montañoso. Además, está rodeado de mares.

Aislamiento: La separación de islas y continentes ha permitido el desarrollo de flora y fauna únicas. En México se conjuntan la fauna y flora de dos continentes que estuvieron mucho tiempo aislados (Norteamérica y Sudamérica).

Tamaño: A mayor tamaño, mayor diversidad de paisajes y de especies. México ocupa el lugar número 14 de acuerdo con su tamaño (1,972,550 km^2).

Historia evolutiva: Algunos países se encuentran en zonas de contacto entre dos regiones biogeográficas en donde se mezclan fauna y flora con diferentes historias. En México confluyen la zona neártica y la neotropical.

Cultura: A pesar de que el desarrollo de la cultura es reciente con relación a la formación de las especies, la domesticación de plantas y animales ha contribuido a la riqueza natural. En México se hablan 66 lenguas indígenas además de muchas variantes y es uno de los principales centros de domesticación en el mundo.

Hablando específicamente para el Estado de Yucatán se reconoce la presencia de un gran número de especies de vertebrados.

Los anfibios con solo 18 especies registradas son el grupo menos diverso en el Estado, aunque también es importante mencionar que los estudios de este grupo son significativamente menores en comparación con los otros grupos de vertebrados. Para el caso de los reptiles se tiene registro de 87 especies entre las que destacan 2 cocodrilos, 5 tortugas marinas y 47 serpientes. En cuanto a Avifauna, se cuenta con un registro total de 456 especies. Para el caso de la Mastofauna se ha registrado un total de 89 especies que representan el 17% del total de registros a nivel nacional.

En la fauna silvestre mexicana existen especies de la que pueden ser considerados como organismos indicadores del estado de los ecosistemas. Estos organismos se denominan indicadores porque tomando en cuenta la biología específica de cada especie o grupo, pueden de una u otra forma darnos una idea si se encuentran conservados o perturbados.

El inventario distingue las especies registradas en campo de los antecedentes bibliográficos regionales. Esta separación evita extrapolaciones y mantiene la valoración de impactos sustentada en evidencia trazable.

Tabla 3.9. Tabla comparativa de la fauna a nivel nacional y regional

GRUPO DE FAUNA	MÉXICO	PENÍNSULA DE YUCATÁN	YUCATÁN
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87
Aves	1060	543	456
Mamíferos terrestres	525	89	89
Total	2,75	814	650

Esfuerzo de campo (Análisis previo a los trabajos de campo)

Esfuerzo de muestreo de la fauna

Para los diferentes grupos de fauna se emplearon diferentes metodologías específicas, sin embargo, el transecto en línea con ancho de banda fijo fue la principal metodología empleada, toda vez que nos permite realizar una valoración rápida pero concisa, obteniendo un mayor número de registros en una superficie no homogénea y con una vegetación que presentaba diferentes mosaicos.

Análisis de los grupos de fauna presentes en el sitio de estudio Metodologías de muestreo

Como se mencionó previamente se estableció como objetivo particular para el caso de la fauna silvestre el extraer datos suficientes para poder conocer el ensamble de fauna silvestre a manera de inventario que ocupa el predio en cualquier modalidad (sitio de anidamiento, áreas de madrigueras, de paso, alimentación, letrinas, etc.).
A continuación, se describen las diferentes metodologías empleadas en el área de estudio para los diferentes grupos de fauna:

Transecto en línea con ancho de banda fijo

La principal metodología empleada fue la técnica de detección en silencio siguiendo transectos en línea con ancho de bando fijo (5 m), toda vez que esta nos permite realizar una valoración rápida y suficiente, obteniendo un mayor número de registros en una superficie no homogénea y con diferentes tipos de vegetación en diferentes estados sucecionales. Se recorrieron diferentes senderos y brechas en horario diurno.

Dicha metodología se emplea principalmente en aves y mamíferos, sin embargo, en este caso de igual manera nos adecuamos para el registro de especies de anfibios y reptiles.

Trabajo de muestreo de vegetación con quipo de biólogos







Figura 3.12. Detalle de los senderos y caminos usados a manera de transecto lineal con bando de ancho fijo.

Aves

El registro para aves se realizó mediante avistamientos directos, registros por canto, registros fotográficos. De igual manera se menciona que se cuenta con la bibliografía adecuada (guías de campo) para la correcta identificación a nivel de especie de los individuos avistados. Los cantos que no se lograban identificar *in situ* fueron grabados y corroborados mediante la base de datos de Xeno-Canto (http://www.xeno-canto.org/) así como el uso de diferentes aplicaciones especializadas para el grupo de las aves.

Método de conteo por puntos.

Los conteos extensivos se efectúan desde puntos situados como mínimo a intervalos de 250 m, normalmente a lo largo de carreteras o caminos y cubriendo toda un área. La siguiente descripción está basada en Hilden *et al*. (1991) y Ralph *et al.* (1995), y fueron adaptadas por el Grupo de Monitoreo del Programa de Conservación de Migrantes Neotropicales (Point Count Workshop of the Monitoring Group of the Neotropical Migratory Bird Conservation Program), celebrado en Beltsville, Maryland, E.U.A., en noviembre de 1991.

Equipo y Tiempo

Para realizar el censo, el observador contará con unos binoculares, una libreta de notas, lápiz, un reloj con segundero y un mapa de la zona. Los puntos de conteo estarán indicados en el mapa y, marcadas en el campo

con cinta plástica de color, de manera que los puntos puedan ser encontrados en los años siguientes. Entre punto y punto, el observador se desplazará a pie. El tiempo necesario para censar la ruta de puntos no va a superar las cuatro horas matinales, aunque dependerá de la distancia entre los puntos y la forma de desplazamiento.

Debido a que el censo es meramente de inventario y se efectuarán unos pocos puntos, 10 min por punto serán apropiados. Los datos obtenidos durante los primeros 3min separaran de los registrados en el tiempo restante, de manera que puedan ser comparados con los censos de temporada reproductora. Los datos para tomarse serán; número del punto, la fecha y la hora del día. Las especies van a hacer anotadas en el orden en que son detectadas. Para cada especie se anotarán separadamente los individuos detectados dentro y fuera del radio fijo, es decir, a menos o a más de 50 m.

Las aves que huyen en el momento en que el observador llega al punto de censado, se contará en el punto de partida. Las aves de paso que vuelan por encima del área sin detenerse deben ser anotadas aparte en la hoja de datos.

Para la estimación de las distancias en el campo se requerirá por lo que los censadores principiantes practiquen en la detección de aves a diferentes distancias previamente medidas en distintos tipos de terreno. El uso de marcas naturales o artificiales situadas a modo de puntos de referencia en el terreno pueden facilitar las estimaciones.

Al detectarse varios machos de una misma especie cantando alrededor de un punto determinado, se apuntará en el margen de la página la posición relativa de cada uno, así como sus desplazamientos a fin de no confundirlos. Un ave detectada a menos de 50 m del punto de censado cuando el observador se dirige o se aleja del punto, debe ser contada si ningún otro individuo de la misma especie se detecta durante el censo. Sin embargo, es recomendable anotarla aparte.

Cuando se detecta una bandada de aves, ésta puede ser localizada al finalizar el periodo de censado para determinar su tamaño y composición exactas. La bandada no debe ser seguida por más de 10 minutos. Si un ave emite un canto o una llamada desconocida durante el censo también puede ser localizada para su identificación una vez finalizado éste. No deben utilizarse cebos ni grabaciones de reclamos para atraer aves al punto de conteo, excepto en recuentos de especies específicas.

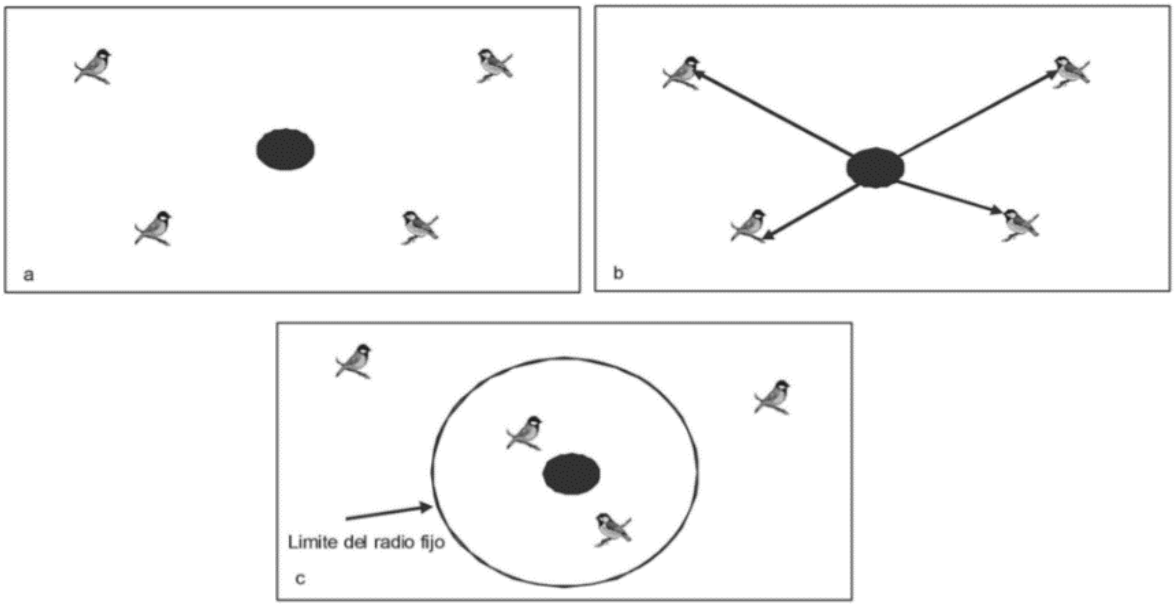


Figura 3.13. Censando aves: a) un conteo en punto sin estimación de distancia; b) un conteo en punto con radio variable donde el observador estima la distancia entre él y todas las aves; c) un conteo en punto de radio fijo en que se en cuentan las aves

Mamíferos terrestres medianos y grandes

La acción de rastrear es un valioso método para aprender los hábitos de los animales, porque es prácticamente equivalente a observar a un animal por un largo período de tiempo bajo condiciones naturales; los rastros son un lenguaje de signos el cual solo necesita una cierta interpretación para ser comprendido. De esta forma se utilizó la metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes, ya que es la forma más sencilla y directa de establecer ausencias y presencias en diferentes sitios del predio.
Para este caso se necesitan tomar varias consideraciones para minimizar el grado de error al máximo, como son la anatomía general de las extremidades, incluyendo el apoyo al andar, número y tamaño de dedos, cojinetes, garras, uñas, pezuñas; la marcha que puede ser caminata, trote y salto; la influencia del terreno; paso del tiempo y condiciones ambientales.

Cualquier rastro que pueda ser claramente identificado hasta nivel específico es una evidencia confiable de la presencia de una especie en un lugar determinado. Por consiguiente, se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontraran dentro de los transectos establecidos.
De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo siguiendo los recorridos diarios establecidos para el predio. Para esta metodología recorrían los mismos, una sola persona moderando su patrón de caminata procurando minimizar el ruido para aumentar la probabilidad de un avistamiento.

Anfibios y reptiles

La metodología consistió en revisar microecosistemas de los estratos arbóreos, el nivel del suelo y los cuerpos de agua durante los recorridos de transectos lineales de ancho fijo. Se identificaron y revisaron los sitios con condiciones de hábitat adecuadas para los grupos evaluados. Cuando fue necesario, la manipulación se realizó con gancho y bastón herpetológico.

Anfibios y reptiles son un grupo realmente difícil de trabajar, su biología les ha concedido perfectos sistemas de mimetismo que dificultan el hecho de avistarlos y capturarlos.

Análisis de información.

Para caracterizar la biodiversidad del área del proyecto, se evaluaron las comunidades de vertebrados terrestres identificadas en los distintos transectos, por medio de los principales indicadores de la biodiversidad alfa o local (riqueza, abundancia e índice de Shannon Wienner).

Riqueza de especies. Mediante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies observadas dentro y fuera de los transectos. Así mismo, se consideraron datos sobre registros indirectos como es el caso de huellas, excretas, madrigueras, entre otros con el fin de poder confirmar la presencia del mayor número de especies.

Abundancia. Expresada como el número total de individuos encontrados por cada especie dentro de los transectos de muestreo.

Densidad e índice de abundancia relativa. La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área.

Para la metodología de transecto en franja se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{D} = \frac{\mathrm{n}}{(\mathrm{L})(2 * \mathrm{w})}\ (\mathrm{fc})$$

Dónde:
D= Densidad
n= Promedio del número de individuos registrados dentro del transecto
L= Largo total de los transectos en metros
w= Ancho del transecto en metros
fc= Factor de conversión.

Asimismo, dichos datos sirvieron para la realización de las estimaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wienner (H') y equidad de Pielou (J) por grupos de fauna silvestre, tomando en cuenta lo siguiente:

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno, 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\Sigma Pi * Ln\ Pi$$

Dónde:
H' = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
Ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J): mide 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 (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:
J = H'/H' máx
Dónde:
J= Índice de equidad de Pielou
H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' máx.= Ln (S)
S= Número de especies

Análisis de Datos - Abundancia relativa
Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

Los registros de cada grupo faunístico obtenidos se emplearon para el cálculo de la densidad por hectárea (individuos/10 ha). Para calcular la densidad se utilizó el transecto finés o de Järvinen y Väisänen (Tellería, 1986), ajustando la distancia de observación como se ha explicado anteriormente.

Dónde:
n = número total de aves detectadas.
L = longitud del itinerario de censo (en metros).
p = proporción de individuos dentro de banda con respecto al total.
W = anchura de la banda de recuento a cada lado de la línea de progresión (en metros).

Además, se anotaron todos los registros vistos o escuchados más allá de la distancia de observación establecida para cada transecto y sin límite definido. En este caso, los valores obtenidos se emplearon para el cálculo del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), expresado como número de individuos por kilómetro recorrido.

3.3.2.1. ESFUERZO DE CAMPO - Análisis previo a los trabajos de campo

Esfuerzo de muestreo de la fauna

Para los diferentes grupos de fauna se emplearon diferentes metodologías específicas, sin embargo, el transecto en línea con ancho de banda fijo fue la principal metodología empleada, toda vez que nos permite realizar una valoración rápida pero concisa, obteniendo un mayor número de registros en una superficie no homogénea y con una vegetación que presentaba diferentes mosaicos.

A continuación, se indica en cartografía los recorridos realizados en el sitio de interés:

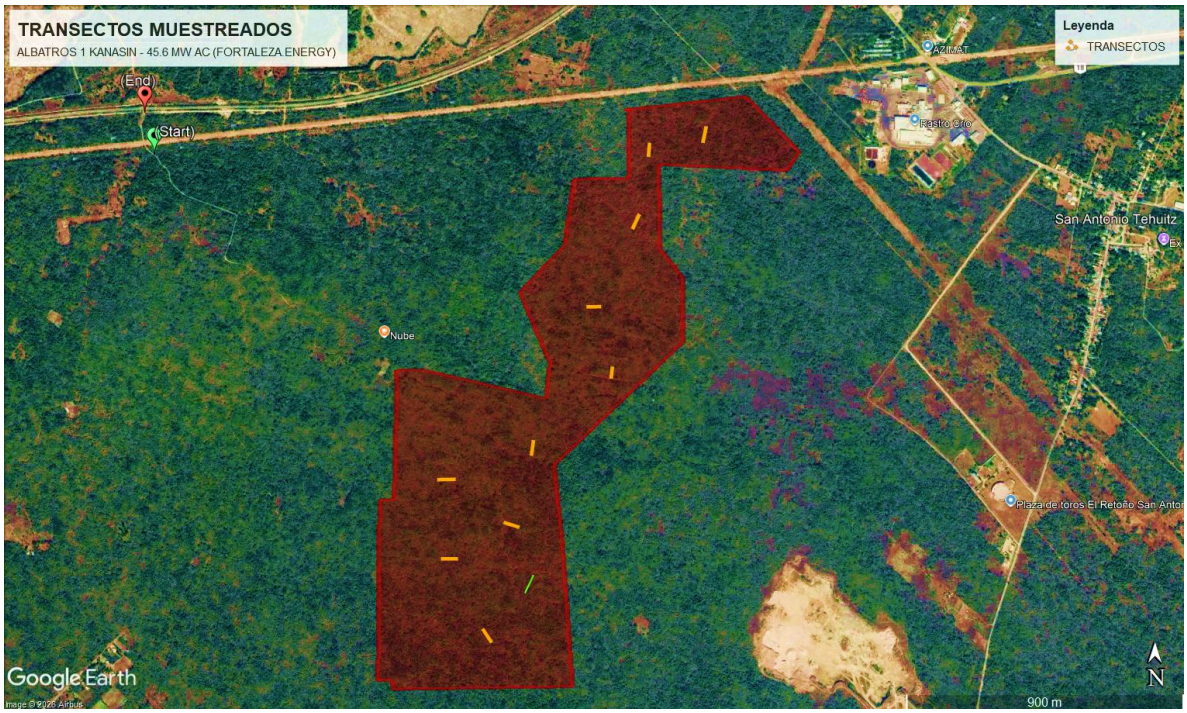


Figura 3.14. Mapa de la ubicación de los transectos de fauna dentro del predio

Tabla 3.10. Ubicación de transectos dentro del sitio de estudio. Coordenadas en UTM.

Transectos	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
1	235644.24	2311760.03	235608.70	2311798.32
2	235745.85	2311915.52	235768.31	2311963.91
3	235467.98	2312021.99	235519.98	2312025.53
4	235666.47	2312145.15	235721.13	2312123.96
5	235454.06	2312284.47	235515.15	2312285.93
6	235763.33	2312365.21	235779.91	2312419.95
7	236029.02	2312609.56	236035.65	2312652.66
8	235950.15	2312858.69	236002.08	2312858.15
9	236114.28	2313127.78	236131.65	2313179.49
10	236171.63	2313380.21	236178.48	2313430.99
11	236363.01	2313433.51	236374.56	2313477.81

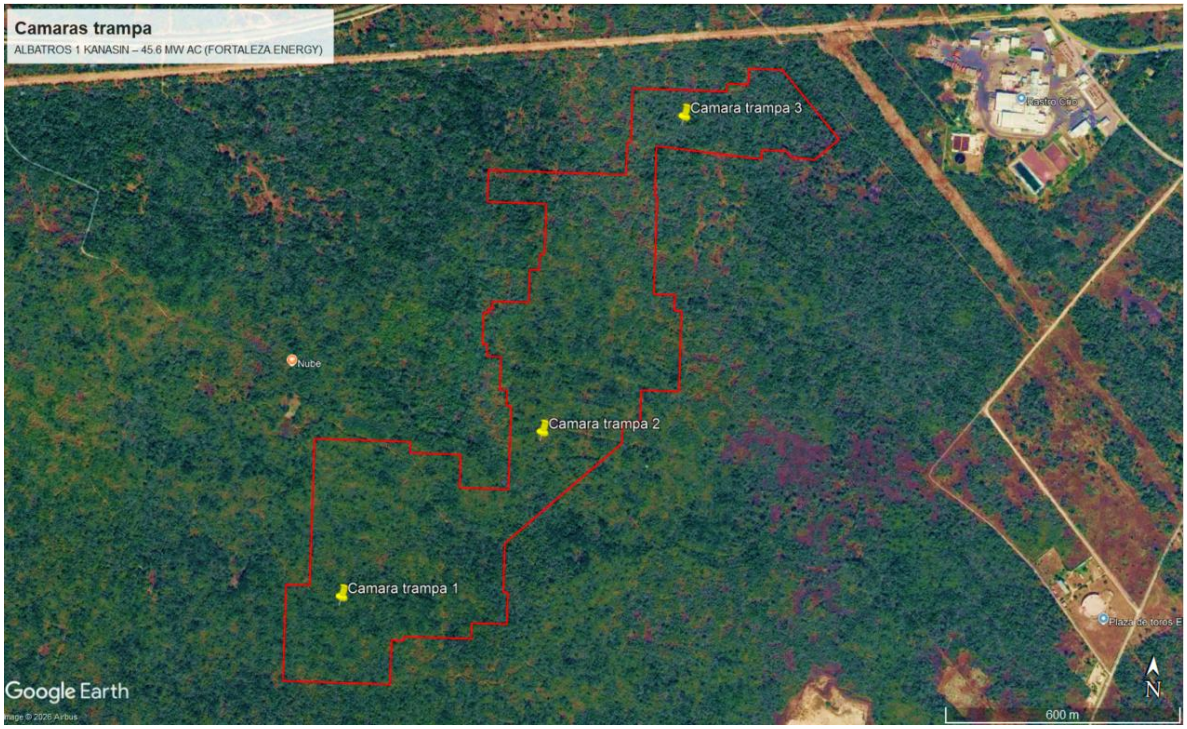


Figura 3.15. Mapa de la ubicación de la cámara trampa dentro del predio.

