Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

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

Capítulo I

CONTENIDO

I . DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 1
I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO 1
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 2
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 2
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE 2
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 2
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 2
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 3
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 3
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP 3
I.3.3 RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 3
I.3.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO 3
I.3.3.2 RFC 3
I.3.3.3 CURP 3
I.3.3.4 NÚMERO DE CEDULA PROFESIONAL 3
I.3.3.5 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 3
I.3.4 COLABORADORES 4

CONSULTA PÚBLICA

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El presente lleva por nombre "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", con pretendida ubicación en el municipio de Santa Cruz , en el estado de Sonora.

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto se ubica en la región Norte-Centro del estado de Sonora, dentro de terrenos del Ejido Miguel Hidalgo, pertenecientes al municipio de Santa Cruz. Se localiza aproximadamente a 6 km al Noroeste de la comunidad Miguel Hidalgo (San Lázaro) y a 20 km al Sureste de la ciudad fronteriza Heroica Nogales.

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" se compone de cuatro etapas: 1) Preparación del sitio, 2) Construcción, 3) operación y mantenimiento y 4) Cierre y Abandono

La fase de preparación del sitio tendrá una duración aproximada de 10 años, durante los cuales se realizarán actividades de desmonte y despalme en un total de ocho fases, de acuerdo con la siguiente distribución.

Tabla 1. Fases y tiempo de ejecución para las actividades de desmonte y despalme (Preparación del sitio).

Fase	Año de ejecución	Área de desmonte y despalme (ha)	Porcentaje	Acumulado
1	Año 1-2	335.811271	55.60%	55.60%
2	Año 3-4	63.60322	10.53%	66.13%
3	5	19.693605	3.26%	69.39%
4	6	41.367255	6.85%	76.24%
5	7	50.503473	8.36%	84.60%
6	8	19.577585	3.24%	87.84%
7	9	25.968723	4.30%	92.14%
8	10	47.475905	7.86%	100.00%
Total		**604.00**	**100.00%**	

Por otra parte, la fase de construcción también requerirá un periodo de 10 años, siendo importante señalar que las fases de preparación del sitio y construcción se desarrollarán de manera paralela y progresiva. En cuanto a la fase de operación y mantenimiento, esta iniciará en el segundo año del proyecto, es decir, un año después de comenzar las actividades de preparación del sitio y su duración será de aproximadamente 20 años.

Finalmente, la fase de cierre y abandono no cuenta con un plazo definido, ya que se llevará a cabo una vez concluidas las actividades de aprovechamiento del mineral. Además, se contempla la posibilidad de realizar cierres parciales conforme las áreas vayan alcanzando su vida útil y se definan nuevos usos para el terreno.

CONSULTA PÚBLICA

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

RECURSOS STINGRAY DE COBRE S.A. DE C.V.

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

CONSULTA PÚBLICA

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

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

CAAFF Consultoría Forestal S. de R.L. de C.V.

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

I.3.3 RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

I.3.3.1 Nombre del responsable técnico

I.3.3.2 RFC

I.3.3.3 CURP

I.3.3.4 Número de cedula profesional

I.3.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio para recibir u oír notificaciones

CONSULTA PÚBLICA

I.3.4 COLABORADORES

Tabla 2. Firmas de los colaboradores responsables de la elaboración del estudio.

Director general y responsable técnico del estudio		
Gerente de operaciones		
Subgerente del área de gestión ambiental		
Especialista en sistemas de información geográfica y caracterización física		
Especialista en inventarios y biodiversidad		
Especialista en Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales		

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo II

CONTENIDO

II . DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS PARCIALES DE DESARROLLO 1
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 1
II.1.1 ANTECEDENTES Y NATURALEZA DEL PROYECTO 1
II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO 3
II.1.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y SUPERFICIE DEL PROYECTO 6
II.1.2.2 UBICACIÓN LEGAL DEL ÁREA DEL PROYECTO 7
II.1.2.3 DIMENSIONES DEL PROYECTO 10
II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA 12
II.1.4 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS 14
II.1.5 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS 18
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 19
II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 19
II.2.2 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 22
II.2.2.1 DESMONTE Y DESPALME 22
II.2.2.1.1 DESMONTE 22
II.2.2.1.1.1 DERRIBO 22
II.2.2.1.1.2 DESRAME 23
II.2.2.1.2 DESPALME 24
II.2.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS MINERAS 25
II.2.3.1 PATIO DE LIXIVIACIÓN 25
II.2.3.2 TAJO 26
II.2.3.3 TEPETATERA I Y II 28
II.2.3.4 PLANTA DE PROCESO (PILETAS-PLANTA-CANAL PLUVIAL) 29
II.2.3.5 ÁREAS DE SERVICIO Y APOYO 30
II.2.3.6 RELLENO SANITARIO 30
II.2.3.7 BANCO DE AGREGADOS (BANCO DE PRÉSTAMO) 30
II.2.4 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS O PROVISIONALES 31
II.2.4.1 OBRAS ASOCIADAS 31
II.2.4.1 OBRAS PROVISIONALES 32
II.2.4.1.1 ALMACENES Y BODEGAS. 32
II.2.4.1.2 INSTALACIONES SANITARIAS 32
II.2.4.1.3 CAMPAMENTOS, DORMITORIOS Y COMEDORES 32
II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 33
II.2.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO 35
II.2.6.1 TAJO 35
II.2.6.2 TEPETATERAS 36
II.2.6.3 PATIO DE LIXIVIACIÓN 36
II.2.6.4 PILETAS DE PROCESO 37

CONSULTA PÚBLICA

II.2.6.5 PLANTA DE BENEFICIO E INSTALACIONES DE SERVICIO 38
II.2.6.6 CAMINOS 38
II.2.6.7 MONITOREO AMBIENTAL. 38
II.2.6.8 OTRAS ACTIVIDADES DURANTE EL ABANDONO SERÁN: 38
II.2.7 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS 39
II.2.8 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA 39
II.2.8.1 RESIDUOS MINEROS 40
II.2.8.2 RESIDUOS PELIGROSOS 40
II.2.8.3 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL 41
II.2.8.4 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) 42
II.2.8.5 AGUAS RESIDUALES 42
II.2.8.6 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) 43
II.2.8.7 OTRAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA 43
II.2.8.7.1 GENERACIÓN DE RUIDO 43
II.2.8.7.2 VIBRACIONES 44
II.2.1 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS 45
II.2.1.1 ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS 45
II.2.1.2 RELLENO SANITARIO 45
II.2.2 OTRAS FUENTES DE DAÑO 46

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. POBLACIONES CERCANAS AL PROYECTO 3
TABLA 2. ETAPAS DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR" 6
TABLA 3. ÁREA FORESTAL POR ETAPAS DEL PROYECTO. 6
TABLA 4. VÉRTICES DEL POLÍGONO GENERAL DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR" 7
TABLA 5. CONJUNTO DE PREDIO A AFECTACIÓN POR EL PROYECTO. 7
TABLA 6. SUPERFICIE OBJETIVO POR LA RECONFIGURACIÓN DEL PROYECTO MINERO EL PILAR (1RA Y 2DA ETAPA) 11
TABLA 7. SUPERFICIE NECESARIA DE CAMBIO DE USO DE SUELO NECESARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA 11
TABLA 8. NUMERACIÓN DE LOS POLÍGONOS DE CUSTF 11
TABLA 9. SUPERFICIES DE LOS POLÍGONOS DE CAMBIO DE USO DE SUELO PARA EL DESARROLLO DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA" 11
TABLA 10. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA." 14
TABLA 11. FASES Y TIEMPO DE EJECUCIÓN PARA LAS ACTIVIDADES DE DESMONTE Y DESPALME (PREPARACIÓN DEL SITIO). . 19
TABLA 12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. 20
TABLA 13. RESULTADOS DE PRUEBAS ABA EN MUESTRA COMPUESTA DE MINERAL Y MINERAL AGOTADO. 36
TABLA 14. TIPOS DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERAR Y MANEJO PROPUESTO. 40
TABLA 15. LISTADO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL 41
TABLA 16. TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS (NO PELIGROSOS) A GENERAR Y MANEJO PROPUESTO 42

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA DEL PROYECTO 4
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RELACIÓN A LAS LOCALIDADES MÁS CERCANAS....5
FIGURA 3. VÉRTICES DEL POLÍGONO CON LA NUEVA CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO MINERO EL PILAR (1RA Y 2DA ETAPA) ..8
FIGURA 4. COLINDANCIAS DEL PREDIAL PROYECTO MINERO EL PILAR 9
FIGURA 5. RECONFIGURACIÓN FINAL DEL PROYECTO MINERO EL PILAR (1RA ETAPA + 2DA ETAPA)....15
FIGURA 6. IDENTIFICACIÓN DE POLÍGONOS FORESTALES NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA " 16
FIGURA 7. TIPOS DE VEGETACIÓN DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA"....17
FIGURA 8. FASES DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO PARA EL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA" 21
FIGURA 9. IMAGEN ILUSTRATIVA DE LAS ACTIVIDADES DEL DERRIBO DE VEGETACIÓN. 22
FIGURA 10. IMÁGENES ILUSTRATIVAS DEL DESRAME....23
FIGURA 11. IMAGEN ILUSTRATIVA DE LAS ACTIVIDADES DEL DESPALME. 24

CONSULTA PÚBLICA

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS PARCIALES DE DESARROLLO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

II.1.1 ANTECEDENTES Y NATURALEZA DEL PROYECTO

Con fecha del 10 de julio del 2009, la empresa Recursos Stingray de Cobre, S.A. de C.V, en lo sucesivo "Stingray" presentó en la oficina de representación de la SEMARNAT en el estado de Sonora la Manifestación de Impacto Ambiental, correspondiente al Proyecto Minero El Pilar, del cual se obtuvo la autorización de fecha del 07 de enero del 2010 con número de oficio DS-SG-UGA-IA-002-10, en donde se autorizaron las actividades de explotación de recursos minerales para la extracción del cobre a cielo abierto, lixiviación en montones con solución diluida de ácido sulfúrico, seguida por extracción por solventes y electrodeposición (ESDE) para obtener cobre de alta calidad. Sin embargo, estas actividades autorizadas no fueron desarrolladas en su momento ya que se realizó una reingeniería del proyecto, lo cual modificó la infraestructura propuesta en dicha autorización.

Por lo anterior, con fecha del 30 de junio del 2011, Stingray presentó en la oficina de representación de la SEMARNAT en el estado de Sonora, la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular con actividades altamente riesgosas correspondiente al "*Proyecto Minero El Pilar*", en la cual se puso a disposición la nueva infraestructura así como los nuevos polígonos propuestos. Como resultado, con fecha del 26 de septiembre del mismo año, Stingray recibe la autorización en Materia de Impacto Ambiental mediante oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11 (Se presenta en el ANEXO 2) en el cual se autoriza el desarrollo de un complejo minero para la explotación de un yacimiento de cobre, refiriéndose a una mina a cielo abierto, con un proceso de Lixiviación del mineral en patios, extracción para solventes y deposición electrolítica y todas las instalaciones auxiliares de apoyo y mantenimiento, con una superficie de 9,846,133.98 m^2 (984.61 ha) por afectar directamente con las diferentes actividades y una superficie total del proyecto de 1,949.20 ha.

Sin embargo, tras haber recibido la autorización, con fecha del 13 de febrero del 2012 se publica en el Diario Oficial de la Federación la NORMA Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre, entrando en vigor 60 días naturales posterior a su publicación. En consecuencia, Stingray en respuesta a estos nuevos requerimientos empezó con los trabajos conceptuales para la modificación del sistema de lixiviación propuesto en el proyecto autorizando, pausando los trabajos de construcción de esta y demás obras del proyecto a causa de una posible nueva configuración.

Posteriormente, con fecha del 30 de enero de 2012, Stingray recibe la resolución del trámite de Solicitud de Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por una superficie de 963.40 ha para el desarrollo de las obras autorizadas de acuerdo con el oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11 en materia de Impacto Ambiental; sin embargo, el cambio de uso del suelo no fue desarrollado de inmediato por lo que se solicitó ampliación del plazo que fue autorizado el 6 de diciembre de 2018 mediante el oficio DFS/SGPA/UARRN/77/2018, con lo cual se logró dar cumplimiento y término a las actividades de Cambio de Uso del Suelo (desmonte y despalme) de las 963.40 ha el 06 de octubre del 2021.

CONSULTA PÚBLICA

Con fecha del 10 de septiembre del 2025, Stingray ingresó en la oficina de representación de la SEMARNAT en el estado de Sonora, la solicitud de modificación a la Manifestación de Impacto Ambiental del "*Proyecto Minero El Pilar*" autorizado bajo oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11, con el objetivo a largo plazo de que los proyectos mineros que se encuentra en operación cumplan en sus aspectos constructivos, de diseño, operación y cierre, con altos estándares, criterios y mejores prácticas internacionales, por lo que en concordancia a esta visión, se buscó como objetivos particulares las siguientes modificaciones: 1) *La modificación de las obras del Patio de Lixiviación*, 2) el incremento de superficie para el *Tajo y Tepetateras*, 3) *La integración del Banco de agregados*, 4) *el incremento en la superficie total del proyecto,* y 5) *el incremento de la superficie de cambio de uso del suelo.*

Como resultado de la solicitud de modificación, con fecha del 07 de Octubre del 2025, Stingray recibió el oficio respuesta (Oficio No. ORSON-IA-0580/2025, el cual se presenta en el ANEXO 2) en donde esta H. Oficina de representación resuelve el no otorgar la autorización de modificación, solicitando la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para las obras de modificación. Dichas obras, por sus características y conforme a lo establecido en el Artículo 11 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, deberán evaluarse mediante una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, misma que se presenta para dar cumplimiento a lo requerido.
A razón de lo anteriormente expuesto, la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional se presenta con el motivo de dar cumplimiento a lo solicitado en el Oficio No. ORSON-IA-0580/2025 con respecto a las obras de modificación y con ello cumplir los siguientes objetivos particulares:

1. Mantener el programa de extracción del mineral de cobre bajo un diseño de explotación, construcción, operación, beneficio, mantenimiento y cierre de sus proyectos bajo la sustentabilidad, en cumplimiento de los criterios de la normatividad ambiental vigente y mejores prácticas internacionales.
2. Reconfigurar el proyecto "El Pilar" que asegure la operación y obtención de mineral que demande los clientes bajo las calidades deseadas a través del tiempo de forma estable.
3. Contar con un sistema óptimo de monitoreo, que permitan una operación segura y un abandono sustentable a través del tiempo.
4. Cumplir con la NORMA Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, la cual establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre. En específico las adecuaciones a estas obras, versan conforme a lo señalado en el inciso 5.3.2.2. y 5.3.2.3. referente a la información climática;
5. Por lo anterior, la presente modificación, tiene como objetivo principal el evitar que se genere carga hidráulica en las pilas, y no se produzca algún derrame de excedencias fuera del sistema de lixiviación.
6. Conclusión de la etapa de construcción y puesto en marcha.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.2 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El área del proyecto se ubica en la región Norte-Centro del estado de Sonora, dentro de terrenos del Ejido Miguel Hidalgo, pertenecientes al municipio de Santa Cruz. Se localiza aproximadamente a 6 km al Noroeste de la comunidad Miguel Hidalgo (San Lázaro) y a 20 km al Sureste de la ciudad fronteriza Heroica Nogales.

El acceso principal al proyecto será por la carretera Nogales-Santa Cruz Km 28, donde se construirá un camino de acceso, otro acceso alterno al sitio es por la carretera Federal No. 15 (Hermosillo-Imuris) y se sigue al oriente por la carretera Federal No. 2 (Imuris-Cananea) hasta la garita aduanal de San Antonio, donde se toma la desviación a Santa Cruz, recorriendo un trayecto aproximado de 22 km de camino de terracería, desde la caseta de San Antonio hasta el poblado Miguel Hidalgo.

El proyecto colinda con rancherías pequeñas, como El Chafre, La Vainilla y Corralitos. Siendo el poblado Miguel Hidalgo el centro de población más cercano, como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 1. Poblaciones cercanas al proyecto

Nombre	Distancia al proyecto
Miguel Hidalgo	Se ubica al Sur-Sureste del polígono general del proyecto a 1.5 km en línea recta
Francisco Miguel Cárdenas	Se ubica a 14 km al noroeste del polígono del proyecto
Santa Cruz	Se encuentra a 6.1 km al Noreste en línea recta del polígono del proyecto
Cíbuta	Se ubica a 22 km en línea recta del polígono general del proyecto, con dirección suroeste

CONSULTA PÚBLICA

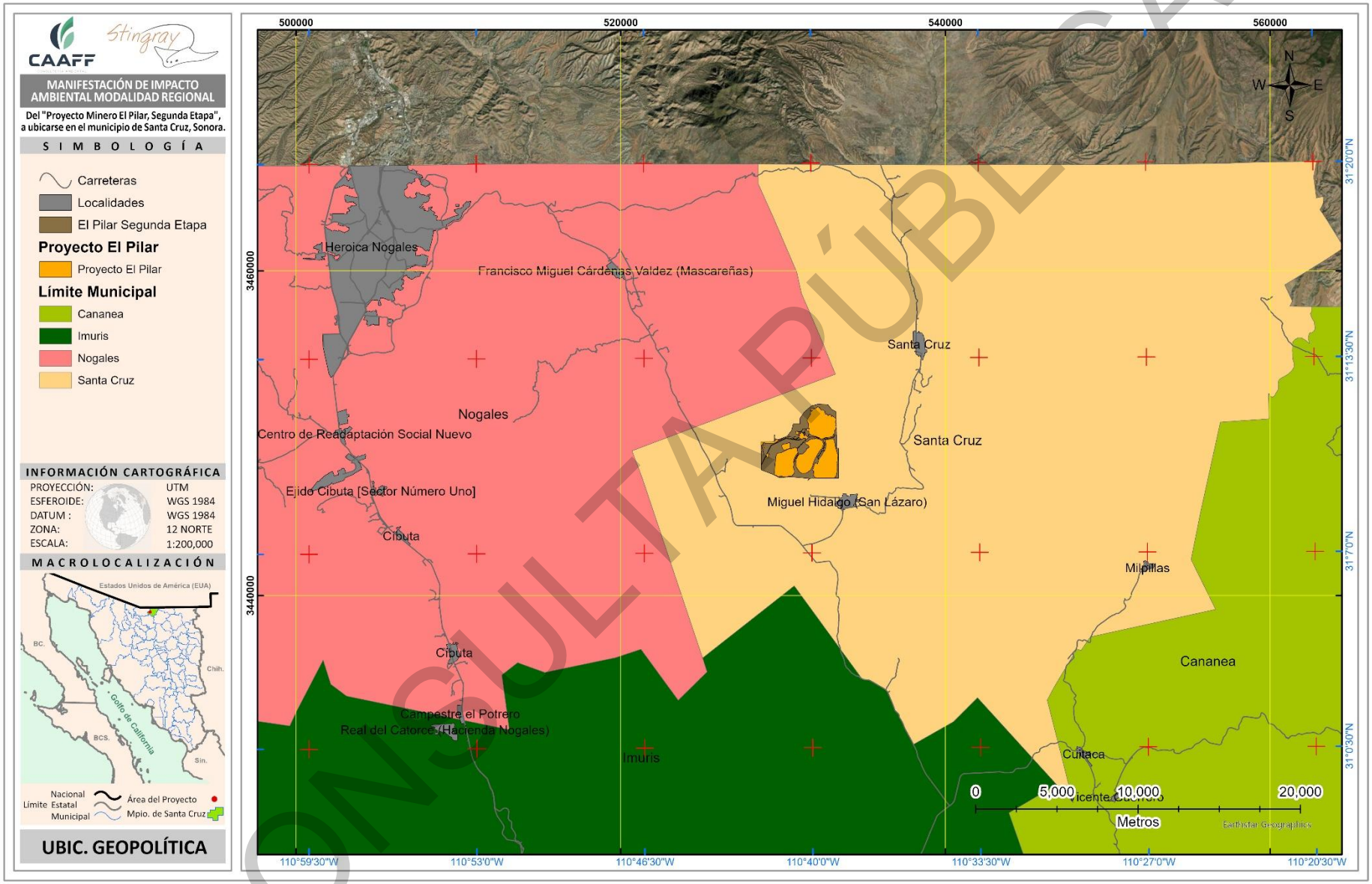


Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

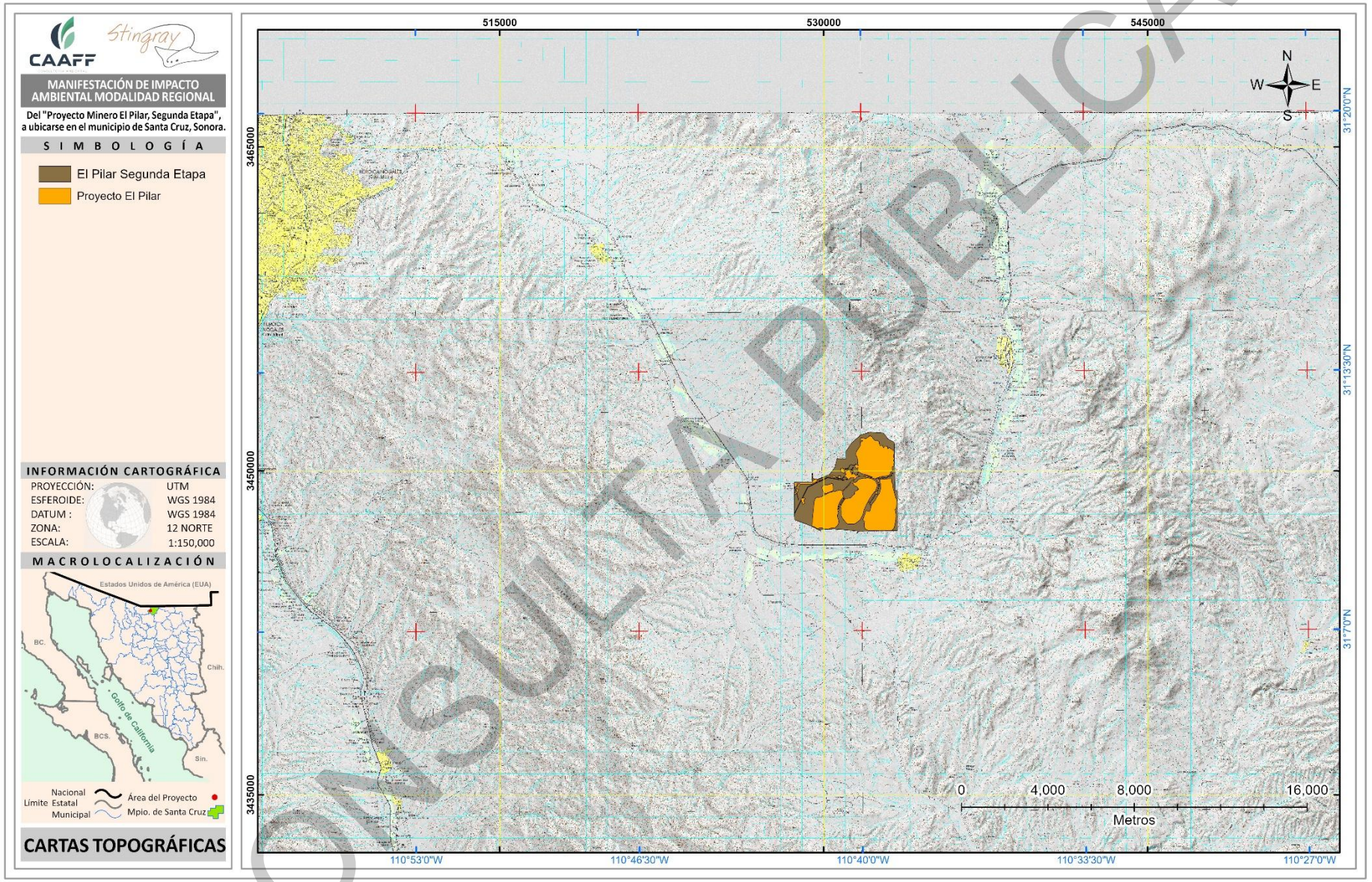


Figura 2. Ubicación del proyecto con relación a las localidades más cercanas

CONSULTA PÚBLICA

II.1.2.1 Localización geográfica y superficie del proyecto

El **Proyecto Minero El Pilar** en general cuenta con una superficie de **1,582.63 ha** las cuales se ubican dentro de una misma propiedad que pertenece al Ejido Miguel Hidalgo.

En la autorización del Estudio Técnico Justificativo en la primera etapa fue por una superficie de **963.40 ha**, lo que representa el 60.87% del polígono general, esta nueva solicitud que corresponde al proyecto **"El Pilar Segunda Etapa"** motivo de la presente **Manifestación de Impacto Ambiental** es por una superficie de **604.00 ha** equivalente a 38.16% del polígono general del proyecto El Pilar, el cual cuenta con una superficie de **1,582.63 ha**, teniendo una superficie que no es forestal, siendo esta de **6.70 ha** y equivale el 0.42%, y dentro de la etapa del camino de acceso y espuela de ferrocarril, misma que ya fue autorizada, corresponde una superficie de **8.53 ha** dentro del proyecto global **El Pilar**, estas superficies se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Etapas del "Proyecto Minero El Pilar"

Etapa	Superficie	% del proyecto
Primera etapa	963.40	60.87%
Camino de Acceso y la Espuela de Ferrocarril del Proyecto Minero El Pilar	8.53	0.54%
Segunda etapa*	6.70	0.42%
	604.00	**38.16%**
Proyecto total	**1582.63**	**100%**

* de la superficie de la segunda etapa 6.70 ha corresponde a terreno NO forestal

El proyecto general El Pilar, el cual considera la primera etapa, la línea eléctrica y el proyecto camino de acceso y la espuela de ferrocarril y en **conjunto con la presente solicitud denominada segunda etapa**, misma que es motivo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental requiere una superficie forestal de 1,575.93 ha terrenos forestales, que para este proyecto El Pilar Segunda Etapa corresponde a 610.70 ha, como se puede observar la mayor parte corresponde a terrenos forestales.

Tabla 3. Área Forestal por etapas del proyecto.

Etapa	Superficie forestal	Superficie no forestal	Total por etapa	Estatus
Primera etapa	963.40	0	963.40	Autorizado
Camino de Acceso y la Espuela de Ferrocarril del Proyecto Minero El Pilar y línea eléctrica	8.53	0	8.53	Autorizado y en evaluación
Segunda etapa	604.00	6.70	610.70	**Presente estudio**
Total	1,575.93	6.70	1,582.63	

Las coordenadas del polígono General del Proyecto El Pilar donde se desarrollará el proyecto minero de la segunda Etapa se encuentra en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. Vértices del polígono general del "Proyecto Minero El Pilar"

Vértice	Coor X	Coor Y	Vértice	Coor X	Coor Y
1	533412.16	3449072.93	24	529452.89	3449673.06
2	533411.85	3447231.14	25	529447.14	3449783.72
3	531668.46	3447210.38	26	529467.89	3449889.25
4	531637.84	3447192.88	27	529492.41	3449887.66
5	531612.99	3447187.93	28	529483.36	3449783.22
6	531545.66	3447108.45	29	529491.48	3449678.97
7	531528.99	3447108.92	30	529529.47	3449644.74
8	531566.8	3447164.63	31	529722.39	3449606.8
9	531583.61	3447211.39	32	530059.59	3449742.48
10	531562.97	3447218.99	33	530273.71	3449842.01
11	530494.2	3447312.3	34	530521.76	3450170.97
12	529765.86	3447266.6	35	530619.93	3450570.96
13	529412.45	3447450.04	36	531039.15	3450571.65
14	528650.95	3447743.98	37	531036.38	3450910.63
15	528641.17	3448892.39	38	531285.21	3451283.47
16	528641.07	3448943.03	39	531729.48	3451675.06
17	528640.41	3449047.69	40	532136.57	3451792.48
18	528638.91	3449299.71	41	532614.85	3451771.69
19	528637.34	3449469.84	42	532764.56	3451753.39
20	528780.89	3449470.94	43	532984.19	3451473.14
21	529102.64	3449472.04	44	533073.74	3451425.54
22	529498.7	3449478.91	45	533262.85	3451327.6
23	529449.62	3449562.52	46	533303.37	3449072.34

II.1.2.2 Ubicación legal del área del proyecto

El polígono del proyecto **"El Pilar Segunda Etapa"** es colindante al norte con terrenos del Ejido Miguel Hidalgo, al este con terrenos de Compañía Minera La Parreña S.A. de C.V., terrenos sin identificación de propietario y Ejido Miguel Hidalgo, al sur con terrenos del Ejido Miguel Hidalgo y al Oeste con terrenos particulares del Sr. Joaquín Pompa López, de Adriana Bustamante de Moreno y de Ignacio Molina Bringas.

La superficie del predio sometida a CUSTF es del 1.38% de la totalidad de la superficie que posee el Ejido Miguel Hidalgo, sobre el cual se pretende la ampliación del proyecto, denominado El Pilar Segunda Etapa.

Tabla 5. Conjunto de predio a afectación por el proyecto.

Predio	Superficie total (ha)	Superficie de afectación (total segunda etapa) (ha)	Superficie de afectación forestal segunda etapa (ha)	% de Afectación forestal
Ejido Miguel Hidalgo	43,863.82	610.70	604.00	1.38%
Total	**43,863.82**	**610.70**	**604.00**	**1.38%**

CONSULTA PÚBLICA

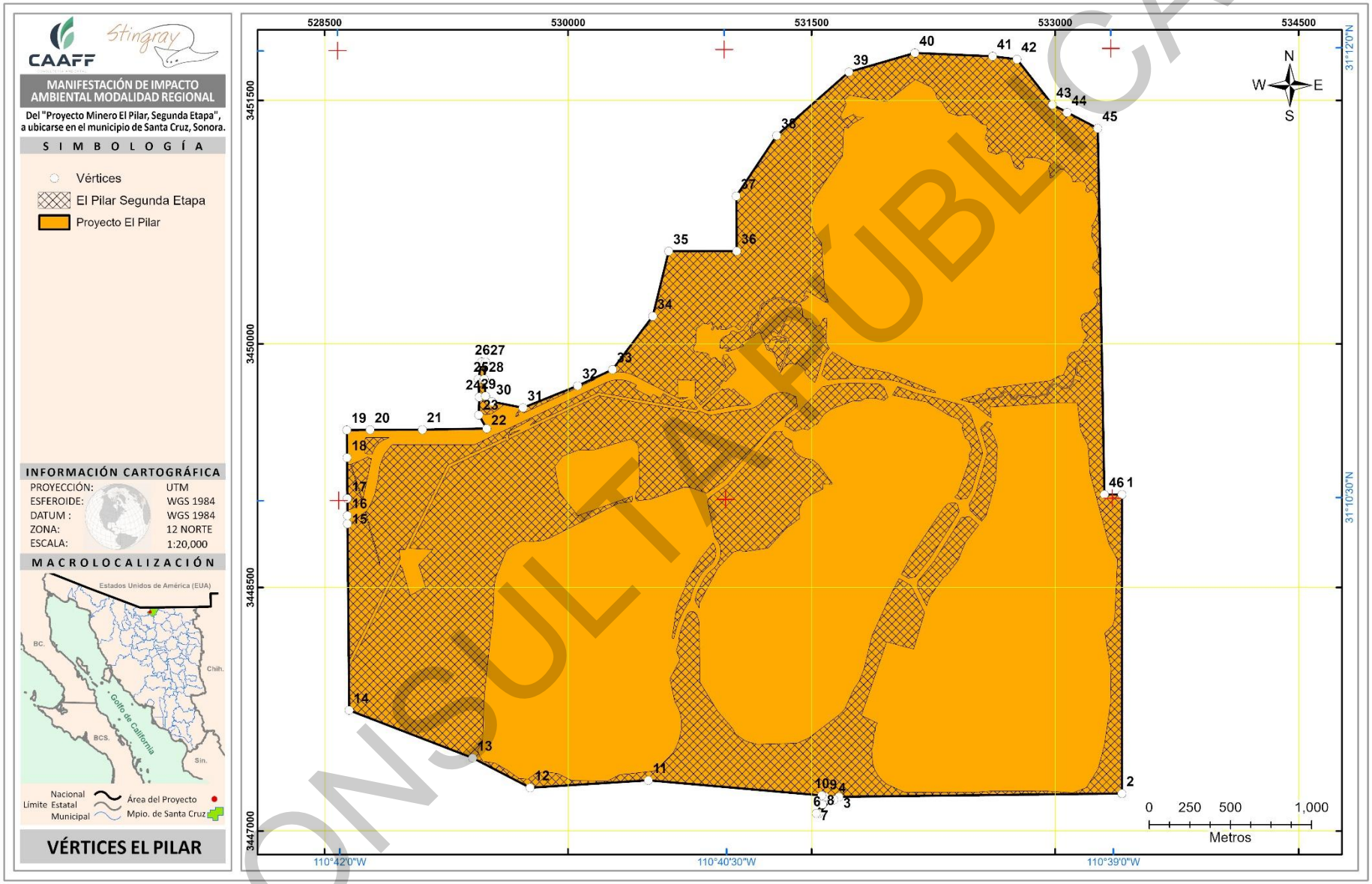


Figura 3. Vértices del polígono con la nueva configuración del Proyecto Minero el Pilar (1ra y 2da etapa)

CONSULTA PÚBLICA



Figura 4. Colindancias del predial Proyecto Minero el Pilar

II.1.2.3 Dimensiones del proyecto

Para el desarrollo del proyecto, la empresa promovente ha realizado una reconfiguración del diseño de las obras mineras para lograr una adecuada explotación y beneficio del mineral de cobre y con ello dar viabilidad técnica-económica-ambiental.

Por lo tanto, el objetivo del desarrollo de esta segunda etapa es llevar a cabo la extracción de mineral de cobre a través del método de cielo abierto, en un total de 1,582.63 ha hectáreas, conformada en 8 grandes áreas generales, las cuales se describen a continuación:

- Área de servicio y apoyo con una superficie de 96.5272 ha, el cual comprende la zona con diversos usos y objetivos dentro de los cuales se destacan caseta de vigilancia, área de carga y descarga, armado de camiones, área de rebombeo, vivero, caminos, oficinas, comedores, talleres, tanques de combustibles, almacenes, entre otras.

- Banco de préstamos con una superficie de 86.8591 ha, esta zona se realizará la extracción de materiales pétreos para ser utilizados en las obras a desarrollar en las diversas partes del proyecto minero.

- Patio de lixiviación con una superficie de 362.3072 ha, el patio de lixiviación se ubicará al norte del tajo en un área donde se ha descartado la presencia de minerales. El patio se orientará de acuerdo con la topografía natural para minimizar la nivelación del terreno y para que el flujo de soluciones sea vía los drenajes naturales de la zona. Las obras de este patio cumplirán con la NOM-159-SEMARNAT-2011.

- Tajo Se construirá de acuerdo a normas y especificaciones usuales en este tipo de minas y se trabajará únicamente en las áreas que serán explotadas de acuerdo a las etapas de desarrollo del mismo. Al finalizar la vida útil de la mina, el área total que ocupará el tajo será de 352.7407 hectáreas.

- Piletas-Planta-Canal-Agua pluvial representa un área de 90.0424 ha, en esta zona se pretenden ubicar diversas obras asociadas a la planta de proceso y el manejo del agua, La planta de proceso se ubicará al Oeste del área de oficinas administrativas. La planta se ubica de tal forma que esté lo más cercana posible a las piletas de proceso.

- Tepetateras se ubicarán al Este y Oeste del tajo y su tamaño se incrementará de manera paulatina de acuerdo con la generación de material que no contiene mineral recuperable. La tepetatera Este ocupará una superficie de 298.747 ha y la tepetatera Oeste 279.9789 ha, esta actividad es la que mayor superficie representa en el proyecto. Las obras de este tepetateras cumplirán con la NOM-157-SEMARNAT-2009.

- Relleno sanitario se construirá un relleno sanitario en el área oeste del polígono, alejado de las oficinas y comedores, se utilizarán las brechas existentes para llegar a este. Las obras de este Relleno cumplirán con la NOM-083-SEMARNAT-2003, esta obra ocupará una superficie de 15.42 ha.

En la tabla siguiente se cuantifica que las tepetateras son las zonas de mayor superficie, sumando un total 578.63 ha lo que representa el 36.57%, seguido por el patio de lixiviación con 362.3 ha lo que equivale al 22.89% del área total, en tercer lugar, el tajo de extracción del mineral con una superficie de 352.74 ha equivalente al 22.29%.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6. Superficie objetivo por la reconfiguración del proyecto Minero el Pilar (1ra y 2da etapa)

Tipo de vegetación	Área (ha)	Porcentaje %
Áreas de Servicio y Apoyo	96.54	6.10%
Banco De Préstamo	86.86	5.49%
Patio Lixiviación	362.3	22.89%
Piletas-Planta-Canal-Agua Pluvial	90.04	5.69%
Relleno sanitario-AR-OAA	15.42	0.97%
Tajo	352.74	22.29%
Tepetatera Este	298.75	18.88%
Tepetatera Oeste	279.98	17.69%
TOTAL	**1582.63**	**100.00%**

En específico para la ejecución de la Segunda Etapa del Proyecto Minero El Pilar, será necesaria las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 604.00 ha, de las cuales la mayor superficie se deberá a la ampliación del tajo con 138.0391 ha, representando el 22.85%, seguido el patio de lixiviación 106.6375 ha con un 17.66% y en tercer lugar el banco de préstamo con una superficie de 77.1622 ha (12.78%).

Tabla 7. Superficie necesaria de cambio de uso de suelo necesaria para la construcción de la segunda etapa

Tipo de vegetación	Área (ha)	Porcentaje %
Tepetatera Oeste	76.3862	12.65%
Patio Lixiviación	106.6375	17.66%
Relleno sanitario-AR-OAA	15.393	2.55%
Piletas-Planta-Canal Agua Pluvial	68.6167	11.36%
Banco de préstamo	77.1622	12.78%
Tepetatera Este	47.2271	7.82%
Tajo	138.0391	22.85%
Áreas de Servicio y Apoyo	74.5382	12.34%
TOTAL	**604.00**	**100.00%**

Para definir las coordenadas de los polígonos de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, se numeraron los polígonos con vegetación forestal por tipo de vegetación, quedando de la siguiente manera:

Tabla 8. Numeración de los polígonos de CUSTF

Uso de Suelo	N° de Polígonos	Superficie (Hectáreas)
Vegetación secundaria de Bosque de Encino	9	51.4154
Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural	26	552.5846
Total	**35**	**604.0**

Tabla 9. Superficies de los polígonos de Cambio de uso de suelo para el desarrollo del "Proyecto Minero El Pilar, segunda Etapa"

Polígono	Superficie	Tipo de vegetación
1	6.553	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
2	1.8293	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
3	0.7688	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
4	0.8846	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
5	0.723	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
6	1.8203	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
7	1.5225	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
8	2.6767	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
9	34.6372	Vegetación secundaria de Bosque de Encino
10	2.992	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
11	6.2033	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
12	5.1213	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural

CONSULTA PÚBLICA

Polígono	Superficie	Tipo de vegetación
13	0.4649	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
14	1.5674	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
15	1.598	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
16	0.8102	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
17	0.799	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
18	32.8598	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
19	3.0731	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
20	6.4215	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
21	2.9996	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
22	7.6678	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
23	321.2991	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
24	0.9686	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
25	1.7791	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
26	4.573	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
27	4.3685	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
28	7.2099	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
29	13.2394	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
30	2.0654	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
31	3.8154	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
32	1.8601	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
33	1.9725	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
34	114.6747	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
35	2.181	Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural
Total	**604.0**	

De acuerdo con lo descrito, y en consideración de la gran cantidad de polígonos referentes a las actividades de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales se presenta como **ANEXO 4** las coordenadas UTM WGS84 en formato Excel (.xlsx) y como **ANEXO 3** en formato digital Shapefile y Kmz.

II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión de capital para el presente "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" se estima en $250 millones de pesos (aproximadamente 12.5 Millones de dólares). Los gastos de las medidas de mitigación y compensación serán de USD$ 2.5 millones anuales en promedio (aproximadamente 50 Millones de pesos anuales) los que serán invertidos en las medidas de compensación y mitigación.

Los costos estimados para aplicar las medidas de prevención y mitigación se estiman en 50 millones de pesos, que abarcan los costos de operación del departamento de medio ambiente, monitoreo ambiental (agua, aire y suelo), manejo de residuos, riego de caminos, manejo de aguas residuales, rescate y reubicación de especies, entre otros, durante la etapa de operación del proyecto. Para el desarrollo de las labores de restauración y cierre se requerirán aproximadamente $12 millones de pesos.

Dentro de los costos operativos, están contemplados los costos para las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, en el caso de las Medidas de Prevención y Mitigación las actividades más importantes son:

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
- Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional

CONSULTA PÚBLICA

- Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua
- Programa de Control y Prevención de Incendios Forestales
- Plan de manejo de residuos.
- Retiro y acopio adecuado de la capa fértil

Este proyecto permitirá conservar y generar hasta 450 empleos durante la etapa de operación de la mina, incluyendo personal propio o trabajando para contratistas y transporte de mineral. Cabe mencionar que la contratación a empresas proveedoras de bienes y servicios en la zona, estimula el espíritu emprendedor en las comunidades y el desarrollo de nuevos negocios, por lo que con el transcurso del tiempo el número de empleos indirectos tenderá a aumentar.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.4 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

La superficie de cambio de uso de suelo de terrenos forestales del proyecto se encuentra cubiertas de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria arbórea de pastizal natural y vegetación secundaria de bosque de encino, cuantificadas de acuerdo con la fotointerpretación de ortofotos digitales del área y su comprobación en campo, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 10. Uso del suelo y vegetación del área de cambio de uso de suelo necesaria para el desarrollo del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa."

Uso del suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Vegetación secundaria de pastizal natural	552.5846	91.49%
Vegetación secundaria de bosque de encino	51.4154	8.51%
TOTAL	604.0	100.00%

En las áreas donde se ubicarán las obras del proyecto no se presentan cuerpos de agua tales como Lagos, lagunas, bordos o aguajes.