Tabla 3.11. Ubicación de la cámara trampa. Coordenadas en UTM.

Cámara trampa	**Coordenadas**	
	X	**Y**
1	235401.28	2312165.57
2	235898.20	2312598.37
3	236232.69	2313408.12

Resultados.

Se obtuvo el registro de 73 especies de fauna, correspondientes a 12 reptiles, 48 aves y 13 de mamíferos (figura 3.11).

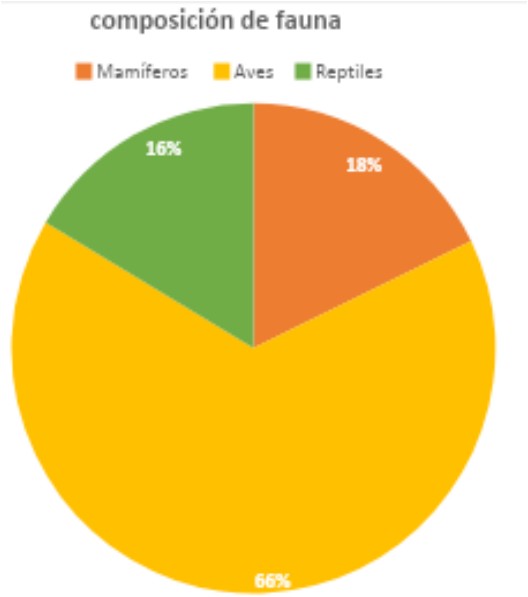


Figura 3.16. Composición de fauna registrada en el área del proyecto

Especies de importancia para la conservación.

Se registraron 5 especies consideradas de importancia para la conservación, de acuerdo a 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 (DOF,2010), de las cuales 2 son consideradas bajo Protección especial (Pr) y 3 se encuentran amenazadas (A) (Tabla 3.12).

Tabla 3.12. Especies de importancia dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, registradas en el área del proyecto.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT 2010
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
	Boa constrictor	Boa constrictora	A
Aves	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr
	Crypturellus cinnamomeus	Tinamú canelo	Pr
	Meleagris ocellata	Pavo ocelado	A

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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; **Pr**: Protección especial; **A**: Amenazada.

Reptiles y anfibios

Se registraron **12** especies de reptiles dentro del área del proyecto. Con respecto a su importancia para la conservación de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), se registraron 2 especies perteneciente a la Iguana negra (*Ctenosaura similis*) y la boa constrictora (*Boa constrictor*) (Tabla 3.13).

Tabla 3.13. Composición de herpetofauna registrada en el área del proyecto.

ANFIBIOS Y REPTILES			
FAMILIA	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**	**NOM 059 SEMARNAT 2010**
Boidae	*Boa constrictor*	1	**A**
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	2	
Dipsadidae	*Conophis lineatus*	1	
Emydidae	*Terrapene carolina*	1	
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	10	
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	28	**A**
Iguanidae	*Norops rodriguezii*	3	
Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	8	
Polychrotidae	*Anolis sagrei*	6	
Teiidae	*Holcosus undulatus*	2	
Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	3	
Viperidae	*Crotalus tzabcan*	1	

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Con base en los índices de diversidad se pudo determinar que el área del proyecto, las especies del componente de herpetofauna, con un valor de **H' = 1.8703 bits/ind**.

Tabla 3.14. Análisis de diversidad de reptiles en el área del proyecto.

No de sp.	**Especies**	**Abundancia *ni***	***pi***	**ln *pi***	***pi*(ln *pi*)**
1	*Boa constrictor*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
2	*Basiliscus vittatus*	2	0.0303	-3.4965	-0.1060
3	*Conophis lineatus*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
4	*Terrapene carolina*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
5	*Hemidactylus frenatus*	10	0.1515	-1.8871	-0.2859

No de sp.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi)*
6	*Ctenosaura similis*	28	0.4242	-0.8575	-0.3638
7	*Norops rodriguezii*	3	0.0455	-3.0910	-0.1405
8	*Sceloporus chrysostictus*	8	0.1212	-2.1102	-0.2558
9	*Anolis sagrei*	6	0.0909	-2.3979	-0.2180
10	*Holcosus undulatus*	2	0.0303	-3.4965	-0.1060
11	*Aspidoscelis angusticeps*	3	0.0455	-3.0910	-0.1405
12	*Crotalus tzabcan*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
	Total	**66**	1	**Diversidad**	**1.8703**
			Equidad		**0.7527**
			J' = H'/ Hmax		

La abundancia por especie fue homogénea para ambas especies (Figura 3.16).

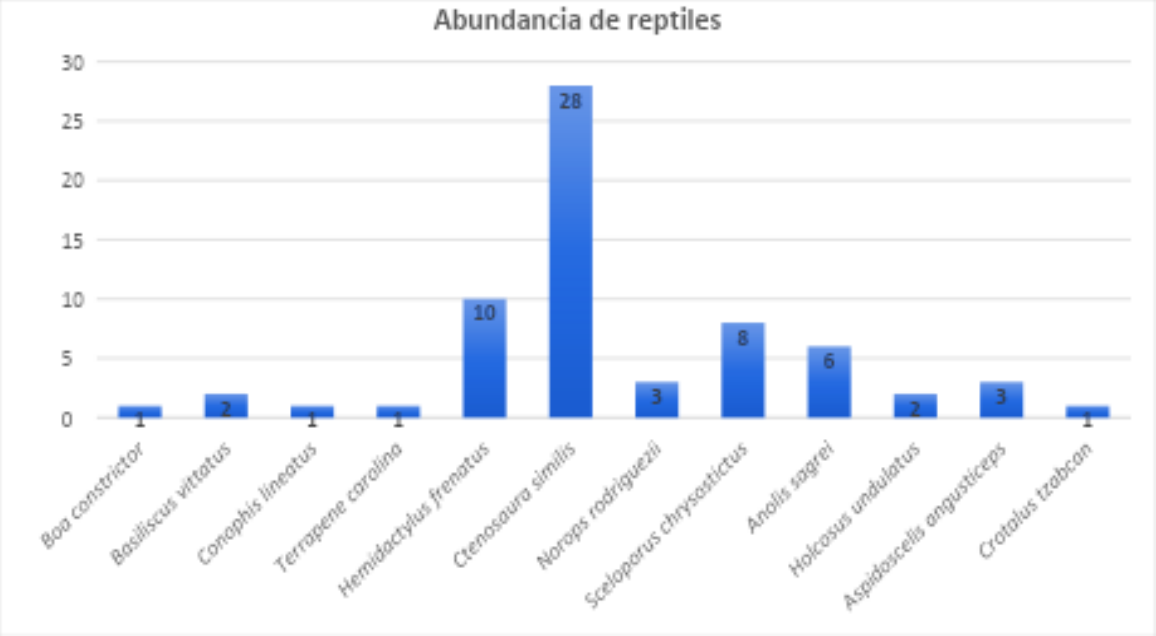


Figura 3.17 Abundancia de especies de reptiles, dentro del área del proyecto.

Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

Para el área de aprovechamiento se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 5 km/persona registrando un total de 12 especies de reptiles. Para el caso de reptiles la abundancia fue homogénea con un valor de 0.01 a 0.22 IKA (ind/km).

Tabla 3.15. Densidad de Ind/ha IKA para reptiles y anfibios

Familia	Nombre común	Nombre científico	Individuos	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)
Boidae	Boa constrictora	*Boa constrictor*	1	0.00	0.01
Corytophanidae	Basilisco Marron	*Basiliscus vittatus*	2	0.00	0.02
Dipsadidae	Serpiente caminera	*Conophis lineatus*	1	0.00	0.01
Emydidae	Pochitoque	*Terrapene carolina*	1	0.00	0.01
Gekkonidae	Geco casero	*Hemidactylus frenatus*	10	0.00	0.08
Iguanidae	Iguana negra	*Ctenosaura similis*	28	0.00	0.22
Iguanidae	Anolis	*Norops rodriguezii*	3	0.00	0.02
Phrynosomatidae	Merech	*Sceloporus chrysostictus*	8	0.00	0.06
Polychrotidae	Abaniquillo pardo del caribe	*Anolis sagrei*	6	0.00	0.05
Teiidae	Lagartija arcoiris	*Holcosus undulatus*	2	0.00	0.02
Teiidae	Huico yucateco	*Aspidoscelis angusticeps*	3	0.00	0.02
Viperidae	Cascabel yucateca	*Crotalus tzabcan*	1	0.00	0.01

Aves.

Se identificaron **48** especies de aves, de las cuales **3** se encuentran dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, todas en la categoría de protección especial (Pr).

Tabla 3.16. Composición de aves registradas en el área del proyecto.

AVES			
FAMILIA	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**	**NOM 059 SEMARNAT 2010**
Fringillidae	*Euphonia affinis*	3	
Phasianidae	*Meleagris ocellata*	4	**A**
Accipitridae	*Buteo nitidus*	2	

AVES			
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	2	
Apodidae	*Chetura vauxi*	5	
Cardinalidae	*Passerina cyanea*	2	
Cathartidae	*Cathartes aura*	14	
Cathartidae	*Coragyps atratus*	10	
Columbidae	*Columbina talpacoti*	23	
Columbidae	*Columbina passerina*	8	
Columbidae	*Leptotila verrauxi*	14	
Columbidae	*Zenaida asiatica*	36	
Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	31	
Corvidae	*Cyanocorax yncas*	17	
Cracidae	*Ortalis vetula*	16	
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	28	
Cuculidae	*Piaya cayana*	1	
Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	6	
Icteridae	*Molothrus aeneus*	8	
Icteridae	*Icterus cucullatus*	19	
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	18	
Icteridae	*Dives dives*	12	
Mimidae	*Mimus gilvus*	33	
Momotidae	*Momotus momota*	9	
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	5	
Parulidae	*Setophaga petechia*	2	
Parulidae	*Setophaga dominica*	7	
Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	8	
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	12	
Picidae	*Melanerpes pigmeus*	4	

AVES			
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	16	
Psittacidae	*Eupsittula nana*	28	**Pr**
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	4	
Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	2	
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	6	
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	2	
Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	1	
Tinamidae	*Crypturellus cinamomeus*	2	**Pr**
Trochilidae	*Amazilia rutila*	6	
Turdidae	*Turdus grayi*	15	
Tyrannidae	*Tirannus melancholicus*	9	
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	6	
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	17	
Tyrannidae	*Myiarchus tirannulus*	2	
Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	1	
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	12	
Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	10	
Vireonidae	*Vireo griseus*	3	

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Con base en los índices de diversidad se pudo determinar que el área del proyecto, las especies del componente de avifauna, el predio se puede considerar con una diversidad media, esto en función del valor medio de **H' = 3.5238 bits/ind**., el cual es mayor al valor promedio de 2.50 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla 3.17). Con respecto a la Equidad, se observa que en el sistema ambiental hubo una distribución más homogénea de las abundancias, con pocas especies dominantes.

Tabla 3.17. Análisis de diversidad de aves en el área del proyecto.

No de sp.	**Especies**	**Abundancia *ni***	***pi***	**ln *pi***	***pi*(ln *pi*)**
1	*Euphonia affinis*	3	0.0060	-5.1180	-0.0306
2	*Meleagris ocellata*	4	0.0080	-4.8303	-0.0386
3	*Buteo nitidus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
4	*Rupornis magnirostris*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
5	*Chetura vauxi*	5	0.0100	-4.6072	-0.0460
6	*Passerina cyanea*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
7	*Cathartes aura*	14	0.0279	-3.5775	-0.1000
8	*Coragyps atratus*	10	0.0200	-3.9140	-0.0781
9	*Columbina talpacoti*	23	0.0459	-3.0811	-0.1414
10	*Columbina passerina*	8	0.0160	-4.1372	-0.0661
11	*Leptotila verrauxi*	14	0.0279	-3.5775	-0.1000
12	*Zenaida asiatica*	36	0.0719	-2.6331	-0.1892
13	*Cyanocorax yucatanicus*	31	0.0619	-2.7826	-0.1722
14	*Cyanocorax yncas*	17	0.0339	-3.3834	-0.1148
15	*Ortalis vetula*	16	0.0319	-3.4440	-0.1100
16	*Crotophaga sulcirostris*	28	0.0559	-2.8844	-0.1612
17	*Piaya cayana*	1	0.0020	-6.2166	-0.0124
18	*Petrochelidon fulva*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
19	*Molothrus aeneus*	8	0.0160	-4.1372	-0.0661
20	*Icterus cucullatus*	19	0.0379	-3.2722	-0.1241
21	*Quiscalus mexicanus*	18	0.0359	-3.3262	-0.1195
22	*Dives dives*	12	0.0240	-3.7317	-0.0894
23	*Mimus gilvus*	33	0.0659	-2.7201	-0.1792
24	*Momotus momota*	9	0.0180	-4.0194	-0.0722
25	*Eumomota superciliosa*	5	0.0100	-4.6072	-0.0460
26	*Setophaga petechia*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220

No de sp.	**Especies**	**Abundancia *ni***	***pi***	**ln *pi***	***pi*(ln *pi*)**
27	*Setophaga dominica*	7	0.0140	-4.2707	-0.0597
28	*Arremonops rufivirgatus*	8	0.0160	-4.1372	-0.0661
29	*Melanerpes aurifrons*	12	0.0240	-3.7317	-0.0894
30	*Melanerpes pigmeus*	4	0.0080	-4.8303	-0.0386
31	*Polioptila caerulea*	16	0.0319	-3.4440	-0.1100
32	*Eupsittula nana*	28	0.0559	-2.8844	-0.1612
33	*Glaucidium brasilianum*	4	0.0080	-4.8303	-0.0386
34	*Thamnophilus doliatus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
35	*Thraupis episcopus*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
36	*Volatinia jacarina*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
37	*Tiaris olivaceus*	1	0.0020	-6.2166	-0.0124
38	*Crypturellus cinamomeus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
39	*Amazilia rutila*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
40	*Turdus grayi*	15	0.0299	-3.5086	-0.1050
41	*Tirannus melancholicus*	9	0.0180	-4.0194	-0.0722
42	*Myiarchus tuberculifer*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
43	*Pitangus sulphuratus*	17	0.0339	-3.3834	-0.1148
44	*Myiarchus tirannulus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
45	*Tolmomyias sulphurescens*	1	0.0020	-6.2166	-0.0124
46	*Myiozetetes similis*	12	0.0240	-3.7317	-0.0894
47	*Cyclarhis gujanensis*	10	0.0200	-3.9140	-0.0781
48	*Vireo griseus*	3	0.0060	-5.1180	-0.0306
Total		**501**	1	**Diversidad**	**3.5238**
				$H' = -\Sigma\ pi \ln pi$	
				Equidad	**0.9103**
				$J' = H'/ H_{max}$	

La abundancia por especie permite establecer que la especie más abundante del grupo de las aves fue la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), seguido del Cenzontle (*Mimus gilvus*).

Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

Para el área de aprovechamiento se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 5 km/persona registrando un total de 48 especies de aves. Para las aves la mayor representativa y abundante fue paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), con un valor de 0.29 IKA (ind/km) seguido del Cenzontle (*Mimus gilvus*) con un valor de 0.26 IKA (ind/km).

Mamíferos.

Se identificaron **13** especies de mamíferos, de las cuales ninguna está dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Tabla 3.18. Composición de mamíferos registrados en el área del proyecto.

MAMIFEROS			
FAMILIA	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**	**NOM 059 SEMARNAT 2010**
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	1	
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	1	
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	2	
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	1	
Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	2	
Geomyidae	*Orthogeomys hispidus*	3	
Leporidae	*Silvigalus floridanus*	2	
Melphitidae	*Spilogale putorius*	1	
Muridae	*Mus musculus*	8	
Procyonidae	*Nasua narica*	1	
Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	6	
Tayassuidae	*Tayassu tajacu*	2	

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Con base en los índices de diversidad se pudo determinar que el área del proyecto, las especies del componente de mastofauna, el predio se puede considerar que se aproxima a la media, esto en función del valor promedio de **H' = 2.2988 bits/ind**., el cual es menor al valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla 3.18).
Con respecto a la Equidad, se observa que en el sistema ambiental hubo una distribución más homogénea de las abundancias, con pocas especies dominantes. Con respecto a la Equidad, se observa que en el sistema ambiental hubo una distribución más homogénea de las abundancias, con pocas especies dominantes.

Tabla 3.19. Análisis de diversidad de mamíferos en el área del proyecto

No de sp.	**Especies**	**Abundancia *ni***	***pi***	**ln *pi***	***pi*(ln *pi*)**
1	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
2	*Odocoileus virginianus*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
3	*Dasypus novemcinctus*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
4	*Dasyprocta punctata*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
5	*Didelphis marsupialis*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
6	*Orthogeomys hispidus*	3	0.0909	-2.3979	-0.2180
7	*Silvigalus floridanus*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
8	*Spilogale putorius*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
9	*Mus musculus*	8	0.2424	-1.4171	-0.3435
10	*Nasua narica*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
11	*Sciurus yucatanensis*	6	0.1818	-1.7047	-0.3100
12	*Tayassu tajacu*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
13	*Mazama pandora*	3	0.0909	-2.3979	-0.2180
Total		**33**	1	**Diversidad**	**2.2988**
			$H' = -\Sigma\, pi \ln pi$		
			Equidad		**0.8963**
			$J' = H'/ H_{max}$		

La abundancia por especie permite establecer que la abundancia fue homogénea para ambas especies, dentro del área de estudio (Figura 3.18).



Figura 3.18. Abundancia de especies de mamíferos, dentro del área del proyecto.

Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

La mastofauna registrada en el área de aprovechamiento durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 13 especies, entre las que se registró la ardilla yucateca(*Sciurus yucatanensis*) obtuvo un valor mayor 0.05 IKA (ind/km).