CONSULTA PÚBLICA

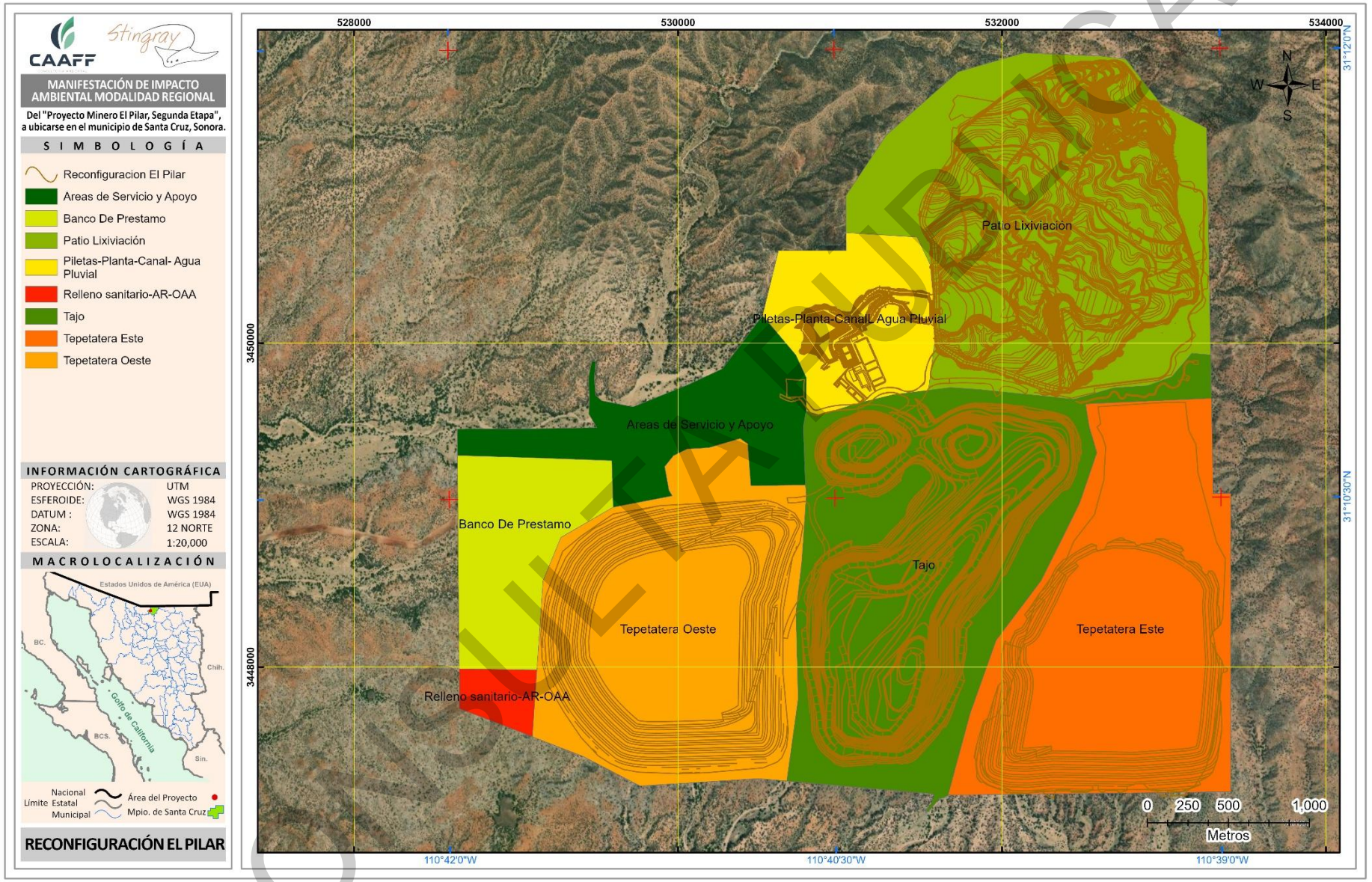


Figura 5. Reconfiguración final del Proyecto Minero El Pilar (1ra Etapa + 2da Etapa)

COPIA CONTROLADA

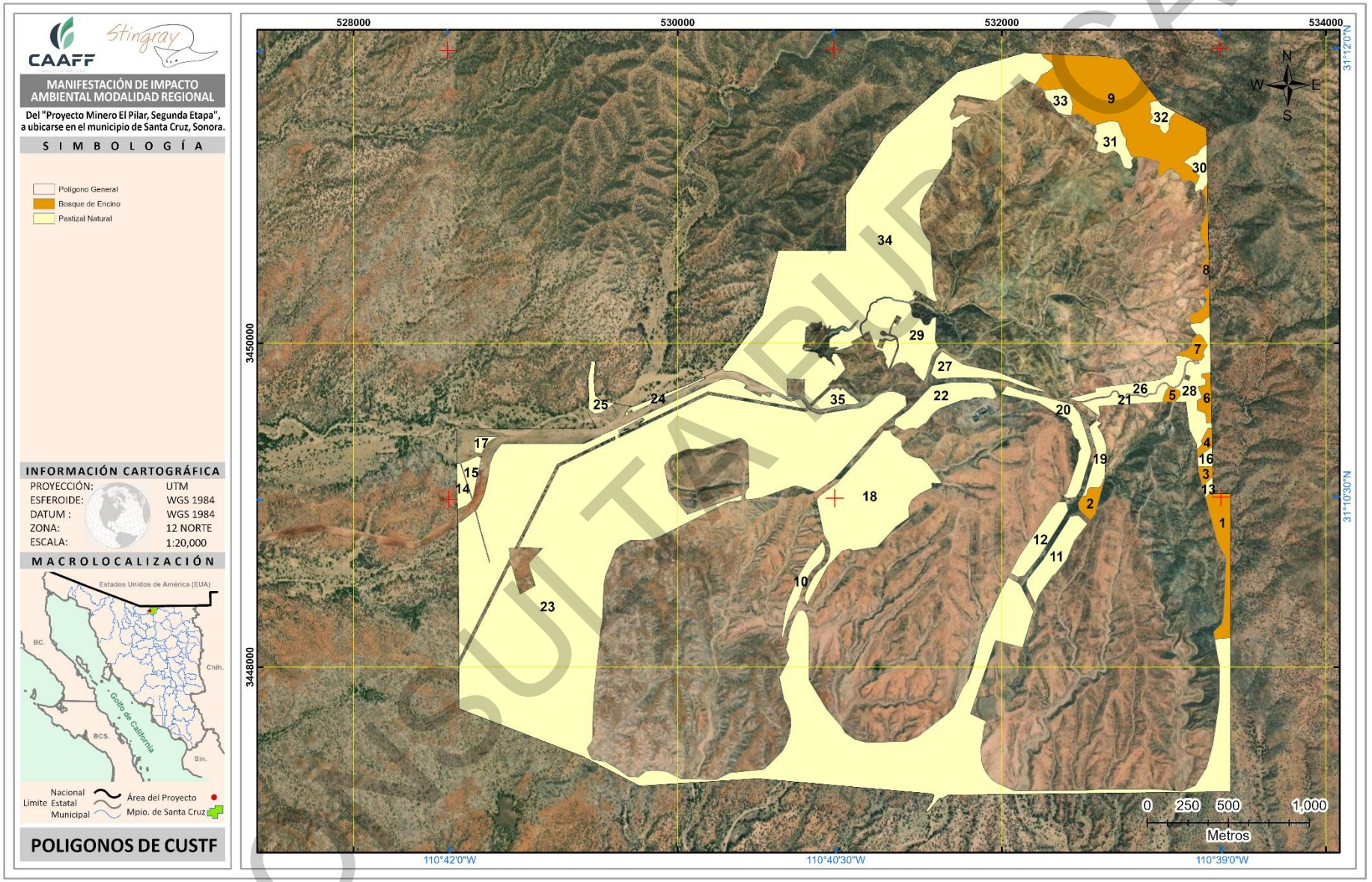


Figura 6. Identificación de polígonos forestales necesarios para la ejecución del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa "

CONSULTA PÚBLICA

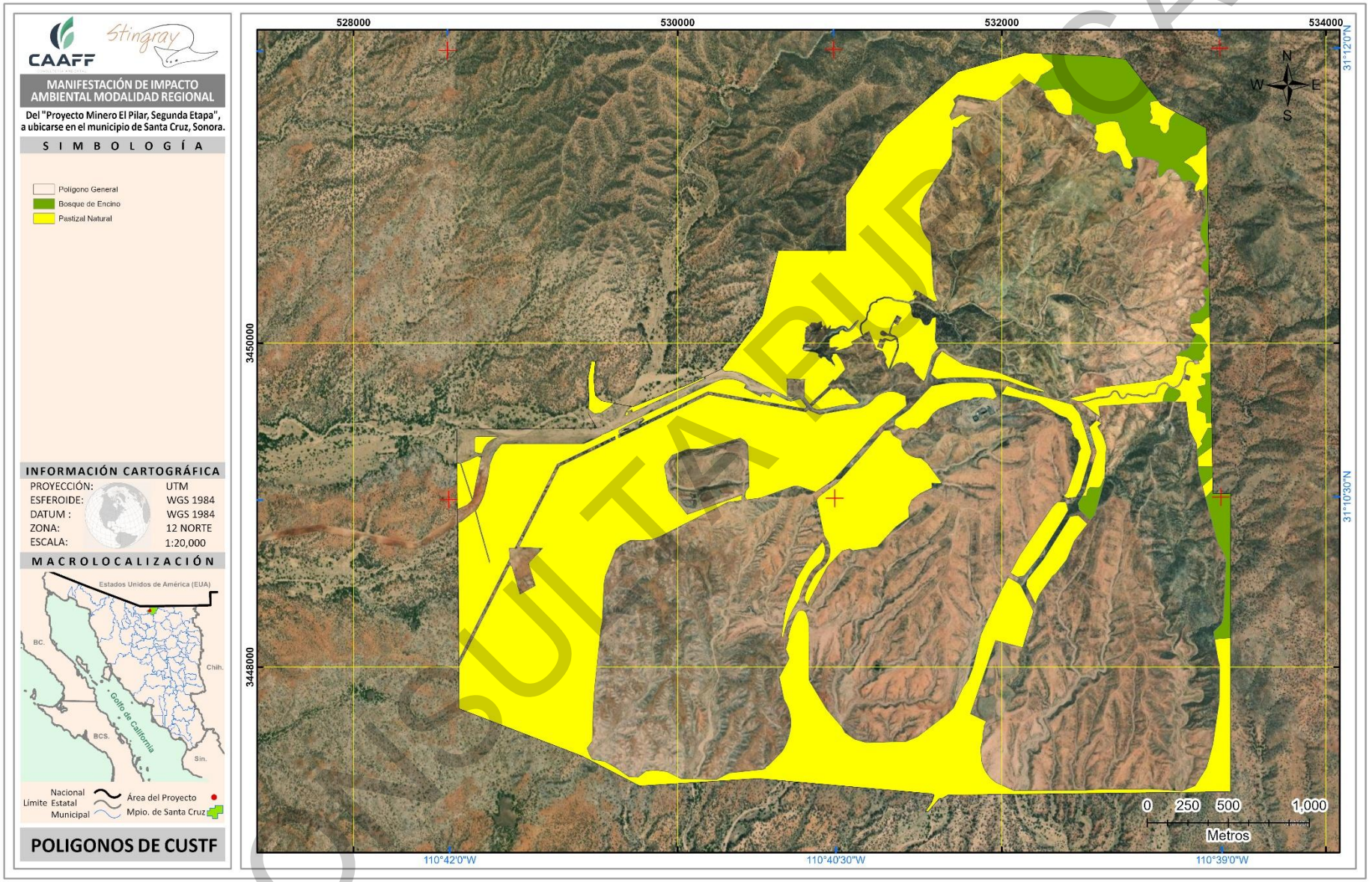


Figura 7. Tipos de vegetación del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"

COPIA CONSULTA PÚBLICA

II.1.5 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

La urbanización del área para el Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa, se concibe exclusivamente como la habilitación de la infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades mineras, sin que ello implique la conformación de asentamientos humanos o núcleos urbanos permanentes. El proyecto se ubica en una zona rural del municipio de Santa Cruz, Sonora, con baja densidad poblacional, predominancia de actividades ganaderas y carencia de servicios urbanos formales, por lo que la infraestructura requerida deberá adecuarse al contexto territorial y operacional, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Desde la preparación del sitio se prevé la adecuación de caminos existentes y la apertura de nuevas vialidades internas que permitan el tránsito seguro de maquinaria pesada, vehículos de transporte de materiales y personal operativo.

En materia de obras asociadas, además de las instalaciones propias de la operación a cielo abierto, deben considerarse los proyectos complementarios que se han desarrollado para garantizar la conectividad y el suministro de insumos esenciales para la operación minera. En este sentido, se concluyó y presentó el proyecto denominado "Camino de Acceso y Espuela de Ferrocarril", actualmente autorizado en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Este proyecto tiene por objeto conectar la operación minera mediante una vía férrea y la carretera estatal Santa Cruz–Nogales, con el propósito de dotar al complejo minero de infraestructura logística adecuada para el transporte y manejo del mineral y productos derivados de la explotación de cobre. Este desarrollo colinda de manera inmediata con el área del Proyecto Minero El Pilar y abarca dos polígonos con una superficie conjunta de 17,427 hectáreas. La construcción de esta vía de comunicación representa un componente fundamental para la eficiencia operativa y logística de la mina, sin modificar la estructura territorial ni inducir procesos de urbanización en la región.

Asimismo, se encuentra en evaluación el proyecto "Sistema Eléctrico, El Pilar", concebido para asegurar el suministro eléctrico requerido por las instalaciones de la mina, tanto para el desarrollo original como para la Segunda Etapa. Dicho sistema comprende tres obras principales: una Línea de Transmisión de 0.329 km denominada "LT Maniobras Agua Zarca entronque Santa Ana–Nogales Aeropuerto" de 115 kV; una Subestación Eléctrica de Switcheo denominada "SE Maniobras Agua Zarca" de 115 kV con cuatro alimentadores, acompañada por un camino de acceso de 1.22 km; y una Línea de Transmisión de 30.114 km denominada "LT Maniobras Agua Zarca–Mina El Pilar", también de 115 kV. Estas obras permitirán suministrar energía a las áreas principales de la mina, incluyendo caseta de vigilancia, zonas de carga y descarga, estaciones de rebombeo, vivero, oficinas, comedores, talleres, almacenes, patios de lixiviación, tajos, planta de proceso y tepetateras. La finalidad de este sistema es garantizar la continuidad operativa del proceso minero-metalúrgico y mantener la capacidad de producir cobre de alta calidad, reforzando la infraestructura regional sin generar impactos urbanísticos en la zona.

Finalmente, es importante destacar que todas las obras realizadas dentro del proyecto, incluidas las asociadas, son estrictamente operativas y no generarán procesos de urbanización ni el establecimiento de nuevos centros de población. La infraestructura se limitará a lo necesario para el aprovechamiento minero y será desmantelada o restaurada conforme al plan de cierre del proyecto, garantizando la compatibilidad territorial y ambiental dentro del municipio de Santa Cruz, Sonora, cumpliendo así con los instrumentos normativos y de ordenamiento ecológico aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El proyecto "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" se compone de cuatro etapas: 1) Preparación del sitio, 2) Construcción, 3) operación y mantenimiento y 4) Cierre y Abandono

La fase de preparación del sitio tendrá una duración aproximada de 10 años, durante los cuales se realizarán actividades de desmonte y despalme en un total de ocho fases, de acuerdo con la siguiente distribución.

Tabla 11. Fases y tiempo de ejecución para las actividades de desmonte y despalme (Preparación del sitio).

Fase	Año de ejecución	Área de desmonte y despalme (ha)	Porcentaje	Acumulado
1	Año 1-2	335.811271	55.60%	55.60%
2	Año 3-4	63.60322	10.53%	66.13%
3	5	19.693605	3.26%	69.39%
4	6	41.367255	6.85%	76.24%
5	7	50.503473	8.36%	84.60%
6	8	19.577585	3.24%	87.84%
7	9	25.968723	4.30%	92.14%
8	10	47.475905	7.86%	100.00%
Total		**604.00**	**100.00%**	

Por otra parte, la fase de construcción también requerirá un periodo de 10 años, siendo importante señalar que las fases de preparación del sitio y construcción se desarrollarán de manera paralela y progresiva. En cuanto a la fase de operación y mantenimiento, esta iniciará en el segundo año del proyecto, es decir, un año después de comenzar las actividades de preparación del sitio y su duración será de aproximadamente **20 años.**

Finalmente, la fase de cierre y abandono no cuenta con un plazo definido, ya que se llevará a cabo una vez concluidas las actividades de aprovechamiento del mineral. Además, se contempla la posibilidad de realizar cierres parciales conforme las áreas vayan alcanzando su vida útil y se definan nuevos usos para el terreno.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 12. Cronograma de actividades.

ETAPA	OBRA	AÑO																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Preparación del sitio	Desmonte y despalme de la Fase 1																					
	Desmonte y despalme de la Fase 2																					
	Desmonte y despalme de la Fase 3																					
	Desmonte y despalme de la Fase 4																					
	Desmonte y despalme de la Fase 5																					
	Desmonte y despalme de la Fase 6																					
	Desmonte y despalme de la Fase 7																					
	Desmonte y despalme de la Fase 8																					
Construcción	Patio de Lixiviación																					
	Tajo																					
	Tepetatera I y II																					
	Piletas-Planta-Canal pluvial																					
	Áreas de servicio y apoyo																					
	Relleno sanitario																					
	Banco de agregados																					
Operación y mantenimiento	Operación del complejo Minero																					
	Mantenimiento preventivo y correctivo																					
Etapa de Cierre y abandono	Fin de minado	El cierre y abandono del sitio de extracción, tepetateras, patio de lixiviación y el resto de las superficies mineras será una vez concluida el aprovechamiento del mineral, dejando la posibilidad de cierres parciales conforme se llegue a la vida útil de la zona ya aprovechada conforme a su nuevo uso.																				
	Cierre del tajo																					
	Fin de lixiviación																					
	Fin de producción																					
	Neutralización de patios																					
	Desmantelamiento de infraestructura minera																					
	Suavizado de taludes, colocación del suelo vegetal y establecimiento de cubierta vegetal																					
	Monitoreo y mantenimiento																					

CONSULTA PÚBLICA

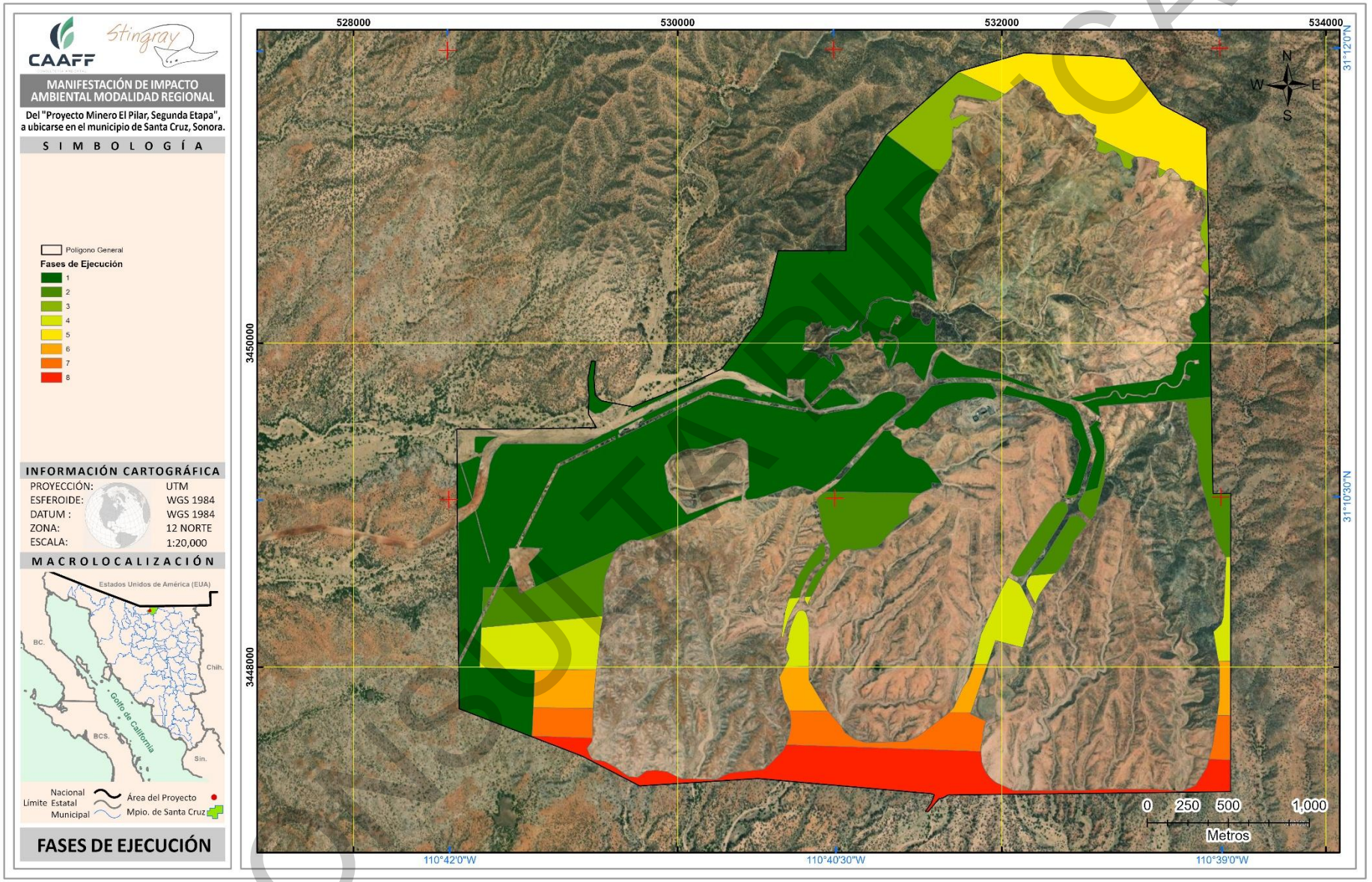


Figura 8. Fases de ejecución del Cambio de uso del suelo para el "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"

COPIA CONTROLADA

II.2.2 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

II.2.2.1 Desmonte y despalme

II.2.2.1.1 Desmonte

Consiste en la limpieza del área que se encuentren cubiertas de vegetación forestal; el desmonte se realizará mediante el uso de maquinaria o herramienta manual (motosierras, machetes, etc.), según sea requerido; el derribo se realizará de forma direccional, siempre hacia adentro del polígono con vegetación a remover, para evitar afectar vegetación fuera de éstos, el procedimiento de esta actividad será la siguiente:

II.2.2.1.1.1 Derribo

El derribo consiste en cortar el tronco del árbol en la base del mismo, dejando las raíces (tocón), llevando a cabo los siguientes pasos:

a. Se deberá elegir cuidadosamente la dirección de caída del árbol la cual dependerá de la inclinación del árbol, viento, obstáculo en la dirección de la caída, como lo pueden ser, los demás ejemplares arbóreos o arbustivos que permanecerán de pie por la existencia de nidos, así como del suelo en donde se hayan detectado madrigueras entre otros.
b. Se deberá elegir dos rutas de escape en ángulo aproximado de 45 grados, los cuales deberán de ser despejados de manera previa al derribo.
c. El derribo se iniciará haciendo una muesca en el tronco, la cual deberá de penetrar hasta un quinto o un cuarto de diámetro del árbol, posteriormente se hace el corte de caída el cual deberá de ser horizontal y su posición deberá estar entre los 2.5 a 5 cm sobre la base de la muesca.
d. En el caso de un árbol inclinado el derribo deberá hacerse en un ángulo cercano a 30 grados con respecto a la inclinación, en este caso la muesca debe ser orientada en la dirección de la caída. La bisagra deberá hacerse más angosta en el lado de la inclinación y más ancha en el lado hacia donde se desea girar el árbol o la caída. Además de lo anterior una cuña introducida en el lado de la inclinación ayudará a dirigir la caída del árbol, si el árbol es pequeño, el corte de caída se hace en tres secciones, procurando formar un triángulo y después se corta la punta del eje del triángulo por el sentido opuesto de la muesca.



Figura 9. Imagen ilustrativa de las actividades del derribo de vegetación.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.2.1.1.2 Desrame

Esta actividad se hará inmediatamente después del derribo para no dejar árboles encimados sin desramar.

a. Se adoptará una secuencia de trabajo metódico siguiendo los anillos de las ramas.
b. Cuando el árbol se encuentra sobre el suelo las ramas de la parte inferior de los dos anillos se cortarán en un movimiento antes de que el operador avance hasta los próximos dos anillos.
c. Cuando el árbol descansa en el suelo se deberá dar vuelta una vez que el operador llega a la copa.
d. Las ramas que aún permanecen en el tronco se cortan a medida que el operador regresa hacia la base.
e. Cuando el árbol es grande, primero se eliminarán las ramas que obstaculizan el trabajo cortando las ramas en dos partes o más; cuando existe peligro de rajaduras en la base es muy importante observar la tensión de la madera. Cuando la rama es grande, se corta primero el lado bajo compresión, se retira la barra antes de que quede apretada en el corte, después se corta el otro lado. Es muy importante no esperar a que el árbol derribado se seque porque aumentan los riesgos de accidente con el rebote de la barra, ya no es fácil observar cuál lado de las ramas está bajo compresión y cuál bajo tensión, además pueden anidar animales peligrosos y la madera se va endureciendo.



Figura 10. Imágenes ilustrativas del desrame

CONSULTA PÚBLICA

II.2.2.1.2 Despalme

Se realizará el despalme sobre el derecho de vía (de acuerdo con el esquema presentado en las figuras 5 y 6 donde pueda pasar la maquinaria y los insumos necesarios durante las actividades de rehabilitación y mantenimiento, y posteriormente en caso de requerirse, durante la operación (para los mantenimientos preventivos o correctivos).

Esta acción consistirá en la movilización de la capa superficial de suelo, en aproximadamente 20-30 cm de profundidad, incluyendo además los pastos presentes; esta capa orgánica de suelo será utilizada posteriormente para afianzar el talud y la capa orgánica de la misma. Para esta actividad se prevé el utilizar maquinaria que permita realizar el movimiento de tierra, como la Motoniveladora, Bulldozer, Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similares.



Figura 11. Imagen ilustrativa de las actividades del despalme.

COPIA PÚBLICA

II.2.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS MINERAS

II.2.3.1 Patio de lixiviación

De acuerdo con la NOM-159-SEMARNAT-2011, el patio de Lixiviación se define como un conjunto de obras y servicios que integran el proceso de lixiviación en pilas de mineral de cobre. Un patio de lixiviación está constituido comúnmente por: [I] una o varias pilas construidas sobre una plataforma con recubrimiento, donde la base ha sido impermeabilizada para impedir la infiltración de la solución lixiviante; [II] Una pileta para la recolección de a solución preñada; [III] una pileta de emergencia o de sobre flujo; [IV] una pileta para la recolección de la solución gastada.

Sin embargo, tal como se indicó en el apartado de antecedentes, la obra correspondiente al "Patio de Lixiviación" (autorizada mediante el oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11) no ha finalizado su etapa de construcción debido al periodo de suspensión aplicado para la reconfiguración del proyecto en atención a la NOM-159-SEMARNAT-2011, por lo que actualmente, a la fecha de la presentación de este estudio, únicamente se han concluido los trabajos de preparación del sitio (desmonte y despalme) en una superficie de 249.89 hectáreas.

Por lo anterior y en cumplimiento a la NOM-159-SEMARNAT-2011, para finalizar la etapa de construcción, será necesario el incrementar en 106.64 hectáreas la superficie de esta obra, es decir, llegar a contar con una **superficie total de 362.32 ha**, con el único objetivo de asegurar la toma de las medidas necesarias para prevenir daños al sistema de lixiviación derivados de factores hidrológicos y los consecuentes daños potenciales a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos existentes, en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, así como el cumplir con los criterios de proyecto para su construcción y obras complementarias como lo son caminos de acceso e internos, área de trituración primaria, cribado, trituración secundaria, aglomeración, red de tuberías para el sistema de lixiviación.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.3.2 Tajo

El minado a tajo abierto es un método para la explotación de yacimientos de mineral, el cual consiste en la remoción del material estéril que cubre al mineral, para posteriormente extraer el mineral con valor económico. Este proceso implica actividades de desarrollo, barrenación, voladuras, cargado, acarreo y depositación de materiales en diferentes destinos, utilizando equipos de diferentes tamaños y realizando actividades adicionales para el desarrollo sustentable

La extracción de mineral inicia desde que se planea la voladura para poder fragmentar la roca hasta que se realiza el cargado de camiones para su acarreo, sin lugar a duda para poder extraer mineral es indispensable el retirar material estéril que denominamos tepetate, dicho material no contiene una ley de cobre o molibdeno que sea factible económicamente para procesarse, la extracción del mineral de manera ilustrativa consiste en:

- Limpieza del banco: En este proceso se utilizarán tractores de orugas para preparar el terreno para la barrenación.
- Marcación de patrones de barrenación: Consiste en definir y marcar los lugares donde se realizará cada barreno para la voladura, el Ingeniero de Minas diseñará cada patrón de barrenación y lo marcará en campo. La marcación puede ser con aparatos topográficos o mediante despliegue grafico en los equipos de barrenación.
- Barrenación: En este proceso se pueden utilizar perforadoras con broca de 12¼ pulgadas de diámetro aproximadamente para voladuras primarias, efectuando barrenos de aproximadamente 18 metros de profundidad. Además se utilizan equipos de barrenación con broca de menor diámetro para voladuras auxiliares y Precortes.
- Muestreo: Para conocer y definir los materiales a minar, es necesario tomar muestras de cada barreno. Esta tarea consiste en cortar el bordo del material extraído del barreno, se estima que se tomen en promedio 4 muestras en diferentes lados, las cuales se mezclan para obtener una sola muestra de cada barreno y se envía al laboratorio para su posterior cuarteo y ensaye.
- Cargado de barrenos: Para el cargado de barrenos se colocarán cargas explosivas en el interior del barreno y los accesorios para conectar y controlar los tiempos de detonación. En este proceso se utilizarán explosivos de alta densidad, incluyendo Alto explosivo, Agente explosivo, Cordón detonante, Conductores e Iniciadores. Se empleará el camión mezclador para el cargado y la retroexcavadora para tapar barrenos.
- Preparación y voladura: Al concluir el proceso de cargado de barrenos, se prepara la voladura definiendo y conectando la secuencia de detonación. Se procederá a retirar el equipo y a todo el personal a distancias seguras. El Supervisor de Voladuras efectuará la voladura después de cerrar el acceso al lugar y utilizando accesorios o equipo para controlar el tiempo de inicio.
- Control de operaciones: El control de las operaciones se lleva a cabo utilizando sistemas computarizados para la Ingeniería y Administración de Recursos, lo que incluye Hardware de campo integrado a cada uno de los equipos.

Sin embargo, tal como se indicó en el apartado de antecedentes, la obra correspondiente al "Tajo" (autorizada mediante el oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11) no ha finalizado su etapa de construcción debido al periodo de suspensión aplicado para la reconfiguración del proyecto, por lo que actualmente, a la fecha de la presentación de este estudio, únicamente se han concluido los trabajos de preparación del sitio (desmonte y despalme) en una superficie de 198.78 hectáreas, más 15.92 ha correspondientes a caminos y polvorines.

CONSULTA PÚBLICA

El diseño del tajo final contempla bancos de 10 m de altura, de 7 a 10 m de ancho, con un ángulo Inter banco de 50º, con rampas de 30 m de ancho y 10% de pendiente máxima. Cuando se alcance el tajo final, su eje NE-SO tendrá una longitud total de 2.9 km y en el sentido NO-SE será una longitud máxima de 2.5 km, con un ángulo de talud de 45º y una profundidad máxima de 300 m en la parte sur y de 180 m en la parte norte. De acuerdo con el diseño final del tajo, este se deberá de ir construyendo en avances sucesivos laterales y en profundidad, por lo que a medida que se vaya profundizando en la mina, se requerirá ir expandiendo para mantener la estabilidad de sus paredes, creciendo y cambiando su forma constantemente; de este modo se generará una pared inclinada escalonada con bancos y caminos especialmente diseñados para el tránsito y operación de todos los equipos. Cada banco se irá cortando hacia abajo, generando la pared del tajo.

Por lo anterior, para finalizar la etapa de construcción, será necesario el incrementar en 138.04 hectáreas la superficie de esta obra, es decir, se requiere llegar a contar con una **superficie total de 352.74 ha**, esto con la finalidad de poder contar además con todos los parámetros geométricos necesarios (los cuales no fueron incluidos en el primer diseño conceptual) que se enlistan a continuación:

- **Zanjas:** Obra necesaria para canalizar las aguas de drenaje, ya que al no canalizar dichas aguas se correrá el riesgo de que éstas dañen y corten los caminos.
- **Cunetas:** Necesarias para contener a los vehículos en caso de emergencia; por ello las cunetas que estén hacia el tajo tendrá que ser más alta, de modo que pueda detener efectivamente a cualquier vehículo en una emergencia sin que caiga; la altura de la cuneta hacia el tajo es generalmente la mitad del diámetro de las ruedas de los camiones que transitan por el camino. Además estas deben de cumplir con un distanciamiento mínimo de seguridad con las pistas.
- **Banco:** Módulo o escalón comprendido entre dos niveles y que constituyen la rebanada que se explota, de estéril o de mineral, y que es objeto de excavación desde un punto en el espacio hasta una posición final preestablecida.
- **Pistas de rodamiento:** Estructuras varias a través de las que viajan los vehículos de acarreo para extraer el mineral y el estéril. También sirven para efectuar los movimientos de equipos y servicios entre diferentes puntos de las mismas. Se caracterizan fundamentalmente por su anchura y su pendiente dentro de una disposición espacial determinada.
- **Rampa de acceso:** Caminos de uso esporádico que se utilizan para el acceso de los equipos, generalmente de arranque, a los frentes de trabajo. El ancho es reducido y, al ser vías de un solo carril, las pendientes son superiores a las de las pistas.
- **Bermas:** Plataformas horizontales existentes en los límites de la explotación sobre los taludes finales, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad. El intervalo de las bermas y su anchura, así como el ángulo de talud, se establecen por condicionantes geotécnicos y de seguridad y, en ocasiones, por consideraciones operativas si se utilizan como pistas de transporte.
- **Límites finales de la mina:** Límites geográficos en donde llegan las excavaciones. El límite horizontal determina el fondo final de la explotación y los límites laterales los taludes finales de la misma. Los límites en profundidad de una mina a cielo abierto están condicionados, fundamentalmente, por la geología del yacimiento y por aspectos económicos derivados de los costos de extracción del estéril para un determinado valor del mineral explotado.

Cabe aclarar, que esta superficie incluirán obras complementarias, como caminos de acceso hacia el tajo así como los accesos y la superficie de los polvorines.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.3.3 Tepetatera I y II

Una Tepetatera es una estructura de ingeniería civil diseñada específicamente para el almacenamiento permanente, seguro y estable del material estéril generado durante las operaciones de extracción. Este material, conocido como "tepetate" o roca estéril, es el material rocoso que se remueve para acceder a los cuerpos mineralizados pero que no posee valor económico.

Los objetivos fundamentales de una Tepetatera es el Confinamiento seguro del material estéril, es decir, garantizar que la roca estéril permanezca contenida dentro de los límites diseñados, evitando su dispersión no controlada, por lo que el diseño de ingeniería se materializa a través de un proceso constructivo secuencial y rigurosamente controlado.

Sin embargo, tal como se indicó en el apartado de antecedentes, las obras correspondientes a la "Tepetatera I" y "Tepetatera II" (autorizada mediante el oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11) no ha finalizado su etapa de construcción debido al periodo de suspensión aplicado para la reconfiguración del proyecto, por lo que actualmente, a la fecha de la presentación de este estudio, únicamente se han concluido los trabajos de preparación del sitio (desmonte y despalme) en una superficie de 241.81 ha para la "Tepetatera I" y 189.65 ha para la "Tepetatera II" respectivamente, más 23.65 ha, referentes a caminos y otras obras.

Por lo anterior, para finalizar la etapa de construcción de la Tepetatera I será necesario el incrementar en 47.23 ha, es decir, se requiere llegar a contar con una **superficie total de 298.75 ha**, con la finalidad de poder contar además con todos los parámetros geométricos necesarios (los cuales no fueron incluidos en el primer diseño conceptual) como lo son los taludes, bermas y sistema de drenaje.

De manera homóloga, para finalizar la etapa de construcción de la Tepetatera II será necesario el incrementar en 76.38 ha, es decir, se requiere llegar a contar con una **superficie total de 279.98 ha**, con la finalidad de poder contar además con todos los parámetros geométricos necesarios (los cuales no fueron incluidos en el primer diseño conceptual) como lo son los taludes, bermas y sistema de drenaje.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.3.4 Planta de proceso (Piletas-Planta-Canal pluvial)

Actualmente Stingray cuenta con las siguientes áreas y obras autorizadas:

1. Planta de proceso
    a. Planta de extracción por solventes
    b. Planta de depositación electrolítica
    c. Área de tanques
    d. Tanque de ácido sulfúrico
    e. Planta de ácido sulfúrico
    f. Laboratorio
    g. Área de subestación eléctrica
    h. Área de recepción de ácido sulfúrico
2. Oficinas principales y almacén
3. Pileta de refinado
4. Estación de combustible para vehículos ligeros
5. Estación de combustible para vehículos pesados
6. Área para lavado de camiones
7. Taller de camiones
8. Pileta de solución rica
9. Pileta de emergencia
10. Caminos

Sin embargo, tal como se indicó en el apartado de antecedentes, el anterior listado de actividades (autorizadas mediante el oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11) no ha finalizado su etapa de construcción debido al periodo de suspensión aplicado para la reconfiguración del proyecto, por lo que actualmente, a la fecha de la presentación de este estudio, únicamente se han concluido los trabajos de preparación del sitio (desmonte y despalme) en una superficie de 21.09 ha.

Por lo anterior, para la etapa de construcción, será necesaria la expansión y/o modificación de estas obras, por lo que se requiere un área que se denominará como "Piletas-Planta-Canal-Agua pluvial", la cual englobe y contenga a las obras ya existentes, así como las nuevas obras y/o modificaciones que garanticen la correcta operación y minimización de los riesgos ambientales. Así mismo, para la obra de la pileta de solución rica, la pileta de emergencia y asentadores adicionales; es imprescindible el realizar las ampliaciones con base en la NORMA Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, la cual establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre. En específico las adecuaciones a estas obras, versan conforme a lo señalado en el inciso 5.3.2.2. y 5.3.2.3. referente a la información climática; por lo anterior, la presente modificación, tiene como objetivo principal el evitar que se genere carga hidráulica en las piletas, y no se produzca algún derrame de excedencias fuera del sistema de lixiviación.

Por todo lo anterior, el área denominada como "Planta y oficinas", la cual pasará a ser denominada como (Piletas-Planta-Canal-Agua pluvial), prevé un incremento de superficie de 68.95 hectáreas, por lo que estas obras en conjunto tendrán una superficie total o definitiva de 90.04 ha.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.3.5 Áreas de servicio y apoyo

Actualmente Stingray cuenta con las siguientes áreas de servicio y apoyo autorizadas:

1. Vivero
2. Camino de acceso y vía
3. Tanque de rebombeo
4. Área de recepción de azufre

Sin embargo, tal como se indicó en el apartado de antecedentes, el anterior listado de actividades (autorizadas mediante el oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11) no ha finalizado su etapa de construcción debido al periodo de suspensión aplicado para la reconfiguración del proyecto, por lo que actualmente, a la fecha de la presentación de este estudio, únicamente se han concluido los trabajos de preparación del sitio (desmonte y despalme) en una superficie de 22.0 ha. Para finalizar la etapa de construcción, será necesaria la expansión de esta obra, en específico, la necesidad de expansión se refiere a la integración de un área en general que se denominará como "Áreas de servicio y apoyo", la cual englobe y contenga a las obras ya existentes.

Adicionalmente y en lo particular, el vivero autorizado se ubica en la coordenada central X: 529722.707; Y: 3449490.721 a un costado del camino de acceso principal, con una superficie de 0.46 hectáreas, sin embargo, a razón de la reconfiguración general del proyecto así como a la perturbación de la zona por el constante tránsito de vehículos, es imprescindible cambiar la ubicación y tamaño de este hacia la coordenada central X:530525.1129; Y:3449962.3429 a 900 metros de distancia de la ubicación original, es decir, este se desea cambiar al área general denominada como "Áreas de servicio y apoyo", con una superficie final para el vivero de 9.90 ha.

Por lo anterior, para finalizar la etapa de construcción de las "Áreas de servicio y apoyo" será necesario el incrementar en 74.54 ha, es decir, se requiere llegar a contar con una superficie total de 96.54 ha.

II.2.3.6 Relleno sanitario

El relleno sanitario se ubica en la coordenada central X: 529034.438; Y: 3448610.231 al costado oeste de la Tepetatera II, la superficie actual ocupada por esta obra es de 3.45 hectáreas, sin embargo, a razón de la reconfiguración general del proyecto así como a la nueva obra que se adiciona a la presente modificación (Banco de agregados), es necesario cambiar la ubicación de esta hacia la coordenada central X: 528867.530; Y: 3447849.396 a 800 metros de distancia de la ubicación original aproximadamente, denominando esta área como "Relleno Sanitario AR-OAA". Además esta obra requerirá de un incremento en superficie, siendo necesario contar con una superficie total de 15.40 ha, las cuales todas requerirán de actividades de desmonte.

II.2.3.7 Banco de agregados (Banco de préstamo)

La integración de la obra denominada "Banco de agregados" nace de la necesidad de contar con arcilla para satisfacer la demanda prevista por la construcción del patio de lixiviación, en específico para el tema del revestimiento, esto a razón de que en diversas estructuras se tendrá la necesidad de preparar el terreno con un revestimiento de arcilla. Por lo tanto para esta actividad será necesario contar con una superficie total de 86.83 ha, de las cuales 77.16 ha requerirán de actividades de desmonte.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.4 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS O PROVISIONALES

Tal como se indicó en el apartado de antecedentes, la presente manifestación surge de la necesidad de modificar algunas de las obras y actividades previamente autorizadas en la Manifestación de Impacto Ambiental del *Proyecto Minero El Pilar* (oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11). En consecuencia, las obras asociadas y provisionales se mantienen.

A continuación se presenta un resumen de las actividades asociadas y provisionales:

II.2.4.1 Obras Asociadas

Como obras asociadas al "Proyecto Minero El Pilar" y al presente proyecto "Proyecto Minero, El Pilar, Segunda Etapa", se concluyó y presentó el proyecto denominado "Camino de Acceso y Espuela de Ferrocarril" (Actualmente Autorizado en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales). Este proyecto tiene como objetivo conectar la operación minera mediante una vía férrea a través de la espuela y la carretera estatal Santa Cruz–Nogales, con el fin de contar con la infraestructura necesaria y cumplir los requerimientos del proyecto minero para la explotación de cobre. El proyecto se ubica de manera contigua al presente desarrollo, abarcando dos polígonos con una superficie total de 17,427 hectáreas, de las cuales 12,364 hectáreas presentan cobertura forestal.

Por otra parte, adicionalmente se cuenta con el proyecto denominado "Sistema Eléctrico, El Pilar" (Actualmente en evaluación), el cual consiste en la construcción de tres obras principales que asegurarán el suministro eléctrico a las instalaciones de la Mina "Proyecto Minero El Pilar" así como del "Proyecto Minero, El Pilar, Segunda Etapa", a continuación, se describen las características generales de cada una de ellas:

- Línea de Transmisión (LT) de 0.329 km, denominada como "LT. Maniobras Agua Zarca entronque Santa Ana – Nogales Aeropuerto" de 115 kV-2C-0.329km-1C/F-ACSR 795 kCM-TA.
- Subestación Eléctrica (SE) de Switcheo denominada "SE. Maniobras Agua Zarca" de 115kV-4 Alimentadores, esta obra incluye como obra complementaria un camino de acceso de 1.22 km denominado como "Camino de Acceso a SE. Maniobras Agua Zarca".
- Línea de Transmisión (LT) de 30.114 km denominada "LT. Maniobras Agua Zarca – Mina El Pilar" de 115 kV-2C-30.114km-1C/F-ACSR 795 kCM-TA.

Como bien se describe en el apartado anterior, el presente proyecto obedece a la necesidad de asegurar el suministro eléctrico en las instalaciones de la mina El Pilar. La finalidad principal del "Sistema Eléctrico, El Pilar", es poder suministrar de energía eléctrica a las áreas principales de la mina, como lo son: las áreas de servicio y apoyo (caseta de vigilancia, área de carga y descarga, área de rebombeo, vivero, oficinas, comedores, talleres, almacenes), a los patios de lixiviación, Tajos, Planta de proceso y Tepetateras, por mencionar algunos; y con ello el poder continuar de una manera más eficiente con las actividades de explotación de recursos minerales a cielo abierto, para obtener cobre de alta calidad como producto principal.

CONSULTA PUBLICA

II.2.4.1 Obras Provisionales

Las obras provisionales y o actividades que requiere la instalación de los proyectos son las siguientes:

II.2.4.1.1 Almacenes y bodegas.

Los almacenes requeridos estarán ubicados de manera provisional dentro del área de servicio y apoyo, estos generalmente se levantan con piezas de material multipanel que se arman sobre piso de tierra con dimensiones de variables.

En dichas instalaciones se guardará únicamente el equipo, herramienta y maquinaria necesaria durante la preparación del sitio y construcción de la obra, después de lo cual se desmantelarán. Las dimensiones exactas de almacenes y bodegas que se requieran para este proyecto se definirán cuando inicie la construcción; aunque en última instancia será la compañía constructora quien los ubicará de acuerdo con las necesidades del proyecto. Es preciso señalar que este tipo de instalaciones no deberá establecerse sobre superficies con uso de suelo forestal.

II.2.4.1.2 Instalaciones sanitarias

En la etapa de construcción se instalarán baños portátiles provisionales de acuerdo con el número de empleados, se distribuirán de acuerdo con los frentes de trabajo y estarán sujetas a un programa de limpieza y mantenimiento por parte de la compañía prestadora de servicios, la cual deberá contar con las autorizaciones vigentes para su operación.

II.2.4.1.3 Campamentos, dormitorios y comedores

Para la etapa de construcción de las obras mineras, se instalará un campamento, se subcontratarán los servicios de compañías externas con las autorizaciones correspondientes para el manejo de los residuos sólidos y aguas residuales de este campamento.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Tal como se indicó en el apartado de antecedentes, la presente manifestación surge de la necesidad de modificar algunas de las obras y actividades previamente autorizadas en la Manifestación de Impacto Ambiental del *Proyecto Minero El Pilar* (oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11). Sin embargo, de acuerdo con lo descrito en la etapa de construcción, esta segunda etapa tiene el objetivo de incrementar superficie para las obras principales, así como del conglomerar en diferentes áreas generales dichas obras con el objetivo de facilitar y manejar la información respecto al proyecto, por lo que, en consecuencia, el proceso descrito para la etapa de operación del *Proyecto Minero El Pilar* (oficio resolutivo No. DS-SG-UGA-IA-0916-11) se mantendrá.

A continuación se presenta un resumen del proceso:

La etapa de operación y mantenimiento del Proyecto Minero El Pilar inicia una vez concluidas las obras descritas en la etapa de construcción y tiene como propósito garantizar el funcionamiento seguro, eficiente y ambientalmente responsable de todos los componentes del sistema minero. El conjunto de actividades operativas deriva directamente de la infraestructura habilitada durante la construcción, por lo que esta etapa integra la operación continua del patio de lixiviación, tajo, tepetateras, planta de proceso, áreas de servicio y apoyo, relleno sanitario y banco de agregados.

Durante la operación del patio de lixiviación, el mineral lixiviable será transportado a una planta quebradora-aglomerador y/o acarreado al Terrero de Lixiviación directamente (por medio de camiones mineros o bandas trasportadoras), en donde se llevará a cabo el apilamiento del mineral aplicando la solución lixiviante a través de redes de goteo o aspersión instaladas sobre cada capa de mineral. La solución rica será conducida por gravedad hacia las piletas de recolección y posteriormente hacia la planta ESDE para su procesamiento. La infraestructura de impermeabilización puede ser conformada por arcilla y/o geomembrana. Se mantendrá en inspección permanente para asegurar la integridad del sistema y prevenir infiltraciones. Los canales pluviales, bermas perimetrales y piletas de emergencia permanecerán en operación para manejar adecuadamente los escurrimientos superficiales y evitar excedencias hidráulicas.

El tajo a cielo abierto entrará en operación mediante la ejecución continua de barrenación, voladura, cargado y acarreo de material mineralizado y estéril. Estas actividades se realizarán dentro de la geometría final de diseño, la cual incluye bancos, rampas, bermas y sistemas de drenaje que deben mantenerse en condiciones óptimas para garantizar la estabilidad física y la seguridad operacional. El material estéril se transportará hacia las tepetateras, mientras que el mineral útil se dirigirá a una planta quebradora-aglomerador para posteriormente mandarse al patio de lixiviación. Durante toda la operación se aplicarán sistemas de control, monitoreo topográfico y geotécnico, así como mantenimiento periódico de caminos, taludes y cunetas, a fin de preservar la funcionalidad del tajo y prevenir procesos erosivos o inestabilidades.

Las Tepetateras I y II operarán como depósitos permanentes de material estéril mediante su crecimiento progresivo por bancos, respetando los parámetros geométricos definidos. La descarga del tepetate se realizará de manera controlada y su acomodo se efectúa con maquinaria pesada para asegurar la conformación de taludes estables y bermas operativas. Los canales perimetrales de aguas de no contacto permanecerán en funcionamiento para evitar la saturación del material almacenado, mientras que la estructura completa es sometida a monitoreo rutinario para evaluar su estabilidad física durante toda la vida útil del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

La planta de proceso (Piletas–Planta–Canal Pluvial) entrará en operación con la puesta en marcha de las unidades de extracción por solventes, electrodeposición, planta de ácido, sistemas eléctricos y de bombeo, laboratorio, piletas de solución rica, piletas de emergencia y redes hidráulicas. Durante esta fase se llevará a cabo la transferencia, almacenamiento y manejo de reactivos, la operación del sistema de conducción de soluciones y la gestión del agua pluvial a través del canal diseñado para evitar aportes no controlados a las piletas del sistema de lixiviación. Las actividades de mantenimiento incluyen inspección de reactores, bombas, válvulas, tuberías, sistemas de seguridad y equipo auxiliar.

Las áreas de servicio y apoyo continuarán operando como zonas estratégicas para la logística general del proyecto. En ellas se desarrollan actividades de mantenimiento vehicular, operación de estaciones de combustible, funcionamiento del vivero para el soporte de los programas ambientales, administración interna, almacenamiento de insumos y operación de vías internas de comunicación. Estas áreas requieren mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones eléctricas, hidráulicas y mecánicas, así como la gestión adecuada de residuos y combustibles.

El relleno sanitario operará como el sitio autorizado para la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos generados durante la operación. Esta actividad comprende la recepción, compactación y cobertura de residuos, mantenimiento de taludes, operación de accesos, control de escurrimientos y manejo de lixiviados de acuerdo con las especificaciones establecidas para el sitio. Su operación está sujeta a un programa de revisiones periódicas orientadas a preservar la integridad del sistema.

El banco de agregados funciona como una fuente de materiales arcillosos requeridos para mantenimiento del patio de lixiviación y otras obras del proyecto. Durante la operación se extrae, carga, acarrea y acopia material según las necesidades del programa de mantenimiento, manteniendo el control de pendientes, plataformas de trabajo y accesos, además de aplicar medidas de control de polvo y escurrimientos.

Finalmente, todas las obras asociadas y provisionales continúan en funcionamiento en la medida en que son necesarias para la operación minera, incluyendo campamentos, instalaciones sanitarias, almacenes temporales y sistemas auxiliares. La etapa de operación incorpora además un programa permanente de mantenimiento general que comprende la conservación de caminos, cunetas, canales, geomembranas, estructuras hidráulicas, instalaciones eléctricas y mecánicas, así como inspecciones periódicas de estabilidad geotécnica, control de erosión y seguimiento ambiental en cumplimiento con la normatividad vigente.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

La empresa Recursos Stingray de Cobre S.A. de C.V. preparará un Plan de Cierre y Restauración detallado, el cual empezará a ejecutarse desde la fase de operación del proyecto, en aquellos sitios que vayan siendo dejados fuera de operación y se completará en la fase de abandono.

Para un mejor entendimiento y definición del plan de cierre y restauración, es importante visualizar los usos potenciales del suelo posterior a las operaciones mineras, además de garantizar que el sitio quede en condiciones estables y seguras, así como libres de contaminación a corto, mediano y largo plazo. Preliminarmente, se anticipa que los usos de las zonas a restaurar pueden ser uno o varios de los siguientes:

- Hábitat natural para la flora y fauna silvestre
- Terrenos con potencial para actividades ganaderas
- Terrenos con potencial para actividades agrícolas

Se describen enseguida los lineamientos y criterios generales en los que se basarán las actividades de cierre y restauración de las obras mineras en El Pilar.

Es primordial que desde la etapa de planeación y diseño de las obras mineras se consideren los criterios adecuados para facilitar la restauración del sitio en la fase de abandono. Un ejemplo de ello es la recuperación de la capa vegetal durante el desmonte y despalme del terreno. Asimismo, el rescate y trasplante de especies de flora de interés y la instalación de un vivero para el cuidado y conservación de semillas y plantas nativas a utilizar en los programas de reforestación de la mina.

Las obras mineras transformarán las geoformas del terreno natural, el cual se conforma en estos momentos de lomeríos con pendientes mayormente en el rango de 10 a 25°, por lo que se torna importante que los diseños de los apilamientos de tepetate y del patio de lixiviación resulten con taludes finales de poca inclinación.

Las principales actividades para desarrollar para restaurar las diferentes áreas de la mina se describen brevemente abajo, haciendo notar que estos lineamientos y criterios serán revisados más adelante y podrían ajustarse a medida que se tiene más información para sustentar el plan detallado de restauración.

II.2.6.1 Tajo

Los taludes del tajo deberán quedar en condiciones estructuralmente estables y por seguridad se construirá una barrera alrededor del tajo para restringir el acceso al mismo. En caso dado, se habilitarán lugares debidamente protegidos como miradores. También, se instalarán señalizaciones alrededor del perímetro para advertir a las personas de los riesgos en el área.

Otras actividades importantes en la restauración del tajo serán el desvío, o encauzamiento hacia el tajo, de los escurrimientos pluviales, la clausura de caminos de acceso, la escarificación y la siembra de semillas y plantas nativas. La zona Noreste del tajo será parcialmente rellenada con tepetate generado durante la fase final de explotación del yacimiento.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.6.2 Tepetateras

Las tepetateras o terreros de material estéril permanecerán en el sitio y para su restauración se suavizarán los taludes y los apilamientos de tal forma que no se presenten estancamientos de agua sobre el terrero. De ser necesario se realizarán obras para el control de erosión, sobre todo en las rutas de drenaje hacia el tajo o hacia los arroyos naturales.

Una vez suavizados los taludes, los terreros se cubrirán con una capa de suelo vegetal recuperado en la fase de construcción de la mina. Donde sea necesario y operativamente posible, se escarificará el terreno y se plantarán especies nativas.

Para evaluar el potencial de generar ácido en el tepetate a producir, se realizaron pruebas ABA en muestras representativas tomadas principalmente en las zonas de los primeros 6 años de explotación de operación del tajo, y en menor proporción en las zonas a minar el resto de los años. Los resultados muestran que el tepetate representado por estas muestras no será generador de ácido, no clasifica como un residuo peligroso por lo que preliminarmente se anticipa que no requerirá de un aislamiento o tratamiento especial en la etapa de abandono.

II.2.6.3 Patio de lixiviación

Para definir el plan de restauración del patio de lixiviación se requiere conocer las características del mineral agotado, al término de la lixiviación, ya que permanecerá en el sitio. Con este fin se realizaron pruebas de contabilidad ácido-base (ABA) y toxicidad al material lixiviado remanente en columnas sujetas a pruebas metalúrgicas. Se formó un compósito con el mineral a minar durante los primeros años de operación, los resultados mostrados en la tabla II.7 indican que el mineral gastado no es un generador de drenaje ácido y que no será un residuo peligroso, sin embrago será necesario obtener compósitos anuales de los patios lixiviados y enviar a análisis estas muestras durante la vida útil del patio para vigilar el comportamiento del mineral gastado con el tiempo.

Tabla 13. Resultados de Pruebas ABA en muestra compuesta de mineral y mineral agotado.

Parámetro	Unidades	Resultados		Límite Máximo Permisible
		Mineral	Mineral Agotado	
Toxicidad				
Arsénico	mg/l	< 0.005	0.02	5
Cromo	mg/l	< 0.005	< 0.005	5
Cadmio	mg/l	< 0.0025	< 0.0025	1
Mercurio	mg/l	< 0.003	< 0.003	0.2
Plata	mg/l	< 0.0025	< 0.0025	5
Selenio	mg/l	< 0.012	< 0.012	1
Bario	mg/l	< 0.050	0.077	100
Plomo	mg/l	< 0.010	< 0.010	5
Prueba balance ácido-base				
pH muestra 1:2 con agua	--	7.25	3.31	2<pH<12.5
Humedad	%	13.9	6.41	-
Potencial de Neutralización (PN)	Kg CaCO3/ton	6.4	2.5	-
Potencial de Acidez (PA)	Kg CaCO3/ton	< 0.1	1.1	-
Balance Ácido Base (PN/PA)	-	> 64	2.3	≤1.2

CONSULTA PÚBLICA

Con base en lo anterior para la restauración del patio se propone en forma general y preliminar lo siguiente:

- Una vez que se haya terminado con la recuperación de cobre, el mineral gastado debe ser lavado. El proceso de lavado podrá concluir cuando en el efluente de las pilas se obtengan los valores de metales y metaloides en la solución de lavado, que cumplan con los valores límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 3 de la NOM-001-SEMARNAT-2021. Las muestras deben tomarse de acuerdo con la misma norma. El nivel del potencial hidrogeno (pH) en la solución de lavado este entre 5 y 10 unidades. Se entenderá que se llegó al equilibrio cuando los valores se mantengan a través del tiempo.
- Una vez que se haya concluido el proceso de lavado de la pila, se deben implementar medidas de prevención y control para garantizar la estabilidad física de la pila en el largo plazo.
- Para asegurar la disminución de fenómenos de erosión eólica e hídrica, se deben realizar las obras complementarias necesarias en el vaso y taludes del sistema, tales como:
    - Reconfigurar los taludes, a partir de un análisis de estabilidad de taludes, apoyado en los resultados de un estudio geotécnico, que incluya pruebas de laboratorio, para lograr una pendiente adecuada que permita disminuir procesos de erosión.
    - Construir bermas sobre el talud para reducir la erosión hídrica y poder canalizar el agua pluvial de escurrimiento.
    - Construir obras de drenaje en el perímetro de la pila para evitar el ingreso del agua de escurrimiento captada de la subcuenta hidrológica.
- Se deberán llevar a cabo las siguientes medidas para su rehabilitación, que permitan reintegrar el sitio al paisaje del lugar:
    - Cubrir la superficie de la pila con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.
    - Promover la reforestación o re vegetación con especies vegetales nativas de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.
    - Conformar la geometría fomentando técnicas que minimicen efectos visuales adversos.
- Las piletas de solución preñada y gastada deben rehabilitarse considerando:
    - Su relleno con material no peligroso.
    - El aseguramiento de la capacidad de drenaje de agua superficial conforme al que existía de manera previa a la afectación.

II.2.6.4 Piletas de proceso

Todo remanente de soluciones en las piletas de proceso será removido y descargado en forma adecuada, para lo cual se debe verificar que su calidad cumpla con la norma de descarga NOM-001-SEMARNAT-2021 Se dejarán los lodos remanentes en el fondo de las piletas los cuales serán cubiertos y enterrados con la misma membrana plástica que se removerá de las bermas y paredes de las piletas. Las piletas deberán rellenarse para lo cual se puede utilizar diversos residuos a generarse en la etapa de abandono como escombros, roca estéril, mineral agotado o residuos sólidos no tóxicos como pedacería de madera, cartón, recipientes, etc. El terreno será escarificado y preparado para la siembra de semillas y plantas nativas. El aseguramiento de la capacidad de drenaje de agua superficial conforme al que existía de manera previa a la afectación.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.6.5 Planta de beneficio e instalaciones de servicio

Se debe realizar el cierre de la planta metalúrgica, la limpieza y el desmantelamiento de la misma, así como recuperar equipo y materiales que tengan una utilidad para la empresa o para terceros.

Todas las edificaciones tales como la planta ESDE, taller de camiones, oficinas de administrativas y demás, serán desmanteladas o demolidas. Los equipos de producción mayores tales como las celdas de electrodepositación, tanques, , entre otros, serán desmantelados y vendidos al cierre de las operaciones. Se removerán los cimientos y se rellenarán las excavaciones de una forma tal para lograr la topografía del terreno natural.

Una vez retirados los equipos y edificaciones, el terreno se escarificará y se colocará una capa de suelo vegetal, lo que será seguido de siembra y plantado de especies nativas.

II.2.6.6 Caminos

Sólo se dejarán sin restaurar los caminos necesarios para acceder a las principales áreas para facilitar el monitoreo durante el abandono. Los caminos internos menores serán nivelados y escarificados para promover el establecimiento de la vegetación mediante la incorporación del suelo vegetal o la siembra de semillas de especies nativas.

II.2.6.7 Monitoreo ambiental.

Se continuará con el monitoreo del agua subterránea en los pozos instalados desde la etapa de operación, así como con el monitoreo de agua superficial y sedimentos en los principales arroyos y río Santa Cruz, durante los dos años de la etapa abandono. Otras observaciones serán sobre el desempeño del sistema de aislamiento del patio de lixiviación, así como observaciones sobre el establecimiento de la vegetación nativa y la fauna silvestre.

II.2.6.8 Otras actividades durante el abandono serán:

- Clausura de fosas sépticas.
- Limpieza y tratamiento de áreas impactadas por derrames de hidrocarburos.
- Retiro de equipo y clausura de pozos de agua o transferencia de los pozos a los propietarios de ranchos cercanos o de predios con actividades productivas.
- Se desmantelará las líneas eléctricas internas y se venderán todos los postes y cables o se entregarán al municipio en caso de ser de utilidad para mejorar la infraestructura de servicios en la zona.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.7 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

Con fecha del 30 de Octubre de 2024, Recursos Minerales de Cobre, S.A. de C.V. presentó un escrito ante la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) para solicitar la revalidación de su Permiso General número 4660-Son. Como resultado y tras haber cubierto los requisitos correspondientes, la SEDENA resolvió revalidar el permiso, el cual ampara la compra y consumo de material explosivo.

La revalidación fue otorgada con vigencia del 1 de enero al 31 de diciembre de 2025; dicho permiso autoriza la compra y consumo de material explosivo, incluyendo 120,000 (ciento veinte mil kilogramos) de Alto explosivo, 3,780,000 (tres millones setecientos ochenta mil kilogramos) de Agente explosivo, 300,000 (trecientos mil metros) de Cordón detonante, 12,000 (doce mil metros) de Conductores y 36,000 (treinta y seis mil) piezas de Iniciadores.

Derivado de la revalidación otorgada y en cumplimiento a las disposiciones generales con respecto al plazo, con fecha del 20 de octubre del 2025, Stingray a través de oficio solicitó la revalidación del permiso general No 4660-Son, manifestando no haber modificaciones respecto a la cantidad de compra y consumo del material explosivo previamente autorizado. Sin embargo, a la fecha de la presentación del presente estudio no se ha recibido el oficio de revalidación para el periodo del 2026.

Por lo anterior, se presenta el Oficio de Revalidación del permiso general 4660-Son, para el periodo 2025 y el oficio de solicitud de revalidación para periodo 2026 como ANEXO 5; cabe mencionar que una vez se inicie con la etapa de operación, se obtendrá el permiso para el resguardo del material explosivo.

II.2.8 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA

A continuación, se describen las instalaciones y mecanismos de manejo de residuos del Proyecto, durante la etapa de preparación del sitio, construcción y operación. Las acciones se describen de manera detallada en el Plan de Manejo de Residuos (PMR) del Proyecto. La promovente designará a un responsable técnico en materia de gestión de residuos, quien tendrá a su cargo la supervisión y verificación del cumplimiento de los procedimientos establecidos en el PMR, asegurando que todas las operaciones se realicen bajo condiciones de seguridad ambiental y sanitaria, y que los residuos sean entregados exclusivamente a prestadores de servicios autorizados por la autoridad competente.

Para todos los tipos de residuos se generarán bitácoras de generación y control de residuos, los cuales deben contener:

- Nombre del residuo generado y área que lo genera
- Cantidad del residuo
- Nombre y firma del responsable.
- Fecha de ingreso al Almacén Temporal
- Destino final y nombre de la Empresa de Manejo.
- Fecha de salida del residuo del almacén temporal.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.8.1 Residuos mineros

El proyecto generará material estéril (tepetate) durante toda la etapa operativa de la mina; por ello, su manejo se realizará conforme a lo establecido en la NOM-157-SEMARNAT-2009, que regula la caracterización y gestión de los residuos acumulados en las tepetateras hasta el cierre del proyecto.

Por otro lado, los residuos provenientes del patio de lixiviación serán administrados de acuerdo con la NOM-159-SEMARNAT-2011, cuyo objetivo es mitigar los impactos ambientales significativos asociados a este tipo de residuos, con énfasis en la prevención de la generación de drenaje ácido y la movilidad de elementos tóxicos.

II.2.8.2 Residuos Peligrosos

Todos los residuos peligrosos, se manejarán de acuerdo con las especificaciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), y su Reglamento. Para tal fin, la promovente, presentará la solicitud de registro del Plan de Manejo Integral de Residuos y del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos; Estos planes contendrán:

- Identificación de residuos por fuente específica de generación;
- Bitácoras de control de residuos generados;
- Separación, clasificación y envasado de los residuos por categoría;
- Etiquetado de los contenedores;
- Almacenamiento en los sitios temporales destinados y controles de entrada por bitácora;
- Salida de los residuos desde el almacén temporal y su registro en bitácora;
- Manejo, transporte y disposición final mediante empresas y sitios autorizados.

En el proyecto se generarán Residuos peligrosos como los descritos en la tabla siguiente.

Tabla 14. Tipos de residuos peligrosos generar y manejo propuesto.

Residuos peligrosos	Características	Lugar para acopio
Aceite usado	Proveniente de los cambios de aceite en los mantenimientos a los equipos y maquinaria.	Depositar en los contenedores que están localizados en el área de mantenimiento, llevar a almacén temporal o reutilizar en voladuras.
Trapos o mantas contaminados con aceite	Trapos y estopa impregnados con hidrocarburos, producto de mantenimientos.	Depositar en contenedores identificados en el área y llevar al almacén temporal.
Componentes impregnados con solventes y/o pinturas	De mantenimiento de maquinaria y equipo, así como de la infraestructura.	Depositar en contenedores identificados en el área y llevar al almacén temporal.
Suelo contaminado con hidrocarburos.	De las áreas de operación y mantenimiento donde haya derrames accidentales.	Depositar en contenedores identificados en el área y llevar al almacén temporal.
Diesel contaminado	Del mantenimiento de tanques de almacenamiento	Depositar en contenedores identificados en el área y llevar al almacén temporal.
Cubetas vacías impregnadas	Del mantenimiento general y barrenación.	Llevar al almacén temporal.
Acumuladores automotrices usados	Del mantenimiento de vehículos	Llevar al almacén temporal.

CONSULTA PÚBLICA

Residuos peligrosos	Características	Lugar para acopio
Recipientes impregnados con hidrocarburos	Tambores y todo tipo de recipiente que ha contenido hidrocarburos y ya no se puede utilizar para ello.	Llevar al almacén temporal.
Lámparas Fluorescentes	Lámparas fluorescentes dañadas	Llevar al almacén temporal.
Residuos biológicos-infecciosos	Objetos punzocortantes y no anatómicos.	Depositar en los recipientes identificados en el área, enviar a confinamiento controlado.

La ubicación de los puntos de generación de residuos ha sido debidamente identificada dentro del polígono del proyecto, y en cada uno de ellos se implementarán sistemas de control y manejo acordes con las prácticas estandarizadas de la industria minera, garantizando la segregación, almacenamiento temporal, transporte y disposición final adecuada de cada tipo de residuo conforme a su naturaleza y clasificación.

Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los camiones de acarreo, maquinaria pesada y equipos de la planta concentradora se realizarán exclusivamente en las instalaciones designadas para tal fin, es decir, en el taller de camiones y el taller de mina. Ambos espacios contarán con áreas específicas para el almacenamiento temporal y resguardo de residuos peligrosos, las cuales serán debidamente señalizadas, impermeabilizadas y equipadas con contención secundaria, cumpliendo con las disposiciones de la normatividad ambiental vigente y con los lineamientos establecidos por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) en materia de seguridad, salud ocupacional y manejo seguro de sustancias peligrosas.

II.2.8.3 Residuos de Manejo especial

Tomando como referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para la clasificación y manejo de los residuos de manejo especial, se realizará la identificación, cuantificación y caracterización de los residuos generados durante las distintas etapas del Proyecto. Entre estos se incluyen los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, residuos de construcción, mantenimiento y demolición, así como residuos tecnológicos, tales como equipos electrónicos, de cómputo y telecomunicaciones en desuso.

Con base en esta clasificación, se elaborará el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial, el cual será registrado ante la autoridad ambiental competente y establecerá los procedimientos para su almacenamiento, transporte, valorización, reciclaje y disposición final, asegurando su manejo ambientalmente adecuado.

Tabla 15. Listado de Residuos de Manejo Especial

Residuo identificado	Características	Destino-Método de disposición Final
Neumáticos	Residuos de equipo ligero (Automóviles)	Con programa de reciclaje
Residuos Tecnológicos	baterías, equipo cómputo, cables, reproductores	Con programa Reciclaje o relleno sanitario autorizado
Sobrantes de alambrón, varilla, tornillos, concreto demolido	Residuos de construcción	Plan de Manejo para reúso local, o relleno sanitario autorizado
Aguas Residuales	Baños portátiles y Fosas sépticas prefabricas	Biodigestores
Papel y cartón – embalajes de madera	Hojas, copias, cuadernos, papel de empaque, cajas, cartón etc. Cartón, cajas, papel estraza, papel de empaque, etc.	Con programa Reciclaje

CONSULTA PÚBLICA

Residuo identificado	Características	Destino-Método de disposición Final
Plásticos – PET	Material PET tal como: botellas de agua, refresco, entre, otros.	Con programa Reciclaje
Metales, aluminio – envases	Residuos no impregnados por sustancias peligrosas	Con programa Reciclaje
Vidrio	Producto de contenedores, envases, etc.	Con programa Reciclaje o al relleno sanitario autorizado

II.2.8.4 Residuos sólidos Urbanos (RSU)

En el caso de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados durante las distintas etapas del proyecto, el Plan de Manejo de Residuos establecerá su disposición final en el Relleno Sanitario propuesto en el proyecto. Para su manejo en sitio, se instalarán contenedores metálicos tipo tambo de 200 litros en las áreas de generación, los cuales estarán claramente identificados mediante códigos de color y/o leyendas que especifiquen el tipo de residuo o material a depositar (orgánico, inorgánico, reciclable, etc.). Estos contenedores serán vacíos y limpiados periódicamente, y su recolección se efectuará de manera periódica, siguiendo las rutas y procedimientos establecidos en el Plan de Manejo correspondiente.

Tabla 16. Tipos de residuos sólidos domésticos (no peligrosos) a generar y manejo propuesto

Residuo	Características	Lugar para acopio y/o zona de disposición
Inorgánica	Plástico no reciclable, como bolsas, empaques, cinchos, basura doméstica.	La basura se debe depositar en tambores que serán depositados en el relleno.
Orgánica-cocina	Restos de comida, restos de vegetal de mantenimiento, etc.	Se depositará en tambores y se manejará en el área de composta.
Ropa clínica, uniformes, ropa de cama	Producto del consultorio médico y dormitorios	Programa de reciclaje

II.2.8.5 Aguas residuales

Durante la etapa de preparación del sitio y de construcción, se contará con sanitarios portátiles distribuidos en los frentes de obra en un número suficiente considerando el número de trabajadores, los cuales serán proporcionados y mantenidos por empresas autorizadas en el manejo de aguas residuales. Adicionalmente, se contará en el campamento de construcción de un sistema de colección de aguas residuales, las cuales serán conducidas a una planta de tratamiento modular móvil.

En la etapa operativa las aguas residuales producto de los servicios sanitarios serán colectadas mediante un sistema de fosas sépticas, las cuales se construirán en apego a NOM-006-CNA-1997, Fosas Sépticas Prefabricadas-Especificaciones y Métodos de Prueba.

Además se tendrán os residuos líquidos provendrán del lavado de camiones y se generarán en un sector del taller de mantenimiento de camiones. El área de lavado contará con un sistema de recolección y conducción del agua generada hasta un pozo de decantación para eliminar los sólidos. Desde este pozo el agua será enviada a un sistema de separación del aceite. El agua libre de aceite será recirculada para el lavado. El aceite ingresará al circuito de recolección de aceites usados y los residuos del pozo de decantación serán colectados en contenedores apropiados para envío a su disposición final en sitios autorizados por la SEMARNAT.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.8.6 Generación de gases de efecto invernadero (GEI)

Para estimar la generación de gases de efecto invernadero (GEI) del proyecto se adoptará una metodología basada en datos de actividad y factores de emisión. Primero se cuantificará el consumo de diésel (combustión móvil y fija) y la energía eléctrica en cada etapa y proceso.

Para calcular las emisiones estimadas producidas por las actividades mineras durante la etapa de construcción, se usarán los datos del volumen de diésel que se consumirá directamente por las actividades de acarreo de mineral, perforación y voladura en mina para el descapote, carga y equipos de apoyo, así como también lo que se consumirá por la generación de energía eléctrica para las actividades de perforación y voladura y carga. Para la estimación de las emisiones durante la etapa de Operación y Mantenimiento, se emplearon los volúmenes de consumo de diésel asociados a las actividades de acarreo, perforación y voladura, carga y operación de equipos de apoyo.

La estimación de las emisiones directas derivadas del uso de combustibles fósiles y de las emisiones indirectas por consumo de electricidad se realizará aplicando los factores de emisión correspondientes y los potenciales de calentamiento global (GWP) reconocidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Con ello se obtendrá el balance total de emisiones expresado en toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2e), que permitirá evaluar el impacto climático asociado a las operaciones mineras y diseñar estrategias de mitigación y eficiencia energética para esta etapa.

Se dará cumplimiento a lo estableció en la Ley General de Cambio climático, y su Reglamento en materia de emisiones, así como lo establecido en las normas NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-045-SEMARNAT-2017 y NOM-085-SEMARNAT-2011.

II.2.8.7 Otras emisiones a la atmósfera

II.2.8.7.1 Generación de ruido

Durante la fase de Operación y Mantenimiento, se estima que la zona de influencia acústica o de riesgo por exposición al ruido se extenderá aproximadamente 20 metros desde la fuente emisora, principalmente en torno al equipo mecánico instalado en los edificios de la planta de proceso.

Las principales fuentes móviles de ruido estarán asociadas a la operación de maquinaria pesada y vehículos de transporte de material, cuyos niveles de emisión sonora no excederán los 81 dB, manteniéndose dentro de los límites permisibles establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994, por los estándares internacionales de higiene industrial.

No obstante, debido a la naturaleza continua de la operación y a la presencia de equipos con altas potencias y vibraciones, se requerirá el uso obligatorio de protección auditiva para el personal que labore en las inmediaciones de compresores, filtros, motores de molinos y demás equipos generadores de ruido sostenido. Asimismo, se establecerán medidas preventivas y administrativas para la gestión del ruido ocupacional, incluyendo:

- ✓ Delimitación y señalización de zonas de riesgo acústico.

CONSULTA PÚBLICA

- ✓ Monitoreos periódicos de niveles de presión sonora.
- ✓ Rotación de personal expuesto y uso de protectores auditivos certificados.
- ✓ Mantenimiento preventivo de equipos y aislamientos acústicos en estructuras críticas.

Estas acciones garantizarán el cumplimiento de la normativa nacional en materia de ruido ambiental y ocupacional, asegurando condiciones adecuadas de seguridad y salud para el personal y minimizando la propagación de ruido al entorno inmediato.

II.2.8.7.2 Vibraciones

Las voladuras realizadas en el tajo para la extracción de mineral y tepetate generan vibraciones, ondas de choque (golpes de aire), proyección de fragmentos de roca y la emisión temporal de polvo y gases, por lo que se implementarán medidas preventivas y de control orientadas a minimizar riesgos operativos y ambientales, garantizando un nivel elevado de seguridad durante cada evento de detonación. El control de estos impactos se basará en los siguientes criterios técnicos de diseño y ejecución de voladuras:

- ✓ Optimización de la carga de explosivos por unidad de retardo, reduciendo la energía liberada simultáneamente.
- ✓ Ajuste del diámetro y longitud de los barrenos, de acuerdo con las condiciones geológicas y mecánicas del macizo rocoso.
- ✓ Segmentación de las cargas dentro de los barrenos y aplicación de detonaciones diferidas, para evitar la superposición de ondas sísmicas.
- ✓ Determinación del bordo, espaciamiento y patrón de barrenación óptimos, con base en cálculos de diseño geotécnico.
- ✓ Ejecución de disparos con caras libres, orientadas a zonas abiertas que reduzcan la proyección de fragmentos.
- ✓ Cálculo del factor de carga de explosivos óptimo, considerando el tipo de roca y la granulometría requerida.
- ✓ Selección de esquemas de retardo que eviten traslapes o reforzamientos de ondas, disminuyendo la amplitud de vibraciones.
- ✓ Diseño de la secuencia de iniciación desde el extremo más cercano a la infraestructura sensible, progresando hacia zonas alejadas para proteger edificaciones y equipos.

Adicionalmente, se realizará un monitoreo sistemático de vibraciones y partículas suspendidas, con el fin de verificar el cumplimiento de los límites establecidos y ajustar los parámetros operativos cuando sea necesario.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.1 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS

II.2.1.1 Almacén temporal de residuos peligrosos

El Almacén de Residuos Peligrosos será diseñado y construido conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento de la LGPGIR y su reglamento, así como a las leyes estatales en materia de gestión de residuos y conforme a las mejores prácticas aplicables en la industria minera para el manejo ambientalmente seguro de materiales peligrosos.

Esta instalación tendrá como función principal la consolidación de embarques para su disposición final, así como la verificación, segregación y clasificación de residuos destinados a tratamiento, reciclaje o confinamiento, de acuerdo con su naturaleza y compatibilidad química.

El almacén se edificará sobre una plancha de concreto reforzado de 30 cm de espesor, con una superficie aproximada de 120 m², y contará con un techo estructural cubierto con lámina galvanizada para proteger los materiales almacenados de la intemperie. El piso tendrá una pendiente mínima del 1%, orientada hacia un sumidero de derrames, lo que permitirá la recolección segura y controlada de líquidos o filtraciones accidentales. Para garantizar la seguridad operativa, el almacén dispondrá de ventilación natural cruzada, puerta corrediza de malla ciclónica, sistema de detección de humo, extintores tipo ABC y de CO_2, iluminación a prueba de explosión y sistema de pararrayos.

Estas especificaciones asegurarán que las actividades de manejo, acopio y transferencia de residuos peligrosos se realicen de manera segura, controlada y conforme a la normatividad ambiental y de seguridad industrial vigente, minimizando los riesgos de contaminación y fortaleciendo la gestión integral de residuos dentro del Proyecto.

II.2.1.2 Relleno Sanitario

Se proyecta la construcción de un Relleno Sanitario Interno destinado a la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos generados durante las distintas etapas de operación del Proyecto. Este sistema ocupará una superficie total de 15.4008 hectáreas y será diseñado y operado conforme a las especificaciones técnicas establecidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

El relleno contará con infraestructura de ingeniería ambientalmente controlada, incluyendo celdas impermeabilizadas con geomembrana, sistemas de captación y conducción de lixiviados, control de biogás, drenaje pluvial y monitoreo ambiental, asegurando así la protección del suelo, subsuelo y recursos hídricos. Asimismo, se establecerá un área de separación y acopio temporal de materiales reciclables, donde se clasificarán aquellos residuos susceptibles de valorización, tales como chatarra metálica, madera, aluminio y PET, promoviendo su recuperación y envío a empresas recicladoras autorizadas.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.2 OTRAS FUENTES DE DAÑO

La posibilidad de ocurrencia de accidentes asociados a las actividades de barrenación y voladuras en el tajo ha sido debidamente analizada, considerándose en la ingeniería de detalle los aspectos necesarios para garantizar la estabilidad estructural de las paredes del tajo, así como de los apilamientos de tepetate y mineral.

De manera general, se identifican los principales riesgos potenciales durante la fase de operación del Proyecto, derivados de la naturaleza de la industria extractiva, los grandes volúmenes de materiales y sustancias manejadas, el uso de maquinaria de gran escala y las condiciones geográficas y climáticas del sitio:

- Deslizamientos o colapsos de material apilado por inestabilidad de taludes, con riesgo para la seguridad del personal y de las instalaciones mineras.
- Desbarrancamiento o vuelco de maquinaria pesada en áreas de tajo, terreros o patios de acopio.
- Intoxicaciones o afectaciones al personal por fugas o derrames accidentales de sustancias químicas utilizadas en procesos operativos.
- Daños estructurales en instalaciones o equipos (p. ej., roturas de tuberías, fallas en piletas de contención) que puedan originar derrames o desbordamientos hacia el suelo o cauces naturales.
- Incendios derivados de fallas eléctricas o mecánicas en áreas de producción o almacenamiento de combustibles.
- Inundaciones temporales ocasionadas por precipitaciones intensas o eventos meteorológicos extremos.
- Derrames o fugas de sustancias químicas fuera de las zonas operativas controladas, con riesgo de contaminación ambiental.

Para reducir la probabilidad de ocurrencia y magnitud de estos riesgos, se implementará un Plan Integral de Seguridad e Higiene Industrial, diseñado conforme a la Normatividad vigente emitida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y las mejores prácticas internacionales en minería segura y sostenible. Dicho plan contemplará:

- Procedimientos específicos de seguridad en barrenación y voladuras
- Programas de inspección y mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura
- Capacitación continua del personal en manejo de sustancias peligrosas y respuesta a emergencias
- Planes de contingencia y protocolos de evacuación
- Monitoreo geotécnico y meteorológico permanente

La aplicación rigurosa de estas medidas garantizará que las operaciones mineras se desarrollen bajo condiciones seguras, controladas y con un riesgo ambiental y ocupacional mínimo.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo III

CONTENIDO

III . VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL 1
III.1 ORDENAMIENTO ECOLÓGICOS DEL TERRITORIO 1
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) 1
III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE SONORA (POETES) 10
III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 16
III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES 16
III.2.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES 16
III.2.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP) 18
III.2.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP) 21
III.2.5 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS) 23
III.2.6 HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (SITIOS RAMSAR) 25
III.2.7 UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE (UMA) 27
III.2.8 SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRE (SPT) PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 27
III.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2025–2027 DE SANTA CRUZ, SONORA 28
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 29
III.1.1 NOM EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA 29
III.1.2 NOM EN MATERIA DE EMISIONES 29
III.1.3 NOM EN MATERIA DE RESIDUOS 31
III.1.4 NOM EN MATERIA DE AGUA 34
III.1.5 NOM EN MATERIA DE SUELO 35
III.5 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS 36
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 36
III.5.2 LEYES FEDERALES 37
III.5.2.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) 37
III.5.2.2 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS) 42
III.5.2.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) 43
III.5.2.4 LEY DE AGUAS NACIONALES 45
III.5.2.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 46
III.5.2.6 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) 48
III.5.2.7 LEY DE MINERÍA 49
III.5.2.8 LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS Y SU REGLAMENTO 51
III.5.2.9 LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS 52
III.5.3 REGLAMENTOS DE LEYES FEDERALES 54
III.5.3.1 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 54
III.5.3.2 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA 56
III.5.3.3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE 58

CONSULTA PÚBLICA

III.5.3.4 REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES 58
III.5.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 59
III.5.3.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 60
III.5.3.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES 62
III.5.3.8 REGLAMENTO DE LA LEY MINERA 63
III.5.3.9 REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS 64
III.5.4 LEYES ESTATALES 65
III.5.4.1 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE SONORA 65
III.5.4.2 LEY DEL FOMENTO PARA EL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE DEL ESTADO DE SONORA 66
III.5.4.3 LEY DE AGUA DEL ESTADO DE SONORA 67
III.5.4.4 LEY QUE REGULA LA PRODUCCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL Y PRODUCTOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN EL ESTADO DE SONORA 68
III.5.5 PLANES O PROGRAMAS 69
III.5.5.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2025-2030) 69
III.5.5.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 71
III.5.5.3 PROGRAMA NACIONAL DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL 2025-2030 (PNRA) 72
III.5.5.4 ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO VISIÓN 10–20–40 73
III.5.5.5 PLAN ESTRATÉGICO AMBIENTAL SONORA-ARIZONA, 2023-2027 (PEASA) 74
III.5.5.6 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE SONORA 2021-2027 76
III.5.5.7 PROGRAMA ESTATAL DE REFORESTACIÓN DE SONORA 2023–2027 (PERS) 78
III.5.5.8 PROGRAMA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE SONORA 2022-2026 (PECCS) 79
III.5.6 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES 80
III.5.6.1 CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA (CBD) 80
III.5.6.2 CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE (CITES) 81
III.5.6.3 CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC) 83
III.5.6.4 ACUERDO DE ESCAZÚ 83
III.5.6.5 CONVENIO 169 SOBRE PUEBLOS INDÍGENAS Y TRIBALES EN PAÍSES INDEPENDIENTES, ACORDADO POR LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) 84
III.6 CONCLUSIÓN GENERAL 86

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. UAB DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO EN EL AP 2
TABLA 2. VINCULACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE LA UAB 18 CON EL PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA 4
TABLA 3. UGA DEL POETES SU INCIDENCIA EN EL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA" 10
TABLA 4. MATRIZ DE LINEAMIENTOS, CRITERIOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS PARA CADA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL. 13
TABLA 5. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS EN LAS UGT 100-0/01 Y 600-0/02..... 13
TABLA 6. FICHA TÉCNICA DE LA RHP 13 SUBCUENCAS DE LOS RÍOS SAN PEDRO Y SANTA CRUZ 20
TABLA 7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO..... 29
TABLA 8. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE EMISIONES Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO 29
TABLA 9. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE RESIDUOS Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO..... 31
TABLA 10. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE AGUA Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO..... 34
TABLA 11. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE SUELO Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO..... 35
TABLA 12. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA CONSTITUCIÓN DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 36
TABLA 13. VINCULACIÓN ENTRE EL PROYECTO Y LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 38
TABLA 14. VINCULACIÓN DEL PROYECTO Y LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)..... 42
TABLA 15. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 43
TABLA 16. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE AGUAS NACIONALES. 45
TABLA 17. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS... 46
TABLA 18. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. 49
TABLA 19. 49
TABLA 20. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE MINERÍA 49
TABLA 21. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y EXPLOSIVOS Y SU REGLAMENTO..... 51
TABLA 22. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS..... 52
TABLA 23. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 54
TABLA 24. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA..... 56
TABLA 25. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 58
TABLA 26. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES. 58
TABLA 27. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 59
TABLA 28. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 60
TABLA 29. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES..... 62
TABLA 30. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY MINERA 63
TABLA 31. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS 64
TABLA 32. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON E LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE SONORA..... 65
TABLA 33. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY DE AGUA DEL ESTADO DE SONORA 67
TABLA 34. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA LEY QUE REGULA LA PRODUCCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL Y PRODUCTOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN EL ESTADO DE SONORA 68

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 35. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL EJE 3 DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2025-2030) 70
TABLA 36. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL EJE 4 DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2025-2030) 71
TABLA 37. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PROMARNAT 2025-2030..... 71
TABLA 38. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA NACIONAL DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL 2025–2030 72
TABLA 39. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICA..... 73
TABLA 40. PRIORIDADES BINACIONALES IDENTIFICADAS (PEASA 2023–2027) 75
TABLA 41. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PROGRAMA ESTATAL DE REFORESTACIÓN DE SONORA 2023–2027..... 78
TABLA 42. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON PROGRAMA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE SONORA 2022-2026 79
TABLA 43. ESPECIES ENLISTADAS EN CITES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO..... 82
TABLA 44. LISTA DE FAUNA POTENCIAL PRESENTE EN EL PROYECTO ENLISTADO EN CITES Y EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LAS UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS DEL POEGT (2012).....3
EN LA SIGUIENTE FIGURA SE PRESENTA LA UBICACIÓN DEL PROYECTO Y SU INCIDENCIA CON LAS UGA DEL POETES. 10
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL POETES (2015) 11
FIGURA 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LAS ANP DE ORDEN FEDERAL Y ESTATAL CERCANAS AL PROYECTO..... 17
FIGURA 4. UBICACIÓN DEL PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA Y LA INCIDENCIA DE LA RHP SUBCUENCAS DE LOS RÍOS SAN PEDRO Y SANTA CRUZ 19
FIGURA 5. UBICACIÓN DEL PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA Y LA PROXIMIDAD CON LA RTP 41 CANANEA-SAN PEDRO 22
FIGURA 6. UBICACIÓN DEL PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA Y EL AICA 126 SISTEMA DE SIERRAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL..... 24
FIGURA 7. UBICACIÓN DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA" Y LA CERCANÍA CON EL SITIO RAMSAR DENOMINADO SIERRA DE AJOS BAVISPE 26
FIGURA 8. UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA ZONA ARQUEOLÓGICA DENOMINADA LA CARCELITA PRÓXIMA AL PROYECTO..... 53

CONSULTA PÚBLICA

III. VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL

En el presente capítulo se llevó a cabo una revisión detallada, orientada a identificar y analizar el grado de concordancia y cumplimiento requerido para el desarrollo del **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"** con el fin de asegurar que su ejecución se realice en estricto apego a los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, así como a la regulación del uso de suelo vigente en la zona de influencia del proyecto. Para tal efecto, se identificaron y analizaron fuentes de información relevantes, correspondientes a los distintos instrumentos normativos y regulatorios en los ámbitos federal, estatal y municipal, que resultan aplicables a proyectos mineros con posible afectación sobre ecosistemas sensibles incluyendo zonas áridas y montañosas.

El objetivo de este análisis es determinar el marco normativo vinculante, identificar las obligaciones regulatorias asociadas, y asegurar la compatibilidad del proyecto con los lineamientos establecidos en materia de ordenamiento ecológico, territorial y de aprovechamiento de recursos minerales.

III.1 ORDENAMIENTO ECOLÓGICOS DEL TERRITORIO

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**[1] fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre del 2012, es una herramienta de política pública basada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de ordenamiento ecológico. Su objetivo es guiar a la Administración Pública Federal (APF) en la formulación de programas sectoriales; considera la aptitud del territorio, la degradación de los recursos naturales, los servicios ambientales y los riesgos naturales.

El POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas; sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

El POEGT emplea las 80 regiones ecológicas nacionales, las cuales son áreas específicas del territorio que comparten características ambientales similares (factores bióticos y abióticos). Bajo este mismo criterio realizó una regionalización y obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de

[1] D.O.F. (2012).ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre del 2012. México.

CONSULTA PÚBLICA

UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental (aprovechamiento, restauración, protección y preservación). A cada unidad se le asignan políticas, lineamientos y estrategias ecológicas específicas que deben ser compatibles con las actividades a desarrollar en ese territorio.

Con base a la información vectorial del POEGT, el proyecto se encuentra en la Región 15.11 y en la UAB 18 Llanuras y Médanos del Norte. En esta UAB, los rectores de del desarrollo está enfocado a los aspectos sociales y Ganaderos, siendo uno de los Coadyuvantes del desarrollo la Minería. Su política ambiental está orientada al aprovechamiento sustentable y a la restauración.

Tabla 1. UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en el AP

Clave Región	UAB	Nombre	Política Ambiental	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Estrategias
15.11	18	Llanuras Y Médanos Del Norte	Aprovechamiento sustentable y restauración	Desarrollo Social-Ganadería	Minería-Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

En la siguiente figura se presenta la incidencia del proyecto sobre las Unidades Ambientales Biofísicas del POEGT.