Tabla 3.20 Densidad de Ind/ha IKA para mamíferos.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Individuos	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)
Canidae	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0.00	0.01
Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	1	0.00	0.01
Dasypodidae	Armadillo nueve bandas	*Dasypus novemcinctus*	2	0.00	0.02
Dasyproctidae	Sereque	*Dasyprocta punctata*	1	0.00	0.01
Didelphidae	Zarigüella común	*Didelphis marsupialis*	2	0.00	0.02
Geomyidae	Tuza	*Orthogeomys hispidus*	3	0.00	0.02
Leporidae	Conejo castellano	*Silvigalus floridanus*	2	0.00	0.02
Melphitidae	Zorrilo manchado común	*Spilogale putorius*	1	0.00	0.01
Muridae	Ratón común	*Mus musculus*	8	0.00	0.06

Familia	Nombre común	Nombre científico	Individuos	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)
Procyonidae	Coatí	*Nasua narica*	1	0.00	0.01
Sciuridae	Ardilla Yucateca	*Sciurus yucatanensis*	6	0.00	0.05
Tayassuidae	Pecarí de collar	*Tayassu tajacu*	2	0.00	0.02
Cervidae	Temazate	*Mazama pandora*	3	0.00	0.02

3.4. CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Se obtuvo el registro 73 especies de fauna, correspondientes a 12 reptiles, 48 aves y 13 de mamíferos. Se registraron 5 especies consideradas de importancia para la conservación, de acuerdo a 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 (DOF,2010), de las cuales 3 son consideradas como amenazadas y 2 bajo Protección especial. De acuerdo con los resultados presentados se puede indicar que la mayoría de las especies verificadas dentro del predio se consideran especies residentes y endémicas. El mayor número de especies lo obtuvo el grupo de aves.

Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia, tipo de vegetación presente en el sitio de estudio, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación, estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como ciertas zonas presentes en el sitio de estudio y su sistema ambiental (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000, Flota-Bañuelos, 2018).

Los índices de diversidad no tuvieron una diferencia significativa para el grupo de mamíferos y reptiles, presentando una baja biodiversidad, sin embargo, el grupo de las aves presento una biodiversidad media, lo que indica que las condiciones ambientales varían entre los grupos faunísticos dentro del sitio de estudio.

Dentro de la caracterización ambiental se encuentra como uno de los propósitos principales conocer el ensamble de fauna que se encuentra en el predio en cuestión, esto para llevar a cabo la correcta toma de decisiones en cuanto a las medidas preventivas, mitigatorias y/o de compensación que conllevaría el Proyecto.
La caracterización integrada registra 18 especies de flora vascular y 73 especies de fauna —12 reptiles, 48 aves y 13 mamíferos—, de las cuales cinco se reportan en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La interpretación de riqueza, diversidad y sensibilidad ambiental se realiza conjuntamente con la ubicación de los registros, la condición de la vegetación y la conectividad del paisaje.

La caracterización de campo identifica vegetación secundaria arbórea mediana caducifolia en buen estado de conservación y una diversidad relevante de fauna protegida mediante medidas específicas y seguimiento.

Las condiciones descritas evidencian una matriz de vegetación secundaria con elementos de valor biológico que requieren aplicación estricta de la jerarquía de mitigación. La viabilidad ambiental del proyecto depende de evitar afectaciones fuera de la huella autorizada, mantener la funcionalidad de las áreas de conservación, ejecutar rescate y reubicación con trazabilidad y verificar la eficacia de las medidas mediante el programa de vigilancia ambiental.

Literatura citada

Flota-Bañuelos, C; B. Candelaria-Martínez, S. Mejenes-López, L. Vázquez-May, L. Castillo-Sánchez y E. López-Coba. 2018. Avifauna en áreas agropecuarias y de regeneración en Tizimín, Yucatán, México. Agro Productividad, 11(6), 24–30.

Brosset, A., Charles-Dominique, P., Cockle, A., Cosson, J.F., Masson, D., 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. Canadian Journal of Zoology 74, 1974–1982.

Chablé-Santos, J. Anfibios. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Chablé-Santos, J. Reptiles. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Chablé-Santos, J, y R. Paso-Enríquez. Aves. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Diario Oficial de la Federación. 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.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. Biological Conservation 103, 237–245.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

Kaufman, K. 2005. Guía de campo Kaufman a las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin. Boston, Massachusetts.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the mayan world, The lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize. 1st Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.

Macswiney, M. C., P. Vilchis, F. M. Clarke, Y P. A. Racey. 2007. The importance of cenotes in conserving bat assemblages in the Yucatan, Mexico. Biological Conservation 136:499-509.

Magurran, A.E. (1988). Diversity indices and species abundance models. In: Ecological Diversity and Its Measurement. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0_2

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Reid, F. A. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast. México. Oxford University Press, Nueva York, 334 pp.

Santamaría, W. 2011. Efectos de la estructura del paisaje sobre la riqueza y abundancia de diferentes gremios de alimentación de aves al sur del estado de Yucatán, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán.

Smith, A., J. Salgado y R. Robertson (2001). Distribution patterns of migrant and resident birds in successional forests of the Yucatan Península, Mexico. Biotropica, 33, 153-170.

Torres-Mejía, X; J. Pérez-Rivero, L. Olvera-Vargas, E. Barragán-Hernández, J. Martínez-Maya y A. Aguilar-Setién. 2021. La coexistencia de Desmodus rotundus con la población humana en San Luis Potosí, México. Revista Mexicana de Ciencia Pecuarias. 12(3):694-709.

Wood, P. (2010). Aves de tres mundos. Editado por Pronatura Península de Yucatán A.C. Mérida, 34 p.

3.5. DIAGNÓSTICO INTEGRADO, TENDENCIAS Y ALCANCE REGIONAL

El diagnóstico regional integra la línea base física, biótica y socioeconómica descrita en este capítulo. El sistema ambiental se caracteriza por relieve predominantemente plano, sustrato cárstico, ausencia de corrientes superficiales permanentes en el predio, vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia y presiones asociadas con expansión urbana, caminos, infraestructura y actividades agropecuarias. Las conclusiones de este capítulo deben interpretarse con las bases de campo, cartografía y metadatos anexos.

La tendencia sin proyecto es la continuidad de la fragmentación y transformación gradual de la cobertura en el entorno metropolitano de Kanasín. Con proyecto, se añade ocupación del suelo, pérdida y modificación de hábitat, efecto de borde, cambio paisajístico y presión temporal por tránsito, ruido y residuos; las 11.702207 ha de conservación y las medidas ambientales reducen parte de esos efectos, pero no eliminan los impactos residuales.

El área del proyecto para fines ambientales comprende la central, subestación, caminos, instalaciones temporales y la línea aérea de interconexión de 115 kV. El Trazo del Proyecto mide 1,665.96 m en WGS 84 (EPSG:4326), contiene siete ubicaciones puntuales de torres y concluye en la SE Kanasín Potencia. La evaluación integra los impactos asociados a la obra lineal; las cimentaciones, accesos, áreas de tendido, maniobra, claros y obras auxiliares se mantendrán dentro del alcance ambiental analizado.

La información del ETJ y del trámite de cambio de uso de suelo forestal se integra como soporte técnico del diagnóstico, sin sustituir el análisis regional ni la evaluación integral de impactos de esta MIA-R. La presente versión mantiene bajo control técnico la correspondencia entre muestreos, superficies, tipos de vegetación, coordenadas y nomenclatura.

3.6. CONDICIONANTES TERRITORIALES INCORPORADAS AL DIAGNÓSTICO

La FUA 387/2026 confirma la condición cárstica y la necesidad de verificar oquedades, depresiones, cenotes, cuevas, grutas, humedales y zonas inundables antes de definir frentes de obra. La ausencia de registros en una consulta cartográfica no equivale a ausencia física; cualquier rasgo identificado deberá georreferenciarse, excluirse de la ocupación o protegerse con las medidas y distancias aplicables.

Las 11.702207 ha de conservación equivalen al 15.33% de la superficie predial y satisfacen cuantitativamente el mínimo de área verde señalado por la FUA. Su suficiencia ecológica no depende sólo del porcentaje: el Programa de Vigilancia Ambiental deberá verificar configuración, continuidad, relación con los parches mejor conservados y conectividad con el entorno.

3.7. PRESIONES CUANTITATIVAS DEL PROYECTO SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La evaluación regional adopta el escenario máximo de 24 meses de construcción y 30 años de operación. Durante construcción se consideran hasta 37,760.00 m³ de agua, 750.00 MWh de electricidad, 1,200,000 L de diésel, 3,560.13 tCO_2e, 124.80 t de RSU, 2,400.00 t de RME, 19.20 t de residuos peligrosos y 5,460.00 m³ de aguas sanitarias retiradas por prestador. Durante operación se consideran por año hasta 1,059.75 m³ de agua, 1,026.90 MWh de autoconsumo equivalente, 12,000 L de diésel, 488.21 tCO_2e, 4.38 t de RSU, 20.00 t de RME, 2.00 t de residuos peligrosos y 191.63 m³ de aguas sanitarias manejadas.

La calificación de cada efecto se sustenta en su extensión, duración, reversibilidad, recuperabilidad, acumulación y sinergia. Por ello, la existencia de medidas y de superficies restaurables no convierte automáticamente la ocupación del Proyecto en una afectación temporal o mínima; la conclusión ambiental depende del desempeño verificable de las medidas y del seguimiento de los impactos residuales.

La central no genera descargas de proceso y se establece descarga directa cero al suelo, subsuelo, cenotes o cuerpos de agua. La presión hídrica se limita mediante suministro externo autorizado, medición y limpieza de bajo consumo. En el medio cárstico regional, una desviación de saneamiento o manejo de combustibles tendría alta sensibilidad, por lo que las medidas preventivas se consideran críticas aun cuando los volúmenes sean acotados.

La generación estimada del primer año es 102,690 MWh. Al multiplicarla por 0.444 tCO_2e/MWh se obtiene un indicador de desplazamiento bruto de 45,594.36 tCO_2e/año; descontando el máximo operativo estimado de 488.21 tCO_2e/año, el indicador neto es 45,106.15 tCO_2e/año. Es una comparación de escenario con la red, no una reducción certificada, un crédito de carbono ni una garantía de despacho.

3.7.1. Integración del trazo al diagnóstico

La obra lineal se caracteriza con el eje del KMZ en WGS 84 (EPSG:4326), de 1,665.96 m, siete torres y un extremo en la subestación. Esta alineación constituye el Trazo del Proyecto. Las superficies de cimentación, acceso, tendido, maniobra y claros se vinculan al eje y a los impactos y medidas analizados. La ejecución verificará vegetación, rasgos kársticos, drenaje, conservación y registros biológicos y contará con los derechos territoriales aplicables.

CAPÍTULO IV.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V.

C A P Í T U L O IV.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

4.1. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifica y evalúa los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La metodología organiza, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y, por otra, las acciones del proyecto, y evalúa las interacciones entre ambos para caracterizar el comportamiento del sistema. Las acciones seleccionadas son significativas, independientes y medibles.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como artículos públicos, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, basados en los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

4.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

4.1.1.1. Indicadores de impacto.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración al ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.

Para facilitar la evaluación se identificaron las actividades del proyecto «ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC» y se organizaron en las tres etapas que presenta la Tabla 4.1:

Tabla 4.1. Lista de actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
Preparación del sitio	Verificación topográfica. Desmonte y/o despalme. Trazo topográfico Relleno y nivelación.
Construcción	Desarrollo, construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad de 45.60 MW AC nominales, con exportación limitada a 45 MW AC en el Punto de Interconexión (POI), con una potencia DC instalada aproximada de 49.69965 MWp (69,510 módulos fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial), ubicada en el municipio de Kanasín, Estado de Yucatán, México.
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento general de la central Fotovoltaica, se llevará a cabo conforme a un programa integral de dos componentes: preventivo y correctivo.

Basados en el listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades.

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Delimitación del terreno
	Limpieza (desmonte y despalme)
	Excavación, nivelación y compactación
	Estudio geotécnico
	Delimitación del área de conservación

Etapa	Actividad
	Empleos temporales
Construcción	Instalación de los módulos solares
	Empleos temporales
	Reforestación de las áreas afectadas y aplicación de los programas de reubicación y rescate de flora y fauna
Operación Mantenimiento	Mantenimiento del área de conservación y vegetación endémica.

4.1.1.2. Lista descriptiva de los indicadores de impacto para el proyecto.

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto.
También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.

Estabilidad del suelo. Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes tales como lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc.

Generación de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto.

Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada (matorral de duna, selva baja, pastizales, etc.).

Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales (p. ej. atropellamiento).

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Especies protegidas: Daños que pudieran sufrir las especies vegetales y animales incluidas en NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III modificado el 14 de noviembre de 2019) que estuvieran presentes en el área del proyecto.

Microclima: Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Empleo y mano de obra: Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Infraestructura y Servicios: Hace referencia a servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas para mantenimientos.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

Patrones de vida: Indica las modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y de las zonas aledañas.

4.1.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se aplica un modelo basado en matrices de causa y efecto, derivado de la matriz de Leopold para resultados cualitativos y del método Battelle-Columbus para resultados cuantitativos. El modelo utiliza un cuadro de doble entrada con las acciones impactantes en columnas y los factores ambientales susceptibles de recibir impactos en filas (Conesa Fernández-Vítora, Madrid, 2000).

La metodología de valoración de impactos adoptada es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (Adecuación, Conceptual y adecuación de la información de manera total y Adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información *(Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 1997).*

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos nos permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.
Se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos:

Carácter del impacto (CI): se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Intensidad del impacto (I): representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.
Extensión del impacto (EX): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Sinergia (SI): este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

Persistencia (PE): refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.

Momento del impacto (MO): alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Recuperabilidad (MC): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Una vez establecidos los criterios de evaluación, se aplican los valores definidos para cada criterio respecto del impacto analizado. El resultado expresa la importancia del impacto en unidades cuantitativas y comparables y sustenta el análisis de su alcance.

Tabla 4.3. Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

Clave	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	**(+)**	Positivo.	
		(–)	Negativo.	
		(X)	Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	Intensidad del impacto.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	**(1)**	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	**(1)**	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno

Clave	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	**(1)**	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	**(1)**	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	**Efecto.**			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa –efecto.	**(1)**	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(0)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
(MO)	**Momento del impacto.**			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	**(1)**	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	**Acumulación.**			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando	**(1)**	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin

Clave	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.			consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
MC)	Recuperabilidad.			El efecto puede recuperarse parcialmente.
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	**(1)**	Recuperable de inmediato.	
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	**Reversibilidad.**			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	**(1)**	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	Periodicidad.			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	**(1)**	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				

Clave	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(IM)	Importancia del efecto.			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	**IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]**		
Clasificación del impacto.				
(CLI)	Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto (IM).	**(CO)**	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

4.1.3. Descripción de impactos identificados para el proyecto.

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio resultan de la interacción y acumulación de efectos de diversa magnitud y alcance. La respuesta del medio receptor depende de sus características y de las condiciones específicas del proyecto.

La intensidad e importancia de los impactos se determinan mediante los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras.
- Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior, es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio. Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Impactos identificados.

Componente	ID	Impacto ambiental	PS	C	OM
	1	Generación de gases contaminantes a la atmósfera producida por el uso de maquinaria y equipo de combustión interna	X	X	

Componente	ID	Impacto ambiental	PS	C	OM
Atmósfera	2	Generación de humos, material particulado y/o polvo en la zona	X	X	
Hidrología	3	Reducción de zonas de infiltración y captación de agua	X	X	
	4	Generación de aguas residuales	X	X	X
	5	Abastecimiento de Agua	X	X	X
	6	Alteración de la calidad del agua por infiltración de contaminantes solidos	X	X	X
Ruido	7	Generación de ruidos y vibraciones	X	X	
Suelo	8	Modificación de las características del suelo	X	X	
	9	Contaminación del suelo por residuos sólidos y derrames	X	X	X
Vegetación	10	Reducción de la cobertura vegetal del predio	X	X	
	11	Determinación de áreas verdes y de conservación	X	X	
	12	Enriquecimiento de las áreas verdes		X	X
Fauna	13	Desplazamiento de la fauna silvestre	X	X	
	14	Movimientos pendulares de la fauna		X	X
Hábitat	15	Influencia en el Hábitat	X	X	X
Paisaje	16	Modificación en las condiciones actuales del sitio	X	X	X
Economía	17	Oferta de empleos	X	X	X
	18	Derrama económica en la región	X	X	X
Servicios	19	Requerimiento de servicios urbanos		X	X
Demográfico	20	Dinamismo en la zona		X	X

En el siguiente apartado se describen los impactos generados por el proyecto de análisis.

Rubro: Atmósfera

Impacto ambiental	PS	C	OM
1.- Generación de gases contaminantes a la atmosfera producida por el uso de maquinaria y equipo de combustión interna	X	X	

En la etapa de preparación y construcción del sitio se usarán vehículos y maquinaria de combustión interna que liberarán gases contaminantes a la atmósfera, generando una afectación principalmente durante el tiempo en que son operados; ante esta situación, estos deberán ser sometidos a mantenimientos periódicos en talleres especializados y contar con los aditamentos que contribuyan a la reducción o control de los gases.

Impacto ambiental	PS	C	OM
2.- Generación de humos, material particulado y/o polvo en la zona	X	X	

El llevar material pétreo para el proyecto, generará polvos o material particulado, que por acción del viento, movimiento o rodamiento podrán dispersarse en varias partes del predio y generar molestias a la población circundante, sin embargo, se aplicarán las medidas de prevención contra afectaciones al medio.

Rubro: Hidrología

Impacto ambiental	PS	C	OM
3.- Reducción de zonas de infiltración y captación de agua	X	X	

El proyecto conservará 11.702207 ha dentro del predio. La limpieza selectiva, el despalme, el tránsito de maquinaria, la compactación y las superficies impermeables pueden modificar localmente la infiltración y el patrón de escurrimiento. El impacto no se considera inexistente: deberá reducirse mediante delimitación estricta de frentes, conservación de suelo vegetal, drenaje compatible con la topografía, control de erosión, mantenimiento de áreas permeables y seguimiento en el Programa de Vigilancia Ambiental.

Impacto ambiental	PS	C	OM
4.- Generación de aguas residuales	X	X	X

El proyecto contempla el uso de sanitarios portátiles para el uso de los empleados. Las descargas de aguas residuales sin previo tratamiento son fuente de contaminación directa del manto acuífero. Estas podrán generarse en diferentes etapas de la obra, en un primer momento por las descargas fisiológicas de los trabajadores y en otro instante por las descargas sanitarias de los usuarios del proyecto. Ante esta situación, se deberá dar un adecuado manejo y tratamiento para evitar riesgos de contaminación del manto acuífero

Impacto ambiental	PS	C	OM
5.- Abastecimiento de agua	X		

En la etapa de Preparación y Construcción del proyecto, la utilización del agua será para humedecer el área de trabajo y evitar la dispersión de polvos. El suministro de agua será a través de pipas, las cuales serán contratadas a una empresa especializada.

Impacto ambiental	PS	C	OM
6.- Alteración de la calidad del agua por infiltración de contaminantes solidos	X		

Durante los trabajos se prevé la generación de diversos residuos, tanto los generados por los empelados como residuos sólidos urbanos, que, de no poner atención a su generación, disposición y acumulación, pueden generar un impacto por escorrentía del lixiviado, producto de la descomposición de residuos orgánicos.

Rubro: Ruido

Impacto ambiental	PS	C	OM
7.- Generación de ruidos y vibraciones	X		

Los vehículos y maquinaria que intervendrán, incrementarán los niveles de ruido y vibraciones en la zona generando influencia en la población cercana al predio; por tal motivo, se vigilara que estos se encuentren en buenas condiciones y sean empleados en horarios diurnos, a fin de que su influencia se atenué durante la mayor afluencia de actividades antropogénicas en la zona.