CONSULTA PÚBLICA

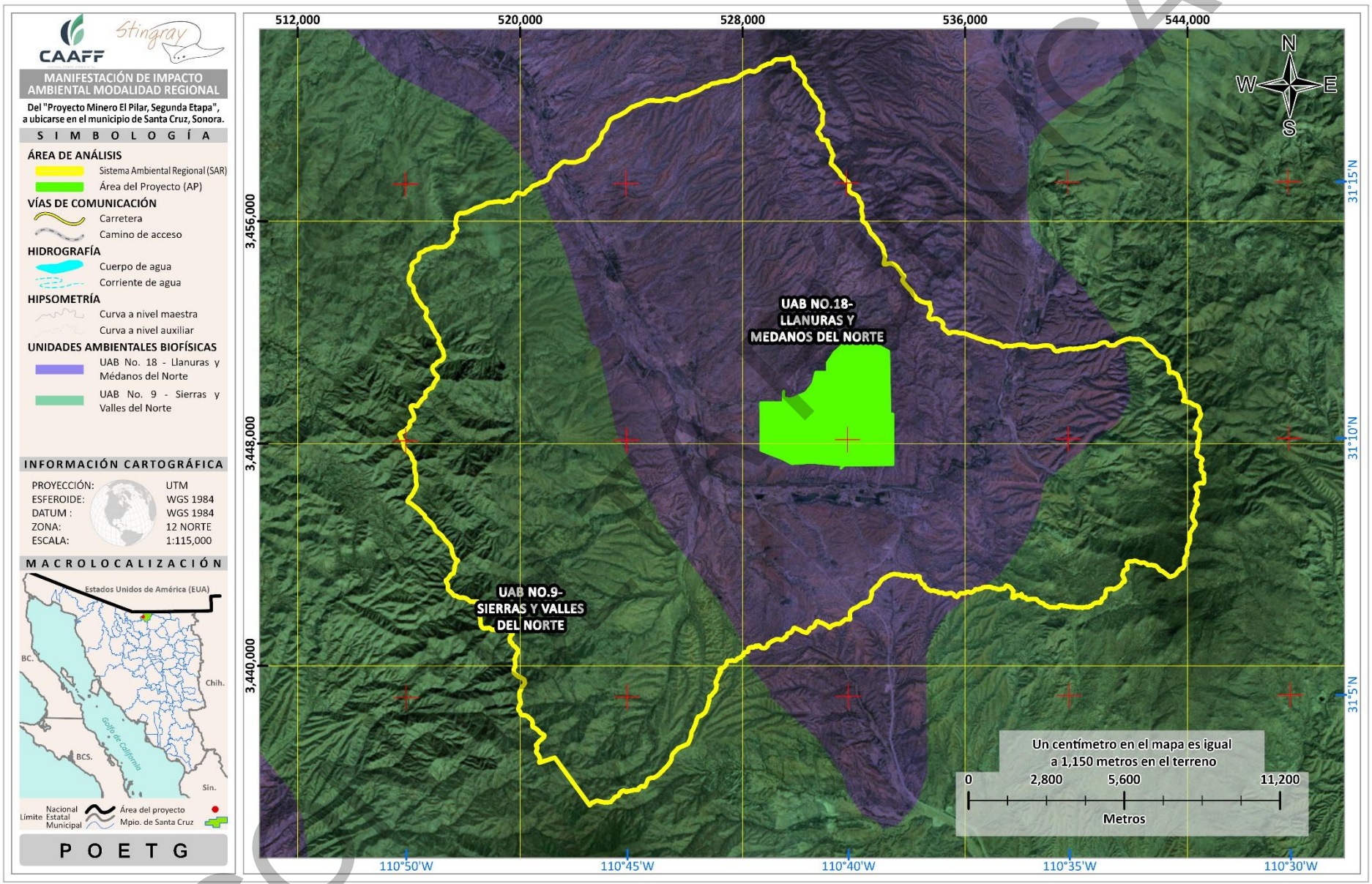


Figura 1. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades Ambientales Biofísicas del POEGT (2012)

COPIA

Tabla 2. Vinculación de las estrategias de la UAB 18 con el Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa

<table>
<tr><th colspan="3">Estrategias. UAB 18</th></tr>
<tr><th colspan="3">Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</th></tr>
<tr><td rowspan="3">A) Preservación</td><td>1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.</td><td>El Proyecto prevé una serie de medidas de mitigación y compensación con el fin de reducir el impacto del proyecto, y en particular, medidas necesarias para que no se afecte la biodiversidad. Las medidas se detallan en los siguientes programas:
* Programa de Rescate y Reubicación de Flora
* Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
* Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional
* Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua</td></tr>
<tr><td>2. Recuperación de especies en riesgo.</td><td>Es importante mencionar que en el muestreo realizado en el área del proyecto, NO se tuvo registro de especies de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, en caso de identificar alguna especie será sujeta a rescate y reubicación para garantizar su conservación.

Respecto con la fauna, en el sitio del proyecto se registraron dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

<table><tr><th>Especie</th><th>Nombre común</th><th>Categoría de Riesgo</th></tr><tr><td>Accipiter cooperii</td><td>Gavilán de Cooper</td><td>Pr</td></tr><tr><td>Crotalus atrox</td><td>Cascabel de diamantes</td><td>Pr</td></tr></table>
Para la fauna, se implementará un Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación. Con especial atención a especies que se encuentren en riesgo, de lento desplazamiento o que puedan verse afectadas de manera directa por las actividades del proyecto.</td></tr>
<tr><td>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</td><td>Para la elaboración del presente estudio, se realizaron trabajos en campo para el levantamiento de datos relacionados principalmente con la flora y fauna en el área del proyecto y dentro del sistema ambiental. Información que se utilizó para la caracterización de las áreas y determinar la diversidad y establecer las medidas adecuadas para su conservación.

Se proponen medidas de mitigación que permitan mantener la biodiversidad del sistema ambiental, además del seguimiento y monitoreo del cumplimiento de estas medidas mediante una supervisión Ambiental permanente por parte de la empresa promovente del proyecto.</td></tr>
<tr><td>B) Aprovechamiento sustentable</td><td>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</td><td>El objetivo general del proyecto es realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) de 604.0 hectáreas, para llevar a cabo la ampliación del "Proyecto minero El Pilar, Segunda Etapa" y aprovechar los recursos minerales (en específico el cobre). Las actividades contemplan un aprovechamiento sustentable con el medio ambiente, para lo cual se implementarán diversas medidas de prevención y mitigación para cada uno de los factores identificado con impactos significativos, como la fauna (Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna), flora (Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional), aire (Plan de Manejo de</td></tr>
</table>

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias. UAB 18		
		Residuos), suelo y agua (Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua).
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No vinculante con el proyecto, el proyecto no contempla actividades agrícolas o pecuarias. La naturaleza del proyecto contempla el cambio de uso de suelo a actividades mineras.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto, en su segunda etapa, involucra una superficie de **604.0 hectáreas** de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) del ejido Miguel Hidalgo. Por lo tanto, queda sujeto a la autorización de CUSTF que otorga la SEMARNAT, así como al presente estudio (MI-P). Por lo que se dará cabal cumplimiento a los procesos jurídicos ambientales para garantizar la sustentabilidad del proyecto. Para garantizar la sustentabilidad del proyecto se contemplan las siguientes planes y programas: * Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. * Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional * Programa de rescate y reubicación de flora. * Programa de obras de conservación de suelo y agua
	8. Valoración de los servicios ambientales.	En el presente estudio se han descrito y valorado los servicios ambientales que provee el área, como: retención de suelos, infiltración hídrica, captura de carbono y hábitat para fauna silvestre (Capítulo IV), determinándose que no se pone en riesgo su permanencia ni funcionalidad ecológica. Esto se logra con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente estudio (Capítulo VI).
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	En el presente estudio se ha realizado la descripción y valoración de los ecosistemas y comunidades biológicas presentes en el Área del Proyecto (AP) y en el Sistema Ambiental Regional (SAR). El AP se caracteriza por ecosistemas de Vegetación secundaria de pastizal natural y Vegetación secundaria de bosque de encino, ambos cumplen funciones ecológicas esenciales como regulación hídrica, conservación del suelo, provisión de hábitat y conectividad biológica. Por lo que se establecerán medidas de prevención y mitigación para su protección, tales como: * Delimitación y respeto de zonas de exclusión ecológica, evitando la fragmentación de hábitats y la afectación de cauces naturales. * Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, previo al desmonte. * Revegetación con especies nativas y mantenimiento de corredores biológicos que garanticen la conectividad entre fragmentos de vegetación natural. * Prevención de contaminación de suelos y cuerpos de agua mediante sistemas de control y contención de lixiviados y residuos.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias. UAB 18		
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Por la naturaleza del proyecto, esta estrategia no se vincula con el proyecto. Aunque en el Programa de reforestación se contempla solo en caso de ser necesario el uso de agroquímicos para el establecimiento de los individuos plantados, para lo cual se tomaran las medidas que recomienda el fabricante.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto propone ejecutar un Programa de rescate de flora en las **604.0 ha** que conforman el proyecto, además una superficie de reforestación de **389 ha**. La elaboración de **6,500 zanjas trincheras** y **11,500 m** de barreras de material muerto para garantizar la conservación de suelos y la infiltración del agua. Con lo que se busca compensar la pérdida de la cubierta vegetal que sea afectada por el CUSTF, el aumento de la tasa de erosión por la construcción del proyecto.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	En el presente estudio se ha considerado la información geológica, geofísica y geoquímica generada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM), El Proyecto se ubica dentro de una zona con potencial geológico minero significativo para el cobre, identificada por el SGM en su Carta Geológico-Minera H12- 2 NOGALES (escala 1:250,000) y el Inventario de Recursos Minerales de Sonora (SGM, 2018). Dicha información permitió definir los yacimientos de cobre diseminado, constituyendo la base técnica para la delimitación del área de interés minero y la planeación del aprovechamiento del yacimiento.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El Proyecto, es congruente con esta estrategia, ya que contempla la evaluación integral de sus impactos ambientales mediante la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), así como el correspondiente Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (ETJ-CUSTF), conforme a la LGEEPA, y la LGDFS, así como de los instrumentos jurídicos aplicables.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	No aplicable al proyecto, la naturaleza del proyecto es el aprovechamiento de minerales.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	En el presente estudio se reconoce que el cobre es un insumo crítico para cadenas de valor de alto contenido tecnológico, automotriz (incluyendo vehículos eléctricos e híbridos), electrónica de consumo e industrial, y autopartes eléctricas. En este sentido, el Proyecto contribuye a la estrategia nacional de escalamiento productivo al asegurar abasto primario de un mineral estratégico, condición habilitadora para manufacturas de alto valor agregado.
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	El proyecto no corresponde al sector de hidrocarburos, sin embargo se atenderán las medidas de seguridad en cada una de las etapas constructivas del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias. UAB 18		
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no corresponde al sector energético, pero se apegará a lo establecido en la normatividad en materia de emisiones de gases de efecto invernadero.
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	Para mitigar el incremento de emisiones el proyecto se apegará a lo establecido en la Ley General de Cambio climático y su reglamento así como lo que establezcan las Normas oficiales Mexicanas. Para lo cual identificará todas las fuentes fijas y móviles que puedan generar emisiones, para su monitoreo continuo y la implementación de medidas de prevención. La promovente se asegura del cumplimiento regulatorio y la reducción de la intensidad de carbono sin afectar la biodiversidad ni los servicios ambientales del área de influencia.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto incrementará las oportunidades de desarrollo social al crear fuentes de trabajo de manera directa e indirecta, lo cual impacta positivamente a la calidad de vida de las personas en la región. La promovente contempla aplicar una Política de contratación de mano de obra local.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	En el diseño del proyecto se considera los factores biofísicos de la zona, con el fin de reducir la vulnerabilidad ante fenómenos naturales. Así mismo, se contempla la implementación de un Programa de atención a contingencias, en coordinación con las autoridades encargadas de protección civil.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	La infraestructura del proyecto será diseñado y construido bajo la normativa correspondiente para disminuir cualquier riesgo físico.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Como parte de las medidas de prevención de impactos ambientales del proyecto, se contempla un manejo adecuado de las aguas residuales así como el uso eficiente del agua.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto no tiene el alcance de generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas. Sin embargo, si impulsará la economía local a través de la contratación de mano de obras y la adquisición de servicios, lo cual será beneficioso a las poblaciones colindantes.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el	El Proyecto es compatible con la estrategia de ordenamiento territorial del POEGT, ya que no promueve expansión urbana desordenada y favorece un desarrollo regional equilibrado, basado

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias. UAB 18		
	desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.	en el uso planificado del suelo y en la diversificación sustentable de la economía local.
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	El proyecto incrementará las oportunidades de desarrollo social al crear fuentes de trabajo de manera directa e indirecta, lo cual impacta positivamente a la calidad de vida de las personas en la región.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	En la medida de lo posible, la promovente integrará personas de los grupos vulnerables de la región.
	38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	El Proyecto, al ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora, zona con baja densidad poblacional y oportunidades económicas limitadas, contribuirá a mejorar las condiciones sociales y educativas mediante programas de capacitación técnica, y formación de personal local, así como la creación de empleos directos e indirectos durante las fases de preparación del sitio, construcción y operación.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Los empleos formales permiten el acceso a servicios de salud público como al IMSS, tanto al trabajador como a su familia. A demás, se promoverá programas de salud ocupacional y comunitaria, incluyendo vigilancia de calidad del agua y aire.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	El proyecto no tiene el alcance de incidir en el desarrollo social en general. Pero se alineará con lo establecido en relación con derechos laborales para garantizar el desarrollo de las comunidades colindantes.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Todos los colaboradores del proyecto tendrán acceso a servicios de protección social, incluyendo a sus familias.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto se localiza dentro de terrenos del Ejido Miguel Hidalgo, municipio de Santa Cruz, Sonora, donde se prevé la ocupación temporal de superficies forestales previa autorización del núcleo agrario y conforme a lo dispuesto en la Ley Agraria y la LGDFS. El proyecto respeta los derechos de posesión y usufructo de los ejidatarios, asegurando la formalización de acuerdos y contratos ante el Registro Agrario Nacional (RAN) y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), con plena transparencia y participación comunitaria.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias. UAB 18		
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No vinculante con el proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto, ubicado en el municipio de Santa Cruz, Sonora, se enmarca en los lineamientos del POEGT y del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora (POETS, 2015). Su ejecución requiere autorizaciones federales (SEMARNAT), coordinación estatal (CEDES) y gestión municipal (uso de suelo y servicios), lo cual fomenta la articulación institucional prevista por esta estrategia.

El **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"** es ambientalmente compatible con la **Unidad Ambiental Biofísica 18 "Llanuras y Médanos del Norte" del POEGT**, al encontrarse dentro de una zona con política de Aprovechamiento Sustentable y Restauración. Esta unidad se caracteriza por planicies áridas y semidesérticas con matorral desértico micrófilo, suelos de alta susceptibilidad a la erosión y baja disponibilidad hídrica, por lo que el POEGT le asigna una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable y Restauración. Esta política permite el desarrollo de actividades productivas, incluyendo la minería, siempre que se realicen bajo un enfoque de manejo ambiental responsable, con aprovechamiento racional de los recursos naturales, rehabilitación progresiva del terreno y restitución de la cobertura vegetal.

El Proyecto al incorporar medidas de prevención, mitigación y compensación, demuestra compatibilidad con la política de esta unidad ambiental. Entre las acciones destacadas se encuentran la reforestación compensatoria, el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, la restauración de suelos y taludes, y el monitoreo ambiental durante todas las etapas del proyecto.

En el marco del POEGT, esta compatibilidad se interpreta como una viabilidad ambiental condicionada, en la que el desarrollo minero contribuye al aprovechamiento sustentable de recursos minerales y al fortalecimiento del ordenamiento ecológico nacional, siempre que las medidas previstas se ejecuten y supervisen conforme a la normatividad ambiental vigente.

CONSULTA PÚBLICA

III.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE SONORA (POETES)

El **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES)**[2] fue publicado el 21 de mayo de 2015 en el Boletín Oficial del estado de Sonora. Con el propósito de definir directrices zonificadas (como Unidades de Gestión Ambiental, políticas, criterios ecológicos) para armonizar ordenamiento territorial y conservación.

Su Modelo de Ordenamiento ecológico está conformado por 25 Unidades de Gestión Ambiental (UGA). La UGA más grandes son la 500-0/01 Llanura aluvial, con una superficie de 4,872,067 ha; la 100-0/01 Sierra alta con una superficie de 4,510,214.4 ha y la 100-0/02, Sierra baja, con una superficie de 2,117,009 ha.

En específico el proyecto incide en dos UGa del POETES: UGA 100-0/01 Sierra Alta y UGA 600-0/02 Valle Aluvial Intermontano, como se desglosa en la siguiente tabla.

Tabla 3. UGA del POETES su incidencia en el "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"

UGA	Nombre	Superficie del UGA (Ha)	Superficie de incidencia (ha)
100-0/01	Sierra Alta	4,510,214.44383	8.44
600-0/02	Valle Aluvial Intermontano	630,876.405852	1574.15

En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto y su incidencia con las UGA del POETES.

CONSULTA PÚBLICA

[2] B.O. del Estado de Sonora.(2015). Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES). Publicado en el Boletín Oficial del Estado de Sonora el 21 de mayo de 2015.

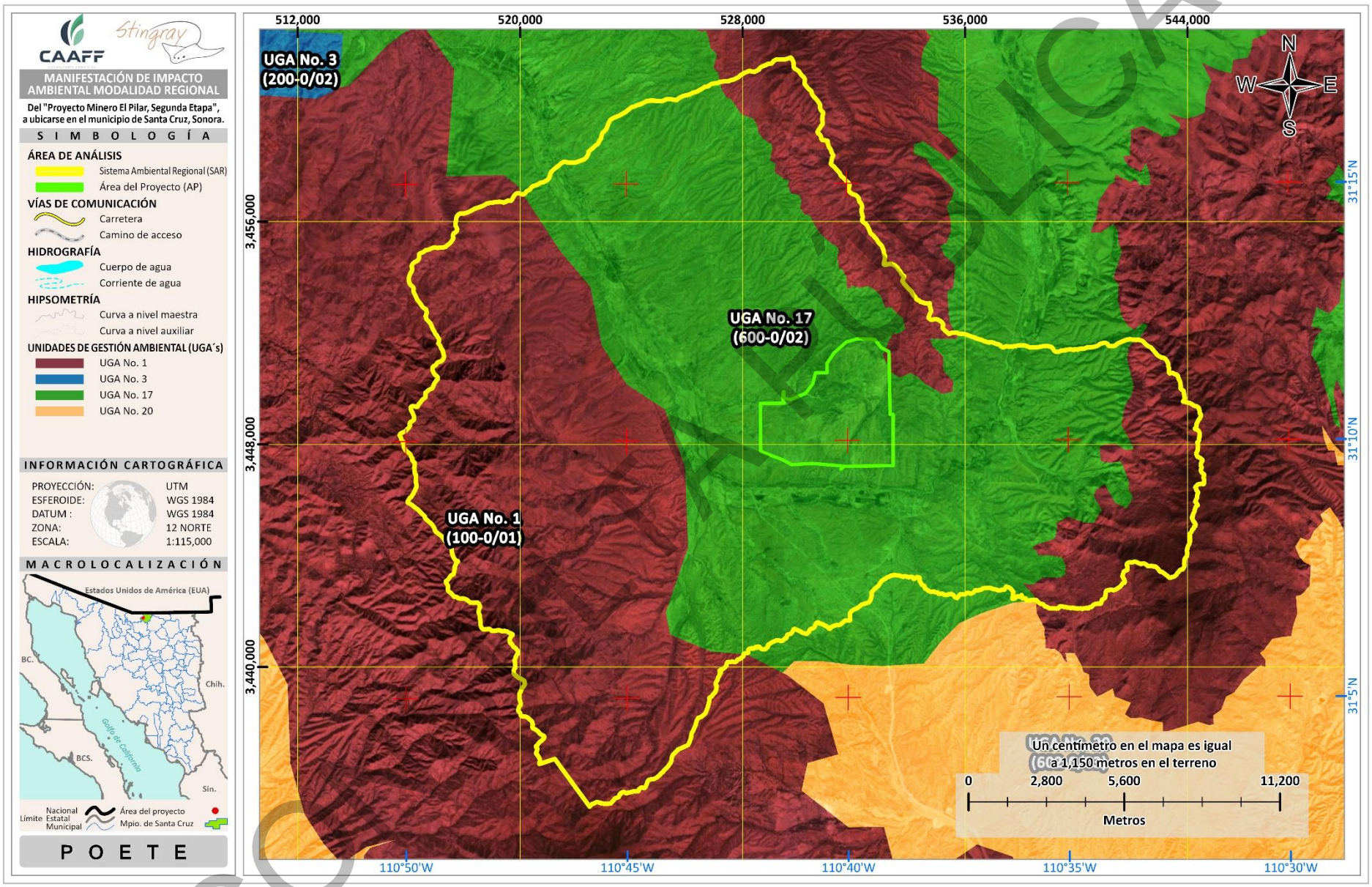


Figura 2. Ubicación del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental del POETES (2015)

COPIA PÚBLICA

Las dos UGA's que inciden en el proyecto se describen a continuación:

100-0/01 SIERRA ALTA

Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud mayor de 600 msnm y tienen los climas menos extremosos del estado. Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas de bosques templados, bosques secos, dulceacuícolas, y pastizales; de hecho existen propuestas de áreas importantes para la conservación de ecosistemas de bosque templado combinados con dulceacuícolas en el Río Bavispe. Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente); el turismo alternativo de aventura y cultural; la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas; la agricultura de temporal; la cacería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva; la actividad forestal maderable y no maderable.

Los posibles conflictos en el área están relacionados con la minería, una de las actividades más rentables en comparación con otras actividades, y el turismo alternativo de aventura por las actividades de construcción que podrían sustituir y/o generar externalidades a las otras actividades. La ganadería extensiva también es otra posible fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas de bosques secos y templados y las actividades forestales. La piscicultura, tanto de especies templadas como cálidas, puede ser fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas dulceacuícolas.

600-0/02 VALLE ALUVIAL INTERMONTANO

Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 18 Llanuras y Médanos del Norte de la Provincia IV Sierras y llanuras del Norte, donde se encuentran 630,876 ha. Consiste en terrenos con pendientes suaves, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, como son los ríos Santa Cruz, San Pedro y Yaqui. El clima es templado. Desde el punto de vista biológico es la unidad de gestión ambiental donde se encuentran pastizales puros; sin embargo, este ecosistema tiene muy pocas especies en la lista de especies amenazadas. Como resultado, no se tienen propuestas para la protección de especies en esta UGA. Entre las actividades que se realizan en esta UGA predomina la ganadería extensiva y la minería, metálica y no metálica, así como un poco agricultura de riego como URDERALES y aunque existen elementos para la actividad cinegética, esta se ha estado reduciendo en el área.

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con la minería y sus interacciones; sin embargo, la ganadería y la actividad cinegética no compiten con la minería y es posible establecer negociaciones para mitigar los efectos de la minería sobre ellos.

A continuación se presenta los criterios de regulación ecológica de las dos UGA´s, sus respectivos criterios ecológicos así como la vinculación con el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. Matriz de Lineamientos, Criterios y estrategias ecológicas para cada unidad de gestión ambiental.

UGA	Aptitud*	Lineamiento ecológico	Criterios de regulación ecológica
100-0/01	A3 A4 B3 C2 C3 C5 C7 D2 D3 F1 F2 G1 M T3	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura; agricultura de temporal; cacería de especies de bosque; conservación de ecosistemas dulceacuícolas, bosques secos y templados; forestal maderable y no maderable; ganadería extensiva; minería y turismo aventura	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-17; CRE-27
600-0/02	B2 C2 C5 C6 D1 D4 D6 F2 G1 M T3	Aprovechamiento sustentable de la agricultura en Urderales; la cacería de especies de desierto; la conservación de ecosistemas dulceacuícolas, desérticos y pastizales; forestal no maderable; la ganadería extensiva; la minería y el turismo de aventura en terrenos de pastizal	CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-17

*A= Acuacultura: A3= Piscicultura de aguas cálidas, A4= Piscicultura de aguas templadas; B= Agricultura: B2= Agricultura con agua dulce en URDERALES, B3= Agricultura de temporal; C=Cinegético: C2=Aves residentes, C3= Guajolote, C5=Mamíferos menores (liebre y jabalí), C6=Venado bura, C7=Venado cola blanca; D=Conservación: D2=Bosques secos, D3= Bosques templados, D4=Ecosistemas desérticos, D6=Pastizal, F=Forestal: F1=Maderable, F2=No Maderable; G=Ganadero: G1=Extensivo, M=Minería; T=Turismo: T=Turismo alternativo.

Tabla 5. Vinculación del proyecto con los Criterios ecológicos en las UGT 100-0/01 y 600-0/02

Clave	Criterio de regulación ecológica	Fundamento legal	Vinculación
CRE-06	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo.	Aplicación del Artículo 28 de la LGEEPA en materia de Impacto ambiental para cambios de uso del suelo en jurisdicción federal y Artículo 26 de la LEEPA para jurisdicción estatal	La presente Manifestación de Impacto ambiental en su modalidad REGIONAL da cumplimiento a lo solicitado en el artículo 28 de la LGEEPA.
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos :	Aplicación de la NOM-001-SEMARNAT que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y el Artículo 29bis4 de la Ley de Aguas Nacionales donde se revocan concesiones a quienes contaminen ecosistemas en jurisdicción federal y Artículo 136 de la LEEPA en jurisdicción estatal	El Proyecto, al considerar procesos de lixiviación, extracción por solventes y deposición electrolítica, incorpora un **Plan Integral de Manejo de Residuos** y medidas de control de efluentes líquidos, conforme a las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. En cumplimiento se considera NOM-001-SEMARNAT para garantizar que no se contaminen los cuerpos de agua de acuerdo con la LAN.
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	El proyecto incorpora un incorpora un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre**, con especial atención a las especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el caso de flora, no se identificaron especies en riesgo, en caso de identificarlas se procederá con su rescate y reubicación para garantizar su permanencia en la región.
CRE-17	Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad.	Cumplimiento con el Artículo 164 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y fracciones IV, V, VI y VIII del Artículo 136 de la LEEPA	Aunque el Proyecto, no desarrolla actividades agrícolas, se ubica dentro de las UGA 100-0/01 (Sierra Alta) y 600-0/02 (Valle Aluvial Intermontano), donde los procesos de erosión, salinización y compactación de suelos son fenómenos relevantes. Además de los impactos derivados del proyecto. En este contexto, el proyecto adoptará acciones orientadas a la prevención y mitigación de la degradación del suelo, a través de un **Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua**.

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio de regulación ecológica	Fundamento legal	Vinculación
CRE-18	Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos	Conforme al Artículo 165 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable se fomenta el uso del suelo más pertinente y los procesos de producción más adecuados para estas condiciones	No vinculable con el proyecto, el objetivo del proyecto es la extracción de cobre.
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético	Aplicación de los artículos 82- 91 y 94- 96 de la Ley General de Vida Silvestre y relativos con el aprovechamiento extractivo y cinegético.	El proyecto no contempla actividades cinegéticas. Por lo tanto, este criterio de regulación ecológica no se vincula con el proyecto. Sin embargo se apegará a lo establecido en la LGVS para el manejo de fauna silvestre en caso de ser necesario el rescate y reubicación de individuos.
CRE-20	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos	Artículo 88 de la Ley General de Vida Silvestre	El proyecto no contempla actividades agropecuarias, sin embargo contempla un programa de restauración ecológica.
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora. NOM-152-SEMARNAT-1994, contenido de los planes de manejo forestal; NOM-061-SEMARNAT-1994, regulación de efectos del manejo forestal sobre fauna y flora silvestre; y NOM-060-SEMARNAT-1994, lineamientos de mitigación de efectos de los aprovechamientos forestales en los suelos y cuerpos de agua	El proyecto no tiene el objetivo de aprovechamiento forestal, pero si el cambio de uso de suelo forestal. Sin embargo, no contempla desmontes indiscriminados, sino una remoción selectiva de vegetación, limitada al área estrictamente necesaria para las obras mineras y su infraestructura asociada. Asimismo, incorpora medidas de prevención y compensación ambiental que garantizan la conservación funcional del ecosistema, como: * Programa de Rescate y Reubicación de Flora. * Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. * Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional * Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua.
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	Aplicación del Artículo 62 de la Ley General de Vida Silvestre, que establece que la SEMARNAT promoverá la elaboración de los planes de conservación y recuperación de especies y poblaciones prioritarias.	En congruencia con la estrategia del POETES, el proyecto incorpora un Programa de Rescate, Protección y Reubicación de Flora y Fauna silvestre, el cual contempla: * Identificación y monitoreo de especies prioritarias y en riesgo presentes en el área del proyecto. * Rescate y traslado controlado de individuos antes de la remoción de vegetación. * Restauración de hábitats mediante reforestación con especies nativas. * Seguimiento postoperativo de la regeneración vegetal y el retorno de fauna. * Capacitación del personal para la prevención del daño a especies silvestres.
CRE-27	Se prohíbe la introducción de especies exóticas dulceacuícolas que afecten las poblaciones nativas de peces.	Regulación para controlar y evitar las transferencias de especies entre cuencas para minimizar la introducción de especies acuáticas dañinas que no son nativas, como algunos peces y ranas.	No vinculable con el proyecto, no se realizarán actividades que impliquen la introducción de especies exóticas de peces.

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio de regulación ecológica	Fundamento legal	Vinculación
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies para utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	LGEEPA declara de interés público la restauración de los terrenos forestales; LGDFS incluye a la reforestación y restauración como mecanismos para recuperar las zonas forestales degradadas. NOM-020-SEMARNAT-2001, lineamientos para la recuperación y restauración de terrenos forestales afectados por actividades ganaderas.	El proyecto propone un polígono de reforestación de **389 ha** con, con el establecimiento de 50,000 plantas nativas de la región.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	NOM-012-SEMARNAT-1996, aprovechamiento de leña con fines de uso doméstico. La LGDFS y la LFDFS-Son establecen los lineamientos para el establecimiento de plantaciones y el fomento a las actividades de restauración de los recursos forestales.	El proyecto propone un polígono de compensación de **389 ha**. Con lo que se busca compensar la pérdida de la cubierta vegetal que sea afectada por el CUSTF, además de realizar acciones complementarias como: obras de conservación de suelos y/o control de escurrimientos, reforestación y rescate y reubicación de flora.
CRE-30	Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo.	Se recomienda elaborar una NOM que regule el aprovechamiento de este recurso forestal no maderable. Se deberá enmendar la LFDFS-Son para que incluya un apartado sobre el manejo de los recursos forestales no maderables, incluido el chiltepín (*Capsicum annum var. glabriusculum*).	No vinculable con el proyecto, el objetivo es el aprovechamiento del cobre.
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen.	NOM-027-SEMARNAT-1996, aprovechamiento de la tierra de monte. Se deberá enmendar la LFDFS-Son para que incluya un apartado sobre el manejo de los recursos forestales no maderables, incluida la tierra de monte.	No se realizará el aprovechamiento de tierra de monte. En la preparación del sitio, se recuperará la capa orgánica producto del desmonte y despalme del terreno; este material se resguardará en el área asignada y se utilizará posteriormente para las actividades de restauración y compensación.

El Proyecto se localiza dentro de las **UGA 100-0/01 (Sierra Alta) y 600-0/02 (Valle Aluvial Intermontano)**. Estas unidades presentan vocación minera y ganadera, con ecosistemas de bosques secos, matorrales y pastizales naturales, y están sujetas a medidas específicas de manejo ambiental, restauración del suelo y conservación de biodiversidad. En congruencia con las directrices del POETES (2015), el proyecto:

* Da cumplimiento a lo establecido en el artículo 28 de la LGEEPA, con la presente MIA-R.
* Implementará programas de rescate, protección y reubicación de flora y fauna silvestre, atendiendo a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Ley General de Vida Silvestre. A demás de un programa de reforestación y de conservación de suelos.
* Dará cumplimiento a la regulación de residuos líquidos y sólidos, mediante sistemas impermeables en patios de lixiviación, recirculación de agua y disposición final controlada.
* Mantiene la compatibilidad de usos del suelo con las políticas estatales de aprovechamiento sustentable y restauración, sin inducir expansión urbana ni afectación a ecosistemas prioritario

El "Proyecto Minero El Pilar, Segunda etapa" es ambientalmente compatible con el POETES, al ubicarse en áreas con aptitud para minería. El proyecto contribuye a los objetivos del ordenamiento territorial, gestión responsable de los recursos naturales y promoción del desarrollo regional sustentable en el norte del estado de Sonora.

CONSULTA PÚBLICA

III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Como parte del análisis del marco jurídico aplicable al proyecto, es fundamental considerar las disposiciones establecidas en la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**[3] en materia de conservación ambiental. De acuerdo con su Artículo 46, se reconocen como Áreas Naturales Protegidas (ANP) las siguientes categorías:

I. Reservas de la Biosfera
II. Parques Nacionales
III. Monumentos Naturales
IV. Áreas de Protección de Recursos Naturales
V. Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF)
VI. Santuarios
VII. Parques y Reservas Estatales
VIII. Zonas de Conservación Ecológica Municipales
IX. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Cabe señalar que las categorías comprendidas en los numerales I al VI y el IV corresponden a la competencia de la Federación, mientras que las restantes se encuentran bajo jurisdicción de las autoridades estatales o municipales.

Este marco establece las condiciones para la delimitación, regulación y restricción de actividades productivas o de infraestructura dentro o en proximidad a dichas áreas, por lo que su identificación en la zona de influencia del proyecto resulta prioritaria para garantizar el cumplimiento normativo ambiental y la compatibilidad territorial.

III.2.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES

El Proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida Federal [4], la más cercana es la Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) denominada "Los Fresnos", ubicada a 23.9 km de distancia aproximadamente en dirección al noreste respecto a la ubicación del Proyecto, por lo que la operación del Proyecto no tiene influencia directa.

III.2.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES

El Proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida Estatal, la más cercana es la Área de Protección de Flora y Fauna denominada (APFF) "Bavispe", ubicada a 62 km de distancia aproximadamente, en dirección al sureste respecto a la ubicación del Proyecto, por lo que la operación del Proyecto no tiene influencia directa.
En la siguiente figura se presenta la ubicación del Proyecto respecto a las ANP de orden federal y estatal.

[3] LGEEPA. (2024). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de febrero de 1988, última reforma publicada el 01 de abril de 2024. México.
[4] CONANP. (2025). Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Recuperado de: https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226?idiom=es

CONSULTA PÚBLICA

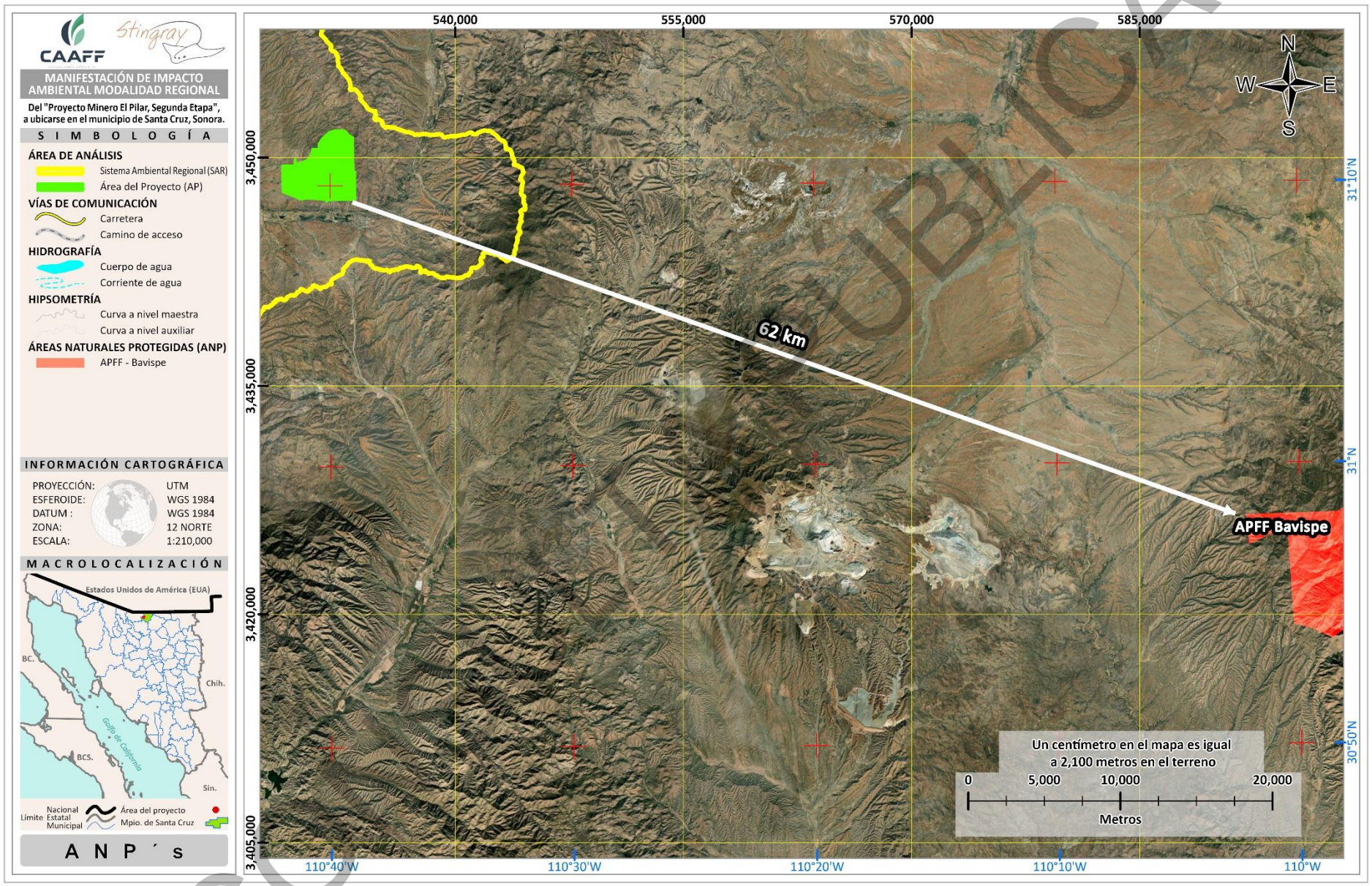


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a las ANP de orden federal y estatal cercanas al proyecto

COPIA PÚBLICA

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha definido varios tipos de regiones prioritarias que resultan determinantes para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas. En este sentido se presentan aquellas que guardan cierta relación geográfica con el Proyecto, es decir: a) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP); b) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP); c) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA); y d) Sitios Prioritarios Terrestres (STP).

III.2.3 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

En México se han identificado 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP),[5] las cuales cubren un área de 777,248 km^2 de las principales cuencas hidrográficas del país; las áreas con la mayor concentración y extensión geográfica se encuentran a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en las cuencas aluviales del norte del país. En el caso de la Sierra Madre Occidental, las RHP se localizan en las partes altas de la sierra de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas y Jalisco donde se forman las cabeceras de los ríos que descargan a las planicies costeras del Pacífico, hacia el occidente, y al Altiplano mexicano, al oriente. Las cuencas aluviales del norte comprenden las cuencas endorreicas y las interconectadas de los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, algunas de las cuales descargan hacia el río Bravo. La regionalización hidrológica, tiene el objetivo de contar con un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.[6]

RHP 13 Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz

El proyecto se encuentra dentro del polígono de la RHP 13 de la Región Noreste del estado de Sonora, cuenta con una extensión de 2,810.66 km^2. Los recursos hídricos principales pertenecen a los ríos San Pedro y Santa Cruz, además de ríos temporales, arroyos y embalses.[7]

En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto y la incidencia con la RHP Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz.

CONSULTA PÚBLICA

[5] Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. (2002). Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO, México.
[6] CONABIO.(2023d). Regiones hidrológicas prioritarias. https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico
[7] CONABIO.(2023e) 13. Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_013.html

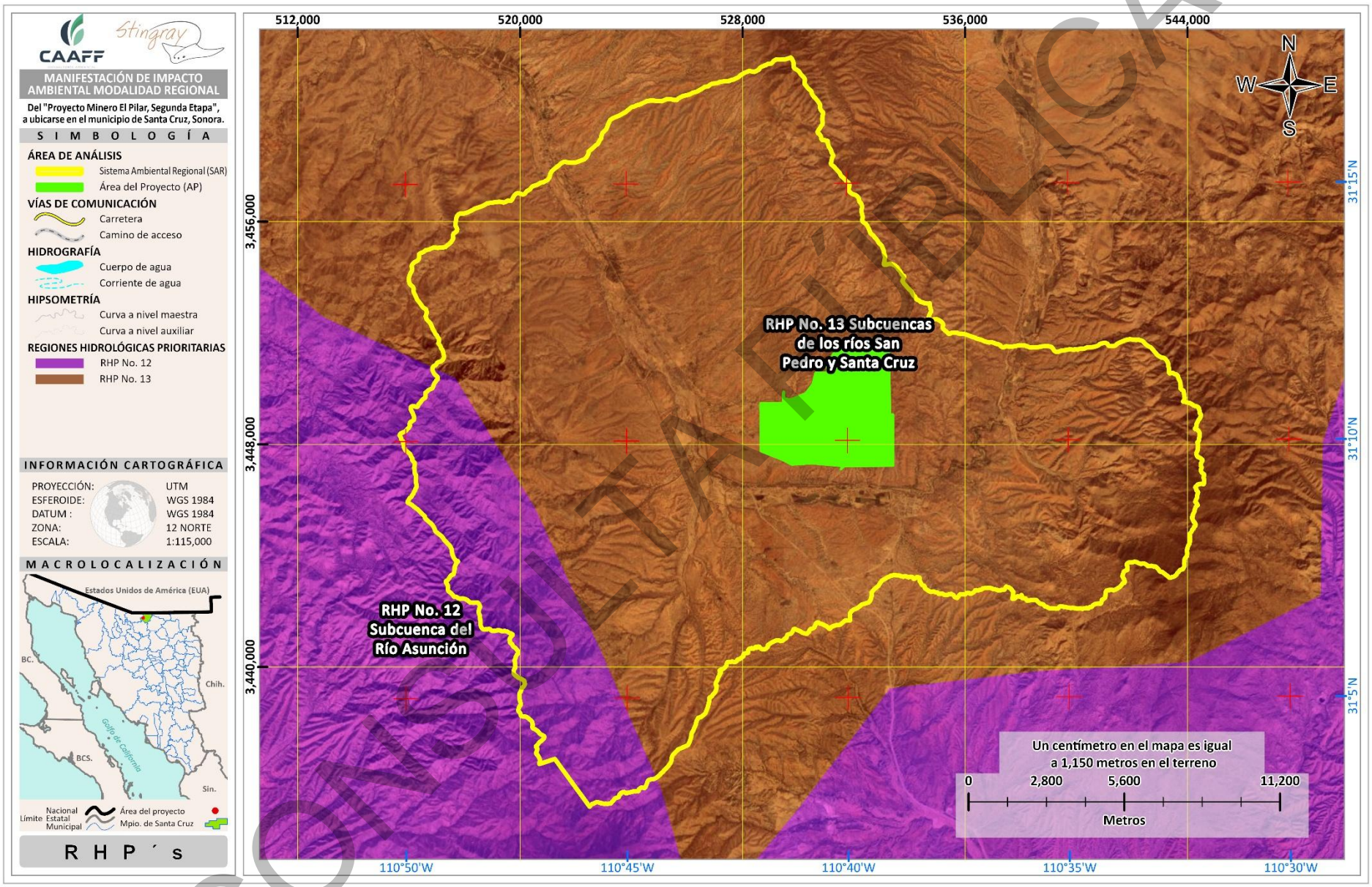


Figura 4. Ubicación del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa y la incidencia de la RHP Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz

COPIA PÚBLICA

Tabla 6. Ficha técnica de la RHP 13 Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Biodiversidad	Tipos de vegetación: pastizal, bosque de encino, de pino-encino. Fauna característica: Presencia del águila real *Aquila chrysaetos, Pachyramphus aglaiae, Strix occidentalis;* del lince *Lynx rufus,* del puma *Puma concolor* y del oso negro *Ursus americanus*. Endemismo de reptiles *Crotalus willardi* y *Lampropeltis pyromelana.* Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster, Catostomus clarki, C. insignis, Cyprinodon macularis, Gila intermedia, Tiaroga cobitis;* de anfibios *Bufo retiformis, Rana chiricahuensis, R. forreri, R. maculata* y *R. toromorde,* estas últimas indicadoras de integridad. Especies amenazadas de aves *Ara militaris, Rhynchopsitta pachyrhyncha, Strix occidentalis*.
Aspectos económicos	Recursos mineros (cobre), agricultura (algodón), silvicultura y ganadería.
Problemática	IV- Modificación del entorno: por la infraestructura minera y el sobrepastoreo en los pastizales. V- Contaminación: por desechos mineros en Cananea y contaminación de los arroyos por aguas negras. VI- Uso de recursos: el pastizal para ganado.
Conservación	Preocupan los residuos mineros que alteran los sistemas asociados; se necesitan planes de manejo para la industria minera. Faltan conocimientos limnológicos de la región.

El Proyecto, al incidir en la RHP 13 Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz, incorporará medidas integrales dirigidas a prevenir impactos sobre cuerpos de agua y hábitats asociados, entre ellas:

* Sistema de recirculación y confinamiento de soluciones de lixiviación, evitando descargas directas a arroyos o cauces naturales.
* Monitoreo de agua superficial y subterránea, asegurando que las concentraciones de metales y sulfatos se mantengan dentro de los límites normativos.
* Establecimiento de obras de conservación de suelos y agua, para estabilizar suelos y minimizar el arrastre de sedimentos a los cauces.
* Plan de manejo de residuos sólidos y líquidos que se generaran en el proyecto, con base a la normatividad vigente.

Al implementar las medidas de prevención y control previstas, la operación del Proyecto garantiza que se evitará la contaminación hídrica en una zona de alta importancia hidrológica para el norte de Sonora. Si bien el área se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 13 "Subcuencas de los Ríos San Pedro y Santa Cruz", reconocida por su alto valor ecológico e hidrológico, su desarrollo resulta ambientalmente viable, con las acciones de prevención, contención y monitoreo de efluentes establecidas en el presente estudio.

La aplicación integral de los programas de manejo y seguimiento ambiental garantiza que el proyecto no altere la funcionalidad hidrológica ni los servicios ecosistémicos de la región, manteniéndose en consonancia con los objetivos de la RHP 13 Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz, orientados a la conservación de las cabeceras de cuenca y al uso sustentable de los recursos hídricos en el territorio sonorense.