Rubro: Suelo

Impacto ambiental	PS	C	OM
8.- Modificación de las características del suelo	X		

La pérdida y alteración de las propiedades físicas y biológicas del suelo constituye un impacto negativo directo. La superficie máxima de ocupación del proyecto dentro del predio es de 64.612483 ha; ello no significa que toda esa superficie vaya a impermeabilizarse o recibir despalme uniforme. La huella efectiva por componente deberá coincidir con los polígonos del proyecto. Como medidas se conservarán 11.702207 ha, se delimitarán los frentes, se recuperará y reutilizará el suelo vegetal, se evitará tránsito fuera de las áreas autorizadas y se restaurarán las superficies temporales.

Impacto ambiental	PS	C	OM
9.- Contaminación del suelo por residuos sólidos y derrames	X		

El uso de maquinaria y equipo de construcción que requiere algún tipo de combustible para su funcionamiento supone un riesgo latente en términos de contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos, por ello, se debe tener especial atención en cada uno de los equipos a utilizar; asimismo los

residuos generados en la obra resultan una fuente de contaminación sino se les maneja o dispone adecuadamente.

Rubro: Vegetación

Impacto ambiental	PS	C	OM
10.- Reducción de la cobertura vegetal del predio	X		

Durante la preparación del sitio se removerá vegetación exclusivamente dentro de las huellas autorizadas de infraestructura. La superficie máxima de ocupación dentro del predio es de 64.612483 ha, pero la remoción deberá cuantificarse por polígono y tipo de vegetación, evitando equiparar automáticamente ocupación con desmonte. Se conservarán 11.702207 ha y se ejecutarán los programas de rescate, reubicación, reforestación y vigilancia.

Impacto ambiental	PS	C	OM
11.- Determinación de áreas de conservación	X	X	X

Las tres áreas de conservación suman 11.702207 ha: 7.397181 ha, 1.604051 ha y 2.700975 ha. Su manejo deberá preservar cobertura, conectividad y refugio de fauna; su sola designación no sustituye la prevención ni compensa automáticamente la pérdida de vegetación, por lo que su eficacia será verificada mediante indicadores de cobertura, supervivencia y ausencia de perturbación.

Impacto ambiental	PS	C	OM
12.- Enriquecimiento de las áreas de conservación		X	X

La vegetación es parte importante en las condicionantes de mejoramiento del entorno y de los aspectos ambientales, puesto que contribuye al refugio de la fauna silvestre hasta regular el recurso hídrico y climático a nivel local; bajo ese tenor, las áreas de conservación destinadas en el proyecto, serán enriquecidas a través de un programa de reforestación, con especies vegetales acordes a las características del sitio.

Rubro: Fauna

Impacto ambiental	PS	C	OM
13.- Desplazamiento de la fauna silvestre	X	X	

El constante movimiento de personas, maquinaria y vehículos durante los trabajos constructivos del proyecto, forzarán a la fauna identificada en el predio se desplace a diferentes zonas del área de estudio. Este impacto se considera de baja magnitud, puesto que se identifica escasos ejemplares faunísticos adaptadas a condiciones urbanas, consecuencia de las constantes presiones antropogénicas del área.

Impacto ambiental	PS	C	OM
14.- Movimientos pendulares de la fauna		X	X

Las áreas de conservación previstas en el proyecto, generarán condiciones propicias para que la fauna identificada en la zona mantenga movimientos pendulares hacia el predio, para encontrar refugio y alimento.

Rubro: Hábitat

Impacto ambiental	PS	C	OM
15.- Influencia en el Hábitat	X	X	X

La ocupación del suelo y la remoción de vegetación generan pérdida, modificación y fragmentación de hábitat. Para reducir esos efectos se conservarán 11.702207 ha, se aplicará desmonte direccional y gradual, se ejecutarán los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, se restaurarán las áreas temporales y se mantendrá seguimiento adaptativo durante construcción y operación.

Rubro: Paisaje

Impacto ambiental	PS	C	OM
16.- Modificación en las condiciones actuales del sitio	X	X	X

La central, la subestación y la línea de interconexión modificarán la estructura visual del paisaje. El entorno ya presenta fragmentación asociada con caminos, infraestructura y actividades agropecuarias; esa condición no elimina el impacto del proyecto y deberá considerarse en la valoración acumulativa.

La magnitud del impacto paisajístico dependerá de la visibilidad desde caminos, viviendas y puntos de observación. Se evitarán afirmaciones absolutas: se conservarán barreras vegetales viables, se limitará la iluminación nocturna y se restaurarán las superficies temporales, verificando su eficacia mediante registro fotográfico periódico.

Rubro: Economía

Impacto ambiental	PS	C	OM
17.- Oferta de empleos	X	X	X

La oferta de mano de obra que se tendrá para la obra en sus diferentes etapas, impactará de forma positiva, puesto que se generará una fuente de empleo e ingresos para la población localizada en la región.

Impacto ambiental	PS	C	OM
18.- Derrama económica en la región	X	X	X

Durante las diferentes etapas de la obra, se generará demanda de diversos bienes e insumos que permitirán tanto el desarrollo del mismo como su funcionamiento, con lo que se espera una derrama económica en la región.

Rubro: Servicios

Impacto ambiental	PS	C	OM
19.- Requerimiento de servicios urbanos	X	X	

El proyecto al tratarse de una central fotovoltaica, durante la etapa de desarrollo del proyecto, los servicios básicos de servicios urbanos (alumbrado, agua potable) no serán requeridos ya que se requerirá solo de sanitarios portátiles, servicio de recolecta de basura, servicio de agua a través de pipas para los empleados durante la etapa de preparación del sitio y construcción para los empleados.

Rubro: Demográfico

Impacto ambiental	PS	C	OM
20.- Dinamismo en la zona	X	X	

Con este proyecto se crearán nuevos espacios para la oferta laboral temporal, al contratar personal para la instalación de la central fotovoltaica.

4.1.4. Evaluación de los impactos para el proyecto.

Habiéndose identificado los principales impactos socioambientales que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla 3 para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como COMPATIBLE (CO), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M), cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRITICO (C).

Con base en la metodología de Conesa Fernández-Vítora se elaboraron matrices para preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento. La valoración debe conservar trazabilidad entre actividad,

componente, atributo, calificación, medida, impacto residual e indicador de seguimiento; los resultados numéricos no sustituyen el juicio técnico ni el análisis acumulativo y sinérgico exigible para una MIA-R.

Una vez establecidos los criterios que se emplearán para trasformar los atributos ambientales en unidades conmensurables, se procede, por medio de la matriz de importancia, a la valoración (cualitativa-cuantitativa) y evaluación de los impactos generados en cada una de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, a fin de determinar su importancia del impacto y establecer un panorama más amplio de las modificaciones ocasionadas al medio ambiente.

4.1.4.1. Evaluación de impactos

En la tabla 4.5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en las diferentes etapas:

Tabla 4.5. Resumen de la valoración de impactos en las diferentes etapas del proyecto.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
-29	-30	0
-25	-30	-16
-27	-31	0
-27	-29	0
-27	-27	0
-29	-32	0
-25	-29	0
-29	-31	-29
-29	-29	0
-31	-31	0
-29	-31	-16
-31	-31	0
-27	-27	-16
-33	-34	-31
-25	-25	-25
-26	-34	-26
-25	-25	-31

Preparación del sitio	Construcción	Operación
26	32	0
30	34	24
31	32	25
31	32	25

Las emisiones de combustión y partículas durante la preparación y construcción serán temporales, pero requieren control y seguimiento. La significancia residual dependerá de la duración, intensidad, proximidad a receptores y eficacia de mantenimiento, humectación, límites de velocidad y cobertura de materiales; por ello no se presume su inexistencia.

La evaluación reconoce como impactos residuales la pérdida de vegetación y hábitat, la transformación del paisaje, la compactación del suelo, el efecto de borde, la fragmentación y los riesgos asociados a la línea de interconexión. Su manejo aplica la jerarquía de mitigación, a medidas verificables y al seguimiento adaptativo previsto en el programa de vigilancia ambiental.

Además de los efectos asociados a residuos y tránsito, se identifican como impactos residuales la pérdida y modificación de vegetación y hábitat dentro de las huellas efectivas, el cambio de paisaje, la compactación y transformación de suelos, el efecto de borde, la fragmentación y los riesgos de interacción de fauna con la línea de 115 kV. La superficie máxima de ocupación dentro del predio es de 64.612483 ha, pero no se presenta como pérdida uniforme de vegetación. La valoración debe incorporar su interacción acumulativa y sinérgica con las presiones existentes en la región ecológica.

El proyecto igualmente se somete a la siguiente evaluación en Materia de Impacto Ambiental modalidad regional (MIA) el cual cumplirá con las medidas de mitigación y prevención sometidas a evaluación en el presente estudio.
En caso de que se requiera realizar una consulta indígena, esta se realizará en apego a la normatividad correspondiente.

Recurso natural: Flora

En el predio y sus áreas aledañas se presenta vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia, con distintos grados de perturbación. El inventario florístico reportado en el Capítulo III no registró especies de flora incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; esta conclusión se sustenta en los listados, fotografías, coordenadas y demás evidencia de campo incorporada al expediente.

Concretamente en el sitio del proyecto y en el área de influencia de desarrollo de éste existe ya un impacto generado por las actividades de agropecuarias. Sin embargo, aun cuando el desarrollo de estas actividades ha causado un impacto sobre el ecosistema, no se presentan alteraciones importantes, que hayan causado impactos sinérgicos o afectado a las poblaciones aledañas, debido a que estos impactos son localizados o puntuales.

Recurso natural: Fauna.

Las actividades productivas, caminos y brechas existentes han modificado la cobertura y el hábitat de fauna. El proyecto añadirá presión local por ruido, iluminación, tránsito, pérdida de refugio y fragmentación; el rescate previo, el desmonte gradual, los límites de velocidad, la protección de áreas de conservación y el monitoreo permitirán reducir, pero no eliminar por completo, esos efectos.

En lo que respecta a la fauna silvestre, se tiene reportada en la zona de estudio 5 especies en estatus conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III modificado el 14 de noviembre de 2019), perteneciente a los grupos de aves y reptiles, por lo que como medidas de prevención y mitigación se ejecutará el programa de rescate y reubicación de fauna.

Recurso natural: Aire.

La caracterización disponible no contiene una campaña instrumental de calidad del aire. En consecuencia, no se atribuyen concentraciones ni fuentes específicas sin evidencia; se reconoce la presencia de tránsito e infraestructura en el entorno y se adopta una línea base cualitativa que deberá complementarse con atención a receptores sensibles y registros de obra.
El tránsito por caminos y brechas puede generar partículas suspendidas. El análisis no presupone una capacidad ilimitada de dispersión: durante obra se aplicarán humectación racional, límites de velocidad, cubrimiento de cargas, mantenimiento de caminos y registro de quejas o episodios visibles de polvo.

Tomando en cuenta que la maquinaria a utilizar para el proyecto, trabajará 8 horas diarias, el resto de las 24 horas del día permite la sedimentación de polvos y sustancias suspendidas.

Recurso natural: Suelo.

Como se ha comentado anteriormente, el suelo se caracteriza por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como E+I+Lc/3/L, Rendzina, Litosol, Luvisol Crómico de clase textural fina respectivamente.

El sitio presenta suelos someros y pedregosos sobre sustrato cárstico, con afloramientos rocosos y heterogeneidad espacial. El uso actual incluye terreno forestal con vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana caducifolia. Estas condiciones incrementan la importancia de limitar excavaciones, conservar suelo vegetal, controlar derrames y evitar extrapolaciones generales sobre infiltración sin soporte hidrogeológico específico.

Recurso natural: Agua

La información disponible no identifica cuerpos de agua superficiales permanentes dentro del predio. La ausencia de corrientes superficiales no elimina el riesgo para el acuífero cárstico; el diseño deberá conservar patrones de escurrimiento e infiltración, evitar descargas al suelo y aplicar respuesta inmediata a derrames.

Recurso natural: Paisaje.

b) Visibilidad.

El paisaje corresponde a una planicie con vegetación secundaria, caminos e infraestructura dispersa. Su valor no se descarta por ausencia de cuerpos de agua o relieves: la valoración considera naturalidad, continuidad de cobertura, visibilidad, receptores y capacidad de absorción visual.

La topografía plana puede reducir o ampliar la visibilidad según la cobertura y los puntos de observación. La instalación de módulos, subestación y estructuras de interconexión producirá un cambio persistente durante la operación. La revegetación de superficies temporales y el mantenimiento de cobertura en áreas de conservación reducirán parcialmente el contraste, sin afirmar una restitución total mientras la central permanezca en operación.

Aspecto socioeconómico.

La economía de la zona de acuerdo con el Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY) el área del proyecto se ubica en la Región II Noroeste: Moderada diversificación, con predominio secundario/terciario, las cuales corresponden a las siguientes:

Sector Primario. La actividad agrícola muestra bajos niveles de especialización; sin embargo, algunos cultivos (coco, frutales, aguacate, henequén, hortalizas, calabacita, tomate rojo, sandía y chile habanero) y la pesca de subsistencia siguen siendo la principal actividad económica en municipios rurales y localidades costeras (GEY, 2009b). Aunque esta región ha asumido un papel urbano predominante, los municipios donde aún persiste la actividad agrícola. Contrariamente, la ganadería muestra moderada especialización económica, particularmente en la producción de aves, guajolote, leche de bovino y huevo.

En el entorno regional coexisten actividades agropecuarias, urbanas, industriales y de servicios. La evaluación acumulativa considera la interacción del proyecto con el crecimiento urbano, la infraestructura y la pérdida progresiva de cobertura, sin atribuir una instalación específica que no esté acreditada en los anexos.

Sectores secundario y terciario. El sector secundario constituye uno de los de mayor generación de empleo en la región, particularmente en la rama de la construcción e industria de electricidad. El sector terciario es ampliamente diversificado, ya que muestra especialización en 10 actividades de las 14 que registra el INEGI; en su mayoría, dichas actividades están relacionadas con el turismo, lo que denota la vocación múltiple de esta región para el desarrollo de la industria turística en la entidad.

4.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

En el presente capítulo se describen el conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que tienen como finalidad la prevención y la mitigación de los impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto. Estas medidas deben ser aplicadas desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento. Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo con lo siguiente:

Las llamadas medidas preventivas o protectoras, se aplican para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Y las medidas mitigadoras o correctoras son aquellas que se utilizan para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Por otro lado, el conjunto de todas estas medidas redactadas en el presente título se debe de poner en práctica posteriormente, en todas las fases del proyecto, es decir: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

4.2.1. PER (Presión, Estado y Respuesta)

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones (P) sobre el ambiente modificando con ellos la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado); asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Respuestas).

El esquema PER agrupa los indicadores en tres categorías cuya interacción proporciona información sobre el proceso causa-efecto que hay detrás de diversas problemáticas.

Presión

Describen las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de presión se clasifican a su vez en dos grupos:

- El primero considera las presiones directas sobre el ambiente, frecuentemente ocasionadas por las actividades humanas.
- La segunda toma en cuenta las actividades humanas en sí mismas, es decir, las condiciones de aquellas actividades productivas o de otro tipo que generan la problemática.

Estado

Se refieren a la calidad del ambiente y la cantidad y estado de los recursos naturales. Los indicadores de estado deben estar diseñados para dar información sobre la situación del ambiente y sus cambios a través del tiempo.
Este tipo de indicadores se consideran también los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro del ambiente.

Respuesta

Presentan los esfuerzos que realizan en la sociedad, instituciones o gobiernos, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente.

Los indicadores así construidos tratan de reflejar y medir las interrelacionar entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales y construir un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad.

4.2.2. Medidas preventivas.

Las medidas preventivas se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 4.6: Medidas preventivas para el indicador "Calidad del aire".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DEL AIRE			
Se generarán emisiones a la atmósfera tales como polvos y partículas por la entrada y salida de vehículos	Humedecer el material transportado y los caminos, cubrir los vehículos que transportan material con lonas. Se restringirá la concentración de la maquinaria de obra en la zona y se controlará la velocidad de los vehículos, limitándola a 20 km/h.	PS - C - O Esta actividad será de mayor importancia en la etapa de construcción.	Se controlará la emisión de polvo, reduciendo el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.	PS - C - O Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las 2 primeras etapas del proyecto.	Se controlará la emisión de gases y partículas de combustión y vapores lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.

Tabla 4.7. Medidas preventivas para el indicador «Calidad del suelo».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DE SUELO			
Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	Los residuos sólidos serán almacenados temporalmente en contenedores ubicados en áreas estratégicas que faciliten su recolección y trasladados al sitio de disposición final. Los contenedores deberán estar rotulados y contar con tapa y bolsas plásticas.	PS – C Esta medida aplica desde el inicio del desmonte en la zona de construcción. Respecto a los sanitarios portátiles, estos serán utilizados durante las etapas de preparación del sitio y su construcción.	Se evitará la contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	Respecto a los residuos fisiológicos, para evitar el fecalismo al aire libre se instalarán sanitarios portátiles, el número (de sanitarios) estará debido a 1 por cada 10 trabajadores. La recolecta y limpieza de los sanitarios para la disposición en sitios de tratamiento, estarán a cargo de una empresa establecida.		
Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo con la Norma	PS - C- O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

Tabla 4.8. Medidas preventivas para el indicador «Estabilidad del suelo».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ESTABILIDAD DEL SUELO			
Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de excavación y nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.	Para minimizar las afecciones a la geología, geomorfología y edafología, así como a la alteración paisajística en el entorno de la actuación, será necesario limitar al máximo la superficie de ocupación temporal en las inmediaciones, por lo que será prioritario para ello programar los movimientos de tierras con anterioridad al inicio de la ocupación. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada. La malla perimetral evitará que los movimientos de tierras afecten a superficies que no se incluyan en las zonas de actuación. En las zonas donde la evaluación técnica identifique riesgo de erosión se realizará el aterrazado requerido	PS - C Se delimitará la zona de construcción sin afectar una mayor superficie de la autorizada.	Minimiza los cambios en la continuidad de la superficie del terreno manteniendo la estabilidad del suelo.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	para estabilizar el terreno de implantación de los seguidores. El suelo removido durante el despalme y nivelación permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas del Proyecto. Como medida contra la erosión, se realizarán las obras de excavación en el menor tiempo posible, disminuyendo así el tiempo de exposición de los materiales del suelo a la erosión. Como medida contra la erosión, se realizarán las obras de excavación en el menor tiempo posible, disminuyendo así el tiempo de exposición de los materiales del suelo a la erosión. Una vez finalizadas las obras se restaurarán todas aquellas superficies no necesarias para la fase de funcionamiento, tales como acopios, vertederos, instalaciones auxiliares o viales temporales, mediante descompactado y extendido de la tierra vegetal sobrante de otras labores. Se reforestarán las áreas que se hayan desmontado para la construcción del parque que puedan ser reforestadas, preferentemente con especies melíferas.		

Tabla 4.9. Medidas preventivas para el indicador «Calidad del agua subterránea».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA			
Por efectos de la infiltración, el manto freático es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se instalarán sanitarios portátiles, el manejo y disposición final de estos residuos será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio.	PS - C- O Se delimitarán segmentos para el avance de trabajos	Se evitará al máximo la liberación e infiltración de contaminantes al agua subterránea.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
y residuos sólidos o fisiológicos.	No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad. Para evitar derrames accidentales en el sitio, no se realizarán mantenimientos a equipos, maquinaria o vehículos automotores, así como carga de combustible.		
Debido a la infiltración, el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles su manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa prestadora de este servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad	PS - C - O Los sanitarios portátiles deberán estar desde el inicio de la obra hasta su finalización. El número de letrinas dependerá del número de trabajadores a razón de 1 letrina por cada 10 trabajadores.	Se evitará la contaminación de agua subterránea.

Tabla 4.10. Medidas preventivas para el indicador «Generación de ruido».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	A todos los vehículos, equipos o maquinaria pesada que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra. Para evitar problemas a la salud, todo el personal en obra será dotado del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos.	PS - C Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de verificar el buen estado de la maquinaria que se utilice. Se verificará en sitio la velocidad máxima y horarios de circulación de los vehículos	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	Se limitará la velocidad de circulación, a 20 Km/h, en los caminos de obra. Se establecerán limitaciones en horarios de circulación de camiones y número máximo de unidades movilizadas por hora, evitando la realización de obras o movimientos de maquinaria fuera del periodo diurno (23h - 07h).		

Tabla 4.11. Medidas preventivas para el indicador «Vegetación terrestre».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	No se desmontará ningún área fuera de las establecidas para el proyecto. Estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se afectarán superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se evitará afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. Se recomienda trozar y compostear la vegetación que será desmontada para reintegrarla al suelo en otras áreas o simplemente trozarlas para disponerlo en un sitio de disposición final. Durante las labores de cualquier actividad que implique un riesgo de provocar incendios (uso de maquinaria capaz de producir chispas), se habilitarán los medios necesarios para evitar la propagación del fuego. Estas medidas serán especialmente tenidas en cuenta en el periodo de secas. Se prohíbe terminantemente la realización de hogueras, fogatas, abandono de colillas y, en definitiva, cualquier tipo de actuación que conlleve riesgo de incendios.	PS Previo al inicio de obra se delimitará el área de conservación para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	Se respetará a la flora silvestre.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	Se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna. Los ejemplares rescatados se reubicarán en las áreas de conservación del proyecto o en sitios receptores autorizados que cumplan los criterios de capacidad, compatibilidad ecológica y seguimiento establecidos en el programa. Se realizará una recolección de frutos de los ejemplares que se encuentren en el sitio, para la obtención de semillas y posterior germinación en un vivero temporal. Establecimiento de un vivero temporal para el acopio tanto de ejemplares rescatados como para la germinación de semillas de las especies del sitio.		

Tabla 4.12. Medidas preventivas para el indicador «Fauna terrestre».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Queda estrictamente prohibido cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto. Colocar elementos como vainas aislantes, caperuzas de protección, plataformas de asentamiento y nidificación en los postes de las líneas aéreas de media y baja tensión para proteger a las especies de ave. Medidas de vigilancia y control durante las obras con el objeto de evitar en lo posible las molestias innecesarias. Se incorporarán todas las medidas preventivas propuestas para el factor vegetación, ya que redundarán en la protección de la fauna afectada por las actividades de preparación del sitio y construcción. Diseño e instalación de señales preventivas temporales que recuerden al personal, las restricciones con respecto a perturbar la fauna. La limitación de velocidad establecida para	PS-C Previo a la obra se reubicará la fauna que se encuentre en el sitio y que así lo requiera.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	la circulación de vehículos en 20 Km/h. se mantendrá para reducir la afección sobre la fauna debido al posible riesgo de colisión y/o atropello. Se evitará la realización de trabajos nocturnos para evitar atropellos y accidentes de la fauna salvaje con vehículos como consecuencia de deslumbramientos.		

Tabla 4.13. Medidas preventivas para el indicador «Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ESPECIES EN LA NOM-059			
En flora no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se registraron cuatro especies endémicas. En fauna se registraron cinco especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales dos se encuentran bajo Protección especial (Pr) y tres en categoría Amenazada (A). Por ello, previo y durante las actividades de preparación del sitio se aplicarán las medidas de rescate, ahuyentamiento, reubicación y protección correspondientes	Queda estrictamente prohibido cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto. En cuanto a la flora, estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se afectarán superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento.	PS-C Previo a la obra se reubicará la fauna que se encuentre en el sitio y que así lo requiera.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna y flora silvestre catalogada dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Tabla 4.14. Medidas preventivas para el indicador «Hábitat terrestre».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
HÁBITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat.	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación, equivalente a 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 7.397181 ha que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 1.604051 ha que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 2.700975 ha que representa el (3.54%);	PS - C - O durante la preparación del sitio	Garantizar que la afectación del hábitat no ocurra en una superficie mayor a la ambientalmente compatible y autorizada.

Tabla 4.15. Medidas preventivas para el indicador «Estructura del paisaje».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ESTRUCTURA DEL PAISAJE			
Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. No utilizar más área de la autorizada. Se solicitará una superficie para el cambio de uso de suelo equivalente a 64.612483 ha (84.67%) del área total del predio. El proyecto implementa un Área de Conservación de 11.702207 ha (15.33%), integrada por el Área de Conservación 1 de 7.397181 ha (9.69%), el Área de Conservación 2 de 1.604051 ha (2.10%) y el Área de Conservación 3 de 2.700975 ha (3.54%). El programa de recuperación ambiental incluye el tratamiento de superficies alteradas y la revegetación necesaria para prevenir erosión, favorecer la recuperación de vegetación nativa y mitigar el impacto paisajístico.	PS - C - O Previo al inicio de la obra se delimitará, la zona de conservación.	Los predios se encuentran dentro de una zona con uso predominante para zona agrícola o ganadera, sin embargo, los cambios en la estructura del paisaje se adaptan a lo establecido para la zona.

Tabla 4.16. Medidas preventivas para el indicador «Microclima».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
MICROCLIMA			
Se afectará al microclima de la	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto.	PS - C	Las variaciones de microclima serán

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Se revegetarán todas las áreas posibles del proyecto una vez que se haya realizado el desmonte y despalme para la central fotovoltaica.	Se afectará el microclima después del desmonte y despalme de la zona.	puntuales al área que ocupe la infraestructura.

Tabla 4.17. Medidas preventivas para el indicador «Calidad sanitaria del ambiente».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar contenedores con bolsas plásticas, rotulados y con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores y la proliferación de fauna feral y/o plagas, los contenedores deberán contar con tapa y bolsas plásticas.	PS - C Esta medida será tomada en cuenta en todo momento desde la etapa de Preparación del Sitio y durante la construcción.	Se evitará el deterioro de la calidad sanitaria del ambiente. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos

Tabla 4.18. Medidas preventivas para el indicador «Empleo y mano de obra».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
EMPLEO Y MANO DE OBRA			
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Los procesos de contratación facilitarán la participación de personal de las comunidades vecinas que cumpla los perfiles técnicos, laborales y de seguridad requeridos. Los trabajadores de la obra tendrán seguridad social y todas las prestaciones de ley. Los procesos de adquisición y contratación facilitarán la participación de proveedores y personal de las comunidades cercanas, conforme a disponibilidad y a los requisitos técnicos,	PS - C Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Generar un beneficio directo a la economía de la zona.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	legales, ambientales y de seguridad del proyecto.		

Tabla 4.19. Medidas preventivas para el indicador «Patrones de vida».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
PATRONES DE VIDA			
Efectos socioeconómicos positivos puntuales y temporales; estos beneficios no reducen ni compensan por sí mismos la valoración de los impactos ambientales adversos	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales. Los trabajadores de la obra tendrán seguridad social y todas las prestaciones de ley. Los procesos de adquisición y contratación facilitarán la participación de proveedores y personal de las comunidades cercanas, conforme a disponibilidad y a los requisitos técnicos, legales, ambientales y de seguridad del proyecto.	PS - C - O El proyecto dará empleos a gente de la zona y comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores de manera temporal en la etapa de construcción y de manera menos significativa pero continua durante la etapa de operación y mantenimiento.

PS: Preparación del Sitio. C: Construcción. O: Operación

4.2.3. Medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación o compensación se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 4.20. Medidas de mitigación para el indicador «Calidad del aire».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
E			
La entrada y salida de los vehículos y maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	Se humedecerán las áreas de trabajo de las zonas denudadas y de todas aquellas áreas que puedan suponer importantes generaciones de polvo, sobre todo en días ventosos. La frecuencia de riego se determinará en cada caso concreto de acuerdo con las circunstancias meteorológicas, con la época del año y con las características del terreno del área a regar.	PS - C - O Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción.	Se controlará la dispersión de polvo durante la etapa de preparación del sitio y construcción lo cual ayudará a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	Colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.		

Tabla 4.21. Medidas de mitigación para el indicador «Calidad del suelo».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DE SUELO			
Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de maquinaria o vehículos en sitios del proyecto. En caso de ser estrictamente indispensable, se utilizarán tapetes plásticos sobre el piso en el cual se va a trabajar para contener los posibles derrames accidentales. Si el derrame o fuga ya ocurrió como primera opción se procede a retirar la capa de suelo y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material será puesto a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo. La respuesta a derrames incluirá la recuperación del material afectado, su manejo mediante empresa autorizada y, cuando la caracterización técnica lo determine, la biorremediación por una empresa especializada.	PS - C - O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará lo máximo posible la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

Tabla 4.22. Medidas de mitigación para el indicador «Generación de ruido».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección auditivo, nuevo y adecuado a todo el personal involucrado en el proyecto.	PS - C Se les brindará el equipo adecuado a los trabajadores en el sitio del proyecto.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.

Tabla 4.23. Medidas de mitigación para el indicador «Vegetación terrestre».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación, equivalente a 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 7.397181 ha que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 1.604051 ha que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 2.700975 ha que representa el (3.54%).Se revegetarán todas las áreas del proyecto que sean posibles, con diferentes especies, de acuerdo con el sitio en el que se estén sembrando, en los sitios donde se realizó las actividades de preparación del sitio y construcción con especies endémicas arbustivas y arbóreas. Las especies de flora se solicitarán a viveros autorizados. En caso de autorización de CUSTF, se dará cumplimiento a las medidas y condicionantes que determine la autoridad competente, incluyendo, cuando corresponda, medidas de restauración ambiental. Se realizará la recolección de frutos para la obtención de semillas de los elementos de flora presentes en el sitio del proyecto, estas semillas se pondrán a germinar en el vivero temporal que se establecerá, para resguardar tanto los elementos rescatados como los elementos germinados a partir de estas semillas. Con las plantas germinadas se reforestarán en las áreas donde se realizó las actividades de preparación del sitio y construcción, y se destinará un Área de Conservación, equivalente a 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 7.397181 ha que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 1.604051 ha que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 2.700975 ha que representa el (3.54%).	PS Las áreas deberán establecerse previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se respetará a la flora silvestre.

Tabla 4.24. Medidas de mitigación para el indicador «Fauna terrestre».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Se llevará a cabo un Programa de reubicación de las especies. Se realizarán monitoreos de los diversos grupos de fauna permanentes, con los cuales se monitorearán especies de relevancia para la Península de Yucatán.	PS El Programa de reubicación deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre.

Tabla 4.25. Medidas de mitigación para el indicador «Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ESPECIES EN LA NOM 059-SEMARNAT-2010			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	En caso de detectarse especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante las actividades de campo, se reportará a las autoridades competentes y también previo a los inicios de obra se ejecutará el programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	PS El Programa de reubicación deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Garantizar que la afectación del hábitat no ocurra en una superficie mayor a la programada.

Tabla 4.26. Medidas de mitigación para el indicador «Hábitat terrestre».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
HÁBITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	No utilizar más área de la autorizada. el proyecto se instalará en una superficie de 64.612483 ha equivalente al 84.67% del área total del predio. En esta etapa se delimitará y no se tocará ni afectará el área de conservación de 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), Área de Conservación, equivalente a 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 7.397181 ha que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 1.604051 ha que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 2.700975 ha que representa el (3.54%);	PS Se delimitará el área de conservación previo al inicio de los trabajos en el sitio, para evitar su afectación.	La modificación del hábitat se realizará de una manera controlada.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	El proyecto conservará las 11.702207 ha identificadas dentro del predio y mantendrá la vegetación perimetral que resulte de los polígonos autorizados. No se presume una franja uniforme de 30 m; la ubicación y superficie válidas serán las contenidas en el anexo GIS rector.		

Tabla 4.27. Medidas de mitigación para el indicador «Calidad sanitaria del ambiente».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Los residuos no pasarán más de una semana en su sitio de acopio temporal, se debe agilizar su recolección y traslado final, la acumulación temporal de estos residuos debe hacerse en sitios estratégicos donde no intervengan con las demás actividades del proyecto. Los desechos generados deberán ser trasladados al sitio de disposición final que sea indicado por las autoridades.	PS - C – O Estas medidas se implementarán llevar a cabo durante todas las etapas del proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos anexo y se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

Tabla 4.28. Medidas de mitigación para el indicador «Infraestructura y servicios».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS			
Durante las dos primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán provenir de las comunidades aledañas.	Las ganancias económicas se generarán en las comunidades aledañas.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados.			

Tabla 4.29. Medidas de mitigación para el indicador «Calidad de vida».

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DE VIDA			
Se generarán ganancias económicas por los empleos temporales.	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán provenir de las comunidades aledañas.	La entrada económica del proyecto generara empleos temporales que beneficiarán a la gente de la localidad y comunidades circunvecinas.

Tabla 4.30. Medidas de mitigación para el indicador «Cambio climático y gases de efecto invernadero».

Etapa de Preparación del Sitio		
IMPACTOS	**DESCRIPCIÓN**	**ESTRATEGIAS Y ACCIONES**
1	Cambio climático	Como medida de prevención al cambio climático y efecto invernadero, durante su etapa de preparación del sitio, el proyecto se instalará en una superficie de 64.612483 ha equivalente al 84.67% del área total del predio. En esta etapa se delimitará y no se tocará ni afectará el área de conservación de 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), Área de Conservación, equivalente a 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 7.397181 ha que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 1.604051 ha que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 2.700975 ha que representa el (3.54%); estas áreas de conservación complementaria a la captura de carbono y mantenimiento del microclima.
2	Contaminación del aire	La contaminación al aire será moderada por efecto del uso de las maquinarias de las retroexcavadoras, ya que se realizará mantenimientos semanales de la maquinaria y se llevará registro de los mantenimientos en una bitácora de seguimiento ambientales. Se contratará con un camión pipa de agua para el riego en la zona de preparación del sitio para evitar polvos al aire.

Etapa de Preparación del Sitio		
3	Contaminación del suelo	La contaminación al suelo en esta etapa se mitigará llevando a cabo el registro y seguimiento de los mantenimientos semanales de la maquinaria en una bitácora. Los mantenimientos se efectuarán fuera del área del proyecto para evitar derrames por hidrocarburos. Dentro del predio se colocarán botes plásticos para la separación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generado por los empleados.
4	Contaminación del agua	El riesgo de contaminación del agua en esta etapa se reducirá mediante sanitarios portátiles, retiro por prestador autorizado, control documental y respuesta inmediata a fugas; estas medidas no eliminan por sí solas el riesgo en el medio kárstico.
Etapa de construcción y operación		
IMPACTOS	**DESCRIPCIÓN**	**ESTRATEGIAS Y ACCIONES**
1	Cambio climático	Como medida de prevención al cambio climático y efecto invernadero, durante su etapa de preparación del sitio, el proyecto se instalará en una superficie de 64.612483 ha equivalente al 84.67% del área total del predio. En esta etapa se delimitará y no se tocará ni afectará el área de conservación de 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), Área de Conservación, equivalente a 11.702207 ha dentro del predio equivalente a (15.33%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 7.397181 ha que representa el (9.69%), Área de Conservación 2 de 1.604051 ha que representa el (2.10%) y Área de Conservación 3 de 2.700975 ha que representa el (3.54%); Ya que no pasará la maquinaria en esa área y contribuirá de manera complementaria a la captura de carbono y mantenimiento del microclima y biodiversidad del ecosistema.
2	Contaminación del aire	La contaminación al aire será moderada por efecto del uso de las maquinarias de las retroexcavadoras, ya que se realizará mantenimientos semanales de las maquinarias y se llevará registro de los mantenimientos en una bitácora de seguimiento ambientales. Se contratará pipas de agua para el riego en la zona de preparación del sitio para evitar polvos al aire. Todos los camiones de volteo contarán con lonas que cubran el material de construcción o tierras/movimientos de material.
3	Contaminación del suelo	La contaminación al suelo en esta etapa se mitigará llevando a cabo el registro y seguimiento de los mantenimientos semanales de la maquinaria en una bitácora. Los mantenimientos se efectuarán fuera del área del proyecto para evitar derrames por hidrocarburos. Dentro del predio se colocarán botes plásticos para la separación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generado por los empleados.
4	Contaminación del agua	La contaminación al agua en esta etapa se mitigará con el uso de sanitarios portátiles para los empleados, evitando de esta manera la contaminación al manto freático por las aguas residuales.

Tabla 4.31. Medidas de compensación y restauración ambiental del proyecto

No	Componente ambiental	Impacto ambiental a atender	Tipo de medida	Medida de compensación y/o restauración	Etapa de aplicación	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
1	Vegetación	Pérdida y modificación de cobertura vegetal por ocupación de las superficies requeridas para el proyecto.	Compensación	Conservación permanente de superficies dentro del predio. Mantener y proteger las áreas designadas para conservación, evitando desmontes, tránsito de maquinaria, depósito de materiales y cualquier actividad no compatible con su función ambiental.	Previo a preparación del sitio, construcción y operación.	Superficie de conservación delimitada y preservada: 11.702207 ha (15.33% del predio), conforme al anexo GIS rector.	Planos georreferenciados, fotografías, recorridos de supervisión, bitácora ambiental y reportes del PVA.
2	Vegetación / Flora	Pérdida de ejemplares vegetales susceptibles de rescate como consecuencia del desmonte.	Compensación	Rescate y reubicación de flora nativa, endémica y de interés ambiental, previo al desmonte. Los ejemplares viables serán trasladados preferentemente hacia las áreas de conservación y áreas verdes del proyecto.	Previo al desmonte.	Número de ejemplares rescatados y reubicados por especie; porcentaje de supervivencia.	Formatos de rescate, coordenadas de sitios receptores, memoria fotográfica, listado taxonómico e informes de seguimiento.
3	Flora	Pérdida de material genético de especies vegetales presentes en el predio.	Compensación / Restauración	Recolectar frutos y semillas de especies nativas presentes en el sitio para conservar material biológico local y emplearlo posteriormente en actividades de propagación y revegetación.	Preparación del sitio y construcción.	Número de especies y cantidad de semillas o frutos recolectados.	Registros de colecta, fotografías, fichas de especies y bitácora del vivero.
4	Vegetación	Necesidad de disponer de ejemplares para reforestación y restitución de cobertura vegetal.	Restauración	Establecimiento y operación de un vivero temporal, destinado al mantenimiento de ejemplares rescatados y a la germinación de semillas recolectadas dentro del predio.	Preparación y construcción.	Vivero instalado y operando; número de ejemplares producidos por especie.	Registro fotográfico, bitácora de producción, inventario del vivero y reportes de supervivencia
5	Vegetación	Reducción temporal de la cobertura vegetal en áreas auxiliares y superficies no requeridas permanentemente.	Restauración	Revegetación de áreas temporalmente afectadas mediante especies nativas, preferentemente provenientes del rescate, propagación de semillas locales o viveros autorizados cuando sea necesario.	Al finalizar el uso de cada área temporal y durante la etapa postconstructiva.	Superficie revegetada; densidad de plantación; porcentaje de supervivencia.	Plano de áreas restauradas fotografías antes/después, registros de plantación y monitoreo.
6	Vegetación / Ecosistema	Pérdida de cobertura vegetal que no pueda compensarse suficientemente dentro del predio.	Compensación	Reforestación compensatoria externa, en caso de ser determinada por la autoridad competente y conforme a las condiciones de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	Conforme a la autorización aplicable.	Superficie compensada respecto de la superficie que determine la autoridad.	Autorización correspondiente, plano georreferenciado, program de reforestación, fotografías e informes de supervivencia.
7	Fauna silvestre	Desplazamiento de organismos y riesgo de afectación durante el desmonte y construcción.	Compensación / Mitigación complementaria	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, efectuando recorridos previos y durante el desmonte para trasladar organismos que así lo	Previo y durante preparación del sitio y construcción.	Número de organismos rescatados, reubicados y liberados por grupo taxonómico.	Bitácoras, fichas de rescat fotografías, coordenadas d liberación e informes técnicos.