CONSULTA PÚBLICA

III.2.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

En territorio mexicano hay 152 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), cubren más de una cuarta parte del país con una superficie de 515,558 km^2. Estas regiones, se caracterizan por su riqueza de recursos y diversidad biológica, en particular por sus especies endémicas. En términos numéricos, la mayor concentración de RTP se presenta en Chihuahua, Sonora y Coahuila, mientras que Oaxaca y Quintana Roo destacan por la alta proporción de su superficie incluida.[8]

El proyecto no incide de manera directa sobre una RTP, sin embargo, dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR), se encuentra la RTP 41 Cananea-San Pedro, misma que se encuentra a una distancia de 4.46 km aproximadamente en dirección al Este.[9]

En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto y la RTP 41 Cananea-San Pedro más cercana.

CONSULTA PÚBLICA

[8] Arriaga, L., et al. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 433-457.
[9] CONABIO. (2023b). Regiones terrestres prioritarias de México (RTP). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado en:https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico

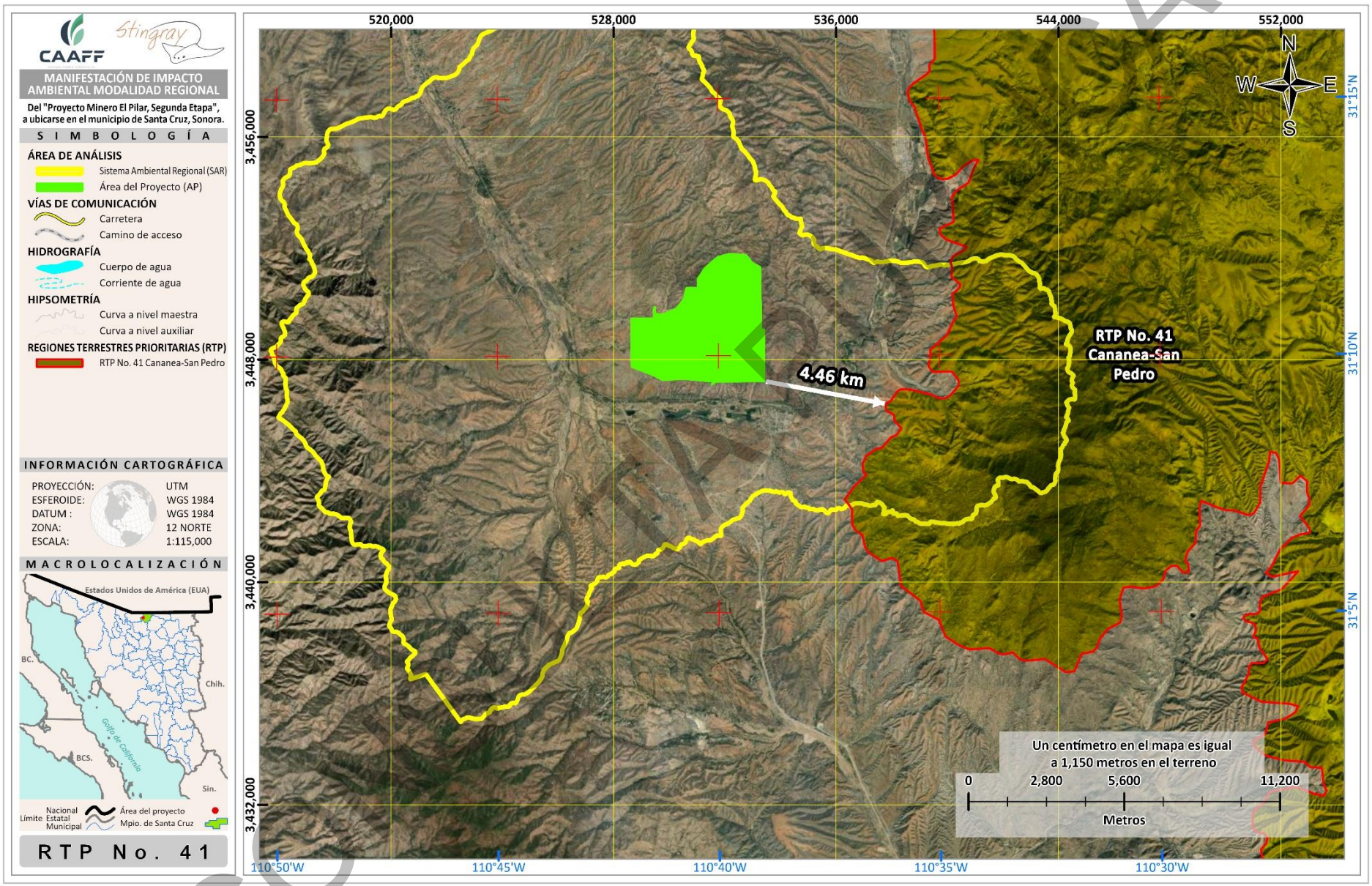


Figura 5. Ubicación del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa y la proximidad con la RTP 41 Cananea-San Pedro

COPIA

III.2.5 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

En México existen 243 AICAS, en dónde es posible observar al 94.53 % de las aves de México, de las cuales el 97.29 % de las especies están incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las AICAS tienen una cobertura aproximada de 372,240 km^2, se distribuyen en todas las entidades federativas del país; las más grandes se encuentran en Chihuahua, Sonora y Oaxaca, así como los estados de Durango, Veracruz, Yucatán, Campeche y Chiapas.[10]

AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental

El proyecto se encuentra inmerso dentro del AICA 126, el cual está conformado por un conjunto de sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICAs del sur de las sierras y con las islas del norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Cuenta con una superficie de 2,290,078 ha. Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo. Es a través de las islas del norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierritas en Arizona. En esta región se tienen identificadas 359 especies de aves.

El AICA 126 se definió como área de importancia con base al criterio A1 de Birdlife International. Es decir, el sitio mantiene regularmente una cantidad significativa de especies amenazadas a nivel mundial, u otras especies cuya conservación es de interés mundial de acuerdo con la UICN Birdlife.[11]

En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto y el AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.

CONSULTA PÚBLICA

[10] AvesMX-CONABIO. (2015). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html
[11] AvesMX-CONABIO. (2015). Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental. https://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_126

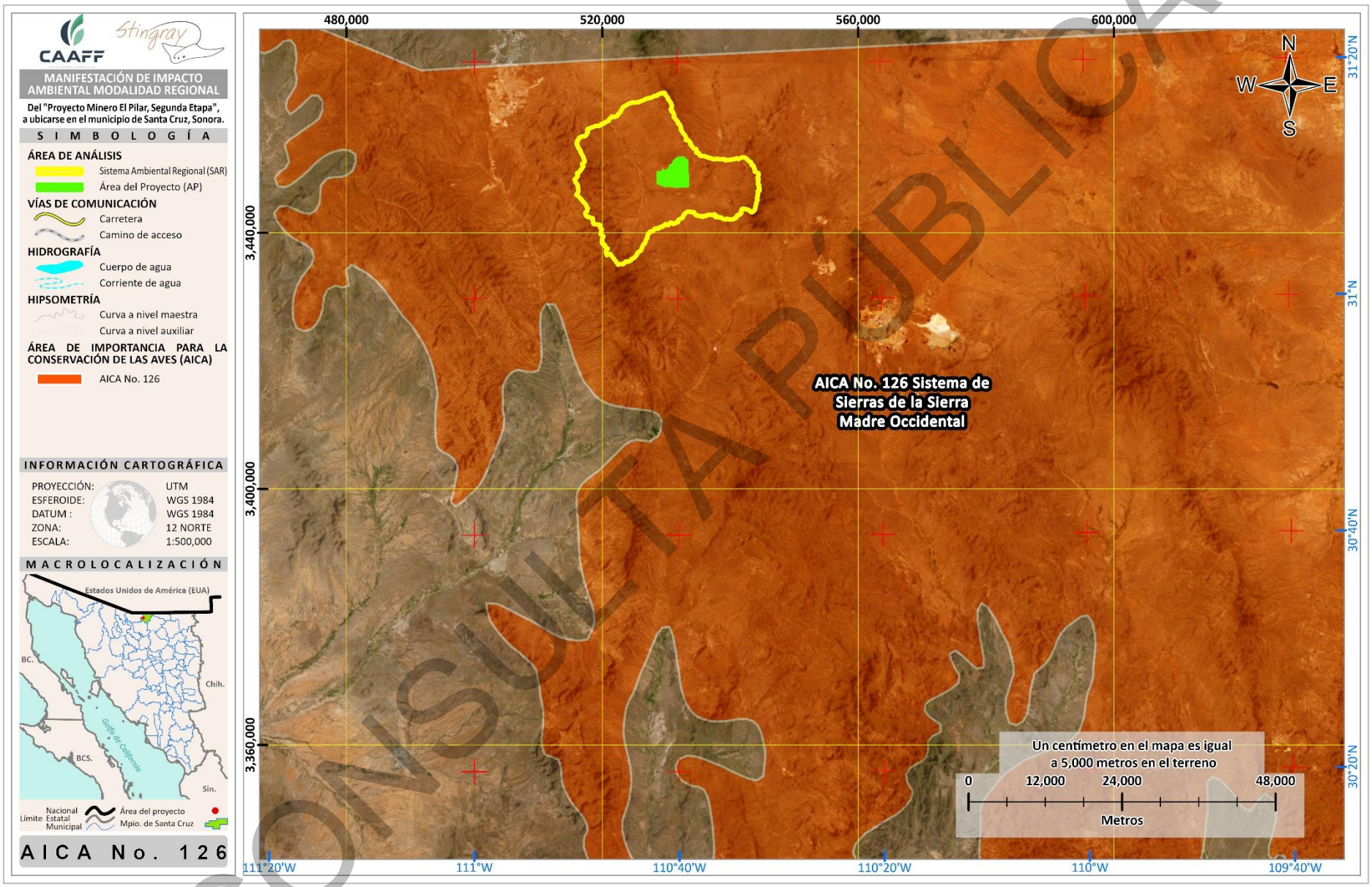


Figura 6. Ubicación del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa y el AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental

CONSULTA PÚBLICA

El proyecto, al ubicarse dentro del AICA Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental incorpora medidas específicas para evitar impactos sobre la avifauna y su hábitat, conforme a la Ley General de Vida Silvestre.

Las medidas para aves, y en general para fauna terrestre se definen de manera detallada en el Programa de Ayuntamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, dentro de las medidas principales incluyen:

* Ahuyentamiento de aves en la etapa de preparación de sitio, solo en caso de ser necesario se aplicará el rescate.
* En el área de CUSTF, las acciones de rescate para este grupo serán mínimas, debido a que son animales muy móviles que pueden alejarse inmediatamente del área del proyecto. Se espera que el ruido de vehículos, personal y maquinaria ahuyente a las aves de los frentes de trabajo.
* Para el rescate de la ornitofauna (aves), únicamente en caso de encontrarse nidos con huevos y cuando resulte necesario, estos serán reubicados con el apoyo de especialistas, ya que las técnicas de incubación y el cuidado de polluelos requieren personal capacitado y equipo especializado.
* Protección de zonas de anidación y monitoreo de aves mediante recorridos y puntos de observación.
* Restauración progresiva de vegetación con especies nativas, para recuperar hábitats y corredores biológicos.
* Las actividades se realizarán por personal especializado en ornitofauna, además se dará capacitación al personal involucrado sobre el manejo y protección de especies silvestres.

Con las medias para la protección de las aves y de la fauna silvestre en general, el Proyecto, es ambientalmente viable, en la medida en que se implementen de manera estricta las medidas de mitigación. En específico para las aves, se buscará que las actividades no alteren los hábitats críticos ni las rutas migratorias. Si bien, el AICA Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental no cuenta con un Programa de manejo, el proyecto mantendrá coherencia con los objetivos de conservación, contribuyendo a la protección de especies prioritarias y al mantenimiento de la funcionalidad ecológica del corredor Sierra Madre Occidental.

III.2.6 HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL (SITIOS RAMSAR)

Actualmente México cuenta con 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), ocupando una superficie total de 8,657,057 hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.[12]

Es importante resaltar que, el área del Proyecto no tiene interferencia con ningún sitio RAMSAR, el más cercano se encuentra a 14.1 km aproximadamente en dirección al este, denominado Sierra de Ajos Bavispe.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del proyecto y el sitio RAMSAR más cercano.

[12] CONANP. (2014). RAMSAR, Sitios, Convención. México. Recuperado de: https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php

CONSULTA PÚBLICA

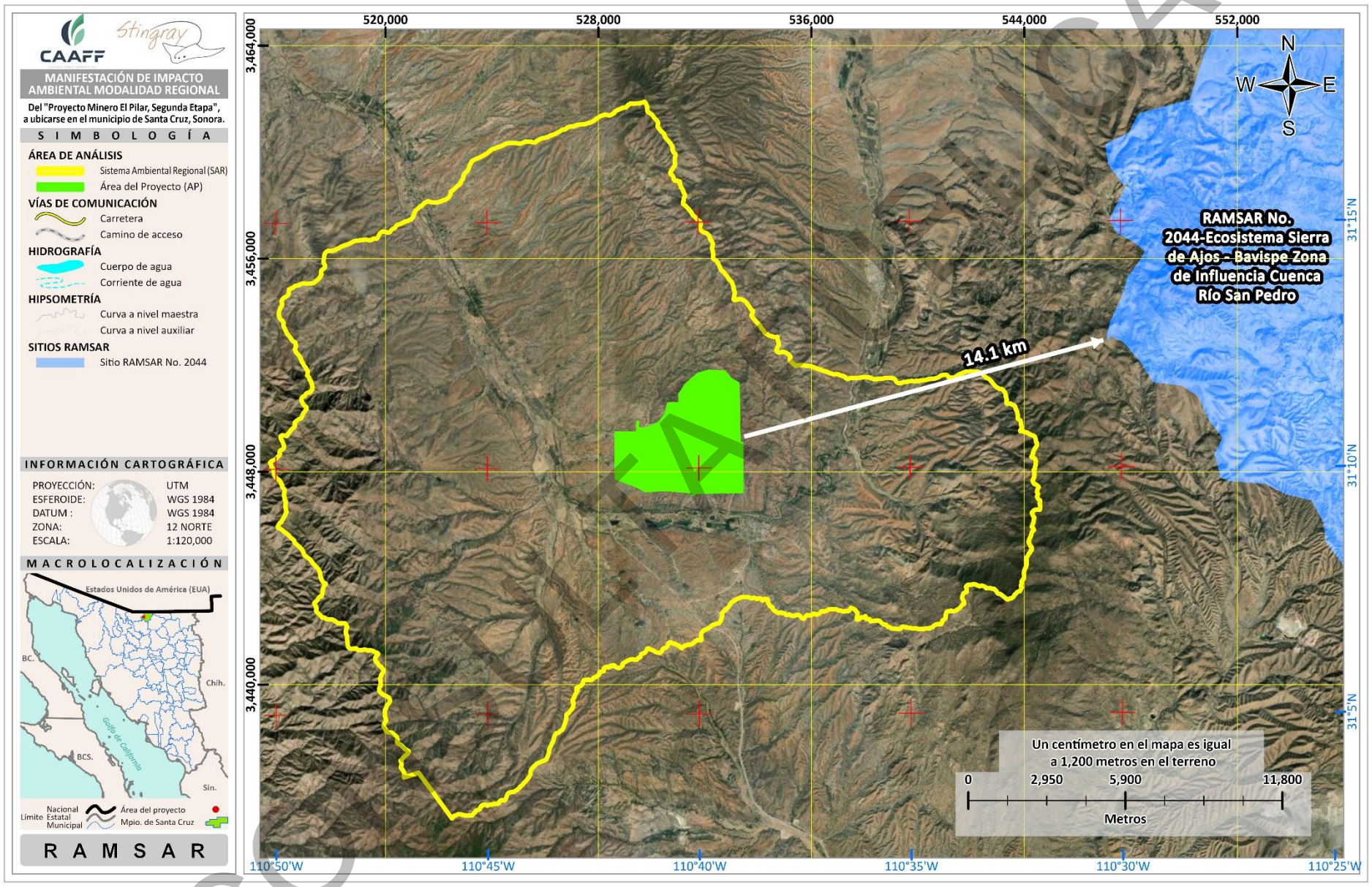


Figura 7. Ubicación del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" y la cercanía con el sitio RAMSAR denominado Sierra de Ajos Bavispe

COPIA

III.2.7 UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE (UMA)

Las UMA son unidades de manejo para la conservación de vida silvestre. Se trata de predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado. Tendrán como objetivo general la conservación de hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable (art. 39, LGVS).[13]

El proyecto no incide de manera directa sobre una UMA, pero si colinda con la UMA Paredes (DGFFSON-UMA-EX-056-06).

III.2.8 SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRE (SPT) PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad nacional se encuentra seriamente amenazada debido a altas tasas de deforestación, degradación de ecosistemas, así como por presiones adicionales como el tráfico ilegal de especies, la contaminación y la introducción de especies exóticas invasoras, factores que incrementan significativamente el riesgo de extinción de un gran número de especies. Ante este panorama, el país requiere una planeación de conservación multiescalar, capaz de representar de manera efectiva los diversos componentes de la biodiversidad en distintos niveles espaciales y ecológicos. Esta necesidad dio origen a la elaboración de una cartografía nacional de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre, publicada el 28 de febrero de 2008, resultado del trabajo conjunto entre CONABIO, CONANP, The Nature Conservancy (TNC) y PRONATURA.[14]

Dicha cartografía identifica unidades espaciales en forma de hexágonos, distribuidas sobre el territorio nacional, que permiten maximizar la representatividad de la biodiversidad en la menor superficie posible, en función de metas de conservación específicas para diferentes elementos biológicos. Esta herramienta constituye una base técnica sólida para orientar acciones de conservación, ordenamiento ecológico y políticas públicas en el territorio nacional.

Con base a la capa vectorial se determina que el área del Proyecto no se encuentra dentro de ningún SPT para la conservación de la biodiversidad, el más cercano es el SPT 441 ubicado a 2.6 km y ha sido clasificado con una prioridad de atención media, estos son los sitios que no se consideran los de mayor prioridad a escala nacional. Dado que el Proyecto no se encuentra dentro de este SPT, no afecta directamente a zonas con alta biodiversidad.

CONSULTA PÚBLICA

[13] LGVS. (2021). Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, última reforma publicada el 20 de mayo del 2021. México.
[14] CONABIO. (2021). Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitiosp-terrestre.

III.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2025–2027 DE SANTA CRUZ, SONORA

En el Plan Municipal de Desarrollo se establecen los principios rectores para construir y consolidar un trabajo en beneficio de la comunidad y sociedad de Santa Cruz, Ejido Miguel Hidalgo y Milpillas. Para lograrlo se definen los siguientes ejes:

Eje 1. Obras y apoyos, bienestar para todas y todos.
Eje 2. Eficiencia Administrativa y Austeridad
Eje 3. Seguridad y Justicia
Eje 4. Servicios públicos eficientes
Eje Transversal I. Igualdad Sustantiva y derechos de las mujeres
Eje Transversal II. Derechos de las comunidades indígenas y afroamericanas

El municipio de Santa Cruz posee un notable potencial para el desarrollo industrial, sustentado en dos factores clave: el dinamismo creciente del sector minero y su ubicación estratégica. En los últimos años, la actividad minera ha cobrado un papel fundamental en la economía local. Hasta el 2024, el complejo minero "Milpillas" se encuentra en operación dentro del territorio municipal, y en u n futuro cercano el presente proyecto minero "El Pilar", lo que consolida al municipio como una zona minera de importancia regional. Este crecimiento abre oportunidades para el establecimiento de servicios auxiliares, cadenas de proveeduría y mano de obra especializada.

Adicionalmente, la cercanía con la frontera y la reciente construcción de la carretera Nogales–San Antonio brindan condiciones logísticas óptimas para atraer maquiladoras e industrias de transformación, fortaleciendo el perfil industrial del municipio.

Estas condiciones hacen de Santa Cruz un territorio apto para consolidar una estrategia de desarrollo económico integral, basada en el aprovechamiento responsable de sus recursos naturales, la atracción de inversión productiva y la generación de empleos sustentables.

El Proyecto se vincula plenamente con los ejes estratégicos y objetivos del Plan Municipal de Desarrollo de Santa Cruz 2025–2027, al:

- Impulsar el bienestar económico y social mediante la generación de empleo y obra pública complementaria;
- Fortalecer la coordinación institucional y la transparencia ambiental con las autoridades municipales;
- Implementar medidas de seguridad industrial, gestión ambiental y eficiencia hídrica que reducen presiones sobre los servicios públicos locales; y
- Promover una minería responsable, equitativa e inclusiva, coherente con los principios de sostenibilidad, igualdad y justicia ambiental.

En conjunto, el proyecto contribuye al desarrollo integral y sustentable del municipio de Santa Cruz, consolidándolo como un polo minero regional competitivo dentro del marco del desarrollo estatal de Sonora.

CONSULTA PÚBLICA

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaría de Salud (SSA), son las principales instituciones que expiden las NOM del sector ambiental y del sector salud, con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales y garantizar el derecho a un ambiente sano.

III.1.1 NOM EN MATERIA DE FLORA Y FAUNA

Tabla 7. Normas Oficiales Mexicanas en materia de flora y fauna y su vinculación con el proyecto

<table>
<tr><th>Norma</th><th>Descripción NOM</th><th>Vinculación con el Proyecto</th></tr>
<tr><td>NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (DOF: 14/11/2019)</td><td>Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre – Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.</td><td>Es importante mencionar que, en el muestreo realizado en el área del proyecto, NO se tuvo registro de especies de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, se tiene un Programa de rescate y reubicación de flora. En caso de identificar alguna especie en riesgo, será sujeta a rescate y se notificará a la autoridad mediante los informes de actividades.

Respecto con la fauna, en el sitio del proyecto se registraron dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

<table>
<tr><th>Especie</th><th>Nombre común</th><th>Categoría de Riesgo</th></tr>
<tr><td>Accipiter cooperii</td><td>Gavilán de Cooper</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Crotalus atrox</td><td>Cascabel de diamantes</td><td>Pr</td></tr>
</table>

En este sentido, se plantea la ejecución de Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, y de esta manera evitar algún tipo de afectación a la fauna silvestre.</td></tr>
</table>

III.1.2 NOM EN MATERIA DE EMISIONES

Tabla 8. Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones y su vinculación con el proyecto

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	En el proyecto se utilizarán vehículos automotores que usan gasolina como combustible, a los cuales se les dará el mantenimiento recomendado por el fabricante, con el objeto de que las emisiones de gases contaminantes estén por debajo de los límites máximos permisibles. Como parte de las medidas de prevención y mitigación de impactos se tendrá el mantenimiento vehicular y maquinaria. Cabe señalar que se

CONSULTA PÚBLICA

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		contempla tener un parque vehicular de modelo reciente, lo que asegura mayor eficiencia en el consumo de combustible. Así como programas de mantenimiento y un área específica para las actividades de mantenimiento.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	El Proyecto contempla el uso de una flota vehicular ligera para transporte de personal, servicios de supervisión y logística interna, la cual opera principalmente con gasolina y no excede el peso bruto vehicular de 3,857 kg. El cumplimiento de esta norma en el marco del proyecto se garantiza mediante: * Uso exclusivo de vehículos nuevos o recientes que cuenten con certificación ambiental vigente de fábrica bajo la NOM-042-SEMARNAT-2003. * Mantenimiento preventivo y correctivo programado para asegurar el óptimo desempeño de motores y sistemas de control de emisiones. * Supervisión periódica de gases de escape mediante verificación vehicular en talleres autorizados. * Capacitación al personal para promover el uso eficiente de combustible y la reducción de emisiones. Estas acciones reducen la emisión de contaminantes atmosféricos asociados al parque vehicular del proyecto y asegura el cumplimiento de la Norma.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas	El Proyecto al contar con procesos de extracción, transporte y disposición de tepetate y mineral y a todas las fuentes fijas que emitan material particulado durante la operación. Para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos por la NOM-043-SEMARNAT-1993, el proyecto implementará las siguientes acciones: * Sistemas de control de emisiones en puntos críticos. * Riego y humectación de caminos y patios de mineral para reducir la dispersión de partículas por viento. * Cubiertas parciales y puntos de descarga. * Monitoreo semestral de partículas totales en suspensión (PTS). * Mantenimiento preventivo de equipos de combustión y control de emisiones.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental – Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	El Proyecto Minero El Pilar, durante su fase de construcción y operación, empleará vehículos y maquinaria diésel para el transporte de materiales, movimiento de tierra y operaciones auxiliares. En cumplimiento de esta norma, el proyecto implementará acciones para asegurar que todas las unidades motrices cumplan con los límites máximos de opacidad establecidos. Las medidas de cumplimiento incluyen: * Verificación periódica de opacidad en motores diésel de la flota interna mediante equipo de medición certificado. * Mantenimiento preventivo de motores y calibración de sistemas de inyección. * Capacitación del personal operativo en conducción eficiente y reducción de ralentí.

CONSULTA PÚBLICA

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		* Sustitución programada de unidades que excedan los límites o presenten fallas en sistemas de combustión.
NOM-165-SEMARNAT-2013	Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	Durante la etapa de beneficio, el Proyecto contempla la operación de un patio de lixiviación. En esta área, el sistema de riego (aspersión/goteo) de la solución acidulada generará emisiones difusas de neblina de ácido sulfúrico a la atmósfera. Asimismo, en la Planta de Extracción por Solventes y Electroobtención (ESDE/SX-EW), se identifican dos fuentes de emisión y transferencia relevantes para la Norma.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	El Proyecto Minero El Pilar, al incluir instalaciones industriales permanentes como planta de energía, se considera fuentes fijas. Para cumplir con esta normativa, el proyecto implementará las siguientes medidas de control acústico: * Mantenimiento preventivo de maquinaria y aislamiento de motores para reducir vibraciones. * Monitoreo periódico de niveles sonoros con equipos calibrados. * Delimitación de zonas industriales con restricciones de acceso durante la operación de equipos de alta potencia. * Establecimiento de zonas de amortiguamiento acústico para evitar afectaciones a fauna y poblados.
NOM-085-SEMARNAT-2011	Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición	El Proyecto Minero El Pilar, al contar con planta de energía, planta de ácido sulfúrico y equipos térmicos auxiliares, genera emisiones derivadas de procesos de combustión que se consideran fuentes fijas. El proyecto implementará las siguientes medidas: • Instalación de sistemas de combustión eficiente, con control automático de aire y temperatura. • Monitoreo semestral de emisiones mediante laboratorios acreditados por la EMA y conforme a las metodologías de la norma. • Mantenimiento preventivo de calderas, generadores y hornos para conservar la eficiencia térmica. • Registro anual de emisiones en la Cédula de Operación Anual (COA).

III.1.3 NOM EN MATERIA DE RESIDUOS

Tabla 9. Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos y su vinculación con el proyecto

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
NOM-052-SEMARANT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El Proyecto Minero El Pilar, por la naturaleza de sus actividades, beneficio de mineral, operación de planta eléctrica y mantenimiento industrial, genera residuos que pueden clasificarse como peligrosos, tales como aceites usados, filtros contaminados, trapos impregnados con hidrocarburos y reactivos de laboratorio. El proyecto considera un **Plan de Manejo de residuos**, en el cual se incluye el manejo de Residuos Peligrosos, el cual contempla:

CONSULTA PÚBLICA

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		* Identificación y codificación de residuos conforme a los listados de la norma. * Almacenamiento temporal en instalaciones con piso impermeable, techado y señalización preventiva. * Recolección y transporte mediante empresas autorizadas por SEMARNAT. * Disposición final o reciclaje en instalaciones con autorización federal vigente. * Capacitación al personal sobre manejo seguro y segregación de residuos peligrosos. * Bitácoras y manifiestos de entrega-recepción.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo	En el proyecto generara diferentes tipos de Residuos de Manejo Especial (RME), se determinarán los residuos de manejo especial (aguas residuales, residuos de construcción, neumáticos, lodos, mantenimiento y demolición en general, residuos tecnológicos como electrónicos y de informática) y se establecerá en el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial para su registro.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	Con fundamento en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y en la presente norma (NOM-054-SEMARNAT-1993), el proyecto implementará las siguientes acciones para garantizar el manejo seguro de residuos incompatibles: * Aplicación del procedimiento de prueba de compatibilidad para identificar residuos que no deben almacenarse o mezclarse. * Separación física y confinamiento diferenciado de residuos ácidos, alcalinos, combustibles o reactivos. * Etiquetado y señalización clara de recipientes y áreas de almacenamiento temporal. * Capacitación al personal en reconocimiento y manejo de residuos incompatibles. * Supervisión de almacenamiento por personal técnico certificado en gestión de residuos peligrosos.
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbano y de manejo especial.	El Proyecto, al considerar la construcción y operación de un relleno sanitario propio para la disposición controlada de residuos domésticos y de manejo especial generados por las actividades mineras y de servicios, debe cumplir con los lineamientos de esta norma en cada una de sus etapas. Las medidas de cumplimiento consideradas incluyen: * Selección del sitio en un área geológicamente estable, fuera de cauces, zonas de inundación y de recarga de acuíferos. * Diseño del relleno sanitario con sistema de impermeabilización base (geomembrana y arcilla

CONSULTA PÚBLICA

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		compactada) y drenaje de lixiviados, evitando infiltración al subsuelo. * Captación y manejo de biogás mediante tuberías de venteo o sistemas de aprovechamiento. * Operación por celdas con compactación y cobertura diaria de residuos. * Monitoreo ambiental de agua subterránea, calidad del aire y estabilidad estructural. * Programa de clausura y restauración, con cobertura vegetal final y monitoreo post-operativo.
NOM-157-SEMARNAT-2009	Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.	El Plan de Manejo de Residuos Mineros (PMRM) del proyecto integra los elementos establecidos por la NOM-157-SEMARNAT-2009, entre ellos: * Identificación, caracterización y clasificación de los residuos mineros según su origen, volumen y potencial de afectación ambiental. * Diseño de sitios de almacenamiento temporal y definitivo, con medidas de control de erosión, escurrimientos y generación de drenaje ácido. * Evaluación de riesgos ambientales por lixiviación de metales y generación de polvo. * Implementación de medidas de mitigación y monitoreo ambiental, incluyendo análisis fisicoquímicos de aguas y suelos. * Programa de cierre y rehabilitación de depósitos mineros, con revegetación y monitoreo post-clausura. * Reportes de cumplimiento y actualización periódica ante la SEMARNAT.
NOM-141-SEMARNAT-2003	Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.	En cumplimiento con la NOM-157-SEMARNAT-2009, para la caracterización de los residuos generados en las tepetateras, se seleccionó la Prueba de Extracción de los Constituyentes Tóxicos (PECT) conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003, con el propósito de determinar el potencial de lixiviación de metales y su posible influencia en los cuerpos de agua superficiales

CONSULTA PÚBLICA

III.1.4 NOM EN MATERIA DE AGUA

Tabla 10. Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua y su vinculación con el proyecto

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Para las actividades de cambio de uso de suelo, el proyecto contempla la instalación de sanitarios portátiles para el uso del personal, una empresa especializada será la responsable de realizar la recolección y manejo de las aguas residuales, evitando así la descarga a cuerpos de agua, o subsuelo. El Proyecto, durante su operación, generará aguas residuales domésticas provenientes de oficinas, comedores y servicios sanitarios, las cuales serán tratadas mediante sistemas sépticos y plantas de tratamiento compactas, previo a su descarga controlada. Aunque el proyecto se ubica en una zona rural sin un sistema de alcantarillado municipal formal, la norma se toma como referencia técnica obligatoria para el control de calidad del efluente tratado.
NOM-003-CONAGUA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	La promovente construirá dos pozos exclusivamente para la extracción de agua de laboreo. Para la construcción de los pozos para extracción de agua, se apegará a lo establecido en la presente norma así como a las condiciones específicas desglosadas en el Anexo 2.1 y 2.2 de la concesión otorgada por la CONAGUA mediante el oficio número SON150567.
NOM-004-CONAGUA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	El proyecto cuenta con la concesión de dos pozos por parte de CONAGUA bajo el oficio número SON150567, por lo cual se sujetará a dar cumplimiento a esta norma, en la etapa de construcción, operación y en la etapa post-cierre del proyecto.
NOM-006-CNA-1997	Fosas sépticas prefabricadas Especificaciones y métodos de prueba.	En su etapa operativa, el Proyecto Minero El Pilar, al contemplar la instalación de fosas sépticas prefabricadas para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas generadas por el personal operativo y administrativo, aplica directamente esta norma como parte de su infraestructura sanitaria ambientalmente responsable para la gestión de aguas residuales.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Para las actividades de cambio de uso de suelo, el proyecto contempla la instalación de sanitarios portátiles para el uso del personal, una empresa especializada será la responsable de realizar la recolección y manejo de las aguas residuales, evitando así la descarga a cuerpos de agua, o subsuelo.
NOM-127-SSA1-1994	Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua	Esta Norma se utilizará de referencias en los monitoreos de calidad de agua subterránea y considerando los parámetros obtenidos en la línea base del proyecto. El proyecto considera dentro del Programa de vigilancia ambiental, realizar monitoreos de calidad de agua subterránea y superficial aguas arriba y aguas abajo del AP, para garantizar cumplir con los límites establecidos en la normatividad durante el ciclo de vida del Proyecto, hasta su etapa de post-cierre.

CONSULTA PÚBLICA

III.1.5 NOM EN MATERIA DE SUELO

Tabla 11. Normas Oficiales Mexicanas en materia de suelo y su vinculación con el proyecto

Norma	Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	El Proyecto contempla procesos industriales, almacenamiento de combustibles y operación de maquinaria pesada, existe el riesgo potencial de derrames accidentales de hidrocarburos durante las fases de construcción y operación. Las acciones preventivas y correctivas incluyen: * Almacenamiento de combustibles y lubricantes en áreas confinadas con piso impermeable y diques de contención. * Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos, para evitar fugas de aceite o diésel. * Capacitación del personal operativo en manejo de sustancias peligrosas y atención a contingencias ambientales. * Monitoreo de calidad del suelo en zonas de almacenamiento y talleres, con análisis realizados por laboratorios acreditados por la EMA. * Remediación inmediata en caso de contaminación, conforme a los niveles guía establecidos en la norma:
NOM-159-SEMARNAT-2011	Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre.	Esta norma es de observancia obligatoria para todas las unidades mineras que utilicen procesos de lixiviación para la obtención de cobre metálico a partir de minerales oxidados o sulfurados, lo cual aplica directamente al Proyecto Minero El Pilar, que contempla un sistema de lixiviación en pilas, extracción por solventes y electrodeposición (ESDE). En cumplimiento con la Norma, el proyecto integra los siguientes componentes y medidas: * Diseño y construcción de patios de lixiviación con geomembranas impermeables de alta densidad (HDPE), colocadas sobre una base compactada y con sistemas de drenaje y recolección de soluciones para evitar infiltraciones al subsuelo. * Instalación de sistemas de contención secundaria y canales de desvío pluvial, garantizando la separación entre escurrimientos naturales y soluciones del proceso. * Operación bajo sistema cerrado de recirculación de soluciones, minimizando el consumo de agua y evitando descargas al ambiente. * Monitoreo permanente de aguas subterráneas y superficiales, conforme a los parámetros e intervalos establecidos en la norma, a través de piezómetros estratégicamente ubicados. * Mantenimiento preventivo y revisión estructural periódica de los sistemas de contención, drenaje y geomembranas. Plan de cierre y post-cierre del sistema de lixiviación, que incluye la neutralización de soluciones, desmantelamiento de infraestructura y restauración topográfica y vegetal del área intervenida.

CONSULTA PÚBLICA

III.5 OTROS INSTRUMENTOS NORMATIVOS

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 05/02/1917, última reforma publicada en el DOF 15/04/2025.

La Constitución de los Estados Unidos Mexicanos es la ley suprema en la que se establecen el conjunto de reglas y principios que regulan el país. Establece la organización del gobierno, que se divide en tres poderes de la federación: el legislativo, el ejecutivo y el judicial; abarcando los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. En este documento se definen los derechos y libertades de los ciudadanos, incluyendo derechos civiles, políticos, económicos, sociales y culturales.

La siguiente tabla contiene, a manera de resumen, la base constitucional aplicable al Proyecto, la cual brinda validez y seguridad jurídica a la ejecución del Proyecto.

Tabla 12. Vinculación del Proyecto con la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos

Articulo	Vinculación
Artículo 2o. La Nación Mexicana es única e indivisible, basada en la grandeza de sus pueblos y culturas. […] La Nación tiene una composición pluricultural y multiétnica sustentada originalmente en sus pueblos indígenas, que son aquellas colectividades con una continuidad histórica de las sociedades precoloniales establecidas en el territorio nacional; y que conservan, desarrollan y transmiten sus instituciones sociales, normativas, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. Se reconoce a los pueblos y comunidades indígenas como sujetos de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio propio […]	En este contexto, el Proyecto ubicado en el municipio de Santa Cruz, Sonora, dentro de terrenos ejidales del Ejido Miguel Hidalgo, reconoce el principio de respeto a los derechos de las comunidades locales y grupos originarios que integran la estructura social de la región. Si bien el área de influencia del proyecto no se superpone con territorios indígenas reconocidos por el INPI (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas), sus acciones ambientales y sociales se desarrollan conforme a los principios de inclusión, equidad y respeto cultural establecidos en este artículo.
Artículo 4to. […]Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines […]	Este precepto constituye el fundamento constitucional de la política ambiental mexicana, al vincular el derecho humano al medio ambiente sano con la obligación de prevenir, mitigar y reparar los daños ambientales. El Proyecto es plenamente congruente con el Artículo 4º Constitucional, al integrar en su diseño y operación mecanismos para garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano y al acceso sustentable al agua. Su gestión ambiental responsable y sus programas de prevención, mitigación y restauración aseguran el cumplimiento del mandato constitucional de protección al ambiente y al recurso hídrico, contribuyendo al bienestar y desarrollo sustentable de la región.
Artículo 25. 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 y 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, cuya seguridad protege esta Constitución.	En congruencia con estos principios, el Proyecto se alinea al Artículo 25 Constitucional al desarrollar una actividad económica estratégica para el país, la extracción y procesamiento de mineral de cobre, bajo criterios de sustentabilidad, eficiencia tecnológica y responsabilidad ambiental, contribuyendo tanto al desarrollo regional de Sonora como al fortalecimiento de la economía nacional.

CONSULTA PÚBLICA

Articulo	Vinculación
[…]La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución.	Su ejecución responde al mandato constitucional de que el desarrollo nacional debe ser integral, equitativo y ambientalmente responsable, fortaleciendo tanto la soberanía económica como la sustentabilidad de los recursos naturales de la Nación.
Artículo 27. Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que, en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria […] […]La ley, considerando el respeto y fortalecimiento de la vida comunitaria de los ejidos y comunidades, protegerá la tierra para el asentamiento humano y regulará el aprovechamiento de tierras, bosques y aguas de uso común y la provisión de acciones de fomento necesarias para elevar el nivel de vida de sus pobladores. […]	Este artículo constituye el fundamento jurídico principal de las actividades mineras en México, ya que establece que el Estado es propietario de los recursos minerales y que su aprovechamiento solo podrá realizarse mediante concesiones otorgadas por la autoridad federal, en los términos de la Ley Minera y las disposiciones ambientales aplicables. El Proyecto contempla la explotación y beneficio de mineral de cobre en el municipio de Santa Cruz, Sonora. El cual se desarrolla bajo una concesión minera federal vigente, otorgada por la Secretaría de Economía, conforme a lo dispuesto en el artículo 27 constitucional y la Ley Minera. Todo ello, respetando los derechos agrarios del Ejido Miguel Hidalgo, propietario de los terrenos superficiales, mediante acuerdos formales de uso y ocupación temporal, conforme a la Ley Agraria.

III.5.2 LEYES FEDERALES

Las leyes federales en materia ambiental en México son el conjunto de normas jurídicas de carácter general, abstracto y obligatorio, emanadas del Congreso de la Unión (Poder Legislativo Federal), que tienen como objetivo regular las actividades humanas para proteger el medio ambiente, preservar y restaurar el equilibrio ecológico, y garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

III.5.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

Publicado en el DOF el 28 de febrero de 1988, última reforma publicada el 01 de abril del 2024.

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente y de la biodiversidad; la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

En la siguiente tabla se presentan los artículos de la LGEEPA que le son vinculantes al proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 13. Vinculación entre el Proyecto y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 5o.- Son facultades de la Federación: XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, substancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente;	El Proyecto contempla la exploración, minado y beneficio de cobre, los cual se considera como mineral reservado a la federación.
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría. (…) III. Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; (…)	En cumplimiento de este artículo, el proyecto ha desarrollado los instrumentos ambientales siguientes: **Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R)**, que analiza los efectos acumulativos y sinérgicos de las obras mineras y de infraestructura asociada.
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente (…).	En cumplimiento con este artículo, la promovente realizó la presente Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional (MIA-R), documento técnico que analiza los impactos ambientales derivados de la modificación del Proyecto Minero para la explotación de mineral de cobre a cielo abierto, la construcción de plantas de beneficio y ácido sulfúrico, y las instalaciones auxiliares (patios de lixiviación, caminos y servicios).
Artículo 35 Bis 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas (…).	En cumplimiento de este precepto, el Proyecto será sometido al procedimiento de evaluación ambiental ante la Secretaría con la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), elaborada por consultores ambientales especializados y acreditados, quienes declararon bajo protesta de decir verdad que el estudio fue desarrollado con rigurosidad técnica, metodológica y científica, conforme a lo establecido en la legislación ambiental mexicana.
ARTÍCULO 44.- […]Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que, de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan	El polígono de proyecto no se encuentra en ninguna Área Natural Protegida (ANP).

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 88.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: [...] V.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	En concordancia con este mandato, el Proyecto asume la responsabilidad ambiental y técnica en la preservación del agua, integrando en su diseño y operación un manejo eficiente y controlado del recurso hídrico, mediante las siguientes acciones: • Optimización del uso del agua mediante sistemas cerrados de recirculación en el proceso de lixiviación, evitando descargas y reduciendo la extracción de fuentes externas. • Captación y manejo controlado de escurrimientos pluviales, para su aprovechamiento dentro del proceso y reducir la alteración del régimen natural del agua. • Monitoreo permanente de calidad del agua superficial y subterránea, mediante laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA)
ARTÍCULO 89.- Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en: [...] II. El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;	La promovente cuenta con el título de concesión con el número SON150567, para explotar, usar o aprovechar aguas subterráneas. El cual fue emitido por la Comisión Nacional del Agua el 28 de Julio del 2025.
ARTÍCULO 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; VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	El Proyecto cumple con lo dispuesto en el Artículo 98, al integrar en su gestión ambiental acciones equivalentes de regeneración, recuperación y rehabilitación del suelo en las áreas afectadas por las actividades mineras. Con ello, se garantiza que el proyecto contribuya a la restauración ecológica, la estabilidad del terreno y la preservación de la vocación natural del territorio, en coherencia con el principio constitucional de desarrollo sustentable y equilibrio ecológico.
ARTÍCULO 99.- Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en: XI. Las actividades de extracción de materias del subsuelo; la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales; las excavaciones y todas aquellas acciones que alteren la cubierta y suelos forestales; y	El proyecto realizará el aprovechamiento de Cobre, mediante el minado a cielo abierto, patios de lixiviación y una planta ESDE. Por lo cual, define una serie de acciones para prevenir, mitigar y compensar los daños que puedan ocasionar, siempre bajo el principio de precaución.
ARTÍCULO 107 BIS. Para preservar y proteger los recursos no renovables y sus ecosistemas, las personas titulares de concesiones y asignaciones mineras deben presentar ante la Secretaría un Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre de minas para su evaluación y, en su caso, autorización, de conformidad con el reglamento que se elabore al respecto. En dicho programa se deben establecer las acciones de reparación, restauración, rehabilitación y remediación ambiental que se realizarán desde el inicio de las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias hasta el post-cierre, en los términos previstos en las disposiciones jurídicas aplicables.	Como parte del presente documento, se presenta las acciones conceptuales que integrarán el Programa de Cierre y Post-Cierre del Proyecto. En caso de que la MIA–P sea aprobada y una vez que sea dictaminada la viabilidad de dicho programa, el cual será entregado a SEMARNAT para su evaluación y aprobación al término de la etapa de Operación del Proyecto, el Promovente presentará la garantía que le sea requerida.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 108.- Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan: I.- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos; II. La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas; y III. La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.	Las aguas del proceso permanecerán en circuitos cerrados, sin descargas en el ambiente. Se construirán obras de captación y recuperación de derrames en las áreas de proceso, evitando derrames en suelo y cauces cercanos a las áreas del Proyecto. Se implementará un Programa de Monitoreo Ambiental, que incluye el monitoreo periódico de agua superficial y subterránea Para la protección del suelo, se aplicará el Programa de Restauración y Conservación de Suelos, que incluirá acciones de revegetación con especies de flora nativa característica de la región. El material orgánico será almacenado en las áreas específicas para su posterior reintegración y uso en las actividades de restauración.
ARTÍCULO 109.- Las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.	En la ejecución del Proyecto, se dará cumplimiento a las NOM que son aplicables al Proyecto en materia de agua, suelo, flora, fauna y residuos, que se describen en este Capítulo III.
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.	El Proyecto cumple con lo dispuesto en este artículo, al implementar un conjunto integral de acciones de control, monitoreo y reducción de emisiones atmosféricas en sus fuentes fijas y móviles. Estas medidas aseguran una calidad del aire adecuada para el bienestar de los trabajadores y comunidades cercanas, y contribuyen al mantenimiento del equilibrio ecológico y la mitigación del cambio climático en la región
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: [...]IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;	Se implementarán medidas para evitar infiltraciones al subsuelo, así como de los cauces y cuerpos cercanos. De esta manera se asegura que el proyecto dará cumplimiento a lo establecido en la legislación ambiental en materia de prevención y control de la contaminación del agua.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 120. Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: I. Las descargas de origen industrial; II. Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas; III. Las descargas derivadas de actividades agropecuarias; IV. Las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables; V. La aplicación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas; VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; VII. El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.	Uno de los objetivos del Proyecto es el de "cero descargas" de agua de proceso (agua de contacto). Conforme a las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, los excedentes del agua de laboreo se pondrán a la disposición de CONAGUA. Para evitar la influencia del Proyecto, el agua pluvial y escorrentías de no contacto, serán captadas mediante obras que las reincorporarán a las cuencas hidrológicas. Las aguas del proceso permanecerán en circuitos cerrados, sin descargas en el ambiente. Se construirán obras de captación y recuperación de derrames en las áreas de proceso, evitando derrames en suelo y cauces cercanos a las áreas del Proyecto. Se implementará un Programa de Monitoreo Ambiental, que incluye el monitoreo periódico de agua superficial y subterránea, cuyos análisis de calidad serán realizados por una empresa y signatarios acreditados por la EMA y autorizados por PROFEPA. En caso de cualquier infiltración, se tomará como referencia las concentraciones de línea base ambiental de los elementos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021, reportadas en el Capítulo IV de esta MIA-R, para evaluar su impacto potencial y, en su caso, aplicar las medidas de mitigación que sean necesarias.
ARTÍCULO 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; 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. V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	El Proyecto cumple con lo dispuesto en el Artículo, al establecer mecanismos efectivos para el control de residuos, la gestión de sustancias tóxicas y la restauración de suelos potencialmente impactados. La aplicación de normas técnicas específicas y programas de remediación asegura que las actividades mineras se desarrollen bajo un enfoque de prevención, restauración y aprovechamiento sustentable del suelo, en coherencia con los principios del equilibrio ecológico y la salud humana.
ARTÍCULO 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reusó, reciclaje, tratamiento y disposición final.	El Proyecto por la naturaleza de sus actividades, de explotación y beneficio de mineral de cobre, genera residuos peligrosos derivados del uso de aceites lubricantes, combustibles, reactivos químicos, filtros y materiales impregnados con hidrocarburos, además de residuos mineros que deben manejarse con criterios de seguridad ambiental. proyecto implementa un Plan Integral de Manejo de Materiales y Residuos Peligrosos,

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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 […] En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	En observancia del artículo, el Proyecto ha incorporado un conjunto de acciones específicas para la prevención y control de ruido, vibraciones y contaminación lumínica, tanto en la fase de construcción como en la operación. Dentro de las medidas se tomará en cuenta lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994, así como Monitoreos periódicos de ruido ambiental en los límites del predio

III.5.2.2 Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Publicada en el DOF el 03 de julio del 2000, última reforma publicada el 20 de mayo del 20021.