No	Componente ambiental	Impacto ambiental a atender	Tipo de medida	Medida de compensación y/o restauración	Etapa de aplicación	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
				requieran hacia sitios seguros y ambientalmente compatibles.			
8	Flora y fauna en riesgo	Riesgo de afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Compensación / Protección especial	En caso de detectarse especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, aplicar procedimientos específicos de rescate, manejo y reubicación, dando aviso a la autoridad cuando corresponda.	Previo y durante preparación del sitio y construcción.	Número de individuos de especies en riesgo detectados, rescatados y reubicados; mortalidad registrada.	Registros taxonómicos, fotografías, fichas de manejo y reportes a la autoridad cuando sean requeridos.
9	Hábitat terrestre	Reducción y fragmentación local del hábitat por ocupación del proyecto.	Compensación	Protección estricta de las áreas de conservación y limitación de la afectación exclusivamente a la superficie autorizada. No se permitirá ampliar frentes de obra fuera de la poligonal aprobada.	Todas las etapas.	Cero afectaciones no autorizadas fuera de la superficie aprobada.	Inspecciones, levantamientos GPS, bitácora ambiental, fotografías y planos de avance.
10	Hábitat / Paisaje	Alteración de la continuidad vegetal y modificación del paisaje.	Compensación / Restauración	Conservación y establecimiento de vegetación perimetral, cuando sea compatible con el diseño definitivo, utilizando especies propias de la región para favorecer amortiguamiento visual, refugio y desplazamiento de fauna.	Construcción y operación.	Longitud o superficie de franja vegetal conservada/restablecida; supervivencia de vegetación.	Levantamiento fotográfic planos, registros de mantenimiento y monitor de vegetación.
11	Suelo	Compactación de superficies utilizadas temporalmente por maquinaria, accesos o instalaciones temporales.	Restauración	Una vez concluidos los trabajos, rehabilitar las superficies temporalmente ocupadas, retirando materiales, residuos e infraestructura temporal y favoreciendo la recuperación de las condiciones físicas del suelo.	Final de construcción y cierre de áreas temporales.	Superficie rehabilitada respecto de la superficie temporalmente utilizada.	Inspección de campo, fotografías antes/después, planos de restauración y bitácoras.
12	Suelo	Erosión o pérdida de estabilidad del terreno como consecuencia de las actividades constructivas.	Restauración	Aplicar acciones de estabilización, conservación de suelo y control de erosión, favoreciendo la revegetación y recuperación de superficies no ocupadas permanentemente.	Construcción y postconstrucción.	Ausencia o disminución de cárcavas, erosión, arrastre de suelo y zonas desnudas.	Inspecciones periódicas, fotografías, bitácora ambiental y registros del PVA.
13	Suelo	Contaminación localizada derivada de derrames accidentales de combustibles, aceites u otras sustancias.	Restauración / Remediación	Retirar el suelo contaminado y manejarlo conforme a la normatividad aplicable. Cuando técnicamente corresponda, efectuar biorremediación o tratamiento especializado mediante prestadores autorizados.	Preparación, construcción, operación y mantenimiento.	Número de eventos atendidos; superficie o volumen de suelo recuperado; ausencia de contaminación remanente.	Reporte de incidente, manifiestos de residuos, fotografías, comprobantes del prestador especializad e informes de remediació
14	Paisaje	Alteración visual temporal derivada de áreas de obra, materiales e instalaciones temporales.	Restauración	Retirar instalaciones temporales, residuos, material sobrante y demás elementos ajenos al paisaje al finalizar la construcción, complementando con revegetación donde proceda.	Final de construcción.	100 % de instalaciones temporales retiradas y áreas auxiliares rehabilitadas.	Reporte de cierre de obra, fotografías y acta de liberación ambiental del frente de trabajo.
15	Ecosistema	Persistencia de áreas desnudas o degradadas después de la construcción.	Restauración	Favorecer la regeneración natural de vegetación secundaria en superficies compatibles con la operación, complementándola con plantaciones cuando la recuperación natural resulte insuficiente.	Operación.	Cobertura vegetal recuperada y presencia de regeneración natural.	Transectos o recorridos d vegetación, fotografías permanentes y reportes de monitoreo.
16	Fauna / Hábitat	Alteración temporal de áreas utilizadas	Compensación / Restauración	Mantener las zonas de conservación como áreas de	Construcción y operación.	Avistamientos, evidencia de recolonización y	Registros de fauna, cámaras trampa cuando

No	Componente ambiental	Impacto ambiental a atender	Tipo de medida	Medida de compensación y/o restauración	Etapa de aplicación	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
		por fauna durante la construcción.		refugio y favorecer la recolonización natural de las superficies restauradas mediante control de velocidad, prohibición de caza y reducción de perturbaciones.		mortalidad de fauna asociada al proyecto.	corresponda, fotografías y bitácora ambiental.
17	Suelo / Vegetación / Paisaje	Impactos residuales derivados de instalaciones que dejen de ser utilizadas al terminar la vida útil.	Restauración	Desmantelamiento de infraestructura al cierre del proyecto, retirando módulos, estructuras, inversores, instalaciones y equipos que no vayan a tener un uso posterior autorizado.	Cierre y abandono.	Porcentaje de infraestructura retirada respecto de la infraestructura fuera de operación.	Inventario de desmontaje, fotografías, manifiestos de residuos y acta de cierre.
18	Suelo / Ecosistema	Ocupación y modificación física del terreno durante la vida útil del proyecto.	Restauración	Restauración final del sitio, mediante acondicionamiento del terreno, recuperación del suelo, eliminación de residuos y revegetación con especies nativas en superficies susceptibles de recuperación.	Cierre y abandono.	Superficie restaurada; porcentaje de cobertura vegetal; supervivencia de especies establecidas.	Programa de cierre, plano fotografías, registros de revegetación y monitoreo postcierre.
19	Vegetación	Riesgo de fracaso de las actividades de revegetación o reforestación.	Restauración	Realizar mantenimiento, reposición de ejemplares y riegos de auxilio cuando sean necesarios, hasta alcanzar niveles aceptables de establecimiento de la vegetación.	Postconstrucción, operación y postcierre.	Porcentaje de supervivencia y número de ejemplares repuestos.	Censos de supervivencia, bitácoras de mantenimien y fotografías.
20	Todos los componentes	Incertidumbre respecto de la efectividad real de las medidas implementadas.	Seguimiento de compensación/restauración	Incorporar las acciones de compensación y restauración al Programa de Vigilancia Ambiental, estableciendo seguimiento periódico, medidas correctivas y mejora continua cuando los resultados no alcancen las metas previstas.	Todas las etapas.	Cumplimiento de indicadores, número de desviaciones y porcentaje de acciones correctivas atendidas.	Informes del PVA, listas verificación, bitácoras, fotografías y registros de acciones correctivas.

4.2.4. Impactos residuales.

La evaluación reconoce como impactos residuales la pérdida de vegetación y hábitat, la transformación del paisaje, la compactación del suelo, el efecto de borde, la fragmentación y los riesgos asociados a la línea de interconexión. Su manejo aplica la jerarquía de mitigación, a medidas verificables y al seguimiento adaptativo previsto en el programa de vigilancia ambiental.

4.2.5. Impactos artísticos y culturales

Antes de iniciar cualquier actividad que implique remoción de suelo deberá contarse con el pronunciamiento aplicable del INAH y aplicarse un protocolo de hallazgos fortuitos que incluya suspensión inmediata, delimitación, resguardo y aviso a la autoridad. El CUSTF y su ETJ se tramitan por expediente separado, sin excluir sus impactos del análisis integral de esta MIA-R.

4.3. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

4.3.1. Escenario sin proyecto

Sin el proyecto, la región mantendría las presiones descritas en el Capítulo III: expansión urbana e infraestructura, tránsito, actividades agropecuarias y transformación gradual de vegetación secundaria. La no ejecución evitaría los impactos directos atribuibles a la central y a la línea, pero no implica por sí sola la restauración de la cobertura ni la desaparición de las presiones regionales.

4.3.2. Escenario con proyecto sin medidas

La ejecución sin controles incrementaría la pérdida y fragmentación de hábitat, compactación y erosión del suelo, riesgo de contaminación del acuífero cárstico, mortalidad o desplazamiento de fauna, dispersión de polvo, ruido, residuos y alteración paisajística. Este escenario no es aceptable y no constituye la forma comprometida de ejecución.

4.3.3. Escenario con proyecto y medidas

Con delimitación estricta de huellas, rescate y reubicación, desmonte gradual, conservación de 11.702207 ha, manejo de suelo vegetal, control de erosión y derrames, gestión integral de residuos, protección de fauna y seguimiento adaptativo, los impactos temporales pueden reducirse. Permanecerán como residuales la ocupación y modificación de hábitat, el efecto de borde, la transformación del paisaje y los riesgos de interacción de fauna con infraestructura eléctrica. Su aceptabilidad dependerá del cumplimiento verificable de las medidas y condicionantes.

4.3.4. Alternativa seleccionada y congruencia del alcance

La alternativa seleccionada aprovecha la configuración predial y el punto de interconexión identificado, procurando reducir longitud de conexiones, cruces y apertura de accesos. La comparación de alternativas deberá conservarse en el expediente con criterios ambientales, técnicos, territoriales y sociales. La ejecución deberá conservar el trazo, el número y ubicación de soportes, los accesos y las superficies de obra comprendidos en el alcance ambiental autorizado.

4.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL Y MANEJO ADAPTATIVO

El Programa de Vigilancia Ambiental es obligatorio durante preparación, construcción, operación, mantenimiento y cierre. Su objeto es verificar el cumplimiento de medidas y condicionantes, medir la magnitud real de los impactos, detectar desviaciones e impactos no previstos y activar acciones correctivas documentadas.

Como indicadores mínimos se utilizarán: superficie intervenida por componente y tipo de vegetación; supervivencia de flora rescatada y reforestada; avistamientos, rescates y mortalidad de fauna; evidencia de erosión y compactación; derrames y residuos; funcionamiento del drenaje; polvo y ruido; quejas; cumplimiento de límites de velocidad; integridad de las áreas de conservación; y mortalidad o interacción de aves y murciélagos con la línea. Cada indicador contará con meta, método, frecuencia, responsable, evidencia, umbral de acción y medida correctiva.

La construcción se documentará semanal y mensualmente, según el componente y el riesgo; durante operación se realizarán verificaciones trimestrales y reportes anuales, sin perjuicio de las frecuencias que imponga la autorización. Cuando un indicador rebase su umbral, se suspenderá la actividad causante cuando sea necesario, se analizará la causa, se aplicará la corrección, se aumentará temporalmente la frecuencia y se verificará el cierre de la desviación.

4.5. METODOLOGÍAS, INSTRUMENTOS TÉCNICOS Y ANEXOS

La identificación y valoración de impactos utiliza listas de actividades e indicadores, matrices causa-efecto y atributos de importancia basados en Conesa Fernández-Vítora. La interpretación incorpora extensión, intensidad, duración, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, acumulación, sinergia y residualidad. La matriz deberá ser auditable: cada calificación debe enlazarse con la actividad, el receptor, la evidencia de línea base, la medida y el indicador de seguimiento.

Los instrumentos de soporte incluyen cartografía oficial y temática; planos y cuadros de construcción; archivos KML/KMZ/SHP con metadatos; ortofotos e imágenes satelitales; bitácoras, fotografías y bases de flora y fauna; coordenadas y esfuerzo de muestreo; matrices de impacto; memoria de superficies; programas ambientales; documentación legal; y la información del ETJ pertinente. Los archivos geoespaciales deberán usar el mismo sistema de referencia, nomenclatura, versión y fecha, y coincidir con las cifras del texto.

El expediente de ingreso incorporará el formato oficial FF-SEMARNAT-141, la MIA-R en sus cuatro documentos, resumen ejecutivo, declaración bajo protesta, comprobante de pago, documentos de personalidad y representación, anexos técnicos y cartográficos, y las firmas que correspondan. La lista anterior no sustituye la revisión de la ventanilla ni los requisitos específicos del trámite.

4.6. MATRIZ DE CUMPLIMIENTO DERIVADA DE LA FUA 387/2026

La FUA 387/2026 reconoce la factibilidad territorial del proyecto y sus condiciones se integran como obligaciones verificables del PVA: superficie intervenida frente al polígono autorizado; integridad y conectividad de 11.702207 ha de conservación; control mecánico de vegetación y registro de cualquier producto aplicado; monitoreo anual de biodiversidad; consumo de agua por actividad; trazabilidad de RSU, RME y residuos peligrosos; ausencia de descargas al suelo o subsuelo; funcionamiento de drenes y superficies permeables; y protección de rasgos kársticos y zonas de escurrimiento.

Para cenotes, cuerpos de agua a flor de tierra o depresiones kársticas que se identifiquen, se delimitará una zona de exclusión y se observarán, como mínimo, las distancias establecidas en la FUA para edificaciones, servicios sanitarios e infraestructura de aguas residuales, sin perjuicio de las distancias mayores que resulten del estudio técnico o de la normativa aplicable. El hallazgo activará la suspensión preventiva del frente, georreferenciación, evaluación técnica y ajuste del diseño antes de reanudar actividades.

El monitoreo anual de biodiversidad incluirá indicadores de riqueza y abundancia por grupo, especies NOM-059 y endémicas, rescates y mortalidad, supervivencia de ejemplares reubicados, condición de hábitat y conectividad. Los resultados se compararán con la línea base y activarán medidas adaptativas cuando exista deterioro atribuible al proyecto.

4.8. INVENTARIO CUANTITATIVO DE IMPACTOS Y LÍMITES DE DESEMPEÑO

Los valores de la tabla siguiente son máximos de diseño que vinculan la descripción del proyecto con las medidas y el PVA. El cumplimiento se acreditará con medidores, vales, bitácoras, manifiestos, facturas y reportes. Todo rebase deberá investigarse y atenderse conforme al Programa de Vigilancia Ambiental y la normativa aplicable antes de continuar.

La evaluación no se apoya en una afirmación genérica de afectación temporal mínima. Distingue impactos temporales de construcción, huellas persistentes durante la operación e impactos residuales; la significancia se determina individualmente y considerando efectos acumulativos y sinérgicos. Las medidas reducen la magnitud o duración de los efectos, pero no se presentan como eliminación absoluta ni como restitución total mientras opere la central.

Indicador	Construcción: máximo total	Operación: máximo anual	Meta de manejo
Electricidad	750.00 MWh	1,026.90 MWh	Medición mensual; eficiencia
Agua	37,760.00 m³	1,059.75 m³	Proveedor autorizado; limpieza de bajo consumo
GEI	3,560.13 tCO_2e	488.21 tCO_2e	Inventario anual y mantenimiento
RSU	124.80 t	4.38 t	Separación y entrega acreditada
RME	2,400.00 t	20.00 t	Valorización y destino autorizado
Residuos peligrosos	19.20 t	2.00 t	Almacén y manifiestos
Agua residual sanitaria	5,460.00 m³	191.63 m³	Retiro autorizado; descarga directa cero

Los máximos no sustituyen la clasificación real de cada corriente. Los módulos, inversores, transformadores, cables y equipos fuera de uso se caracterizarán y dirigirán prioritariamente a devolución, reparación, reutilización, valorización o reciclaje. La cuantificación integral del desmantelamiento se actualizará con el inventario de activos al menos dos años antes del cierre.

4.9. VALORACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS AMBIENTALES

La valoración aplica costos de prevención, control, restauración y seguimiento como aproximación conservadora del recurso necesario para internalizar los impactos. No asigna precio a la biodiversidad ni sustituye compensaciones que determine la autoridad. Los impactos residuales no monetizados permanecen sujetos a evitación, conservación, monitoreo y manejo adaptativo.

Medida o programa	Importe MXN 2026
Actualización de línea base y verificación taxonómica	$1,200,000.00
Rescate y reubicación de flora y fauna	$2,800,000.00
Vivero, revegetación y restauración de áreas temporales	$3,500,000.00
Supervisión ambiental durante 24 meses	$6,000,000.00
Residuos y saneamiento durante construcción	$4,800,000.00
Erosión, suelo fértil y drenaje	$4,500,000.00
Protección kárstica, exclusiones y emergencias	$1,200,000.00
Monitoreo de aves y murciélagos asociado a la línea	$4,000,000.00
Monitoreo anual de biodiversidad en operación	$12,000,000.00
Capacitación, cumplimiento e informes	$3,000,000.00
Reserva de desmantelamiento y restauración	$8,000,000.00
Subtotal	$51,000,000.00
Contingencia ambiental 10%	$5,100,000.00
Reserva ambiental total	$56,100,000.00

La reserva ambiental forma parte de los $826,446,016.00 MXN de inversión total y no se suma de nuevo. Se mantendrá como provisión mínima de planeación, con actualización anual por inflación, obligaciones

del resolutivo y cotizaciones. La promovente deberá asegurar disponibilidad suficiente aun cuando el costo real exceda la estimación.

4.10. CIERRE GEOESPACIAL Y PRUEBA DE CONSISTENCIA

La Nota de Consistencia Geoespacial identifica el KMZ rector, su huella digital, longitud, coordenadas y apoyos del Trazo del Proyecto. La ingeniería de cimentaciones, accesos, tendido, maniobra y claros se mantendrá congruente con los cuatro capítulos, programas, resumen, planos y medios electrónicos y dentro del alcance ambiental evaluado.

El control previo a obra confirma la suma de superficies temporales y permanentes, evita el doble conteo, protege las áreas de conservación y los rasgos sensibles y mantiene correspondencia con las matrices de impacto. La Nota de Consistencia Geoespacial y el manifiesto de integridad controlan esta versión.

4.11. REFERENCIAS Y FUENTES DE CONSULTA

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, textos vigentes consultados en 2026.

Diario Oficial de la Federación. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, 15 de abril de 2025; Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030, 8 de septiembre de 2025; y Acuerdo de simplificación y formatos SEMARNAT, 1 de abril de 2026.

Gobierno del Estado de Yucatán. Decreto 692/2023 por el que se actualiza el POETY; Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Kanasín, 18 de septiembre de 2024; Programa Especial de Bienestar Energético y Mitigación de Emisiones 2025-2030.

INEGI. Cartografía topográfica, edafológica, hidrológica y de uso de suelo y vegetación utilizada en el estudio; metadatos y fechas de consulta deberán integrarse al anexo técnico.

Conesa Fernández-Vítora, V. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Edición utilizada en las matrices del proyecto; la ficha bibliográfica completa deberá coincidir con el ejemplar efectivamente consultado.

Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial del Estado de Yucatán. Factibilidad Urbana Ambiental FUA 387/2026, dictamen de 10 de junio de 2026, notificado el 23 de junio de 2026.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Prevención, separación, almacenamiento, transporte y disposición

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Objetivo y alcance

El programa aplica a FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V., contratistas y subcontratistas durante preparación del sitio, construcción (24 meses), operación, mantenimiento y cierre del proyecto en Kanasín, Yucatán.