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucional. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 14. Vinculación del Proyecto y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Las actividades de rescate y reubicación de fauna se realizarán en cumplimiento de lo establecido en el presente artículo, y la metodología que se establezca en el **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**. Estas actividades se realizarán por expertos y/o especialistas en la manipulación de fauna silvestre para evitar el daño a los individuos.
Artículo 52. Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres, deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría de conformidad con lo establecido en el reglamento. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas correspondientes.	El traslado de fauna silvestre, solo se realizará cuando la autoridad brinde la resolución a favor del Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
Artículo 63. La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público. Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración.	En Proyecto se realizó considerando las áreas de importancia ecológica. El proyecto no incide sobre alguna ANP, ADVC y Sitios Ramsar, considerados sitios de protección y conservación de la diversidad. Por lo que el área no incide con alguna de estas áreas. Solo se identificó el AICA 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental, para lo cual se implementarán las medidas necesarias para la protección de las aves, las cuales se describirán en un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.2.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Publicada en el DOF el 28 de abril del 2003, última reforma publicada en el 01 abril del 2024.

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Tabla 15. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 54. Las autorizaciones, avisos, informes y otros actos previstos en esta Ley, solo se otorgarán a los propietarios y poseedores de los terrenos que legalmente tengan derecho a ello. Cuando la solicitud de una autorización o aviso en materia forestal sobre terrenos propiedad de un ejido o comunidad agraria, comunidad indígena o afromexicana sea presentada por un tercero, éste deberá acreditar el consentimiento del núcleo agrario o de la comunidad indígena o afromexicana mediante el acuerdo de asamblea que lo autorice, de conformidad con la Ley Agraria y la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que c a comunidades indígenas y afromexicanas.	El promovente ha formalizado los acuerdos de ocupación temporal, para los terrenos ejidales necesarios para el desarrollo del Proyecto, mediante el cual se le otorgará el derecho de usufructo. En su oportunidad, exhibirá los documentos que le sean requeridos para acreditar la posesión o el derecho de usufructo incluidos los correspondientes acuerdos de asamblea que cumplan con las disposiciones de la Ley Agraria y las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que, en su caso, sean aplicables.
Artículo 59. La ejecución, desarrollo y cumplimiento de los programas de manejo forestal y los estudios técnicos justificativos estarán a cargo del titular de la autorización respectiva, así como de un prestador de servicios forestales, quien será responsable solidario con el titular en los hechos que afirme y los actos que avale y las omisiones en que se incurra.	El estudio técnico justificativo, fue elaborado por un prestador de servicios forestales para garantizar que el estudio se realice con la veracidad técnica y científica.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	A la par del presente estudio se realizará la gestión de cambio de uso de suelo conforme lo establecido por la Secretaría, dando cumplimiento a los puntos establecidos en el presente artículo. Dentro de las medidas de mitigación se considerará un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre que se vean afectados directamente en el área del Proyecto, en apego a lo establecido por las normas oficiales mexicanas. El programa estará diseñado con especial atención a especies endémicas y las que se encuentren en alguna categoría de riesgo. Se realizará la identificación de comunidades indígenas, en caso de que aplique se realizará el proceso de consulta de acuerdo con lo establecido por las autoridades e instituciones competentes.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.	Una vez obtenida la autorización en materia de cambio de uso de suelo forestal, se realizará la entrega de informes de seguimiento con base a lo que establezca la autoridad.
Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio, tala o desmonte sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.	El diseño del proyecto se realizó considerando diversos factores ambientales, no se detectó la presencia de zonas incendiadas que incumplan con el presente artículo.
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	Con fin de dar cumplimiento al presente artículo, posterior al trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizará el pago correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, de acuerdo con los procedimientos y disposiciones de legales.
Artículo 101. Las personas físicas y morales que brinden servicios forestales deberán estar inscritas en el Registro, para lo cual deberán acreditar su competencia y capacidad. El Reglamento y las normas aplicables determinarán los procedimientos, modalidades y requisitos que deberán observarse para la acreditación e inscripción en el Registro; así como para la prestación, evaluación y seguimiento de los servicios forestales, diferenciando las actividades, los ecosistemas en que se desempeñarán y grados de responsabilidad.	Para dar cumplimiento, se solicitarán los servicios de una persona física o moral que cuente con Registro, para realizar los estudios y actividades en materia forestal. Se solicitará y anexará a los estudios, la documentación que compruebe la veracidad de la información.
Artículo 120. Los propietarios y poseedores de los terrenos forestales y preferentemente forestales y sus colindantes, que realicen el aprovechamiento de recursos forestales, la forestación o plantaciones forestales comerciales y reforestación, así como los prestadores de servicios forestales responsables de los mismos y los encargados de la administración de las áreas naturales protegidas, estarán obligados a ejecutar trabajos de manejo de combustibles, y prevención cultural y realizar el ataque inicial de los incendios forestales, en los términos de los programas de manejo y las autorizaciones correspondientes, así como en los términos de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	En la formulación del Programa de reforestación para el proyecto, se considerarán las medidas necesarias para la protección contra incendios.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.2.4 Ley de Aguas Nacionales

Publicada en el 01 de diciembre de 1992, última reforma publicada el 08 de mayo del 2023.

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 16. Vinculación del proyecto con la ley de Aguas Nacionales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas […]	En concordancia con este artículo, el Proyecto dedicado a la explotación de un yacimiento de cobre mediante procesos hidrometalúrgicos (lixiviación, extracción por solventes y electrodeposición), requiere el uso de aguas nacionales. Misma que cuenta con el Título de concesión con el número SON150567, autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), expedido bajo los términos de la LAN.
ARTÍCULO 81 BIS 1. Los concesionarios de aguas nacionales para uso industrial en la minería, además de las establecidas en el artículo 29 de la presente Ley, tienen la obligación de medir el volumen de agua explotada, usada o aprovechada que se extraiga de las cuencas y acuíferos, así como las aguas provenientes de laboreo de las minas para uso industrial o de servicios, conforme a lo dispuesto en la presente Ley.	El Proyecto realizará un uso racional y sustentable del recurso hídrico dentro de su operación minera, bajo una concesión vigente otorgada por la CONAGUA.
ARTÍCULO 81 BIS 4. Las concesiones de aguas nacionales para uso industrial en la minería tendrán una vigencia máxima de treinta años, contados a partir del día siguiente a la expedición del título de concesión. La concesión de aguas nacionales para uso industrial en la minería puede prorrogarse hasta por veinticinco años e iguales características del título por el que se hubiere otorgado, siempre y cuando la concesión minera se encuentre vigente y sus titulares cumplan con lo previsto en el Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre de minas, en el título de concesión, así como en las disposiciones jurídicas aplicables, y lo soliciten al menos seis meses previos al término de su vigencia	El Proyecto implementará un **Plan de Manejo de Residuos** que asegurará el manejo y disposición adecuados de los residuos para evitar la contaminación de las aguas de los cuerpos receptores. Además, al integrar su manejo del agua dentro del Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre, el proyecto garantiza la protección de los ecosistemas y la disponibilidad del recurso a largo plazo, en concordancia con los principios de eficiencia, legalidad y responsabilidad ambiental establecidos por la legislación mexicana.
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	No se arrojarán o depositarán desechos en los cuerpos de agua, ni en ningún sitio que no sea el destinado para la gestión de residuos, o aguas residuales cuya disolución o arrastre, contaminen los cuerpos de agua. Se implementarán las medidas preventivas, de compensación y mitigación, para garantizar que no se incurra en acciones que contaminen el agua. Se considerarán protocolos en caso de que ocurra algún accidente que ponga en riesgo a los recursos hídricos.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 88 BIS. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la presente Ley, deberán: V BIS. Para el uso industrial en la minería, presentar ante "la Autoridad del Agua" un reporte mensual de las mediciones diarias que contenga los análisis cronológicos e indicadores de calidad del agua de las descargas realizadas en aguas superficiales y subterráneas, garantizando su calidad de conformidad con los parámetros que al efecto establezca dicha autoridad;	El Proyecto está diseñado para reciclar, íntegramente, el agua de proceso. En caso de que hubiese necesidad de tener descargas, solicitaría el permiso correspondiente y presentaría las mediciones y los análisis de calidad del agua que le fuesen requeridos por la autoridad competente.
ARTÍCULO 97. Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento. La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.	El Proyecto incluye estructuras y estrategias para el manejo de agua subterránea y superficial como son: construcción de pozos, canales de desvío, piletas y alcantarillas, según se describe en el Capítulo II de esta MIA-R. Misma que cuenta con el Título de concesión con el número SON150567, autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), para el aprovechamiento de agua subterránea.

III.5.2.5 Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

Publicada en el DOF el 8/10/2003, última reforma publicada en el DOF 08/05/2023.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Tabla 17. Vinculación del proyecto con la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	La promovente aplicará la normatividad vigente para determinar las características y los límites máximos de concentración de los residuos mineros que genere.
la normatividad que se hubiese establecido para determinar las características y los límites máximos de concentración de los residuos mineros que genere.	El promovente realizará la gestión para el manejo adecuado de los residuos que se generen por la ejecución del proyecto. Aunado a ello se implementarán acciones considerando la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	La clasificación de los residuos urbanos se realizará conforme a la presente Ley y de acuerdo las leyes estatales y municipales de acuerdo con lo que corresponda, siempre con apego a la legislación vigente.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades. IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente; X. Los neumáticos usados	El proyecto generará Residuos de Manejo Especial (RME), mismos que serán manejados adecuadamente, valorizados y dispuestos en sitios de disposición final autorizados. Se contará con un Plana de Manejo de residuos.
Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda: II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;	De acuerdo con la clasificación de residuos que se van a generar durante el desarrollo de la obra, se realizará un plan o programa de manejo, de acuerdo con lo establecido por las autoridades.
Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; […]	En las actividades del Proyecto que generen o manejen residuos peligrosos se les almacenará en recipientes identificados, que cumplan con las características técnicas en función de la peligrosidad de los residuos, así como serán almacenados temporalmente en función de su incompatibilidad, en apego al Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, el cual será presentado y registrado ante la SEMARNAT.
Artículo 33.- Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo deben presentar, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos, a los residuos mineros y a los residuos metalúrgicos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven.	De ser autorizado el Proyecto, en materia de impacto ambiental, M presentará para su registro los planes de manejo respectivos, particularmente, el aplicable a los residuos mineros conforme a la normatividad que les fuese aplicable.
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Los residuos peligrosos que se generen en el proyecto serán manejados de acuerdo con las disposiciones contenidas en esta Ley y su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas en la materia. Se realizarán acciones para prevenir y evitar la contaminación del suelo y se implementarán acciones de manejo de los residuos.
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, pueden contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido autorizado por esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. No obstante, compartirán de manera solidaria la responsabilidad […]	En caso de ser necesario, se contratarán los servicios de una empresa con las autorizaciones y certificaciones oficiales para el manejo, transporte y disposición final de los residuos peligrosos que se generen en el proyecto,

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	Durante todas las etapas del Proyecto, se mantendrá un almacén temporal de residuos peligrosos el cual operará en cumplimiento a la normatividad ambiental mexicana. Al cierre del Proyecto, está contemplada su desinstalación en el plan de clausura y remediación.
Artículo 56.- (…) Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	El proyecto dará cumplimiento a este precepto evitando el almacenamiento mayor al periodo establecido dentro del presente artículo. En caso contrario se realizarán las acciones para solicitar la prórroga correspondiente.
Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la la obra. compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	El proyecto considera establecer medidas preventivas ante cualquier riesgo de contaminación. Se definirán medias de compensación de acuerdo con las actividades. No obstante, en caso de ser necesario asumirá la responsabilidad ambiental de reparar los daños causados por la ejecución de
Artículo 97.- Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos a que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados. Las normas especificarán las condiciones que deben reunir las instalaciones y los tipos de residuos que puedan disponerse en ellas, para prevenir la formación de lixiviados y la migración de éstos fuera de las celdas de confinamiento. Asimismo, plantearán en qué casos se puede permitir la formación de biogás para su aprovechamiento	Para el manejo de residuos de manejo especial, se considerará lo establecido por la presente Ley y las disposiciones estatales y municipales, según corresponda.

III.5.2.6 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Ley publicada en el DOF el 06 de junio del 2012, última reforma publicada en el DOF el 01 abril del 2024.

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 18. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 87. […] Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro[…]	El registro de las emisiones se hará conforme a lo establecido en la presente Ley y lo que establece su reglamento, con el fin de contribuir a los acuerdos internacionales en materia de reducción de emisiones.
Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	En el proyecto se Identificarán todas las fuentes de emisión, tanto directas como indirectas. Se estimará la cantidad de contaminantes emitidos por cada fuente, utilizando metodologías oficiales para documentar detalladamente los procesos, tecnologías y controles implementados que puedan influir en las emisiones. Y proporcionará la información, datos y documentos a la autoridad competente para su integración en el Registro.
Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;	El proyecto buscará reducir las emisiones con el uso de tecnologías limpias, procurando no rebasar los límites máximos permisibles, así mismo se considerarán medidas de mitigación. El promovente dará cumplimiento a estos artículos a través de la entrega de una Cédula de Operación Anual (COA), tramite ante SEMARNAT que sirve para reportar las emisiones.

III.5.2.7 Ley de minería

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992, última reforma publicada en el DOF el 08 de mayo del 2023.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Economía, a quien en lo sucesivo se le denomina la Secretaría. La exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento del litio queda a cargo, por medio de la asignación correspondiente, del organismo público descentralizado a que se refiere el artículo 10 de esta Ley, sectorizado a la Secretaría de Energía.

Tabla 19.
Tabla 20. Vinculación del Proyecto con la Ley de minería

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 13.- La Secretaría sólo otorgará concesiones mineras mediante concurso de licitación pública que garantice al Estado las mejores condiciones económicas y de beneficio para la población, así como la realización de acciones para preservar, restaurar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, de conformidad con las disposiciones aplicables.	La promovente cuenta con las concesiones correspondientes para aprovechar el recurso mineral.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 19.- Las personas titulares de una concesión minera tienen derecho a: I. Realizar obras y trabajos de explotación de minerales o sustancias específicas dentro de lotes mineros determinados; II. Aprovechar el producto mineral o sustancia que se obtenga en dichos lotes con motivo de las obras y trabajos que se desarrollen durante su vigencia, posterior al aviso de inicio de la explotación; III. Disponer de los terreros que se encuentren dentro de la superficie que amparen, a menos que provengan de otra concesión minera vigente; V. Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan y el uso doméstico del personal empleado en las mismas, siempre que se dé aviso a la Comisión Nacional del Agua y se paguen los derechos por la misma;	El presente artículo, otorga los derechos operativos esenciales para la ejecución del Proyecto, pero dichos derechos están subordinados al cumplimiento de la normatividad ambiental federal y estatal. En particular, el concesionario deberá: * Obtener la autorización de impacto ambiental y CUSTF * Registrar su plan de manejo de residuos minero-metalúrgicos, * Notificar y pagar derechos por el uso de aguas del laboreo, y * Aplicar las NOM-141 y NOM-157 en la gestión de residuos mineros. El proyecto garantiza que la actividad extractiva se desarrollará bajo principios de sustentabilidad, prevención y restauración ecológica.
Artículo 27.- Las personas titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligadas, por cada lote minero, a: IV. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente;[…] XVII. Informar a la Secretaría sobre cualquier accidente que, con motivo de la operación de la mina, hubiere causado daños o cualquier incidente que ponga en peligro la seguridad de las personas, sus bienes o al medio ambiente, que se suscite dentro del lote minero que ampara el título de concesión en el cual se ejecutan las obras y trabajos, en un plazo máximo de setenta y dos horas, contadas a partir de que ocurran los hechos; XIX. No construir depósitos o sitios de disposición final de terreros, jales, escorias, graseros de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales en áreas naturales protegidas, humedales, vasos, cauces, zonas federales, zonas de protección y demás bienes nacionales o en lugares que, por el trayecto que sigan los residuos ante su ruptura, afecten núcleos de población;	La Promovente se sujetará al presente Artículo promoviendo las mejores prácticas en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente. El Proyecto no se encuentra en un ANP, ni humedales, ni han sido determinados hasta el momento cauces o zonas federales de aguas nacionales. Además, los depósitos de residuos fueron diseñados con altos estándares de estabilidad estructural, habiéndose concluido la no existencia de un escenario de falla creíble. Su ubicación fue establecida considerando la no afectación a poblaciones humanas o ecosistemas sensibles. Esta MIA–P incluye acciones conceptuales de las etapas de Cierre y Post-Cierre de la mina. Su autorización conlleva a la aprobación de un Programa de Cierre que será presentado por el Promovente a SEMARNAT una vez concluidas las actividades de la etapa de Operación.
Artículo 39.- En las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales o sustancias, las personas concesionarias o asignatarias deben preservar, restaurar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, y respetar los derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de conformidad con las disposiciones aplicables a la materia.	El Proyecto se ajusta a este Artículo y procurará el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica mediante el adecuado manejo ambiental incluido dentro del Capítulo VI. En su desarrollo, el Promovente será respetuoso de los derechos de las comunidades que pudieran verse afectadas por sus actividades.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 61.- Corresponde a las personas titulares de las concesiones mineras realizar el cierre de su operación minera en las áreas, labores e instalaciones en que operen, aun cuando éstas se encuentren en posesión de terceros, a través del Plan de Cierre de Mina. Corresponde a la Secretaría la aprobación del Plan de Cierre de Mina, con la opinión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con relación al Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre correspondiente. El Plan de Cierre tiene por objeto establecer las obligaciones, procedimientos y acciones que deben realizar las personas concesionarias y asignatarias para la reparación, restauración, rehabilitación o remediación ambiental y mitigación o compensación social, una vez que las operaciones mineras concluyan.	La promovente planificará y ejecutará el cierre ambiental y social de la mina bajo supervisión de la Secretaría de Economía y con opinión de la SEMARNAT. Su cumplimiento asegura la restauración progresiva del sitio, la prevención de pasivos ambientales y la transición responsable post-operativa, garantizando la sustentabilidad integral del proyecto.
Artículo 62.- La persona titular de la concesión debe presentar ante la Secretaría el Plan de Cierre de Mina dentro de los dos años y hasta un año previos al cierre de operaciones.	La promovente presentará ante la Secretaría de Economía el Plan de Cierre de Mina dentro de los plazos previstos en el presente artículo.

III.5.2.8 Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento

Publicada en el DOF el 11 de enero de 1972, última reforma el 29 de mayo del 2025.

Tiene por objeto regular el registro, control, vigilancia y sanción de las actividades conexas con armas de fuego, municiones, artificios, explosivos y sustancias químicas relacionadas, así como sus componentes, accesorios y demás objetos que regula esta Ley.

Tabla 21. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 41.- Las disposiciones de este Título son aplicables a todas las actividades relacionadas con las armas, objetos y materiales que a continuación se mencionan: III.- POLVORAS Y EXPLOSIVOS a).- Pólvoras en todas sus composiciones; b).- Acido pícrico; c).- Dinitrotolueno; d).- Nitroalmidones; e).- Nitroglicerina; […]	En el ámbito minero, esta Ley es plenamente aplicable en las etapas de explotación, barrenación y voladura controlada, por el manejo y uso de explosivos y accesorios de voladura (detonadores, cordones, agentes emulsivos, etc.), materiales considerados de uso restringido y alto riesgo. Para dar cumplimiento se cuenta con el permiso general 4660-Son, para la compra y consumo de material explosivos, emitido por la Secretaría de la Defensa Nacional, así como la revalidación 2025, misma que se actualizará conforme a lo establecido en la Ley.
Artículo 44.- Los permisos son intransferibles. Los generales tendrán vigencia durante el año en que se expidan, y pueden ser revalidados a juicio de la Secretaría. Los ordinarios y extraordinarios tendrán la vigencia que se señale en cada caso concreto. Los permisos deben ser revalidados de conformidad con los plazos y requisitos que se establecen en esta Ley y su Reglamento. Las personas titulares de los permisos y los solicitantes por primera vez se deben ajustar a la calendarización establecida en el propio reglamento para ingresar las solicitudes correspondientes.	

CONSULTA PÚBLICA

III.5.2.9 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos

Publicada en el DOF el 6 de mayo de 1972 y su última reforma fue actualizada el 16 de febrero de 2018.

Es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.
La Secretaría de Cultura, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y los demás institutos culturales del país, en coordinación con las autoridades estatales, municipales y los particulares, realizarán campañas permanentes para fomentar el conocimiento y respeto a los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos.

Tabla 22. Vinculación del Proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTICULO 6o.- Los propietarios de bienes inmuebles declarados monumentos históricos o artísticos, deberán conservarlos y, en su caso, restaurarlos en los términos del artículo siguiente, previa autorización del Instituto correspondiente. Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento.	El Proyecto solicito la autorización por parte del INAH, mediante el oficio No. CIS/DIR.176/11, en el cual dice: *"Al realizar la visita de inspección y revisar los terrenos, se encontró que el nuevo polígono del predio minero, en su esquina suroeste, incluye la meseta ubicada al este del represo "La Carcelita", misma que en el 2008 por investigadores de este Centro se localizó y registró el sitio arqueológico AZ:EE:14:13 "La Carcelita" cuyas coordenadas UTM con datum WGS84 son (12 R) 529418 E. 3447235 N., y que durante la visita del 2011, se encontró el fragmento de una punta de proyectil, del tipo conocido como "San Pedro" (50-500 d.C.), ubicada en las coordenadas UTM con datum WGS84 (12R) 529418 E. 3447326 N.* ***Por lo anterior, se les solicita a Usted y a la compañía minera Recursos Stingray de Cobre, S.A. de C.V., que esta área sea considerada como una zona de reserva ecológica y cultural, ya que no está programado ningún tipo de obra minera en esta área del predio."*** Con base a esta resolución el proyecto garantiza que no afectará dicha área, ya que se encuentra fuera del área de proyecto. En caso de encontrar algún hallazgo se notificará a la autoridad correspondiente.

En la siguiente figura siguiente se presenta la ubicación de la zona arqueológica denominada la Carcelita.

CONSULTA PÚBLICA

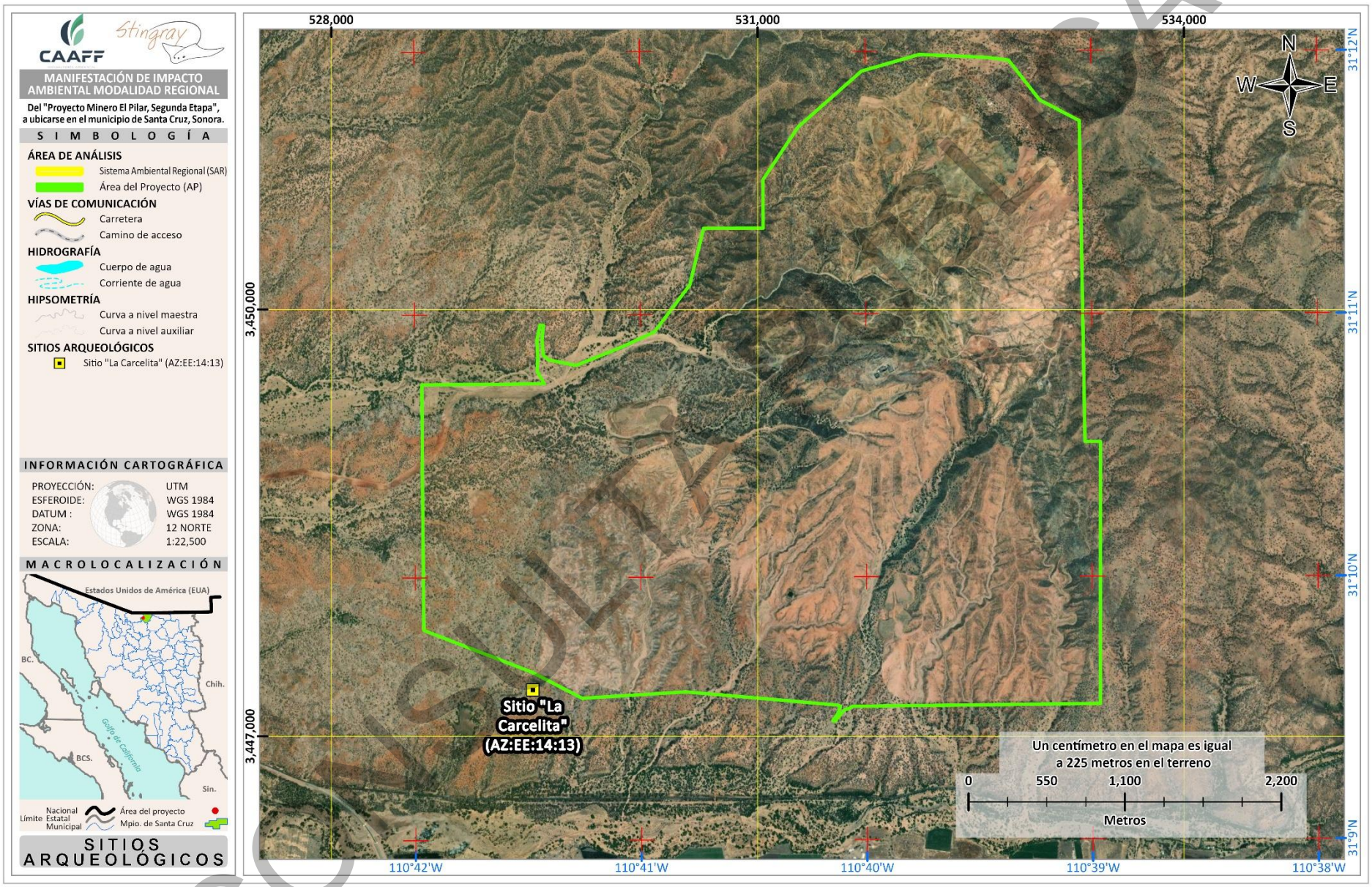


Figura 8. Ubicación del Proyecto respecto a la zona arqueológica denominada la Carcelita próxima al proyecto.

COPIA

III.5.3 REGLAMENTOS DE LEYES FEDERALES

III.5.3.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Reglamento publicado en el DOF el 30 de mayo del 2000, última reforma publicada el 31 de octubre del 2014.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Tabla 23. Vinculación del proyecto con el Reglamento de La Ley General Del Equilibrio Ecológico La Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN: ... III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, ... O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables.	El "Proyecto Minero El Pila, Segunda Etapa", comprende procesos de beneficio de mineral de cobre mediante lixiviación, extracción por solventes y electrodeposición, así como la disposición de residuos y patios de lixiviación. Por lo tanto, estas actividades se encuentran sujetas de manera obligatoria al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental en su modalidad regional (MIA-R), conforme a esta fracción. El Proyecto contempla el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) de 604.0 hectáreas, con coberturas de pastizal natural (552.5846 ha) y bosque de encino con vegetación secundaria (51.4154 ha). Esta fracción exige la autorización de cambio de uso de suelo forestal por la SEMARNAT, previa evaluación técnica mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ), conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	El presente estudio da cumplimiento a la establecido en el artículo, para iniciar con el proceso de evaluación ambiental.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. II. Particular.	Con base a la naturaleza del proyecto a los artículos del presente reglamento, se define realizar una MIA en la modalidad regional (MIA-R).

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará: I. Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental; II. Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o III. Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata.	Conforme al Oficio ORSON-IA-0580/2025 en la que resuelve: I. Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental; Se presenta la MIA-R para atender las obras y ampliaciones de la segunda fase del Proyecto.
Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	El proyecto se ejecutará en total apego al resolutivo emitido por la autoridad competente en materia ambiental y las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.
Artículo 55.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o, en su caso, por conducto de la Agencia, en el ámbito de sus respectivas competencias, realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, así como de las que deriven del mismo, e impondrá las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes.	En el proyecto se atenderán las visitas que la SEMARNAT y PROFEPA asignen para verificar el cumplimiento establecido en la resolución en materia de impacto ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.3.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Publicado en el DOF el 25 de noviembre de 1988, y reformado el 31 de octubre de 2014.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera tiene por objeto reglamentar en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. En la siguiente tabla se muestra la vinculación del Proyecto con el Reglamento.

Tabla 24. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTICULO 17.- Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a: I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes; II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría; III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo; IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite; V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría;[…]	Una vez que se inicie el Proyecto se promoverán acciones para dar cumplimiento a la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera y se reportarán dichos conceptos en la cédula de operación anual. En el Capítulo VI se describen las medidas de mitigación y control que serán aplicadas para el control de emisiones. Las medidas de mitigación consideradas por el Proyecto para controlar las emisiones atmosféricas incluyen lo siguiente: * Mantenimiento de caminos; * Riego de caminos con agua y con supresores de polvo químicos cuando sea necesario; * Control de polvo en puntos de transferencia de materiales; * Control de velocidad de vehículos en caminos; * Mantenimiento de la flota de camiones y equipos; * Uso de equipos eléctricos en algunas actividades de minado superficial; * Uso de combustible diésel con bajo contenido de azufre; * Voladuras controladas. El registro, seguimiento y reporte de emisiones se presentará a la SEMARNAT mediante la presentación de la Cédula de Operación Anual (COA), así como a través de la presentación de los informes de cumplimiento de medidas de mitigación, y de términos y condicionantes que emanen del resolutivo una vez autorizado.
ARTICULO. 17 BIS. Para los efectos del presente Reglamento, se consideran sebsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 BIS de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción federal los siguientes: … D) INDUSTRIA METALÚRGICA … V. Minería de cobre y níquel; sólo incluye beneficio;	El Proyecto realizará actividades de extracción y beneficio de minerales con valores de cobre, por lo que de acuerdo con este artículo corresponde a una fuente fija de la industria metalúrgica.
ARTICULO 18.- Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.	Una vez que el Proyecto inicie operaciones se tramitará y obtendrá la Licencia Ambiental Única (LAU) y se dará seguimiento y cumplimiento a esta, a través de la presentación de la Cedula de Operación Anual (COA).

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTICULO 19.- Para obtener la licencia de funcionamiento a que se refiere el artículo anterior, los responsables de las fuentes, deberán presentar a la Secretaría, solicitud por escrito acompañada de la siguiente información y documentación: I.- Datos generales del solicitante; II.- Ubicación; III.- Descripción del proceso; IV.- Distribución de maquinaria y equipo; […]	La Promovente presentará la solicitud para obtener la Licencia Ambiental Única conforme con la información requerida en este Artículo, que sean de aplicación al Proyecto.
ARTICULO 28.- Las 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 Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	Durante las etapas de construcción, operación y cierre, el proyecto generará emisiones provenientes de fuentes móviles como: Camiones de acarreo de material estéril y mineral, Excavadoras, tractores, cargadores frontales y motoniveladoras, Vehículos de transporte de personal y abastecimiento, Equipos de bombeo y generadores móviles con combustión diésel. Por lo cual el proyecto dará cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de emisiones como: NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-085-SEMARNAT-2011

CONSULTA PÚBLICA

III.5.3.3 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Reglamento publicado en el DOF 30 noviembre del 2006, última reforma publicada el 09 de mayo del 2014.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre. El proyecto contemplará la implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, estos se diseñarán conforme a lo establecido en los siguientes artículos:

Tabla 25. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 57. La autorización para el aprovechamiento extractivo otorgada en los términos previstos en el presente Reglamento ampara la del traslado de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre. El traslado de ejemplares vivos de especies silvestres deberá de cumplir con los requisitos sanitarios que conforme a la normatividad vigente resulten aplicables y durante el mismo se requerirá contar con toda la documentación que acredite la legal procedencia de los ejemplares.	La manipulación de fauna y flora silvestre se realizará solo cuando se cuenten con las autorizaciones por parte de la autoridad correspondiente.
Artículo 85. Para autorizar la liberación se tomará en consideración la información técnica y científica disponible sobre la viabilidad de la liberación, en función de las características biológicas de la especie, de la calidad del hábitat y de las condiciones del área, en su caso.	Toda actividad que conlleve reubicación de fauna silvestre se realizará por personal con el conocimiento técnico y científico que garantice el bienestar de los animales.

III.5.3.4 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el DOF 12 de enero de 1994 y reformado por última vez el 25 de agosto de 2014.

En este Reglamento se definen las condiciones para la gestión de las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de los recursos hidrológicos.

Tabla 26. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTICULO 37.- Los estudios de disponibilidad media anual del agua deberán considerar la programación hidráulica, los derechos inscritos en el "Registro", así como las limitaciones que se establezcan en las vedas, reglamentaciones y reservas a que se refiere la "Ley" y este "Reglamento". Los estudios deberán ser revisados por lo menos cada seis años. Los resultados de los estudios de disponibilidad se publicarán en el Diario Oficial de la Federación. La información respectiva podrá ser consultada por los interesados en las oficinas de "La Comisión", en la cuenca o entidad correspondiente.	El Pilar, Municipio de Santa Cruz, Son., se ubica en la porción alta del acuífero Río Santa Cruz (02-261). El acuífero obtuvo una Disponibilidad positiva en el estudio y fue publicado en el DOF en el mes de Julio de 2010. Misma que cuenta con el Título de concesión con el número SON150567, autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), expedido bajo los términos de la LAN.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTICULO 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	La Promovente da cumplimiento con la aplicación de un programa de manejo integral de residuos, además se tiene un programa de vigilancia ambiental que tiene como objetivo supervisar el cumplimiento de las acciones del programa y la aplicación inmediata de correcciones en caso de incumplimiento

III.5.3.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Reglamento publicado en el DOF el 21/02/2005, última reforma publicada el 9/12/2020.

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Tabla 27. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente […] V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital	La evaluación del Estudio Técnico Justificativo se encuentra actualmente en evaluación con el número de bitácora: 26/DS-0030/09/25
Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación.	Se realizarán los pagos con los montos que la Secretaría determine, por concepto de compensación ambiental por las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
Artículo 160. El Titular del aprovechamiento forestal, Plantación forestal comercial o de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, deberá dar aviso a la Secretaría de la terminación de la prestación de Servicios forestales, mediante escrito libre, dentro de los treinta días hábiles siguientes. Los avisos de cambio de Prestador de Servicios forestales deberán presentarse a la Secretaría y contener nombre o denominación o razón social y datos de inscripción en el Registro del nuevo Prestador de Servicios forestales, así como la fecha de inicio de la prestación de los Servicios forestales, dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha de contratación.	En caso de que la promovente decidiera cambiar de Prestador de Servicios Forestales, lo notificará a la autoridad en los términos previstos en el presente artículo y solicitará la aprobación del Prestador de Servicios Forestales que se haya considerado para reemplazarlo.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.3.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de Residuos

Reglamento DOF el 30/11/2006, última reforma publicada el 31/10/2014

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 28. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de Residuos

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, […] II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser: a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, […]	Se elaborarán y registrarán los planes de manejo que aplican en materia de residuos: Plan de Manejo Integral de Residuos Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial y Plan de Manejo de Residuos Mineros. Estos planes serán establecidos en modalidad Privados.
Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información: a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal; b) Modalidad del plan de manejo; c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo; d) Formas de manejo, y e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo.	Se elaborarán y registrarán los planes de manejo que aplican en materia de residuos, en los términos previstos en el Reglamento de la LGPGIR, así como en las NOM que los vinculan. El Proyecto, gestionará el registro previsto para los siguientes planes de manejo de residuos: Plan de Manejo Integral de Residuos, Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial y Plan de Manejo de Residuos Mineros.
Artículo 33.- Los residuos minero-metalúrgicos se manejarán de acuerdo a los planes de manejo que elaboren los responsables de los procesos que los generen. Estos planes de manejo podrán elaborarse en las modalidades previstas en el presente Reglamento y contendrán: I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos; II. Las actividades a realizar para el manejo integral de dichos residuos, incluyendo los requisitos de manejo ambiental, su gestión administrativa y su forma de verificación por parte de la Secretaría; III. La forma de aprovechamiento o valorización, cuando ésta sea posible, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo. El plan de manejo se registrará ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el artículo 24 del presente Reglamento.	El Plan de Manejo de Residuos Mineros se elaborará conforme a lo estipulado en la NOM-157-SEMARNAT-2009, el cual será presentado ante la SEMARNAT para su registro; así como la reglamentación que fuese aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 34.-[…] La disposición final de residuos provenientes de la industria metalúrgica se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan. La disposición final de residuos de la industria minera se efectuará de conformidad con la norma oficial mexicana correspondiente. Los generadores podrán disponer residuos mineros en minas subterráneas utilizando el proceso de relleno hidráulico o cualquier otro proceso, conforme a lo establecido en las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría. En todo caso, las normas oficiales mexicanas relativas a la disposición final de los residuos señalados en el presente artículo establecerán condiciones de construcción, operación, cierre y, en su caso, almacenamiento temporal que requieran los proyectos.	La disposición final de los residuos mineros se llevará a cabo de acuerdo con lo que especifican las NOM en materia de residuos, vinculadas al presente proyecto. Los residuos mineros objeto de la aplicación del Plan de Manejo de Residuos Mineros que será elaborado y registrado por el Proyecto, corresponden a tepetate, cuya disposición final controlada se realizará respectivamente en las tepetateras.
Artículo 36.- Las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar las características de peligrosidad de un residuo, considerarán no sólo los métodos y pruebas derivados de la evidencia científica y técnica, sino el conocimiento empírico que el generador tenga de sus propios residuos, en este caso el generador lo manifestará dentro del plan de manejo.	De acuerdo con este reglamento, es obligación del responsable de la generación de residuos, gestionar un manejo adecuado de los residuos que se generen, para ello se acudirán a las siguientes: •NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. •NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;[…]	La gestión de residuos generados por el Proyecto se ejecutará mediante la implementación del Plan de Manejo Integral de Residuos, en el cual se integran los RME, RSU y RP. En el caso de los residuos mineros, el manejo y disposición final se realizará según lo indica la NOM-157-SEMARNAT-2009. Para ello se presentará un Plan de Manejo de residuos ante SEMARNAT. La peligrosidad de los residuos mineros (tepetates) ha sido determinada por los procedimientos y criterios normativos citados en la NOM-141-SEMARNAT-2003 y NOM-157-SEMARNAT-2009.
Artículo 73.- La presentación de informes a través de la Cédula de Operación Anual se sujetará al siguiente procedimiento. I. Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo al 30 de junio de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior; […]	Las fechas y el formato de entrega de información a la Secretaría se definirán en el Plan de Manejo de Residuos, conforme a lo previsto en este artículo, así como demás requisitos determinados en las fracciones.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente: I. Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años; […] **IV.** Las bitácoras para el control del proceso de remediación de sitios contaminados se conservarán durante los dos años siguientes a la fecha de liberación del sitio.	La promovente mantendrá la información y documentación conforme a lo establece el presente artículo.
Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados…	Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos se construirán conforme lo establece la presente Ley y las normas aplicables. Misma que se establecen en el Plan de Manejo de residuos.
Artículo 84.- Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	Se dará cabal cumplimiento a lo establecido en el presente articulo respecto al periodo de almacenamiento.

III.5.3.7 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

Reglamento publicado en el DOF el 28 de octubre de 2014

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Tabla 29. Vinculación del proyecto con el Reglamento Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: **III. Sector Industrial:** e. Subsector industria minera: e.1. Minería de minerales metálicos;	El proyecto consiste en el minado a cielo abierto y la recuperación del cobre es mediante la lixiviación en montones con solución diluida de ácido sulfúrico, seguida de la extracción por solventes y electrodepositación (ESDE) para obtener cobre de alta calidad. El Proyecto entra en la categoría de estos artículos al tratarse de una actividad en la Fracción III Sector industrial, e) subsector industria

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: […] **III. Sector Industrial:** e. Subsector industria minera: e.1. Minería de minerales metálicos; Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.	minera, 3.1. Minería de minerales metálicos, por lo tanto, es un establecimiento sujeto a reporte.
Artículo 6. […] los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte **[…]**	En la etapa operativa del proyecto se realizarán los reportes de emisiones solicitados por las autoridades correspondientes en caso de encontrase en el rango que establece el presente artículo. A demás se buscará reducir las emisiones y mitigarlas a través de un programa de reforestación para la captura de carbono.

III.5.3.8 Reglamento De La Ley Minera

Reglamento publicado en el DOF el 12 de octubre de 2012, última reforma publicada en el DOF el 31 de Octubre del 2014.

El presente Reglamento tiene por objeto regular el otorgamiento y administración de las concesiones mineras, y la forma en que se ejercerán y cumplirán los derechos y obligaciones que de ellas deriven.

Tabla 30. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley Minera

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 25.- Quienes estén realizando la exploración o explotación de minerales o sustancias que el Ejecutivo Federal determine como concesibles, podrán ejercer el derecho preferente que confiere el artículo 4, párrafo final de la Ley conforme a lo siguiente: III. Deberán acreditar derechos vigentes para llevar a cabo la exploración o explotación de minerales o sustancias de que se traten, conforme al derecho común, así como la realización de los mismos, y […]	La promovente cuenta las concesiones vigentes para para el Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa.
ARTÍCULO 42.- Para el aprovechamiento de las aguas distintas a las provenientes del laboreo de las minas, así como respecto de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote minero que ampare la concesión, se estará a lo establecido por la ley de la materia.	El Proyecto utilizará mayormente agua de laboreo para su operación. En menor volumen, utilizará agua de contacto superficial, que recuperará en las obras e instalaciones del Proyecto.
ARTÍCULO 67.- El aviso sobre el inicio de operaciones de beneficio de minerales o sustancias sujetas a la aplicación de la Ley, deberá presentarse por escrito a la Secretaría dentro de los veintiún días hábiles siguientes a dicho inicio	La promovente dará aviso cuando se inicien las actividades dentro del proyecto minero, una vez que cuente con todas las autorizaciones correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.3.9 Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos

Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 1975, Última reforma publicada DOF el 03 de diciembre del 2020.

Tabla 31. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTICULO 44.- Cualquier obra que se realice en predios colindantes a un monumento arqueológico, artístico o históricos, deberá contar previamente con el permiso del Instituto competente y para tal efecto: I.- El solicitante deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 42 de este Reglamento; II.- A la solicitud se acompañará dictamen de perito autorizado por el Instituto competente en el que se indicarán las obras que deberán realizarse para mantener la estabilidad y las características del monumento. Dichas obras serán costeadas en su totalidad por el propietario del predio colindante; y III.- El Instituto competente otorgará o denegará el permiso en un plazo no mayor de treinta días hábiles, a partir de la fecha de recepción de la solicitud.	El Proyecto solicito la autorización por parte del INAH, mediante el oficio No. CIS/DIR.176/11, en el cual dice: *"Al realizar la visita de inspección y revisar los terrenos, se encontró que el nuevo polígono del predio minero, en su esquina suroeste, incluye la meseta ubicada al este del represo "La Carcelita", misma que en el 2008 por investigadores de este Centro se localizó y registró el sitio arqueológico AZ:EE:14:13 "La Carcelita" cuyas coordenadas UTM con datum WGS84 son (12 R) 529418 E. 3447235 N., y que durante la visita del 2011, se encontró el fragmento de una punta de proyectil, del tipo conocido como "San Pedro" (50-500 d.C.), ubicada en las coordenadas UTM con datum WGS84 (12R) 529418 E. 3447326 N.* ***Por lo anterior, se les solicita a Usted y a la compañía minera Recursos Stingray de Cobre, S.A. de C.V., que esta área sea considerada como una zona de reserva ecológica y cultural, ya que no está programado ningún tipo de obra minera en esta área del predio."*** Con base a esta resolución el proyecto garantiza que no afectará dicha área, ya que se encuentra fuera del área de proyecto. En caso de encontrar algún hallazgo se notificará a la autoridad correspondiente

CONSULTA PÚBLICA

III.5.4 LEYES ESTATALES

III.5.4.1 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora

Publicada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado el 3 de enero de 1991, reformada el 01 de Julio del 2024.