- Prevenir generación y mezcla de residuos.
- Asegurar segregación, identificación y almacenamiento temporal seguro.
- Mantener trazabilidad hasta reúso, reciclaje, tratamiento o disposición autorizada.
- Evitar descargas, quema, entierro o abandono en suelo, cavidades kársticas, áreas de conservación y caminos.

2. Clasificación y controles

Corriente	Ejemplos	Control mínimo
RSU	Alimentos, sanitarios, papel no contaminado	Contenedores con tapa; retiro periódico por servicio autorizado
Manejo especial	Empaques, tarimas, chatarra, cable, vidrio, módulos fuera de especificación, RCD	Segregación por corriente; valorización y manifiestos/recibos
Peligrosos	Aceites, grasas, filtros, absorbentes, envases contaminados, baterías	Área techada, impermeable y con contención; etiquetado y entrega a autorizado
Suelo o material afectado	Material de respuesta a derrames	Aislamiento, caracterización y manejo conforme a resultado

3. Operación

- Inventario inicial y actualización mensual de puntos de generación.
- Contenedores codificados y señalizados en frentes, almacenes y oficinas.

- Registro de cantidad, fecha, origen, destino, transportista y documento de recepción.
- Inspección semanal de orden, integridad, capacidad, incompatibilidades y evidencia de fugas.
- Capacitación de inducción y refuerzo trimestral; cláusulas ambientales en contratos.

4. Residuos peligrosos y emergencias

Los residuos peligrosos se manejarán sólo por personal capacitado. El almacén deberá contar con acceso controlado, ventilación, señalización, extintor, kit de derrames, piso impermeable y contención compatible. Ante derrame: detener la fuente, contener, recuperar, aislar, registrar, disponer y evaluar suelo; se prohíbe lavar hacia suelo o drenaje.

5. Indicadores

Indicador	Meta	Evidencia
Frentes con separación correcta	≥95%	Lista de inspección y fotografías
Residuos con destino documentado	100%	Recibos, manifiestos y bitácora
Quema, entierro o descarga no autorizada	0 eventos	Reportes de supervisión
Derrames cerrados con acción correctiva	100%	Reporte de incidente y cierre

6. Responsabilidades

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V. conserva la responsabilidad última de recursos, supervisión y cumplimiento. El responsable ambiental administra registros, inspecciones y reportes; los contratistas aplican el programa en sus frentes y no pueden transferir su obligación por subcontratación.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Prevención, separación, almacenamiento, transporte y disposición

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Objetivo y alcance

El programa aplica a FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V., contratistas y subcontratistas durante preparación del sitio, construcción (24 meses), operación, mantenimiento y cierre del proyecto en Kanasín, Yucatán.

- Prevenir generación y mezcla de residuos.
- Asegurar segregación, identificación y almacenamiento temporal seguro.
- Mantener trazabilidad hasta reúso, reciclaje, tratamiento o disposición autorizada.
- Evitar descargas, quema, entierro o abandono en suelo, cavidades kársticas, áreas de conservación y caminos.

2. Clasificación y controles

Corriente	Ejemplos	Control mínimo
RSU	Alimentos, sanitarios, papel no contaminado	Contenedores con tapa; retiro periódico por servicio autorizado
Manejo especial	Empaques, tarimas, chatarra, cable, vidrio, módulos fuera de especificación, RCD	Segregación por corriente; valorización y manifiestos/recibos
Peligrosos	Aceites, grasas, filtros, absorbentes, envases contaminados, baterías	Área techada, impermeable y con contención; etiquetado y entrega a autorizado
Suelo o material afectado	Material de respuesta a derrames	Aislamiento, caracterización y manejo conforme a resultado

3. Operación

- Inventario inicial y actualización mensual de puntos de generación.
- Contenedores codificados y señalizados en frentes, almacenes y oficinas.

- Registro de cantidad, fecha, origen, destino, transportista y documento de recepción.
- Inspección semanal de orden, integridad, capacidad, incompatibilidades y evidencia de fugas.
- Capacitación de inducción y refuerzo trimestral; cláusulas ambientales en contratos.

4. Residuos peligrosos y emergencias

Los residuos peligrosos se manejarán sólo por personal capacitado. El almacén deberá contar con acceso controlado, ventilación, señalización, extintor, kit de derrames, piso impermeable y contención compatible. Ante derrame: detener la fuente, contener, recuperar, aislar, registrar, disponer y evaluar suelo; se prohíbe lavar hacia suelo o drenaje.

5. Indicadores

Indicador	Meta	Evidencia
Frentes con separación correcta	≥95%	Lista de inspección y fotografías
Residuos con destino documentado	100%	Recibos, manifiestos y bitácora
Quema, entierro o descarga no autorizada	0 eventos	Reportes de supervisión
Derrames cerrados con acción correctiva	100%	Reporte de incidente y cierre

6. Responsabilidades

FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V. conserva la responsabilidad última de recursos, supervisión y cumplimiento. El responsable ambiental administra registros, inspecciones y reportes; los contratistas aplican el programa en sus frentes y no pueden transferir su obligación por subcontratación.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA

Evitación, ahuyentamiento, rescate, liberación de frentes y seguimiento

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Objetivo y superficie

El programa aplica al proyecto promovido por FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V. en Kanasín, Yucatán. Superficie predial: 76.314690 ha; superficie máxima de intervención: 64.612483 ha; superficie de conservación: 11.702207 ha.

El objetivo es reducir mortalidad y pérdida de ejemplares mediante delimitación previa, ahuyentamiento dirigido, rescate por personal competente, selección de sitios receptores y seguimiento verificable. La autorización ambiental no sustituye permisos específicos de colecta o manejo cuando sean exigibles.

2. Línea base controlada

- Se reportan 18 especies de flora vascular: 10 arbóreas y ocho herbáceas, arbustivas o suculentas; ninguna incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Havardia albicans y Nopalea gaumeri se identifican como endémicas en la línea base y reciben prioridad de rescate y propagación.
- Se reportan 73 especies de fauna: 12 reptiles, 48 aves y 13 mamíferos.
- Cinco especies se reportan en categorías de la NOM-059; se atenderán conforme a la tabla taxonómica del Capítulo III y a la normativa aplicable.

3. Secuencia obligatoria

Fase	Acción	Criterio de liberación
1. Delimitación	Marcar físicamente huella y áreas de exclusión	Sin señalamiento no se inicia recorrido
2. Inspección	Recorrido 24–48 h antes del frente; registrar nidos,	Bitácora y mapa del frente

	madrigueras, refugios y flora rescatable	
3. Ahuyentamiento	Avance unidireccional hacia hábitat seguro; sin persecución innecesaria	Ausencia de individuos móviles en riesgo inmediato
4. Rescate	Captura o extracción selectiva por personal capacitado	Registro individual o por lote
5. Reubicación	Sitio receptor compatible, fuera de huella y con capacidad	Coordenada, fotografía y condición de liberación
6. Liberación	Responsable ambiental autoriza por escrito el frente	Formato firmado antes de desmonte

4. Flora

- Priorizar plántulas, juveniles, cactáceas/suculentas, propágulos y semillas de especies nativas de interés.
- Evitar extracción indiscriminada; evaluar viabilidad, fenología y capacidad del sitio receptor.
- Etiquetar con código único, especie, origen, fecha, tratamiento, destino y responsable.
- Mantener vivero temporal con sombra, riego controlado, sustrato y cuarentena cuando proceda.
- Dar seguimiento a supervivencia; aplicar reposición o ajuste de técnica si el desempeño cae bajo la meta aprobada.

5. Fauna

- Prohibir captura por personal no autorizado, cacería, alimentación, comercio o manipulación innecesaria.
- Herpetofauna: manejo con ganchos, tubos o contenedores ventilados; especies venenosas sólo por especialista.
- Aves: priorizar ahuyentamiento y protección de nidos activos; detener el frente y definir medida específica.
- Mamíferos: facilitar escape; usar trampas únicamente con revisión frecuente, protección térmica y protocolos de bienestar.
- Registrar mortalidad, lesión y hallazgos NOM-059; activar aviso y atención veterinaria cuando corresponda.

6. Indicadores y evidencia

Indicador	**Meta**	**Evidencia**
Frentes inspeccionados antes de desmonte	100%	Formato de liberación

Ejemplares con trazabilidad origen–destino	100%	Bitácora, coordenadas y fotografías
Mortalidad atribuible durante rescate	Tendencia a cero	Reporte e investigación de causa
Supervivencia de flora reubicada	Meta por especie/técnica aprobada	Monitoreo a 1, 3, 6 y 12 meses
Intervención en áreas de conservación	0	Inspección georreferenciada

7. Regla de paro

El hallazgo de nido activo, especie en riesgo, madriguera ocupada, rasgo kárstico no previsto, individuo lesionado o intervención fuera de huella obliga a detener el frente, delimitar, notificar al responsable ambiental, documentar y autorizar por escrito la reanudación.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Cumplimiento, indicadores, evidencia y gestión adaptativa

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Alcance

El PVA aplica a la totalidad de las obras y actividades del proyecto en Kanasín, Yucatán: 76.314690 ha de predio, obras internas y el eje de interconexión de 115 kV. FESI NOVA, S.A.P.I. DE C.V. es responsable de asegurar recursos, supervisión y corrección de desviaciones.

Para la línea se vigilará que no se ejecuten cimentaciones, accesos, tendido, maniobra o claros fuera de las huellas que hayan sido definidas y sometidas al control regulatorio aplicable.

2. Matriz de seguimiento

Componente	Qué se verifica	Frecuencia	Evidencia
Huella y conservación	Límites, accesos, invasiones, condición de áreas protegidas	Semanal en obra; trimestral en operación	Mapa, lista y fotografías
Flora y fauna	Liberación de frentes, rescates, mortalidad, supervivencia, NOM-059	Cada frente; mensual consolidado	Bitácora y reporte
Suelo y erosión	Despalme, acopios, compactación, arrastre, restauración	Después de lluvia y semanal	Inspección y acciones
Agua y medio kárstico	Consumo, saneamiento, derrames, rasgos sensibles	Semanal/mensual	Recibos, bitácora, mapa
Residuos	Segregación, almacenamiento, retiro, manifiestos	Semanal/mensual	Inventario y comprobantes
Aire, ruido y tránsito	Polvo, velocidad, quejas, mantenimiento	Diario en obra; por evento	Bitácora y evidencia
Paisaje y cierre	Restauración, revegetación, retiro de temporales	Mensual y al cierre de frente	Comparativo fotográfico

3. Gestión de desviaciones

- Clasificar el hallazgo por severidad y riesgo ambiental.
- Aplicar contención inmediata y asignar responsable y fecha de cierre.
- Investigar causa, corregir y verificar eficacia.
- Escalar incumplimientos recurrentes a dirección y suspender el frente cuando exista riesgo de daño.
- Conservar evidencia trazable y comunicar a la autoridad cuando lo exija el resolutivo o la normativa.

4. Informes

Durante construcción se emitirá un informe interno mensual y un consolidado conforme a la periodicidad que determine la autorización. En operación se mantendrá un informe anual con resultados, tendencias, incidentes, acciones correctivas, fotografías georreferenciadas y anexos de laboratorio o prestadores cuando correspondan.

5. Indicadores de desempeño

Indicador	Meta mínima
Obras dentro de huella autorizada	100%
Frentes con liberación ambiental previa	100%
Condicionantes con evidencia en plazo	100%
Residuos con destino documentado	100%
Descargas no autorizadas y quema	0 eventos
Desviaciones críticas sin cerrar	0

6. Control documental

Cada registro deberá identificar proyecto, frente, fecha, coordenada cuando aplique, responsable, evidencia, acción y cierre. Las versiones se conservarán con respaldo, permisos de acceso y manifiesto de integridad; no se sustituirá evidencia original.

NOTA DE CONSISTENCIA GEOESPACIAL

Definición geoespacial del eje de interconexión de 115 kV

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 1 KANASÍN – 45 MW AC
Fecha de control	31 de agosto de 2026
Estado	Trazo del Proyecto - eje y apoyos definidos

1. Archivo rector

Campo	Dato
Archivo	KANASIN_LINEA_RECTORA_2026-08-26.kmz
Sistema fuente	Coordenadas geográficas WGS 84 (EPSG:4326)
Elementos de línea	Siete tramos y siete puntos de torre; extremo en subestación elevadora
Longitud calculada	1,665.96 m (1.66596 km), suma de distancias de gran círculo de los siete tramos KML
SHA-256	82eb93769ed7ba780039c356a180f5e57cb72be53d8e2f1fb36e99fb4d7181b6

2. Coordenadas de apoyos

Punto	Longitud	Latitud	UTM E*	UTM N*
Torre 1	-89.5302173064	20.9117056034	236,819	2,314,451
Torre 2	-89.5310014707	20.9126239803	236,739	2,314,554
Torre 3	-89.5336793720	20.9107242603	236,457	2,314,348
Torre 4	-89.5359950352	20.9090014374	236,213	2,314,161
Torre 5	-89.5358753228	20.9070258410	236,222	2,313,942
Torre 6	-89.5335993738	20.9048204036	236,455	2,313,694
Torre 7	-89.5319193280	20.9031929898	236,627	2,313,511
Extremo SE elevadora	-89.5324025165	20.9027697575	236,576	2,313,465

**UTM zona 16 norte (EPSG:32616), valores redondeados al metro y derivados de las coordenadas WGS 84 del KMZ; no sustituyen un levantamiento topográfico firmado.*

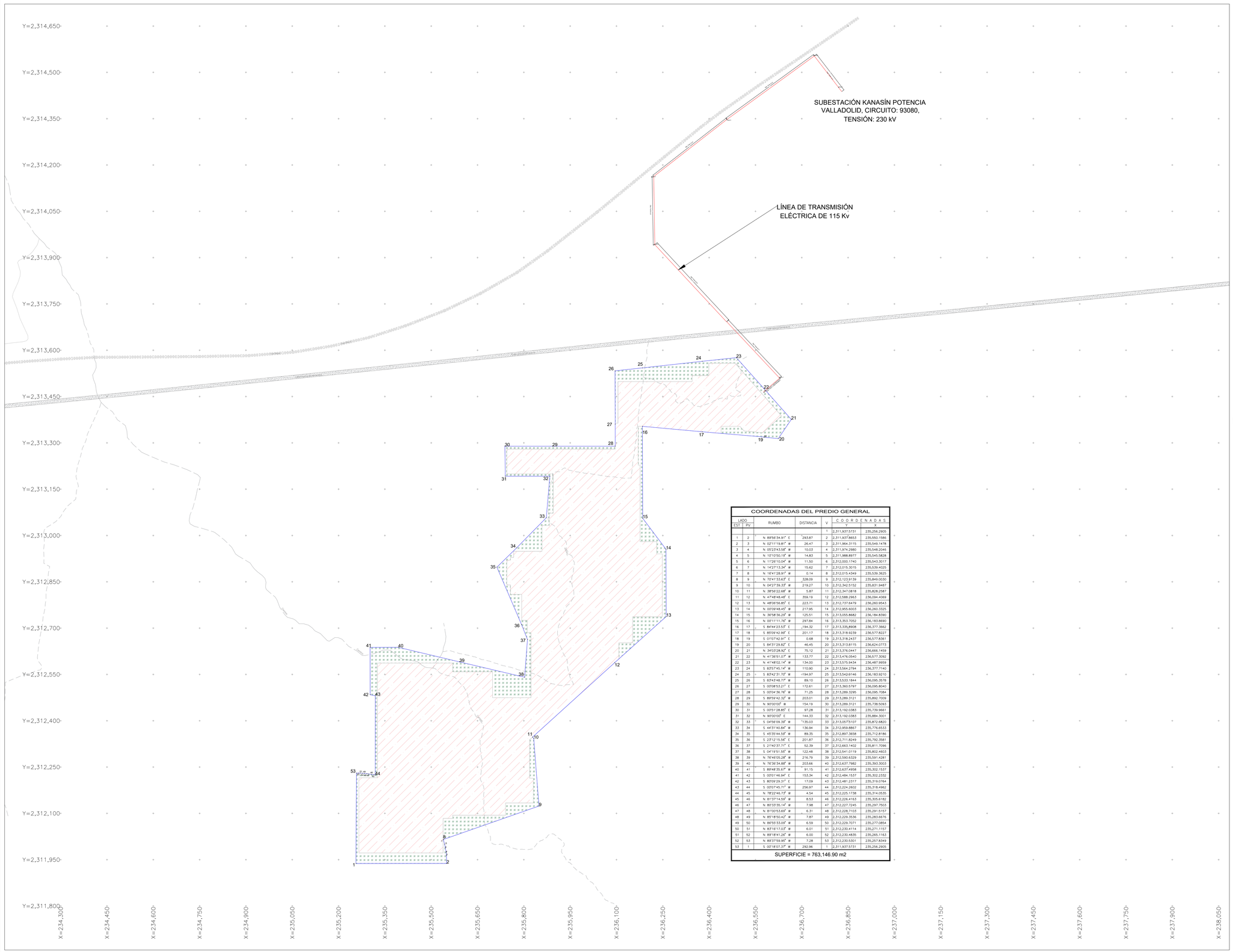
3. Control métrico del eje

La longitud geodésica de control del eje es de 1,665.96 m, calculada directamente sobre las siete geometrías LineString del KMZ rector en WGS 84 (EPSG:4326). Esta cifra y las coordenadas de los apoyos se utilizan de manera uniforme en los capítulos, el resumen ejecutivo, los programas y los medios electrónicos de la MIA-R.

4. Alcance del Trazo del Proyecto

El KMZ identifica el eje y siete puntos de torre que constituyen el Trazo del Proyecto de esta MIA-R. La ingeniería constructiva conservará esa alineación y mantendrá las cimentaciones, accesos, tendido, maniobra y claros dentro del alcance ambiental analizado.

La promovente contará con los instrumentos de propiedad, posesión, servidumbre y acceso aplicables antes de intervenir predios de terceros.



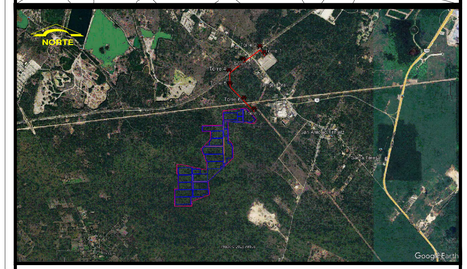
COORDENADAS DEL PREDIO GENERAL

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,311,937.5731	235,256.2905
1	2	N 89°56'34.91" E	293.87	2	2,311,937.8653	235,550.1586
2	3	N 02°11'19.81" W	26.47	3	2,311,964.3115	235,549.1478
3	4	N 05°23'43.58" W	10.03	4	2,311,974.2980	235,548.2046
4	5	N 10°10'50.19" W	14.83	5	2,311,988.8977	235,545.5828
5	6	N 11°26'10.04" W	11.50	6	2,312,000.1740	235,543.3017
6	7	N 14°27'13.34" W	15.62	7	2,312,015.3015	235,539.4025
7	8	N 16°41'28.91" W	0.14	8	2,312,015.4349	235,539.3625
8	9	N 70°41'33.67" E	328.09	9	2,312,123.9139	235,849.0030
9	10	N 04°27'39.33" W	219.27	10	2,312,342.5152	235,831.9487
10	11	N 38°56'22.68" W	5.87	11	2,312,347.0818	235,828.2587
11	12	N 47°48'48.44" E	358.19	12	2,312,588.2963	236,094.4069
12	13	N 48°06'56.85" E	223.71	13	2,312,737.6479	236,260.9543
13	14	N 00°09'48.45" W	217.95	14	2,312,955.6003	236,260.3325
14	15	N 36°58'36.29" W	125.51	15	2,313,055.8682	236,184.8390
15	16	N 00°11'11.76" W	297.84	16	2,313,353.7052	236,183.8690
16	17	S 84°44'23.53" E	194.32	17	2,313,335.8908	236,377.3662
17	18	S 85°09'42.99" E	201.17	18	2,313,318.9239	236,577.8227
18	19	S 01°07'42.91" E	0.68	19	2,313,318.2437	236,577.8361
19	20	S 84°31'29.82" E	46.45	20	2,313,313.8115	236,624.0773
20	21	N 34°03'28.92" E	75.12	21	2,313,376.0447	236,666.1459
21	22	N 41°36'51.07" W	133.77	22	2,313,476.0540	236,577.3092
22	23	N 41°48'02.14" W	134.00	23	2,313,575.9434	236,487.9959
23	24	S 83°57'45.14" W	110.90	24	2,313,564.2794	236,377.7140
24	25	S 83°42'31.70" W	194.97	25	2,313,542.9146	236,183.9210
25	26	S 83°41'48.17" W	89.10	26	2,313,533.1844	236,095.3578
26	27	S 00°08'53.21" E	172.61	27	2,313,360.5797	236,095.8040
27	28	S 00°04'36.76" W	71.25	28	2,313,289.3295	236,095.7084
28	29	S 89°59'42.32" W	203.01	29	2,313,289.3121	235,892.7009
29	30	N 90°00'00" W	154.19	30	2,313,289.3121	235,738.5093
30	31	S 00°51'28.85" E	97.28	31	2,313,192.0383	235,739.9661
31	32	N 90°00'00" E	144.33	32	2,313,192.0383	235,884.3001
32	33	S 04°56'09.39" W	1139.03	33	2,313,057.9107	235,872.6820
33	34	S 44°31'40.84" W	136.94	34	2,312,959.8867	235,776.6533
34	35	S 45°35'44.59" W	89.35	35	2,312,897.3658	235,712.8186
35	36	S 23°12'15.54" E	201.87	36	2,312,711.8249	235,792.3581
36	37	S 21°40'37.71" E	52.39	37	2,312,663.1402	235,811.7096
37	38	S 04°19'51.56" W	122.48	38	2,312,541.0119	235,802.4603
38	39	N 76°46'05.28" W	216.79	39	2,312,590.6329	235,591.4281
39	40	N 76°36'34.85" W	203.66	40	2,312,637.7982	235,393.3003
40	41	S 89°48'35.67" W	91.15	41	2,312,637.4958	235,302.1537
41	42	S 00°01'46.94" E	153.34	42	2,312,484.1537	235,302.2332
42	43	S 80°09'29.31" E	17.09	43	2,312,481.2317	235,319.0764
43	44	S 00°07'45.71" W	256.97	44	2,312,224.2602	235,318.4962
44	45	N 78°22'46.73" W	4.54	45	2,312,225.1738	235,314.0535
45	46	N 81°37'14.59" W	8.53	46	2,312,226.4163	235,305.6182
46	47	N 80°33'35.14" W	7.98	47	2,312,227.7245	235,297.7503
47	48	N 81°00'53.69" W	6.31	48	2,312,228.7103	235,291.5157
48	49	N 85°18'50.42" W	7.87	49	2,312,229.3536	235,283.6676
49	50	N 86°50'33.05" W	6.59	50	2,312,229.7071	235,277.0854
50	51	N 87°16'17.03" W	6.01	51	2,312,230.4114	235,271.1157
51	52	N 89°18'41.28" W	6.00	52	2,312,230.4835	235,265.1163
52	53	N 89°37'59.60" W	7.28	53	2,312,230.5301	235,257.8349
53	1	S 00°18'07.37" W	292.96	1	2,311,937.5731	235,256.2905

SUPERFICIE = 763,146.90 m2

CROQUIS DE UBICACIÓN





SIMBOLOGÍA

10

POLIGONAL GENERAL DEL PREDIO

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

ÁREAS DE CONSERVACIÓN

TABLAS DE ÁREAS GENERALES

DESCRIPCIÓN	m²	Ha	%
Área total del lote o terreno	763,146.90	76.31	100.00
Area fotovoltaica efectiva	646,124.83	64.61	84.67
Áreas de Conservación	117,022.07	11.70	15.33
Área de Conservación 1	*73,971.81*	*7.40*	*9.69*
Área de Conservación 2	*16,040.51*	*1.60*	*2.10*
Área de Conservación 3	*27,009.75*	*2.70*	*3.54*
Total	763,146.90	76.31	100.00

NOTAS TECNICAS

El contenido y/o información en este plano corresponde unica y exclusivamente para el proyecto por el cual se editó y no podrá ser reproducido total o parcialmente por medios mecánicos, electrónicos, fotográficos y/o cualquier otro medio sin la previa autorización del cliente. El levantamiento fue realizado con equipo GPS marca LEICA modelo GS14 y GS15en modo diferencial; la proyección esta dada en coordenadas UTM zona 16 norte. El norte considerado es el astronómico. La imagen de localización del proyecto es únicamente ilustrativa y no se encuentra georeferenciada la cual fue tomada del Google Earth Pro.

FORTALEZA.ENERGY
DESARROLLAR UN MEJOR PLANETA

PROYECTO:

FOTOVOLTAICO ALBATROS 1 (KANASÍN)

FESI NOVA, S.A.P.I DE C.V.

LEVANTO:

APROBACIÓN:

PROCESÓ Y DIBUJO:

[redacted]

[redacted]

NOMBRE DEL PLANO:

TOPOGRÁFICO GENERAL, ÁREAS Y LINEA TRANSMISIÓN

Kanasín, Yucatán

CLAVE DE PLANO: TOPO-GRAL

FECHA DE ELABORACIÓN: Agosto, 2026

0 50 100 150 200 250 300 350

ESCALA GRÁFICA 1:5,500

MIA-R Albatros 1 Kanasín | Resumen cuantitativo

Promovente: FESI NOVA, S.A.P.I. de C.V. | 45 MW AC | Versión de ingreso: 31 de agosto de 2026

Inversión total	Reserva ambiental	Estatus
$826,446,016	**$56,100,000**	**PASS CUANTITATIVO Y GEOESPACIAL**

Indicador	Construcción	Unidad	Operación	Unidad	Fuente
Electricidad	750.00	MWh total	1,026.90	MWh/año	Cálculo
Agua	37,760.00	m³ total	1,059.75	m³/año	Cálculo
GEI	3,560.13	tCO_2e total	488.21	tCO_2e/año	Cálculo
RSU	124.80	t total	4.38	t/año	Cálculo
RME	2,400.00	t total	20.00	t/año	Cálculo
Residuos peligrosos	19.20	t total	2.00	t/año	Cálculo
Agua residual sanitaria	5,460.00	m³ total	191.63	m³/año	Cálculo

El Trazo del Proyecto queda definido por el KMZ rector, con 1,665.96 m y siete ubicaciones de torres. Las obras asociadas se ejecutarán conforme a las superficies, medidas y controles ambientales evaluados.

Supuestos y fuentes de cálculo

Celdas amarillas = supuestos conservadores; celdas blancas = hechos acreditados en el expediente. Importes en MXN 2026.

ID	Supuesto	Valor	Unidad	Fuente / base	Clasificación
INV_TOTAL	Inversión total del proyecto	$826,446,016	MXN 2026	Capítulo I / expediente	Acreditado
MESES_CONSTR	Duración de preparación y construcción	24	meses	Capítulo I	Acreditado
ANOS_OPER	Horizonte conservador de operación	30	años	Rango 25-30; se adopta máximo	Supuesto conservador
MESES_CIERRE	Desmantelamiento y restauración	12	meses	Límite de planeación	Supuesto conservador
PERSONAL_CONSTR	Personal promedio máximo	250	personas	Límite de diseño	Supuesto conservador
DIAS_MES	Días efectivos de actividad	26	días/mes	Programa de obra conservador	Supuesto conservador
AGUA_PERSONA	Dotación de agua	50	L/persona-día	Planeación sanitaria	Supuesto conservador
AR_PERSONA	Agua residual sanitaria	35	L/persona-día	70% de dotación	Supuesto conservador
RSU_PERSONA	Generación de RSU	0.8	kg/persona-día	Planeación de manejo	Supuesto conservador
RIEGO_POLVO	Agua para control de polvo	40	m³/día	Límite de diseño	Supuesto conservador
AGUA_PROCESO	Reserva de agua de proceso	5000	m³ total	Límite de diseño	Supuesto conservador
POTENCIA_PROM	Carga eléctrica media de obra	100	kW	Límite de diseño	Supuesto conservador
HORAS_DIA	Horas de carga eléctrica	12	h/día	Programa de obra	Supuesto conservador
ELECTRIC_CAP	Tope eléctrico reportado	750	MWh total	Redondeo conservador sobre 748.8 MWh	Supuesto conservador
DIESEL_MES	Consumo máximo de diésel	50000	L/mes	Maquinaria, transporte y respaldo	Supuesto conservador
FE_ELECT	Factor de emisión del SEN	0.444	tCO_2e/MWh	SEMARNAT, reporte 2025 publicado 2026	Fuente oficial
FE_DIESEL	Factor de conversión de diésel	2.6892714	kg CO_2/L	DOF, factor de conversión	Fuente oficial
PERSONAL_OPER	Personal de operación	15	personas	Límite de diseño	Supuesto conservador
MODULOS	Número de módulos	69510	módulos	Capítulo I	Acreditado
MOD_ANCHO	Ancho de módulo	2.384	m	Ficha técnica usada en diseño	Acreditado
MOD_ALTO	Alto de módulo	1.303	m	Ficha técnica usada en diseño	Acreditado
L_AGUA_M2	Agua por limpieza	1.5	L/m²-ciclo	Limpieza de bajo consumo	Supuesto conservador
LIMPIEZAS	Limpiezas húmedas	2	ciclos/año	Límite operativo	Supuesto conservador
CONT_AGUA	Contingencia de agua	15.0%	%	Variabilidad y servicios	Supuesto conservador
GEN_ANO1	Generación neta estimada año 1	102690	MWh/año	PVsyst / Capítulo I	Acreditado
AUX_RATIO	Autoconsumo equivalente	1.0%	% generación	Tope conservador	Supuesto conservador
DIESEL_OPER	Diésel de operación	12000	L/año	Mantenimiento y respaldo	Supuesto conservador
RP_MES	Residuos peligrosos de construcción	0.8	t/mes	Límite de planeación	Supuesto conservador
RME_MES	RME de construcción	100	t/mes	Empaques, madera, metal y obra	Supuesto conservador
RP_OPER	Residuos peligrosos de operación	2	t/año	Límite de planeación	Supuesto conservador
RME_OPER	RME de operación	20	t/año	Límite de planeación	Supuesto conservador
ENV_CONT	Contingencia ambiental	10.0%	%	Margen de suficiencia	Supuesto conservador
DIAS_ANO	Días de operación	365	días/año	Año calendario	Acreditado

Memoria cuantitativa ambiental

Resultados controlados por fórmulas. Los valores reportados son máximos de diseño para la MIA-R, no mediciones históricas.

ID	Variable	Base calculada	Resultado	Unidad	Máximo reportado	Observaciones
C-01	Electricidad de construcción	100 kW × 12 h/día × 26 días/mes × 24 meses	748.80	MWh total	750.00	Se reporta tope redondeado
C-02	Agua de construcción	Polvo + personal + reserva de proceso	37,760.00	m³ total	37,760.00	Proveedor autorizado
C-03	Diésel de construcción	50,000 L/mes × 24 meses	1,200,000.00	L total	1,200,000.00	Maquinaria y transporte
C-04	GEI de construcción	Diésel + electricidad	3,560.13	tCO_2e total	3,560.13	Factor oficial / parámetro conservador
C-05	RSU de construcción	Personal × tasa × días	124.80	t total	124.80	Separación y entrega
C-06	RME de construcción	100 t/mes × 24	2,400.00	t total	2,400.00	Valorización prioritaria
C-07	Residuos peligrosos de construcción	0.8 t/mes × 24	19.20	t total	19.20	Manifiestos
C-08	Agua residual sanitaria de construcción	Personal × 35 L/día	5,460.00	m³ total	5,460.00	Retiro autorizado; descarga directa cero
O-01	Superficie activa de módulos	Módulos × ancho × alto	215,922.53	m²	215,922.53	Base de limpieza
O-02	Agua anual de operación	Limpieza + personal + 15%	1,059.75	m³/año	1,059.75	Máximo anual
O-03	Electricidad auxiliar de operación	1% de generación año 1	1,026.90	MWh/año	1,026.90	Equivalente conservador
O-04	GEI de operación	Electricidad auxiliar + diésel	488.21	tCO_2e/año	488.21	No incluye emisiones de ciclo de vida
O-05	RSU de operación	Personal × tasa × 365	4.38	t/año	4.38	Máximo anual
O-06	RME de operación	Límite de planeación	20.00	t/año	20.00	No incluye desmantelamiento integral
O-07	Residuos peligrosos de operación	Límite de planeación	2.00	t/año	2.00	Máximo anual
O-08	Agua residual sanitaria de operación	Personal × 35 L/día × 365	191.63	m³/año	191.63	Descarga directa cero
G-01	Desplazamiento bruto indicativo	Generación × factor SEN	45,594.36	tCO_2e/año	45,594.36	No es reducción certificada
G-02	Desplazamiento neto indicativo	Bruto menos GEI operación	45,106.15	tCO_2e/año	45,106.15	Indicador comparativo

Valoración económica de medidas ambientales

La reserva forma parte de la inversión total y no se suma nuevamente. Método: costos de prevención, control, restauración y seguimiento.

Medida o programa	Importe MXN 2026	Base	Tratamiento
Actualización de línea base y verificación taxonómica	$1,200,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Rescate y reubicación de flora y fauna	$2,800,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Vivero, revegetación y restauración de áreas temporales	$3,500,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Supervisión ambiental durante 24 meses	$6,000,000.00	250,000 MXN/mes	Reserva
Residuos y saneamiento durante construcción	$4,800,000.00	200,000 MXN/mes	Reserva
Erosión, suelo fértil y drenaje	$4,500,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Protección kárstica, exclusiones y emergencias	$1,200,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Monitoreo de aves y murciélagos asociado a la línea	$4,000,000.00	Programa multianual	Reserva
Monitoreo anual de biodiversidad en operación	$12,000,000.00	400,000 MXN/año × 30	Reserva
Capacitación, cumplimiento e informes	$3,000,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Reserva de desmantelamiento y restauración	$8,000,000.00	Estimación conservadora	Reserva
Subtotal	$51,000,000.00	Suma de partidas	Cálculo
Contingencia ambiental	$5,100,000.00	10%	Cálculo
Reserva ambiental total	**$56,100,000.00**	**Incluida en inversión**	**Control**
Inversión base no ambiental	**$770,346,016.00**	**Total menos reserva**	**Control**
Inversión total	**$826,446,016.00**	**Expediente**	**Control**
Reserva / inversión total	6.79%	Indicador	Control

Definición geoespacial del proyecto

Definición geoespacial del Trazo del Proyecto mediante KMZ rector, longitud de 1,665.96 m y siete ubicaciones de torres, coordinada con los máximos ambientales y medidas de control de la MIA-R.

Clave	Dato requerido	Resultado	Unidad / formato	Prueba mínima	Estatus
GIS-01	Longitud única del eje	1,665.96 m (1.66596 km), eje KMZ rector	m y km	Suma GIS = cuadro = plano = texto	CONTROLADO
GIS-02	Vértices y sistema de referencia	WGS 84 (EPSG:4326); 7 torres y extremo en subestación; ver Nota de Consistencia	tabla + archivo	Datum, zona, unidades y metadatos	CONTROLADO
GIS-03	Soportes	Siete ubicaciones puntuales incluidas en el KMZ rector; las cimentaciones se ejecutarán dentro de las superficies y medidas ambientales evaluadas.	número/tipo/polígonos	Ubicación y huella permanente	CONTROLADO
GIS-04	Accesos, tendido, maniobra y claros	Los accesos, el tendido, las maniobras y los claros se desarrollarán dentro de las áreas evaluadas y conforme al Programa de Vigilancia Ambiental.	polígonos	Temporal/permanente	CONTROLADO
GIS-05	Superficies por uso de suelo y vegetación	Las superficies de intervención se controlan con los máximos ambientales de la MIA-R y su memoria cuantitativa, sin doble conteo.	m² y ha	Sin doble conteo	CONTROLADO
GIS-06	Cruces y predios	La relación predial del Trazo del Proyecto está documentada; el promovente acreditará los derechos de acceso correspondientes antes de intervenir predios de terceros.	matriz	Relación territorial y acceso	CONTROLADO

Fuentes y trazabilidad

Fuentes oficiales primarias y documentos del expediente utilizados en la memoria.

Item	Dato respaldado	Fecha / versión	Tipo	Fuente	Nota
S-01	Contenido cuantitativo y valoración MIA-R	2026	Oficial	https://www.gob.mx/semarnat	Guía DGIRA 2026 incluida en carpeta 11
S-02	Factor eléctrico 0.444 tCO_2e/MWh	Reporte 2025, publicado 2026	Oficial	https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene	Usado para emisiones indirectas
S-03	Factor diésel 2,689.2714 g CO_2/L	DOF	Oficial	https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4801/semarnat/semarnat.html	Factor de conversión
S-04	Promovente, predios, superficie y criterios ambientales	FUA 387/2026	Expediente	FUA_387-2026_KANASIN_NOTIFICADA_2026-06-23.pdf	Notificada 23-06-2026
S-05	Capacidad, módulos, inversores, generación e inversión	Corte 28-08-2026	Expediente	Capítulo I MIA-R Albatros 1 Kanasín	Datos acreditados
S-06	Pago de derechos	28-08-2026	Expediente	COMPROBANTE_BANCARIO_PAGO_DERECHOS_MIA-R_KANASIN_2026-08-28.pdf	$126,515.00 pagado
S-07	Máximos de consumo, residuos y costos	28-08-2026	Supuesto	Autorización del usuario en la interacción	Ratificación interna de FESI NOVA
S-08	Eje geoespacial rector y coordenadas	2026-08-26	Expediente	KANASIN_LINEA_RECTORA_2026-08-26.kmz	1,665.96 m; 7 torres; WGS84
S-09	Consistencia geoespacial del Trazo del Proyecto	2026-09-01	Expediente	01_NOTA_CONSISTENCIA_GEOESPACIAL_ALBATROS_1_KANASIN.pdf	Definición coordinada: 1,665.96 m, siete torres y KMZ rector
S-10	Control ambiental de las obras asociadas a la línea	2026-09-01	Control ambiental	MIA-R capítulos I, II, III y IV; Programa de Vigilancia Ambiental	Superficies y actividades sujetas a máximos, medidas y seguimiento ambiental

Controles de integridad

PASS confirma la consistencia cuantitativa y la definición geoespacial del Trazo del Proyecto, coordinadas con las medidas y controles ambientales de la MIA-R.

Check	Valor / delta	Tolerancia	Resultado	Acción
Reserva ambiental = 56.1 M	0.00	0.01	PASS	Presupuesto verificado
Base + reserva = inversión total	0.00	0.01	PASS	Inversión verificada
Tope eléctrico ≥ cálculo	1.20	>= 0	PASS	Dentro del máximo
Longitud de tabla cuantitativa completa	0.00	0	PASS	Tabla completa
Campos GIS con observación = 0	0.00	0	**PASS**	Mantener control documental del KMZ rector

MODEL STATUS	**PASS CUANTITATIVO Y GEOESPACIAL**