Las disposiciones de la presente ley son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable del estado.

Tabla 32. Vinculación del proyecto con e Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 26.- Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar las obras o actividades a que se refiere esta Sección que puedan causar algún daño al ambiente o a los ecosistemas, ocasionar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y en las normas oficiales mexicanas para proteger el ambiente deberán contar con la autorización en materia de impacto ambiental de la Comisión o de los ayuntamientos, según corresponda, sin perjuicio de las autorizaciones que deban otorgar otras autoridades. La autorización en materia de impacto ambiental se solicitará previamente a la ejecución de las obras o actividades respectivas, mediante la Licencia Ambiental Integral a que se refiere el Título Cuarto de esta ley.	El Proyecto se encuentra en el municipio de Santa Cruz, Sonora, y por la naturaleza de sus actividades (explotación y beneficio de cobre) se considera de competencia federal en materia de impacto ambiental. Si bien la evaluación de impacto ambiental principal corresponde a la SEMARNAT, el Estado conserva atribuciones para control, seguimiento y gestión ambiental integral a través de la CEDES, mediante la emisión de la Licencia Ambiental Integral y los registros correspondientes.
ARTÍCULO 82.- Los interesados en llevar a cabo cualquier obra o actividad que requiera de algún permiso, licencia, autorización u otro acto administrativo similar en materia ambiental deberán tramitarlos mediante la Licencia Ambiental Integral, que presentarán ante la Comisión o los ayuntamientos, según corresponda, de acuerdo con sus respectivas competencias.	El Artículo 82 de la LEEPEAS es aplicable al Proyecto como instrumento complementario de gestión ambiental estatal. Su cumplimiento garantiza la coordinación administrativa entre la SEMARNAT, la CEDES y el Ayuntamiento de Santa Cruz, evitando duplicidad de trámites y fortaleciendo la supervisión ambiental en el ámbito local.
ARTÍCULO 83.- La Licencia Ambiental Integral es el documento que concentra todos los actos administrativos señalados en el artículo anterior, con el objeto de otorgarlos mediante un solo procedimiento. La Licencia Ambiental Integral se otorgará sin perjuicio de las licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás actos similares que se deban tramitar ante autoridades distintas a las ambientales para la realización de las obras o actividades a que se refiere la presente ley.	La obtención de la Licencia Ambiental Integral (LAI) permitirá al promovente: * Integrar en un solo expediente los permisos ambientales de competencia estatal, * Cumplir con los requerimientos de seguimiento y control de emisiones y residuos, y * Fortalecer la trazabilidad del desempeño ambiental del proyecto durante su ciclo de vida.
ARTÍCULO 85.- Cuando existan normas oficiales mexicanas, criterios ecológicos u otras disposiciones que regulen el aprovechamiento de recursos naturales, las emisiones, descargas y, en general, todos los impactos y riesgos ambientales relevantes que se puedan producir en el desarrollo de una obra o actividad, el responsable de ésta podrá presentar una solicitud simplificada de Licencia Ambiental Integral, misma que deberá contener la información señalada en las fracciones I, II, III y VI del artículo anterior.	Para aquellas actividades en las que aplique alguna normatividad oficial se considerara para la solicitud simplificada de Licencia Ambiental Integral.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 195.- Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, o de daño o deterioro grave a los recursos naturales, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o para la salud pública, la Comisión, la Procuraduría en ejercicio de sus atribuciones de inspección y vigilancia, o los ayuntamientos, fundada y motivadamente, podrán ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad: I.- La clausura temporal, parcial o total de las fuentes contaminantes, así como de las instalaciones en que se manejen o almacenen materiales o substancias contaminantes o de las actividades que den lugar a los supuestos a que se refiere el proemio de este artículo, así como, por el incumplimiento a los términos y condiciones establecidas en la Licencia Ambiental Integral y demás actos que de ésta se deriven; […]	El Proyecto al tratarse de una actividad minera de competencia federal con componentes concurrentes estatales, queda sujeto a la supervisión y posible aplicación de medidas de seguridad por parte de la CEDES, en los siguientes supuestos: * Incumplimiento de las condicionantes ambientales de la autorización de la MIA. * Fugas o derrames de soluciones ácidas, jales o reactivos químicos con riesgo de contaminación al suelo o aguas superficiales y subterráneas. * Emisiones atmosféricas o dispersión de partículas fuera de los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas. * Alteraciones no previstas en la cobertura vegetal o geomorfología del terreno que generen procesos erosivos severos o pérdida de infiltración natural. * Contaminación de cuerpos de agua o riesgo a la salud pública derivado de fallas en las presas de jales, patios de lixiviación o almacenamiento de ácido. Ante cualquiera de estos casos, la autoridad ambiental estatal está facultadas para: * Ordenar la clausura parcial o temporal de las instalaciones, * Exigir la implementación inmediata de medidas correctivas y de restauración, y * Coordinarse con la PROFEPA y la SEMARNAT cuando el daño exceda el ámbito estatal o afecte componentes de competencia federal.

III.5.4.2 Ley del Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora

Publicada en el Boletín Oficial del estado de Sonora el jueves 15 de diciembre de 2005, última reforma el 03 de Agosto de 2017.

La presente ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del Estado de Sonora en el ámbito de las atribuciones que en dicha materia son propias o concurrentes con las de la Federación, según la distribución competencial que al efecto se previene en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda etapa"** al requerir un Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de 604.0 ha, con presencia de vegetación secundaria de pastizal natural (91.49%) y bosque de encino (8.51%), se encuentra dentro del ámbito de aplicación de esta ley, para dar cumplimiento se apegará a lo establecido en la presente ley con base a lo siguiente:

* La promovente implementará medidas de restauración y compensación conforme a la superficie afectada, en coordinación, siguiendo las directrices de esta Ley, que promueve la recuperación de suelos y vegetación degradada.

CONSULTA PÚBLICA

* El proyecto incluirá acciones de reforestación progresiva con especies nativas de la región en áreas intervenidas en la etapa de post-cierre.
* Dichas acciones se alinearán con el Programa Estatal de Reforestación, para asegurar su compatibilidad ecológica y regional.

El cumplimiento de esta ley refuerza el principio de sustentabilidad forestal y equilibrio ecológico en el Estado de Sonora, asegurando que las actividades del proyecto se desarrollen con responsabilidad ambiental y respeto al patrimonio natural.

III.5.4.3 Ley de Agua del Estado de Sonora

Ley publicada en la Sección I del Boletín Oficial del Estado de Sonora, el lunes 26 de junio de 2006.

Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y regulan la participación de las autoridades estatales y municipales, así como de los sectores privado y social, en la planeación y programación hidráulica y la administración, manejo y conservación del agua, en la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, así como en la realización de los estudios, proyectos y obras relacionadas con los recursos hídricos en el marco del desarrollo sustentable del Estado.

Tabla 33. Vinculación del Proyecto con la Ley de Agua del Estado de Sonora

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 59.- Se declara de interés público las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad de las aguas de jurisdicción estatal y las que la Federación asigne o reserve al Gobierno del Estado o a los municipios en los términos de la legislación federal en la materia.	Para dar cumplimiento a lo establecido en la presente ley, la promovente se compromete a: * Proteger la calidad de los recursos hídricos dentro del polígono del proyecto y su área de influencia, mediante la implementación de sistemas cerrados de manejo de agua y soluciones, evitando descargas directas o infiltraciones no controladas. * Monitorear de forma permanente la calidad del agua subterránea y superficial (pozos, escurrimientos y cuerpos temporales) conforme a los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, para metales pesados. * Aplicar medidas de contención y prevención de derrames o fugas, como: * Impermeabilización de patios de lixiviación, * Canaletas de desviación pluvial, * Sistemas de captación y retorno de solución, * Barreras físicas o geosintéticas en presas de jales. * Coordinar acciones de vigilancia y reporte con la CEA y la CONAGUA, especialmente respecto a: * Autorizaciones de aprovechamiento y descarga, * Programas de control de contaminación y protección de acuíferos, y * Mecanismos de respuesta ante contingencias ambientales.
ARTÍCULO 128.- Los usuarios legalmente constituidos en asociaciones, podrán operar sistemas de abastecimiento de agua potable en forma independiente, siempre que cuenten con autorización del organismo operador, sujetándose a las disposiciones de la presente Ley y sus disposiciones reglamentarias.	
ARTÍCULO 134.- Queda prohibido que los desechos tóxicos sólidos o líquidos productos de procesos industriales u otros clasificados como peligrosos conforme a las disposiciones aplicables, se eliminen por las redes de alcantarillado o sean vertidos en ríos, manantiales, arroyos, corrientes o canales localizados en el territorio del Estado de Sonora […]	

CONSULTA PÚBLICA

III.5.4.4 Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de sonora

Ley publicada en el Boletín Oficial del Estado de Sonora el 26 de abril del 2021.

Las disposiciones de la presente Ley son de orden público e interés general y tienen por objeto fomentar y propiciar el desarrollo sustentable en el Estado, así como garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, a través de la regulación de productos de plástico de un solo uso, de poliestireno expandido, los productos fabricados con plástico oxodegradable, las artes de pesca y los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Tabla 34. Vinculación del Proyecto con la Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de Sonora

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 9.- Los planes de manejo de residuos de manejo especial y de plásticos de un solo uso serán evaluados y aprobados por la Comisión y en el caso de residuos sólidos urbanos, por los Municipios.	El proyecto deberá elaborar e implementar un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial, conforme a lo dispuesto en la ley, el cual será evaluado y aprobado por la CEDES. Este plan deberá contemplar la gestión integral de los residuos no peligrosos derivados de las actividades mineras e industriales, tales como: Maderas, plásticos industriales, empaques y embalajes, Residuos de construcción, mantenimiento y desmontaje.
Artículo 34.- Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluyendo dentro de éste su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclaje, tratamiento disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables	Los residuos sólidos urbanos (RSU) generados por el campamento y áreas administrativas deberán gestionarse en coordinación con el Ayuntamiento de Santa Cruz, a través de un sistema autorizado de recolección municipal o privado. El promovente, como gran generador de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, será responsable de asegurar la trazabilidad completa de cada flujo de residuo durante su ciclo de vida.
Artículo 13.- Los obligados a presentar planes de manejo deberán integrar una propuesta para sustentar el desarrollo de cada uno de ellos, la cual se entregará a la Comisión en el formato que ésta determine y a la autoridad municipal competente, para su validación; en ella se asentará lo siguiente: I.- Nombre, denominación o razón social de quien presente la propuesta, representante legal en su caso, nombre de la persona autorizada para recibir notificaciones, autoridad a quien se dirige, lugar y fecha de elaboración. La propuesta deberá estar firmada por el interesado o su representante legal; II.- Ubicación e infraestructura del almacén de sus residuos generados en su actividad o proceso, los cuales deberán estar señalados y acreditados…	El Proyecto al ser un gran generador de residuos de manejo especial derivados de sus actividades industriales (mantenimiento, lixiviación, operación y construcción), deberá cumplir plenamente con lo establecido en el Artículo 13 de esta Ley, integrando y presentando su Plan de Manejo de Residuos ante la CEDES y el Ayuntamiento del municipio de Santa Cruz.

CONSULTA PÚBLICA

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 54.- La valorización de los residuos sólidos y de manejo especial comprende los procesos de composta, reutilización, reciclaje, transformación, así como los demás procesos y/o acciones que busquen recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que lo componen y prevenir riesgos a la salud humana y al ambiente.	El Proyecto Minero El Pilar, durante sus fases de construcción, operación y cierre, generará residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos susceptibles de valorización. En congruencia con esta disposición, el promovente deberá implementar estrategias de valorización y reducción progresiva de residuos, entre ellas: * Reutilización y reciclaje: * Separación y aprovechamiento de metales, madera, plásticos industriales, cartón y residuos de construcción. * Establecimiento de convenios con centros de acopio o reciclaje autorizados por la CEDES. * Compostaje de residuos orgánicos: * Instalación de un módulo de composta para restos vegetales y residuos orgánicos generados en comedores o mantenimiento de áreas verdes. * Valorización energética y coprocesamiento * Capacitación y cultura ambiental: * Implementar un Programa de Separación y Valorización de Residuos, con capacitación para el personal y señalización en los puntos de generación. * Registro y seguimiento: * Documentar en el Plan de Manejo de Residuos los volúmenes valorizados y reciclados, así como los destinos finales autorizados, asegurando la trazabilidad

III.5.5 PLANES O PROGRAMAS

III.5.5.1 Plan Nacional de Desarrollo (2025-2030)

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, publicado el 15 de abril del 2025 en el Diario Oficial.

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

- Eje general 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana
- Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo
- Eje general 3: Economía moral y trabajo
- Eje general 4: Desarrollo sustentable
- Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
- Eje transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional
- Eje transversal 3: Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas

Considerando los ejes generales y transversales, el proyecto contribuye con los objetivos de los siguientes:

<u>Eje General 3: Economía moral y trabajo</u>

Para fortalecer el proyecto histórico de los mexicanos, de ser un país soberano, independiente y democrático se requiere fortalecer la economía nacional, impulsar una política industrial integral que ayude a disminuir nuestra

CONSULTA PÚBLICA

dependencia del exterior, que incentive la inversión nacional y extranjera responsable, y que además permita a las empresas nacionales participar de las cadenas globales de producción y de valor.

La economía moral representa un modelo de desarrollo económico del país a partir de fortalecer la capacidad de consumo de la mayoría que está en la base de la pirámide a través de los programas sociales, creando más empleos y mejorando los salarios, alcanzando a duplicar el salario mínimo en términos reales. Ha sido un círculo virtuoso del que todos los sectores se han beneficiado. Gracias a ello han mejorado las condiciones de vida de millones de mexicanos que han dejado la condición de pobreza en estos tiempos de transformación.

Tabla 35. Vinculación del proyecto con el Eje 3 del Plan Nacional de Desarrollo (2025-2030)

Estrategia	Objetivo	Vinculación
3.1.1	Fortalecer el poder adquisitivo de la población de menores ingresos mediante aumentos progresivos en los salarios mínimos.	El Proyecto contribuye directamente, al promover la creación de empleo formal y bien remunerado en una región con limitada actividad económica.
3.1.2	Garantizar que la política de salarios mínimos incorpore perspectiva de género y justicia social, contribuyendo a reducir las brechas salariales de grupos históricamente discriminados, mediante monitoreo y evaluación.	El esquema salarial del proyecto se ajustará a los criterios de incremento progresivo del salario mínimo, garantizando remuneraciones justas, conforme a lo establecido en la Ley Federal del Trabajo.
3.2.1	Promover mecanismos que aumenten la formalidad laboral para mejorar el bienestar de las familias mexicanas.	Todos los trabajadores estarán debidamente dados de alta ante el seguro.
3.2.3	Implementar medidas para prevenir y erradicar el trabajo infantil, y proteger a los adolescentes en edad permitida para trabajar en todo el país, asegurando los derechos de todos.	No se contratarán en ninguna circunstancia a menores de edad.
3.2.7	Promover, apoyar y garantizar el cumplimiento de condiciones laborales centradas en la seguridad, salud y capacitación en los centros de trabajo, fomentando el desarrollo de competencias y habilidades, el conocimiento de los derechos laborales colectivos y el acceso a formación continua en el lugar de trabajo.	El proyecto establece un Sistema Integral de Seguridad, Salud y Capacitación Ocupacional, conforme a la legislación mexicana y a las mejores prácticas del sector minero. Cumplimiento de las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo y las NOM-005-STPS-1998, NOM-017-STPS-2008 y NOM-019-STPS-2011, entre otras.
3.9.3	Fomentar la competencia económica, la competitividad y la formalidad de los mercados para mejorar las condiciones de creación y operación de empresas en el territorio nacional.	La operación del Proyecto El Pilar se alinea con la estrategia, al fomentar empleo digno, estabilidad económica y salarios competitivos que mejoran la calidad de vida en el norte del Estado de Sonora, consolidando un modelo de crecimiento con bienestar social.

Eje General 4: Desarrollo sustentable

El Proyecto de Nación tiene como base el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras. La justicia social debe ir acompañada de una justicia ambiental, de un modelo de sociedad que disminuya su huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida.

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

CONSULTA PÚBLICA

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.

Tabla 36. Vinculación del proyecto con el Eje 4 del Plan Nacional de Desarrollo (2025-2030)

Estrategia	Objetivo	Vinculación
4.3.1	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.	Todo el equipo, maquinaria y actividades que impliquen la emisión de gases, serán monitoreadas y darán cumplimiento a las leyes y normativas aplicables.
4.3.4	Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.	Se garantizará no afectar al medio ambiente, a través de medidas de prevención y mitigación durante las diferentes fases del proyecto.
4.5.4	Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente.	La promovente ejecutará programas ambientales para garantizar mantener y conservar la diversidad.
4.6.2	Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo.	Se buscará aprovechar el agua pluvial, así como el reciclaje del agua, para garantizar un uso eficiente en las diversas actividades del proyecto.
4.6.4	Reforzar el monitoreo y control de contaminantes para prevenir el deterioro de la calidad del agua y proteger los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto Minero incorpora una serie de medidas específicas orientadas a la prevención, control y monitoreo de impactos al agua y los ecosistemas asociados, en cumplimiento con la normatividad ambiental y los principios de sostenibilidad.

III.5.5.2 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2025-2030 contribuirá con los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 como parte del Eje General 4 Desarrollo Sustentable. Sus Objetivos, Estrategias y Líneas de acción están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación, protección, uso sustentable y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, del manejo sustentable del agua, de la acción climática, la economía circular y una gobernanza eficaz, en aras de la recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

De manera general se presentan seis objetivos generales, mismos que se pueden vincular con el proyecto como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 37. Vinculación del proyecto con el PROMARNAT 2025-2030

Objetivos del PROMARNAT 2025-2030	Vinculación con el Proyecto
1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.	El proyecto contempla una serie de acciones de restauración ambiental diseñadas con base en criterios técnicos, ecológicos y sociales, orientadas a restituir la funcionalidad ecológica de los ecosistemas afectados por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y garantizar la conservación de sus servicios ambientales.
2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de	Se prevé la contratación de habitantes del municipio de Santa Cruz para las labores de restauración, generando empleo verde y fortaleciendo la apropiación social del entorno.

CONSULTA PÚBLICA

Objetivos del PROMARNAT 2025-2030	Vinculación con el Proyecto
comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.	Las acciones incorporan criterios de inclusión e igualdad de género, mediante brigadas mixtas y sensibilización ambiental comunitaria.
3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto implementa un sistema cerrado de manejo de soluciones lixiviantes, con captación de escurrimientos, impermeabilización de patios y monitoreo de agua superficial y subterránea, en cumplimiento con la Ley de Aguas Nacionales, y el principio de uso eficiente del agua en zonas áridas.
4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.	La operación del proyecto contempla medidas de mitigación como: uso eficiente de energía, manejo adecuado de residuos, minimización de emisiones difusas y restauración progresiva del entorno. Asimismo, se evaluarán riesgos climáticos y se integrará el enfoque de adaptación en el diseño de infraestructura crítica, cumpliendo con la LGCC
5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.	Se promoverá una gestión participativa mediante mecanismos de información y diálogo social con comunidades locales, atención a quejas, monitoreo comunitario, y cumplimiento de estándares de transparencia, acceso a la información y participación pública.

III.5.5.3 Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030 (PNRA)

El Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030 (PNRA) está orientada a detener y revertir la degradación de los ecosistemas para garantizar la justicia ambiental, el bienestar humano y la recuperación de la biodiversidad. Ante la acumulación histórica de pasivos ambientales y la existencia de sitios de sacrificio ambiental que afectan gravemente a comunidades, el PNRA establece por primera vez una estrategia nacional, organizada y participativa de restauración ecológica. El programa integra conocimientos técnicos, aportaciones comunitarias y enfoques diversos para aplicar prácticas de restauración adaptadas a distintos contextos, desde zonas urbanas hasta territorios indígenas, con el objetivo de mejorar los servicios ecosistémicos, la biodiversidad y las condiciones de vida de la población.

El objetivo del PNRA es establecer las bases para revertir la degradación ambiental en el territorio mexicano en un proceso abierto, continuo, a corto, mediano y largo plazos; a través de un enfoque integral que permita la transversalización de las responsabilidades en cada nivel de gobierno y la corresponsabilidad de la sociedad civil, la academia y el sector empresarial; así como garantizar el cumplimiento de los compromisos establecidos a nivel nacional e internacional a fin de fortalecer el bienestar ambiental, social y económico del país.

Tabla 38. Vinculación del proyecto con el Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025–2030

Objetivos particulares	Vinculación
Establecer las bases para que los diferentes niveles de gobierno diseñen e implementen de manera efectiva las políticas en materia de restauración, adaptadas a sus contextos ecológicos, sociales, económicos, y necesidades locales. Restaurar, conservar y gestionar de manera sustentable e interconectada, los ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos costeros. Identificar y seleccionar sitios prioritarios para restauración, estableciendo puntos detonantes que impulsen el bienestar ambiental, social y económico del país.	El proyecto contempla una serie de acciones de restauración ambiental diseñadas con base en criterios técnicos, ecológicos y sociales, orientadas a restituir la funcionalidad ecológica de los ecosistemas afectados por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y garantizar la conservación de sus servicios ambientales. Medidas previstas: • Elaboración e implementación de un Programa de Reforestación para 389 ha, conforme a la Ley General de

CONSULTA PÚBLICA

	Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley Forestal del Estado de Sonora. • Técnicas de restauración activa: reforestación con especies nativas (encino, mezquite) y control de especies invasoras. • Restauración pasiva en zonas de regeneración natural efectiva, delimitadas en base a estudios edáficos y climáticos. • Conservación de suelos y captación de agua de escorrentía con obras mecánicas (bordos, zanjas trincheras) para mejorar la infiltración. • Monitoreo participativo con actores locales para evaluar el éxito de la restauración.

III.5.5.4 Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10–20–40

La Estrategia Nacional de Cambio Climático tiene como objetivo ser el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, así como reflejar los objetivos de adaptación y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero con un enfoque sistemático, descentralizado, participativo e integral, que establece las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París lo que está mandatado en los artículos 2° fracción VII y 64 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC).

En cumplimiento a la LGCC los hitos de 2013 respondieron al artículo 62 y fijaron metas a 10, 20 y 40 años. Para términos prácticos, en esta actualización se plantean las visiones a 2030; 2040; y 2060. Esta actualización plantea la separación de la visión para cada sector: Socioterritorial, Sistemas Alimentarios sustentables, Infraestructura estratégica y patrimonio, hidrológico y ecosistemas y biodiversidad; en los tres componentes: Adaptación, Mitigación y Política Climática Transversal.

Tabla 39. Vinculación del proyecto con la Estrategia Nacional de Cambio Climática

Eje estratégico	Estrategia	Vinculación
Componente Adaptación		
HIDROLÓGICO	A4.3 Impulsar el uso y extracción eficiente y sostenible de los recursos hídricos.	El proyecto implementa un sistema cerrado de manejo de soluciones lixiviantes, con captación de escurrimientos, impermeabilización de patios y monitoreo de agua superficial y subterránea, en cumplimiento con la Ley de Aguas Nacionales, y el principio de uso eficiente del agua en zonas áridas.
	A4.5 Fortalecer e implementar los mecanismos para la actualización de volúmenes hídricos considerando la disponibilidad de recursos naturales	El Pilar, Municipio de Santa Cruz, Son., se ubica en la porción alta del acuífero Río Santa Cruz (02-261). El acuífero obtuvo una Disponibilidad positiva en el estudio y fue publicado en el DOF en el mes de Julio de 2010.
ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD	A3.1 Proteger, conservar, restaurar, conectar y usar sostenibleMente los ecosistemas	Se implementarán medidas para garantizar la conservación de los ecosistemas afectados, como un Programa de rescate de flora y fauna, además de un programa de reforestación.

CONSULTA PÚBLICA

Eje estratégico	Estrategia	Vinculación
	A3.4 Reforzar la atención a los impactos del cambio climático en los ecosistemas e implementar acciones que los contrarresten.	Se evaluarán los impactos ambientales en cada fase del proyecto, el diseño del proyecto contempla fenómenos relacionados con el cambio climático.
	A3.7 Fomentar la restauración de suelos mediante protección y biorremediación	Se tomarán las medidas para minimizar la contaminación de los suelos, considerando las normas oficiales. A demás de medidas como un Programa de conservación de suelos, el resguardo de la capa orgánica de suelo para su posterior reincorporación.
Componente Mitigación		
RESIDUOS	M8.4 Fomentar el tratamiento y reutilización de aguas residuales a nivel nacional, regional y local	Se buscará reutilizar el agua de contacto, así como el aprovechamiento del agua pluvial.
INDUSTRIA	M6.1 Implementar acciones para mejorar la eficiencia energética y reducir huella de carbono en la cadena productiva	Todas las fuentes de emisiones (maquinaria, vehículos, etc.) estarán sujetas a las normas oficiales, respecto a los limites permisibles. Por lo que su monitoreo será periodo.
Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS)	M5.2 Preservar y restaurar ecosistemas forestales priorizando regiones en coordinación con el gobierno y la población	El proyecto contempla una serie de acciones de restauración ambiental diseñadas con base en criterios técnicos, ecológicos y sociales, orientadas a restituir la funcionalidad ecológica de los ecosistemas afectados por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

III.5.5.5 Plan Estratégico Ambiental Sonora-Arizona, 2023-2027 (PEASA)

En el marco de colaboración de la Comisión Arizona–México, a través de los Comités de Medio Ambiente y Agua, de Agronegocios y Vida Silvestre, el Plan Estratégico Ambiental Sonora–Arizona (PEASA) 2023–2027, busca abordar los principales problemas binacionales relacionados con la calidad del aire, la calidad del agua, la gestión de residuos sólidos y la vida silvestre, con el objetivo último de mejorar la calidad de vida en la franja fronteriza de 100 km (62 millas) definida por el Acuerdo de La Paz (firmado en 1984 entre los presidentes de Estados Unidos y México). Décadas de colaboración entre ambos estados fronterizos sustentan esta herramienta, que garantiza la ejecución de acciones concretas sobre el terreno desde Yuma hasta Agua Prieta.

Este plan binacional amplía los esfuerzos del PEASA 2017–2021. Dado su éxito y resultados, demostró la efectividad de contar con una herramienta de planificación como estrategia para atender los problemas ambientales de la región. Los resultados de este proceso se reflejan en este plan estratégico, que presenta un total de 14 prioridades y 25 proyectos en los ámbitos de aire, agua, residuos y vida silvestre. Todos los proyectos buscan atender prioridades binacionales y mejorar los retos transfronterizos dentro del marco y periodo de implementación del plan, cuyo inicio fue en 2023. Los objetivos se desglosan en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 40. Prioridades Binacionales Identificadas (PEASA 2023–2027)

Factor	Núm.	Prioridad
Aire	1.	Mejorar la Calidad del Aire de las Zonas Aéreas Binacionales a través de la Identificación de Fuentes de Emisión e Implementación de Medidas de Control
	2.	Reducir la Contaminación del Aire Resultante de la Quema de Residuos Sólidos a Cielo Abierto en las Ciudades Fronterizas de Sonora
	3.	Aumentar la Participación de la Comunidad Fronteriza en Temas de Calidad del Aire a través de Educación, Participación y Alcance Comunitario
Agua	1.	Pretratamiento y Reutilización de Aguas Residuales Industriales con Metales Pesados y Otros Contaminantes en Nogales, Sonora
	2.	Desarrollar y/o Implementar Iniciativas que Apoyen las Estrategias en Curso Relacionadas con Cuencas Hidrográficas Binacionales
	3.	Desarrollar Planes Integrales de Gestión de Aguas Pluviales y Promover Infraestructura Verde para Mejorar la Calidad del Agua y Mitigar los Impactos de Inundaciones en las Ciudades Fronterizas
	4.	Fortalecer la Capacidad Institucional de las Autoridades Locales para Agua Potable, Alcantarillado y Aguas Pluviales en las Ciudades Fronterizas de Sonora
Residuos	1.	Integración de Estrategias de Gestión de Residuos para Reducir el Vertido Ilegal, Agilizar la Recuperación Sostenible de Materiales y Promover la Eliminación Final Adecuada de Residuos
	2.	Desarrollar Programas de Reciclaje en las Comunidades Fronterizas entre Sonora y Arizona
	3.	Implementación de Esquemas Locales para la Gestión de Residuos Sólidos en el Sector Industrial de las Ciudades Fronterizas de Sonora para Fomentar el Desarrollo de Sistemas de Economía Circular
	4.	Esfuerzos de Alcance Comunitario para Mejorar el Comportamiento de Gestión de Residuos y el Cumplimiento de la Normativa
Vida Silvestre	1.	Inventario de Vida Silvestre en Ranchos Privados en Sonora
	2.	Recuperación Binacional del Berrendo Sonorense (*Sonoran Pronghorn*)
	3.	Reintroducción del Colín de Moctezuma (*Masked Bobwhite Quail*) en Sonora

El "Proyecto Minero El Pilar, segunda etapa" se alinea con los objetivos y prioridades del Plan Estratégico Ambiental Sonora–Arizona 2023–2027, en especial con los temas de:

* Protección de la calidad del agua mediante sistemas cerrados y monitoreo de infiltración.
* Prevención de la contaminación del aire por partículas y emisiones industriales.
* Manejo integral y valorización de residuos conforme a estándares ambientales nacionales e internacionales.
* Conservación y restauración ecológica de hábitats naturales en su área de influencia.
* Cooperación ambiental y participación pública, fortaleciendo la confianza y la gobernanza transfronteriza.

CONSULTA PÚBLICA

De esta manera, el proyecto contribuye al cumplimiento de las metas binacionales del PEASA 2023–2027, consolidando un modelo de minería responsable y ambientalmente compatible con la sostenibilidad de la región Sonora–Arizona.

III.5.5.6 Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2021-2027

El **Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2021-2027** fue elaborado con el apoyo técnico del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en México, con el fin de incorporar los principios de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en los procesos de planeación, diseño y evaluación de políticas públicas en la entidad. Con base a ello se definieron cuatro ejes, objetivos prioritarios y proyectos estratégicos.

- **Eje 1. Un gobierno para todos y todas :** Este eje representa la esencia del nuevo gobierno, siendo la honestidad su principal aspecto, alineándose así a los principios de la Cuarta Transformación; de la misma manera, se compromete frente al pueblo del estado y busca en todo momento la capacidad para enfrentar los cambios.

- **Eje 2. El presupuesto social más grande de la historia :**Este eje ha definido en su visión que Sonora contará con condiciones de bienestar social que permitirán que todos sus ciudadanos tengan una vida digna, de calidad y sin rezago ni exclusión

- **Eje 3. La igualdad efectiva de los derechos :**Los cambios que ha experimentado la región y el incremento de las desigualdades, manifestadas en más pobreza y violencia para las sonorenses, son muestras de la urgencia por avanzar sobre políticas más inclusivas que garanticen un piso mínimo para el bienestar y cimienten las bases para transformar las dinámicas inequitativas entre los sexos.

- **Eje 4. Coordinación histórica entre desarrollo y seguridad :** La coordinación histórica entre dos prioridades para el gobierno, el desarrollo y la seguridad, tiene como misión, construir una dinámica de desarrollo que garantizará la tranquilidad y calidad de vida de todas y todos sus ciudadanos.

El proyecto en específico se vincula con los siguientes objetivos:

Objetivo 7: sostenibilidad del desarrollo regional

Estrategia: Fortalecer a las instituciones responsables de la gestión del agua en el estado, promoviendo la participación ciudadana activa y emprendiendo acciones para asegurar el aprovechamiento sostenible del agua en todos los sectores bajo un enfoque de bienestar social, económico y ambiental.

Objetivo 9: Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas

Estrategia: Impulsar las ventajas competitivas de Sonora en sectores estratégicos para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2021–2027 contempla como uno de sus proyectos prioritarios el Plan de Reactivación Económica, el cual tiene por objetivo relanzar la economía de Sonora mediante la promoción de

CONSULTA PÚBLICA

inversiones productivas sostenibles, la diversificación industrial y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, con énfasis en las regiones con mayor potencial minero, agroindustrial y energético.

El Proyecto se alinea directamente con los objetivos y líneas de acción del Programa Sonora Competitiva, al constituirse como un proyecto minero de nueva generación que integra prácticas de innovación tecnológica, eficiencia energética, responsabilidad social y restauración ambiental.

* Alineación económica y productiva: Contribuye al relanzamiento económico regional mediante una inversión de capital nacional y extranjero que impulsa el crecimiento del municipio de Santa Cruz y del corredor minero del sur de Sonora.
* Fortalece las cadenas de suministro y servicios locales, promoviendo la participación de micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) sonorenses en la proveeduría minera.
* Genera empleos formales, estables y bien remunerados, en coherencia con los objetivos del Eje 2 del PED (Bienestar social y reducción de desigualdades).
* Implementa el proceso de extracción por solventes y electrodeposición (ESDE), considerado una tecnología limpia por su bajo consumo de agua y energía, y por minimizar la generación de residuos.
* Aplica principios de minería circular, mediante la valorización de residuos mineros y la recirculación de soluciones.
* Desarrolla un Plan de Cierre de Mina con enfoque de restauración ecológica.

El proyecto contribuye a estos objetivos al impulsar una minería responsable, generadora de empleo digno, restauración ecológica y eficiencia de recursos.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.5.7 Programa Estatal de Reforestación de Sonora 2023–2027 (PERS)

El Programa Estatal de Reforestación de Sonora (PERS) tiene como objetivo principal fomentar acciones de reforestación, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales del estado de Sonora en el periodo comprendido entre 2023 y 2027. El PERS contempla cuatro objetivos específicos que a continuación se vinculan con el proyecto.

Tabla 41. Vinculación del proyecto con el Programa Estatal de Reforestación de Sonora 2023–2027

Objetivos	Vinculación
1. Fomentar el uso de plantas nativas de interés estatal para la reforestación y restauración de ecosistemas degradados.	El proyecto contempla un Programa de Reforestación de 389 ha derivadas del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), con especies nativas de Sonora tales como encino (*Quercus* sp.), mezquite (*Prosopis juliflora*), huizache (*Acacia farnesiana*). Estas especies están incluidas en los listados de plantas prioritarias del PERS.
2. Describir y aprovechar los ecosistemas forestales del estado y documentar casos de éxito en reforestación.	El área del proyecto se ubica en ecosistemas de pastizal natural y bosque de encino secundario, representativos de la región Norte de Sonora. La experiencia del Proyecto El Pilar en restauración progresiva podrá integrarse como caso de éxito estatal, fortaleciendo el conocimiento técnico sobre recuperación de suelos mineros en zonas áridas.
3. Diagnosticar y fortalecer la infraestructura de viveros municipales y estatales.	El promovente coordinará la producción y adquisición de plantas en viveros locales certificados por la CEDES y CONAFOR, contribuyendo a la economía local y al fortalecimiento de la infraestructura estatal de reforestación. Además, se prevé la instalación de un vivero temporal dentro del polígono del proyecto para asegurar la supervivencia de especies nativas durante el proceso de reubicación y de reforestación.
4. Desarrollar esquemas y acciones de protección de ecosistemas y prácticas de reforestación adecuadas a las condiciones de Sonora.	El proyecto aplicará técnicas de reforestación adaptadas a zonas áridas, incluyendo plantación en curvas de nivel, microcuencas de captación de agua, y uso de hidrogel y riego asistido en etapas iniciales. Estas acciones se alinean con el enfoque técnico del PERS, promoviendo la resiliencia de ecosistemas frente al cambio climático.

A partir de los objetivos mencionados anteriormente, se pretende promover e incentivar la reforestación con plantas nativas de Sonora. Así como difundir a la ciudadanía la importancia que la reforestación tiene para mantener el equilibrio ecológico y asimismo para la calidad de vida de los sonorenses. El PERS suscribe la colaboración de los 72 municipios del estado en materia de reforestación y restauración de ecosistemas prioritarios para su desarrollo. Esto mediante a la elaboración de los listados de especies vegetales para la reforestación en los entornos rurales, así como la restitución de plantas en entornos urbanos de su interés.

El Proyecto se vincula de manera directa y proactiva con los objetivos del Programa Estatal de Reforestación de Sonora 2023–2027 (PERS) al:

* Promover la reforestación con especies nativas adaptadas al clima semidesértico,
* Contribuir a la recuperación ecológica de ecosistemas degradados,
* Fortalecer la infraestructura de producción de plantas locales,
* Y fomentar la participación comunitaria y educación ambiental en el municipio de Santa Cruz.

CONSULTA PÚBLICA

En consecuencia, el proyecto se considera ambientalmente congruente con la política estatal de restauración y reforestación, contribuyendo a los objetivos de conservación del capital natural de Sonora y a la mejora del equilibrio ecológico regional.

III.5.5.8 Programa Estatal de Cambio Climático de Sonora 2022-2026 (PECCS)

El Programa Estatal de Cambio Climático de Sonora (PECCS) constituye el instrumento rector para enfrentar al cambio climático desde una perspectiva local, con impacto nacional y global. Establece metas y acciones a nivel regional que van orientadas a desarrollar un camino para la limitación de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI), y la resiliencia ante los cambios que estos conlleven. Estas metas tienen congruencia con el compromiso adquirido por el país de reducir el 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 y el 51% de las emisiones de carbono negro establecidas en la postulación de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) (SEMARNAT, 2018).

El PECCS busca el bienestar de la población al mitigar los efectos adversos del cambio climático y crea las bases para adaptarse a los conflictos que posiblemente se agudizaran por problemas sociales en el uso de recursos escasos como el agua y de salud que están conectados con el cambio climático. A continuación se describen aquellos vinculados con el proyecto.

La Agenda de Acción Climática de Sonora incluye medidas para la reducción de emisiones, es decir de mitigación en 7 sectores clave, además de incorporar estrategias transversales en el tema de adaptación en 6 sectores. Para lograr los objetivos se definieron estrategias de adaptación en las siguientes categorías que al mismo tiempo se vinculan con el proyecto.

Tabla 42. Vinculación del proyecto con Programa Estatal de Cambio Climático de Sonora 2022-2026

SECTOR	ACCIONES CLIMÁTICAS	Vinculación
Emisiones en el sector residuos y aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales. Gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	El Proyecto, por su magnitud y características industriales, generará residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) durante las etapas de construcción, operación y cierre, por lo que implementará un Plan Integral de Manejo de Residuos alineado a esta estrategia estatal. El proyecto adoptará prácticas de valorización y reciclaje para materiales como madera, chatarra metálica, plásticos, cartón, papel y residuos inertes de construcción. Se fomentará la reutilización de empaques, tarimas y contenedores dentro del área industrial y talleres. La promovente se asegurará de la disposición final ambientalmente adecuada de los residuos no valorizables,
Industria	Gestión integral de residuos de manejo especial (RME) y al desarrollo de capacidades técnicas dentro del sector	
Gestión de residuos	Manejo integral de residuos sólidos urbanos a nivel municipal (prácticas de valorización y disposición final adecuada) y la creación de sistema de información estatal que considere tanto los de origen urbano como de fuentes comerciales e industriales.	
Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura	Gestión eficiente del agua, implementación de medidas en temas de conservación de los recursos naturales, biodiversidad, recursos forestales y la promoción de sistemas agropecuarios bajos o neutros en carbono.	El proyecto operará bajo un sistema cerrado de recirculación para el proceso de lixiviación y extracción por solventes–electrodeposición (ESDE), evitando descargas a cuerpos receptores y reduciendo el consumo de agua. Antes del inicio de actividades, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de flora y fauna. A demás se llevará a cabo de un programa de reforestación, para ello se dará preferencia al uso de plantas nativas provenientes de viveros locales certificados.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.6 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES

Los Tratados Internacionales Ambientales son acuerdos entre dos o más países para proteger el medio ambiente y garantizar la sostenibilidad a nivel mundial. Estos tratados son esenciales para abordar los desafíos ambientales globales y para promover la cooperación internacional, en los cuales se establecen objetivos claros para la protección ambiental y crean un marco legal para asegurar que los países cumplan con sus compromisos. Además, fomentan la cooperación internacional y el intercambio de información y tecnología.

III.5.6.1 Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) fue adoptado en 1992 en Nairobi y se abrió a la firma de las Partes en Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. El 13 de junio de 1992 México firmó este Convenio y fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre de 1992; el instrumento de ratificación fue depositado ante el Secretariado de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993; y finalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación para su debida observancia el 7 de mayo de 1993.

Dentro de sus objetivos contenidos en el artículo 1 están la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

El CDB enfatiza en su artículo 3, el derecho de los Estados tiene de explotar sus recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.

Asimismo, dentro de su artículo 6 se señala que se elaborarán estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada; e Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.

Por otra parte, respecto de la conservación *in situ*, contenido en su artículo 8 manifiesta que los Estados en la medida de lo posible procurarán establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilizaciones actuales con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes; establecerán o mantendrá la legislación necesaria y/u otras disposiciones de reglamentación para la protección de especies y poblaciones amenazadas; entre otros.

El Proyecto, por su localización en un entorno de ecosistemas áridos con presencia de pastizales y bosques de encino secundarios, incorpora una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que lo vinculan directamente con los compromisos asumidos por México en el marco del CDB, con base a los siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

* Se realizó un inventario de flora y fauna silvestre en el área del proyecto, que permitió identificar especies representativas del pastizal natural y bosque de encino secundario, sin presencia de especies en riesgo alto, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
* Se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, asegurando la conservación de individuos durante las etapas de desmonte y preparación del sitio.
* El proyecto se localiza fuera de Áreas Naturales Protegidas y sin afectación directa a corredores biológicos prioritarios, conforme a la cartografía de CONABIO.
* El Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se gestionará conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, garantizando la compensación mediante un Programa de reforestación.

El proyecto constituye un modelo de minería con responsabilidad ambiental, en el que la explotación de recursos minerales se articula con acciones de restauración ecológica, gestión ambiental y mitigación de impactos, conforme a la política de uso sostenible de los recursos naturales del CDB.
En consecuencia, el proyecto es ambientalmente congruente con los compromisos internacionales asumidos por México en materia de biodiversidad, y representa un ejemplo de minería compatible con la conservación ecológica y la justicia ambiental, conforme al marco del CDB y sus decisiones derivadas de las Conferencias de las Partes (COPs).

III.5.6.2 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES)

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) fue firmada en Washington el 3 de marzo de 1973; convirtiéndose México parte de este Tratado el 13 de junio de 1991. El cual determina que cada país, en la medida de lo posible, identificará los componentes y las especies de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible.

Tiene como objetivo vigilar el comercio internacional de especies de animales y plantas silvestres para que no sean una amenaza para la supervivencia de las especies. Los Estados que se integran a la Convención se conocen como Partes, las cuales deben aplicar los acuerdos de la Convención y de sus propias legislaciones nacionales.

CITES, clasifica a las especies en tres categorías de riesgo:

Apéndice I: se incluyen aquellas con el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción, por lo que se prohíbe el comercio internacional de especímenes.
Apéndice II: las especies no necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación.
Apéndice III: figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

CONSULTA PÚBLICA

Las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) se realizarán en una superficie de 604.0 hectáreas. En el área de CUSTF del Proyecto para la Vegetación secundaria de Bosque de Encino y para la Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural, se identificaron siete especies de cactáceas, mismas que se encuentran enlistadas en el Apéndice II, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 43. Especies enlistadas en CITES para la vegetación secundaria de Bosque de Encino

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Coryphantha recurvata	Coryphantha	-	Apéndice II
Cylindropuntia imbricata	Cardón tunero	-	Apéndice II
Echinocereus fasciculatus	Choya	-	Apéndice II
Echinocereus rigidissimus	Corifanta fina	-	Apéndice II
Mammillaria heyderi	Mamilaria	-	Apéndice II
Opuntia chlorotica	Nopal espina amarilla	-	Apéndice II
Opuntia robusta	Nopal redondo	-	Apéndice II

Respecto a la fauna y con base a los muestreos realizados en el Área Forestal del Proyecto (AFP), en la región se identificaron un total de 9 especies enlistadas en CITES y además dos especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría Sujeta a Protección especial (Pr).

Tabla 44. Lista de fauna potencial presente en el Proyecto enlistado en CITES y en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	Apéndice II
Athene cunicularia	Tecolote llanero	-	Apéndice II
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	-	Apéndice II
Buteo plagiatus	Aguililla gris	-	Apéndice II
Circus hudsonius	Gavilán rastrero	-	Apéndice II
Falco columbarius	Halcón esmerejón	-	Apéndice II
Falco sparverius	Cernícalo americano	-	Apéndice II
Puma concolor	Puma	-	Apéndice II
Phrynosoma solare	Camaleón real	-	Apéndice II
Crotalus atrox	Cascabel de diamantes	Pr	-

Los sietes especies de flora y las nueve especies de fauna enlistadas en CITES, todas están incluidas en el Apéndice II, esta decir que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Las especies enlistadas, serán consideradas en el Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, para garantizar su conservación y evitar la pérdida de diversidad. De manera general, en todo el proyecto se tendrá prohibido la extracción de flora y fauna silvestre por parte del personal que no esté autorizado para ejecutar estas las actividades y solo en las zonas permitidas para CUSTF. Se prohibirá el comercio, captura o traslado ilegal de especies protegidas.

En este sentido, el proyecto cumplirá con los compromisos internacionales asumidos por México en materia de conservación de especies amenazadas, garantizando que sus actividades se desarrollen bajo los principios de uso sustentable, legalidad y respeto a la biodiversidad, conforme a la CITES y su aplicación nacional por SEMARNAT y CONABIO.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.6.3 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

El objetivo de la CMNUCC es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a niveles que eviten interferencias peligrosas con el sistema climático, en un plazo que permita a los ecosistemas adaptarse naturalmente, asegurar la producción de alimentos y permitir el desarrollo económico sostenible. Algunos elementos clave para lograrlo son:

- Responsabilidades comunes pero diferenciadas: Reconoce que todos los países comparten la responsabilidad de combatir el cambio climático, pero los países desarrollados tienen una mayor responsabilidad histórica y capacidad para actuar.
- Inventarios de emisiones: Los países deben reportar periódicamente sus emisiones y absorciones de GEI.
- Planes nacionales: Se promueve la formulación de estrategias y programas nacionales para mitigar y adaptarse al cambio climático.
- Cooperación internacional: Fomenta la transferencia de tecnología, financiamiento y fortalecimiento de capacidades hacia países en desarrollo.
- Adaptación: Reconoce la necesidad de apoyar a países vulnerables para adaptarse a los impactos del cambio climático.

El Proyecto se alinea con los objetivos de la CMNUCC al integrar medidas de mitigación, eficiencia energética, manejo sustentable del agua y restauración ambiental, contribuyendo al cumplimiento de los compromisos nacionales de México en materia de cambio climático. El proceso de extracción por solventes y electrodeposición (ESDE) sustituye los métodos pirometalúrgicos tradicionales, reduciendo significativamente las emisiones de CO_2 y partículas. Se implementará un Plan de Eficiencia Energética y Control de Emisiones, que incluye: uso de motores eléctricos de alta eficiencia; mantenimiento preventivo de equipos de combustión; control de polvo y partículas mediante riego; y recirculación de soluciones para minimizar el consumo energético y de agua. Estas acciones se enmarcan en los principios de producción limpia y economía baja en carbono.

El proyecto generará informes anuales de emisiones de GEI indirectos (energía eléctrica) y directos (combustión), conforme a la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y su reglamento. Dichos reportes se integrarán al Registro Nacional de Emisiones (RENE), en cumplimiento con las disposiciones derivadas de la CMNUCC y de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de México. En consecuencia, el proyecto contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales de México en materia de cambio climático, fortaleciendo la meta de reducir las emisiones de GEI y de carbono negro para el 2030, y consolidándose como un ejemplo de minería responsable y climáticamente compatible con el desarrollo sustentable.

III.5.6.4 Acuerdo de Escazú

El Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú) se adoptó el 4 de marzo de 2018 en Escazú, Costa Rica, con el apoyo de la CEPAL en su calidad de Secretaría y la importante participación del público. El Acuerdo entró en vigor el 22 de abril de 2021.

CONSULTA PÚBLICA

El objetivo del presente Acuerdo es garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible.

El Acuerdo de Escazú es un tratado internacional del cual México es parte e impulsa el multilateralismo de la región latinoamericana y caribeña en el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible, el derecho a la salud y a un medio ambiente sano; protege los derechos de todas las personas al acceso a la información, a la participación y a la justicia en temas ambientales (los llamados "derechos de acceso"); establece medidas para facilitar su ejercicio, así como los mecanismos para garantizarlos; retomando el contenido del Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, para contribuir a su instrumentación; asimismo, el Acuerdo protege y promueve los derechos humanos, a la igualdad y la no discriminación, en especial de las personas y grupos en situación de vulnerabilidad, mejora la rendición de cuentas, la transparencia y la gobernanza ambiental en el quehacer público.

El Proyecto, desde su primera etapa de planeación y evaluación ambiental, incorpora mecanismos que materializan los derechos y principios del Acuerdo de Escazú, promoviendo la transparencia, la participación pública informada y la justicia ambiental a nivel local y regional.

En la primera etapa del proyecto, la promovente presentó ante la SEMARNAT la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional (MIA-R), documento público que contiene la descripción del proyecto, sus impactos y las medidas de mitigación, disponible en el Sistema Nacional de Trámites SEMARNAT y en la Gaceta Ecológica. Para esta segunda etapa se realizará el mismo procedimiento, de esta manera se garantiza el acceso público a la información ambiental del proyecto. Una vez autorizado se realizarán y entregarán los reportes ambientales, programas de monitoreo y resultados de auditorías a las autoridades competentes.

La promovente reconoce el derecho de toda persona o comunidad a acceder a instancias administrativas y judiciales en caso de inconformidad ambiental, conforme al marco nacional y los principios del Acuerdo de Escazú. El promovente se compromete a respetar los derechos de personas defensoras del ambiente, garantizando un entorno de respeto, diálogo y protección de derechos humanos. En consecuencia, el proyecto se alineará al cumplimiento del Acuerdo de Escazú, fortaleciendo la gobernanza ambiental en Sonora y garantizando el derecho de las generaciones presentes y futuras a un medio ambiente sano, informado y sostenible.

III.5.6.5 Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, acordado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

El 27 de junio del 1989, se adoptó en la ciudad de Ginebra, Suiza, durante la Septuagésima Sexta Reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, el Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, tratado ratificado por México en 1990 donde entró en vigor el 13 de agosto de 1990.

La Declaración consta de 46 artículos en los que se establecen los estándares mínimos de respeto a los derechos de los pueblos indígenas, entre los que se incluyen la propiedad de sus tierras, los recursos naturales de sus

CONSULTA PÚBLICA

territorios, la preservación de sus conocimientos tradicionales, la autodeterminación y la consulta previa. Esta Declaración también reconoce derechos individuales y colectivos relativos a la educación, la salud y el empleo. La Declaración es un referente básico que se puede invocar para proteger a los pueblos indígenas contra la discriminación y marginación a la que están aún expuestos y se refuerzan mutuamente con el Convenio 169 al compartir principios y objetivos.
Elementos Clave del Convenio 169:

- **Reconocimiento de identidad:** Reconoce a los pueblos indígenas y tribales como comunidades con identidades culturales propias y derecho a conservarlas, se definen por autoidentificación como criterio fundamental.
- **Derechos sobre tierras y recursos:** Derecho a propiedad, posesión y uso de las tierras que tradicionalmente ocupan. Así como la participación en la gestión y conservación de los recursos naturales en dichas tierras y protección contra el desplazamiento forzado sin consentimiento libre, previo e informado.
- **Consultas y participación:** Los gobiernos deben consultar de buena fe a los pueblos indígenas, mediante procedimientos apropiados, antes de adoptar medidas legislativas o administrativas que puedan afectarlos directamente.
- **Cultura, educación y salud:** Reconocimiento y respeto de sus valores, costumbres, lenguas y tradiciones, derecho a una educación bilingüe e intercultural y acceso a servicios de salud adecuados y culturalmente apropiados.
- **Condiciones laborales:** Protección contra la explotación y discriminación en el trabajo, el derecho a condiciones de empleo equitativas y respeto de sus prácticas tradicionales.

El "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" ubicado en el municipio de Santa Cruz, Sonora, ha sido evaluado en relación con el marco del Convenio 169, considerando los aspectos de territorialidad, presencia cultural y participación comunitaria. De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) y el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), no se registran comunidades indígenas asentadas o con tenencia reconocida dentro del polígono del proyecto ni en su zona de influencia directa. Las comunidades más cercanas son Santa Cruz, Ejido Miguel Hidalgo y Milpillas. Aun en ausencia de población indígena directamente afectada, el proyecto adopta los principios rectores del Convenio 169, particularmente en materia de:

* Participación informada y diálogo social, mediante mecanismos de comunicación continua con la población local y autoridades municipales.
* Respeto a los derechos culturales y sociales de las comunidades del entorno, asegurando que las actividades mineras no alteren sitios de valor histórico, cultural o religioso.
* Promoción del desarrollo comunitario sostenible, garantizando el acceso equitativo a oportunidades laborales y capacitación técnica.

En conclusión, el Proyecto se considera compatible con el Convenio 169 de la OIT, en virtud de que su implementación respeta los derechos colectivos reconocidos internacionalmente y promueve una minería incluyente, participativa y socialmente responsable, alineada con los estándares de desarrollo sostenible y respeto cultural.

CONSULTA PÚBLICA

III.6 CONCLUSIÓN GENERAL

El Proyecto Minero "El Pilar" se localiza dentro de la **Unidad Ambiental Biofísica 18 "Llanuras y Médanos del Norte"**, conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Asimismo, se ubica en dos **Unidades de Gestión Ambiental** del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora: **la UGA 100-0/01 Sierra Alta y la UGA 600-0/02 Valle Aluvial Intermontano**. De acuerdo con estos ordenamientos, el proyecto se considera ambientalmente compatible, al encontrarse en una zona con política de Aprovechamiento Sustentable y aptitud territorial para el desarrollo de actividades productivas, incluyendo la minería responsable y controlada.

El proyecto no se ubica dentro de ningún polígono de **Áreas Naturales Protegidas**, en ninguna de sus categorías a nivel federal, estatal o municipal. En cuanto a las regiones prioritarias de conservación, se identificó su localización dentro de la **Región Hidrológica Prioritaria 13 "Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz"**, en donde destacan los recursos hídricos asociados a ambos ríos, particularmente el río Santa Cruz, que colinda con el área del proyecto. Ante esta condición, se establecen planes y medidas específicas de manejo ambiental e hidrológico, a fin de prevenir afectaciones a la calidad y disponibilidad del recurso hídrico, garantizando la protección de los cuerpos de agua y su biodiversidad asociada.

Asimismo, se constató la incidencia del proyecto dentro del **Área de Importancia para la Conservación de las Aves 126 "Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental"**. En atención a ello, se implementarán acciones de conservación y monitoreo de avifauna, así como medidas para la protección de hábitats y corredores biológicos locales. No se identificó la presencia del proyecto dentro de Sitios Ramsar, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) ni Sitios Prioritarios de Conservación (SPT).

Para la ejecución de las obras y actividades se observarán las **Normas Oficiales Mexicanas** vigentes, aplicables en materia de flora, fauna silvestre, agua y suelo, emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos y de manejo especial, asegurando el cumplimiento de los límites permisibles y obligaciones técnicas establecidos en la legislación ambiental mexicana.

De igual manera, el promovente acatará los instrumentos jurídicos, administrativos y sociales orientados a garantizar la viabilidad ambiental del proyecto, la protección de los derechos humanos de todos los actores involucrados y la prevención de impactos significativos sobre los recursos naturales. Con la identificación y alineación a los planes y programas de desarrollo federal, estatal y municipal, el Proyecto contribuirá a la reactivación económica del estado de Sonora bajo un enfoque de sostenibilidad y corresponsabilidad ambiental, promoviendo una minería moderna y segura.

En conclusión, la implementación del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" es ambiental, social y jurídicamente congruente con la normatividad nacional así como convenios internacionales, ratificados por México. El proyecto refleja una visión integral basada en la sostenibilidad, la equidad y la protección ambiental. El cumplimiento de estos instrumentos fortalece la legitimidad ambiental del proyecto, impulsa una minería climáticamente responsable y socialmente justa, y contribuye directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo IV

CONTENIDO

IV . DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 1
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 17
IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS 17
IV.2.1.1 CLIMA 17
IV.2.1.1.1 TIPO DE CLIMA 17
IV.2.1.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS 24
IV.2.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 37
IV.2.1.2.1 CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DEL ÁREA 37
IV.2.1.2.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS 42
IV.2.1.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE 51
IV.2.1.2.4 SUSCEPTIBILIDAD 65
IV.2.1.2.5 SUELOS 71
IV.2.1.2.6 GEOHIDROLOGÍA E HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA 119
IV.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS 149
IV.2.2.1 VEGETACIÓN 149
IV.2.2.1.1 TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) 149
IV.2.2.1.2 TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO (AFP) 150
IV.2.2.1.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN 156
IV.2.2.1.4 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA, PARÁMETROS BIÓTICOS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE ESPECIES 168
IV.2.2.1.5 CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN EL SAR Y AFP 244
IV.2.2.1.6 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES MÉTRICAS DE DIVERSIDAD 281
IV.2.2.2 FAUNA 299
IV.2.2.2.1 ESPECIES POTENCIALES POR LOCALIZARSE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO 299
IV.2.2.2.2 FAUNA POTENCIAL ENLISTADA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 318
IV.2.2.2.3 COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE FAUNA PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO 330
IV.2.2.2.4 ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUIDAD DE FAUNA 369
IV.2.3 PAISAJE 388
IV.2.3.1 VISIBILIDAD DEL PROYECTO 389
IV.2.3.2 FRAGILIDAD DEL PAISAJE 392

CONSULTA PÚBLICA

IV.2.3.3 CALIDAD DEL PAISAJE 403
IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO 423
IV.2.4.1 DEMOGRAFÍA 425
IV.2.4.1.1 POBLACIÓN 425
IV.2.4.1.2 SANTA CRUZ, SONORA 427
IV.2.4.1.1 NATALIDAD Y MORTANDAD 428
IV.2.4.1.2 MIGRACIÓN 430
IV.2.4.1.3 EDUCACIÓN 432
IV.2.4.1.4 SALUD 436
IV.2.4.1.5 ECONOMÍA 440
IV.2.4.1.6 VIVIENDA 444
IV.2.4.2 FACTORES SOCIOCULTURALES 451
IV.2.4.2.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOCULTURALES 451
IV.2.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 453

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESTADOS Y MUNICIPIOS DE INFLUENCIA DE INFLUENCIA CON EL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA". 1
TABLA 2. CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA". 3
TABLA 3. ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA CON EL SAR Y AP. 19
TABLA 4. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 21
TABLA 5. TEMPERATURA MÍNIMA Y MÁXIMA, MENSUAL Y ANUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 22
TABLA 6. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 22
TABLA 7. GRADO DE RIESGO POR SEQUÍA EN EL SAR (CENAPRED). 25
TABLA 8. GRADO DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES EN EL SAR (CENAPRED). 31
TABLA 9. CLASES DE ROCAS EN EL SAR. 37
TABLA 10. TIPOS DE ROCAS EN EL SAR. 38
TABLA 11. CLASES DE ROCAS EN EL AP. 40
TABLA 12. TIPOS DE ROCAS EN EL AP. 40
TABLA 13. SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL SAR. 43
TABLA 14. SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL AP. 45
TABLA 15. PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS EN EL SAR. 47
TABLA 16. SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS EN EL SAR. 48
TABLA 17. RANGO DE ELEVACIONES PRESENTES EN EL SAR. 51
TABLA 18. ELEVACIÓN DEL TERRENO DEL AP. 53
TABLA 19. CLASIFICACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DEL SAR. 55
TABLA 20. PENDIENTE MÍNIMA, MÁXIMA Y MEDIA DEL SAR. 55
TABLA 21. CLASIFICACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DEL AP. 57
TABLA 22. PENDIENTE MÍNIMA, MÁXIMA Y MEDIA DEL AP. 57
TABLA 23. EXPOSICIÓN DEL TERRENO DEL SAR. 59
TABLA 24. EXPOSICIÓN DEL TERRENO DEL AP. 61
TABLA 25. GRADO DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN EN EL SAR. 69

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 26. SUELO DOMINANTE EN EL SAR. 71
TABLA 27. UNIDADES EDAFOLÓGICAS EN EL SAR. 73
TABLA 28. RESULTADOS NO.1 DE LAS MUESTRAS DE SUELO. 76
TABLA 29. RESULTADOS NO.2 DE LAS MUESTRAS DE SUELO. 76
TABLA 30. RESULTADOS NO.3 DE LAS MUESTRAS DE SUELO. 77
TABLA 31. UNIDADES EDAFOLÓGICAS EN EL AP. 78
TABLA 32. EROSIÓN PRESENTE EN EL SAR (INEGI). 81
TABLA 33. TIPOS DE EROSIÓN EXISTENTES EN EL SAR (INEGI). 81
TABLA 34. TIPOS DE EROSIÓN EXISTENTES EN EL AP (INEGI). 83
TABLA 35. VALORES DEL FACTOR DE EROSIONABILIDAD HÍDRICA (K) EN FUNCIÓN DE LA UNIDAD DE SUELO Y SU TEXTURA SUPERFICIAL. 85
TABLA 36. VALORES DEL FACTOR K PARA LOS SUELOS DEL PREDIO. 86
TABLA 37. NIVEL DE ERODABILIDAD HÍDRICA DEL SUELO. 86
TABLA 38. CLASE DE TEXTURA POR TIPO DE SUELO EN EL ÁREA DE CUSTF. 87
TABLA 39. CLASE DE PROFUNDIDAD POR TIPO DE SUELO EN EL AFP. 87
TABLA 40. CLASE DE PEDREGOSIDAD POR TIPO DE SUELO EN EL AFP. 88
TABLA 41. ÍNDICE DE ERODABILIDAD DEL SUELO EN EL AFP. 88
TABLA 42. NIVEL DE ERODABILIDAD. 88
TABLA 43. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EROSIÓN (FAO). 90
TABLA 44. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR R DE LA EUPS (RULSE). 90
TABLA 45. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR K DE LA EUPS (RULSE). 91
TABLA 46. VALORES DEL FACTOR K DE LOS SUELOS DEL PROYECTO. 91
TABLA 47. VALORES DEL FACTOR K. 91
TABLA 48. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE LOS FACTORES L Y S DE LA EUPS (RULSE). 92
TABLA 49. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR C DE LA EUPS (RULSE). 93
TABLA 50. VALORES DE C ÁREAS FORESTALES (TRAGSA, 1998). 94
TABLA 51. VALORES DE C EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO. 94
TABLA 52. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR C DE LA EUPS (RULSE). 94
TABLA 53. VALORES RASTERIZADOS DE LOS FACTORES DE LA EUPS PARA EL ESCENARIO ACTUAL. 95
TABLA 54. NIVEL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL ÁREA ACTUALMENTE SIN PROYECTO. 96
TABLA 55. EROSIÓN HÍDRICA PROMEDIO ACTUALMENTE SIN PROYECTO. 96
TABLA 56. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CALOR Y SU CONSTANTE A POR MES. 100
TABLA 57. PROCESO DE LA ECUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PET POR MES. 101
TABLA 58. FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA PET ESTÁNDAR EN FUNCIÓN DE LA LATITUD (DUNNE Y LEOPOLD, 1978). 101
TABLA 59. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE PET CORREGIDA. 102
TABLA 60. VALORES DEL FACTOR C PARA EL CÁLCULO DE LA AGRESIVIDAD CLIMÁTICA. 102
TABLA 61. CLASIFICACIÓN DE LAS VALORACIONES DEL FACTOR "C". FAO (1980). 103
TABLA 62. VALORACIONES PARA EL FACTOR SUELO "S" ADIMENSIONAL. FAO (1980). 103
TABLA 63. VALORES DEL FACTOR S DE LOS SUELOS DEL PROYECTO. 103
TABLA 64. FACTOR DE PONDERACIÓN DEL FACTOR TOPOGRÁFICO "T". FAO (1980). 104
TABLA 65. VALORACIONES DEL FACTOR VEGETACIÓN NATURAL·"V" ADIMENSIONAL. FAO (1980). 104
TABLA 66. VALORES DE V EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO. 104

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 67. VALORACIONES DEL FACTOR USO DEL SUELO "L" (ADIMENSIONAL). FAO (1980)..... 105
TABLA 68. VALORES DE L EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO. 105
TABLA 69. FACTORES E INSUMOS PARA EL CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA. 106
TABLA 70. NIVEL DE EROSIÓN EÓLICA DEL ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO (AFP) ACTUAL SIN PROYECTO. 106
TABLA 71. EROSIÓN EÓLICA PROMEDIO ESCENARIO ACTUAL. 106
TABLA 72. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS (TRAGSA, 1998). 108
TABLA 73. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EROSIÓN HÍDRICA CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. 110
TABLA 74. EROSIÓN HÍDRICA CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. 110
TABLA 75. EROSIÓN POTENCIAL HÍDRICA POR FASES DEL PROYECTO 111
TABLA 76. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EROSIÓN EÓLICA EN EL ÁREA DEL PROYECTO CON EL CUSTF 113
TABLA 77. EROSIÓN EÓLICA CON CUSTF 113
TABLA 78. INCREMENTO DE LA EROSIÓN EÓLICA POR EL PROYECTO. 113
TABLA 79. EROSIÓN POTENCIAL EÓLICA POR FASES DEL PROYECTO 115
TABLA 80. TIPOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO EXISTENTES EN EL SAR. 116
TABLA 81. TIPOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO EXISTENTES EN EL AP. 116
TABLA 82. CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DEL SAR Y AP. 119
TABLA 83. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LA NOMBRE SUBCUENCA NOGALES (RH07AC). 121
TABLA 84. RED HIDROGRÁFICA EN EL SAR. 123
TABLA 85. RED HIDROGRÁFICA EN EL AP. 125
TABLA 86. ESTIMACIÓN DE GASTO PICO DE LAS CORRIENTES ASOCIADAS A INTENSIDAD DE LLUVIA CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS. 129
TABLA 87. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTA CRUZ. 131
TABLA 88. RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SANTA CRUZ. 132
TABLA 89. ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SAR. 132
TABLA 90. DESCRIPCIÓN DE LOS ACUÍFEROS (CONAGUA, 2025). 133
TABLA 91. DATOS DE DISPONIBILIDAD DE LOS ACUÍFEROS (CONAGUA, 2025). 137
TABLA 92. ESTIMACIÓN DEL AGUA PRECIPITADA POR TIPO DE VEGETACIÓN Y COBERTURA. 139
TABLA 93. ESTIMACIÓN DEL AGUA CAPTADA POR TIPO DE VEGETACIÓN Y COBERTURA. 140
TABLA 94. FACTOR DE INTERCEPCIÓN EN BOSQUE O SELVA. 140
TABLA 95. INTERCEPCIÓN DE LA VEGETACIÓN ESCENARIO ACTUAL. 140
TABLA 96. EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO. 141
TABLA 97. CARACTERÍSTICAS POR TIPO DE SUELO (TABLA 1 DE LA NOM-011-CNA-2000). 142
TABLA 98. VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO. 143
TABLA 99. FACTOR K DEL ÁREA DEL PROYECTO. 143
TABLA 100. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO. 144
TABLA 101. ESCURRIMIENTO EN EL ESCENARIO ACTUAL. 144
TABLA 102. INTERCEPCIÓN DE LA VEGETACIÓN ESCENARIO CON PROYECTO 145
TABLA 103. ESCURRIMIENTO EN EL ESCENARIO CON PROYECTO. 145
TABLA 104. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN EN EL ÁREA DE CUSTF EN DOS ESCENARIOS 145
TABLA 105. INFILTRACIÓN TOTAL Y POR FASES DEL PROYECTO 146
TABLA 106. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA. 148
TABLA 107. SUPERFICIE DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO EN EL SAR INEGI SERIE VII 149
TABLA 108. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL ÁREA DEL AFP DE ACUERDO CON INEGI SERIE VII 150
TABLA 109. RANGOS PARA CALIFICAR LOS CRITERIOS DE CADA INDICADOR 156

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 110. RANGOS Y CATEGORÍAS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN 156
TABLA 111. VARIABLES E INDICADORES Y RANGOS DE LOS CRITERIOS PARA DETERMINAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN 157
TABLA 112. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN PARA EL SAR 160
TABLA 113. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL SAR 161
TABLA 114. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN PARA EL AFP 164
TABLA 115. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL AFP 165
TABLA 116. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 171
TABLA 117. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 174
TABLA 118. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 177
TABLA 119. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 180
TABLA 120. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 183
TABLA 121. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 191
TABLA 122. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 193
TABLA 123. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 195
TABLA 124. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 197
TABLA 125. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 199
TABLA 126. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 203
TABLA 127. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 206
TABLA 128. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 209
TABLA 129. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 212
TABLA 130. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/PN 215
TABLA 131. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 223
TABLA 132. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 225
TABLA 133. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 227

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 134. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 229
TABLA 135. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA VS/BQ 231
TABLA 136. INTENSIDAD DE MUESTREO POR TIPO DE VEGETACIÓN Y POR ESTRATO EN EL ÁREA DEL SAR..... 236
TABLA 137. INTENSIDAD DE MUESTREO POR TIPO DE VEGETACIÓN Y POR ESTRATO EN EL ÁREA DEL AFP..... 236
TABLA 138. COORDENADAS CENTRALES DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL SAR 237
TABLA 139. COORDENADAS CENTRALES DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL AFP..... 240
TABLA 140. LISTADO DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS PARA LAS COMUNIDADES VEGETALES EN EL SAR Y EL AFP 246
TABLA 141. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL TIPO DE VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL NATURAL 246
TABLA 142. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 247
TABLA 143. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 248
TABLA 144. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 249
TABLA 145. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR..... 251
TABLA 146. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 252
TABLA 147. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL TIPO DE VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO..... 255
TABLA 148. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 256
TABLA 149. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 257
TABLA 150. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 258
TABLA 151. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR..... 260
TABLA 152. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR..... 262
TABLA 153. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL TIPO DE VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL NATURAL 264
TABLA 154. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 265
TABLA 155. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 266
TABLA 156. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 267
TABLA 157. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP..... 269

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 158. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 270
TABLA 159. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL TIPO DE VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO 272
TABLA 160. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 273
TABLA 161. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 274
TABLA 162. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 275
TABLA 163. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 277
TABLA 164. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 278
TABLA 165. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 283
TABLA 166. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 284
TABLA 167. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 284
TABLA 168. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 285
TABLA 169. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL SAR 286
TABLA 170. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 287
TABLA 171. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 287
TABLA 172. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 288
TABLA 173. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 289
TABLA 174. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL SAR 289
TABLA 175. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 290
TABLA 176. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 291
TABLA 177. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 292
TABLA 178. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 293
TABLA 179. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 294

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 180. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 295
TABLA 181. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 295
TABLA 182. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 296
TABLA 183. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 297
TABLA 184. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 298
TABLA 185. REPRESENTATIVIDAD DE LOS PRINCIPALES EJEMPLARES TERRESTRES, CUYA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL CORRESPONDE AL AFP Y SAR 299
TABLA 186. LISTA DE ANFIBIOS QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN EL SAR Y EL AFP 300
TABLA 187. LISTA DE AVES QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN EL SAR Y EL AFP 302
TABLA 188. LISTA DE MAMÍFEROS QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN EL SAR Y EL AFP 313
TABLA 189. LISTA DE REPTILES QUE POTENCIALMENTE OCURRE EN EL SAR Y EL AFP 315
TABLA 190. ESPECIES DE FAUNA POTENCIAL DEL SAR IDENTIFICADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDA A LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019). EN CELESTE SE PRESENTAN LAS ESPECIES QUE COINCIDEN CON LAS REGISTRADAS EN EL SAR Y AFP 318
TABLA 191. ESPECIES DEL GRUPO FAUNÍSTICO DE ANFIBIOS 320
TABLA 192. ESPECIES DEL GRUPO FAUNÍSTICO DE AVES 322
TABLA 193. ESPECIES DEL GRUPO FAUNÍSTICO MAMÍFEROS 325
TABLA 194. ESPECIES DEL GRUPO FAUNÍSTICO DE REPTILES 327
TABLA 195. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA AVES 335
TABLA 196. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA MAMÍFEROS 338
TABLA 197. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA REPTILES 341
TABLA 198. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA AVES 344
TABLA 199. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA MAMÍFEROS 347
TABLA 200. DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE ACUMULACIÓN Y EL INDICADOR NO PARAMÉTRICO CHAO 2 PARA REPTILES 350
TABLA 201. NÚMERO DE TRANSECTOS Y COORDENADAS DEL PUNTO DE COMIENZO Y FINAL DE DONDE SE REALIZÓ EL MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE DENTRO DEL AFP, UTM WGS84 ZONA 12 N 353
TABLA 202. NÚMERO DE TRANSECTOS Y COORDENADAS DEL PUNTO DE COMIENZO Y FINAL DE DONDE SE REALIZÓ EL MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE DENTRO DEL SAR, UTM WGS84 ZONA 12 N 354
TABLA 203. MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS DURANTE EL MUESTREO DE FAUNA PARA CADA GRUPO FAUNÍSTICO 358
TABLA 204. HORARIOS DE MAYOR ACTIVIDAD DE LOS DIFERENTES GRUPOS FAUNÍSTICOS 358
TABLA 205. RIQUEZA DE ESPECIES POR GRUPO FAUNÍSTICO PARA EL SAR 365
TABLA 206. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADA EN EL MUESTREO DEL SAR 365

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 207. RIQUEZA DE ESPECIES POR GRUPO FAUNÍSTICO PARA EL AFP 367
TABLA 208. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADA EN EL MUESTREO DEL AFP 367
TABLA 209. REGISTROS DE ANFIBIOS PARA EL ÁREA DEL SAR 371
TABLA 210. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ANFIBIOS PARA EL ÁREA DEL SAR 372
TABLA 211. REGISTROS DE AVES PARA EL ÁREA DEL SAR 372
TABLA 212. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVES PARA EL ÁREA DEL SAR 375
TABLA 213. REGISTROS DE MAMÍFEROS PARA EL ÁREA DEL SAR 376
TABLA 214. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS PARA EL ÁREA DEL SAR 377
TABLA 215. REGISTROS DE REPTILES PARA EL ÁREA DEL SAR 378
TABLA 216. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE REPTILES PARA EL ÁREA DEL SAR 379
TABLA 217. REGISTROS DE ANFIBIOS PARA EL ÁREA DEL AFP 380
TABLA 218. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ANFIBIOS PARA EL ÁREA DEL AFP 381
TABLA 219. REGISTROS DE AVES PARA EL ÁREA DEL AFP 381
TABLA 220. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVES PARA EL ÁREA DEL AFP 384
TABLA 221. REGISTROS DE MAMÍFEROS PARA EL ÁREA DEL AFP 385
TABLA 222. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS PARA EL ÁREA DEL AFP 386
TABLA 223. REGISTROS DE REPTILES PARA EL ÁREA DEL AFP 387
TABLA 224. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE REPTILES PARA EL ÁREA DEL AFP 388
TABLA 225. VALORES PONDERADOS PARA LA CAPA DE USV SERIE VII INEGI. 392
TABLA 226. VALORES PONDERADOS DEL RELIEVE EN GRADOS. 395
TABLA 227. DISTANCIA A LOS ESCURRIMIENTOS (CAUCES) Y VALORES PONDERADOS. 397
TABLA 228. DISTANCIA DE EFECTO BORDE AL INTERIOR DE LA VEGETACIÓN NATURAL 399
TABLA 229. ESCALA DE FRAGILIDAD AMBIENTAL. 401
TABLA 230. NIVEL DE FRAGILIDAD AMBIENTAL EN EL SAR. 401
TABLA 231. VALORACIÓN DEL DESNIVEL DEL TERRENO. 405
TABLA 232. VALORACIÓN DE LA NATURALIDAD DE LOS USV. 407
TABLA 233. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A VÍAS TERRESTRES DE COMUNICACIÓN. 409
TABLA 234. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A ASENTAMIENTOS HUMANOS. 411
TABLA 235. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A RTPM. 413
TABLA 236. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE. 415
TABLA 237. DISTANCIA A LOS ESCURRIMIENTOS (CAUCES) Y VALORES PONDERADOS. 417
TABLA 238. PESOS DE LA CALIDAD CALCULADOS MEDIANTE LA MATRIZ DE SAATY. 419
TABLA 239. PESOS DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA. 419
TABLA 240. ESCALA DE CALIDAD VISUAL. 421
TABLA 241. NIVEL DE CALIDAD DEL PAISAJE EN EL SAR 421
TABLA 242. INDICADORES DE POBLACIÓN DE NOGALES, SONORA (CENSO 2020, INEGI). 426
TABLA 243. INDICADORES DE POBLACIÓN DE SANTA CRUZ, SONORA (CENSO 2020, INEGI). 427
TABLA 244. INDICADORES DE NATALIDAD Y MORTANDAD DE NOGALES, SONORA (INEGI). 429
TABLA 245. INDICADORES DE NATALIDAD Y MORTANDAD DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI) 429
TABLA 246. INDICADORES DE MIGRACIÓN DE NOGALES, SONORA (INEGI). 430
TABLA 247. INDICADORES DE MIGRACIÓN DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI). 431
TABLA 248. INDICADORES DE EDUCATIVOS DE LA POBLACIÓN DE NOGALES, SONORA (INEGI). 433

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 249. NÚMERO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS POR NIVEL EDUCATIVO DE NOGALES, SONORA (SEP, 2020). 434
TABLA 250. INDICADORES DE EDUCATIVOS DE LA POBLACIÓN DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI). 435
TABLA 251. NÚMERO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS POR NIVEL EDUCATIVO DE SANTA CRUZ, SONORA (SEP, 2020). 436
TABLA 252. INDICADORES DE SALUD DE NOGALES, SONORA (INEGI). 437
TABLA 253. INDICADORES DE SALUD DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI). 438
TABLA 254. INDICADORES DE ECONOMÍA DE LA POBLACIÓN DE NOGALES, SONORA (INEGI) 440
TABLA 255. UNIDADES ECONÓMICAS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA DE NOGALES, SONORA (DENUE). 441
TABLA 256. INDICADORES DE ECONOMÍA DE LA POBLACIÓN DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI). 442
TABLA 257. UNIDADES ECONÓMICAS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA DE SANTA CRUZ, SONORA (DENUE). 443
TABLA 258. INDICADORES DE LAS VIVIENDAS DE NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 444
TABLA 259. CARACTERÍSTICAS DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 445
TABLA 260. BIENES Y SERVICIOS DE LAS VIVIENDAS DE NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 447
TABLA 261. INDICADORES DE LAS VIVIENDAS DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI). 447
TABLA 262. CARACTERÍSTICAS DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020). 448
TABLA 263. UNIDADES ECONÓMICAS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA DE SANTA CRUZ, SONORA (DENUE). 449
TABLA 264. BIENES Y SERVICIOS DE LAS VIVIENDAS DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020). 450
TABLA 265. INDICADORES SOCIOCULTURALES DE NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 451
TABLA 266. INDICADORES SOCIOCULTURALES DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI). 452

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CRITERIO - LÍMITES POLÍTICOS ESTATALES Y MUNICIPALES EN RELACIÓN CON EL PROYECTO. 2
FIGURA 2. CRITERIO – REGIÓN HIDROLÓGICA, CUENCA Y SUBCUENCA EN RELACIÓN CON EL PROYECTO. 4
FIGURA 3. CRITERIO – TOPOGRAFÍA Y RELIEVE EN RELACIÓN CON EL PROYECTO. 6
FIGURA 4. CRITERIO – USO DEL SUELO EN RELACIÓN CON EL PROYECTO. 8
FIGURA 5. CRITERIO – VÍAS DE COMUNICACIÓN Y LOCALIDADES URBANAS EN RELACIÓN CON EL PROYECTO. 10
FIGURA 6. ESQUEMA DE INTEGRACIÓN DE LAS VARIABLES Y CRITERIOS UTILIZADOS. 12
FIGURA 7. EMC Y DELIMITACIÓN DEL SAR. 12
FIGURA 8. SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DELIMITADO PARA EL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA". 14
FIGURA 9. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP) "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA". 16
FIGURA 10. MAPA DEL TIPO DE CLIMA PRESENTE EN EL SAR Y AP. 18
FIGURA 11. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN RELACIÓN CON EL SAR Y AP. 20
FIGURA 12. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 21
FIGURA 13. PRECIPITACIÓN MENSUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 23
FIGURA 14. DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 24
FIGURA 15. GRADO DE RIESGO POR SEQUÍA EN EL SAR Y AP. 26
FIGURA 16. GRADO DE RIESGO POR GRANIZO EN EL SAR Y AP. 28
FIGURA 17. GRADO DE RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS EN EL SAR Y AP. 30
FIGURA 18. GRADO DE RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS EN EL SAR Y AP. 32
FIGURA 19. TRAYECTORIA DE CICLONES TROPICALES EN EL SAR Y AP. 34
FIGURA 20. NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS EN EL SAR Y AP. 36
FIGURA 21. MAPA DE GEOLOGÍA PRESENTE EN EL SAR. 39

CONSULTA PÚBLICA

FIGURA 22. MAPA DE GEOLOGÍA PRESENTE EN EL AP. 41
FIGURA 23. SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL SAR. 44
FIGURA 24. SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL AP 46
FIGURA 25. PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS EN RELACIÓN CON EL SAR Y AP. 49
FIGURA 26. RANGO DE ELEVACIÓN DEL TERRENO DEL SAR. 52
FIGURA 27. RANGO DE ELEVACIÓN DEL TERRENO DEL AP. 54
FIGURA 28. MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO DEL SAR. 56
FIGURA 29. MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO DEL AP. 58
FIGURA 30. EXPOSICIÓN DEL TERRENO DEL SAR. 60
FIGURA 31. EXPOSICIÓN DEL TERRENO DEL AP. 62
FIGURA 32. FALLAS Y FRACTURAS GEOLÓGICAS EN EL SAR Y AP. 64
FIGURA 33. REGIONALIZACIÓN SÍSMICA NACIONAL CFE EN RELACIÓN CON EL SAR Y AP. 66
FIGURA 34. REGIONES POTENCIALES DEL DESLIZAMIENTO DE LADERAS Y HUNDIMIENTOS EN RELACIÓN CON EL SAR Y AP. 68
FIGURA 35. VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN EN EL SAR Y AP. 70
FIGURA 36. TIPOS DE SUELO EN EL SAR. 74
FIGURA 37. TIPOS DE SUELO EN EL AP. 79
FIGURA 38. TIPOS DE EROSIÓN DEL SUELO EN EL SAR. 82
FIGURA 39. 83
FIGURA 40. TIPOS DE EROSIÓN DEL SUELO EN EL AP. 84
FIGURA 41. NIVELES DE ERODABILIDAD. 86
FIGURA 42. EJEMPLIFICACIÓN DEL PROCESO REALIZADO EN EL SIG. 95
FIGURA 43. NIVELES DE EROSIÓN HÍDRICA EN EL ESCENARIO ACTUAL. 97
FIGURA 44. MODELO PARA EL CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA DE LA FAO. 105
FIGURA 45. NIVELES DE EROSIÓN EÓLICA EN EL ESCENARIO ACTUAL. 107
FIGURA 46. NIVELES DE EROSIÓN HÍDRICA CON EL CUSTF. 109
FIGURA 47. CALENDARIO DE EJECUCIÓN DEL CUSTF 112
FIGURA 48. NIVELES DE EROSIÓN EÓLICA EN EL ESCENARIO CON CUSTF. 114
FIGURA 49. TIPOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO EN EL SAR Y AP (COLPOS-INEGI). 118
FIGURA 50. CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DEL SAR Y AP. 120
FIGURA 51. RED HIDROGRÁFICA EN EL SAR 124
FIGURA 52. RED HIDROGRÁFICA EN EL AP 126
FIGURA 53. MODELO CONCEPTUAL HIDROLÓGICO FUENTE: RANGEL (2008). 127
FIGURA 54. MICROCUENCAS ASOCIADAS AL PROYECTO (FUENTE: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO EL PILAR). 128
FIGURA 55. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA SUPERFICIAL (FUENTE: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO EL PILAR). 130
FIGURA 56. MAPA DE ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SAR Y AP. 136
FIGURA 57. DISMINUCIÓN EN LA INFILTRACIÓN A GENERAR ACUMULADA 146
FIGURA 58. SITIOS DE MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA (FUENTE: MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO EL PILAR). 147
FIGURA 59. TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO PRESENTES EN EL SAR (USV SERIE VII, INEGI) 154
FIGURA 60. TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO PRESENTES EN EL AFP (USV SERIE VII, INEGI) 155
FIGURA 61. FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS LEVANTADOS. 168
FIGURA 62. MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 239
FIGURA 63. MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN EL ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO 242
FIGURA 64. A) PUNTO CENTRAL DEL SITIO DE MUESTREO, B) TOMA DE DATOS EN FORMATOS DE CAMPO, C) UBICACIÓN DIRECCIONAL DEL SITIO, D) SEÑALAMIENTO DE ESPECIES DE CACTÁCEAS 243
FIGURA 65. E) TOMA DE DIÁMETRO DE COPA, F) TOMA DE ALTURA, G) TOMA DIÁMETRO NORMAL 244

CONSULTA PÚBLICA

FIGURA 66. DIAGRAMA DE UN TRANSECTO EN FRANJA. EL LARGO (L) Y ANCHO (2W) SON ESTABLECIDOS DESDE EL INICIO DEL MUESTREO 332
FIGURA 67. UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL AFP 356
FIGURA 68. UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL SAR 357
FIGURA 69. UBICACIÓN DEL PUNTO DE CONTEO DE AVES DENTRO DEL TRANSECTO 359
FIGURA 70. ESPECIES DE AVES OBSERVADAS EN CAMPO EN EL SAR; A) *BUTEO JAMAICENSIS* Y B) *COLAPTES AURATUS* 360
FIGURA 71. ESPECIES DE AVES OBSERVADAS EN CAMPO EN EL AFP; A) *LANIUS LUDOVICIANUS* Y B) *FALCO SPARVERIUS* 361
FIGURA 72. TRANSECTO DE MUESTREO DE REPTILES Y ANFIBIOS 361
FIGURA 73. ESPECIES DE REPTILES Y ANFIBIOS OBSERVADAS EN CAMPO EN EL SAR; A) *ELGARIA KINGII* Y B) *UROSAURUS ORNATUS* 362
FIGURA 74. ESPECIES DE REPTILES Y ANFIBIOS OBSERVADAS EN CAMPO EN EL AFP; A) *UROSAURUS ORNATUS* Y B) *DRYOPHYTES ARENICOLOR* 362
FIGURA 75. TRANSECTO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS 363
FIGURA 76. ESPECIES DE MAMÍFEROS OBSERVADAS EN CAMPO EN EL SAR; A) *ODOCOILEUS VIRGINIANUS* Y B) *CANIS LATRANS* 363
FIGURA 77. ESPECIES DE MAMÍFEROS OBSERVADAS EN CAMPO EN EL AFP; A) *LEPUS ALLENI* Y B) *PROCYON LOTOR* 363
FIGURA 78. DIAGRAMA VALORACIÓN DE LA AFECTACIÓN DEL PROYECTO AL PAISAJE. 389
FIGURA 79. VISIBILIDAD DEL PROYECTO. 391
FIGURA 80. MAPA DE PONDERACIÓN DEL USV (INEGI, SERIE VII). 394
FIGURA 81. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO (INEGI, MDE 15 METROS). 396
FIGURA 82. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA DISTANCIAS A LOS CAUCES 398
FIGURA 83. MAPA DE PONDERACIÓN DEL BORDE INTERIOR DE LA VEGETACIÓN NATURAL. 400
FIGURA 84. NIVEL DE FRAGILIDAD VISUAL EN EL SAR. 402
FIGURA 85. VALORACIÓN DE CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE PARA NUESTRO CASO, BASADO EN MONTOYA AYALA (2003). 404
FIGURA 86. MAPA DE PONDERACIÓN DEL DESNIVEL 406
FIGURA 87. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA NATURALIDAD DEL USV. 408
FIGURA 88. MAPA DE PONDERACIÓN DE CARRETERAS. 410
FIGURA 89. MAPA DE PONDERACIÓN DE NÚCLEOS URBANOS. 412
FIGURA 90. MAPA DE PONDERACIÓN DE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS. 414
FIGURA 91. MAPA DE PONDERACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 416
FIGURA 92. MAPA DE PONDERACIÓN DE ELEMENTOS SINGULARES (ESCURRIMIENTOS). 418
FIGURA 93. ESCALA DE MEDIDAS PARA CUANTIFICAR LAS COMPARACIONES ENTRE FACTORES. 419
FIGURA 94. MAPA DE CALIDAD DEL PAISAJE. 422
FIGURA 95. UBICACIÓN POLÍTICA DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA". 424
FIGURA 96. POBLACIÓN CON LUGAR DE RESIDENCIA EN MARZO DE 2015 DISTINTO AL ACTUAL (DE 5 AÑOS Y MÁS) 431
FIGURA 97. POBLACIÓN CON LUGAR DE RESIDENCIA EN MARZO DE 2015 DISTINTO AL ACTUAL (DE 5 AÑOS Y MÁS) 432
FIGURA 98. POBLACIÓN SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD EN NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 433
FIGURA 99. POBLACIÓN SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD EN SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020). 436
FIGURA 100. POBLACIÓN AFILIADA A SERVICIOS DE SALUD EN NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 437
FIGURA 101. SERVICIOS DE SALUD EN NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 438
FIGURA 102. POBLACIÓN AFILIADA A SERVICIOS DE SALUD EN SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020). 439
FIGURA 103. SERVICIOS DE SALUD EN SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020). 440
FIGURA 104. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 441
FIGURA 105. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020) 443
FIGURA 106. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE NOGALES, SONORA (INEGI, 2020). 446
FIGURA 107. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE SANTA CRUZ, SONORA (INEGI, 2020). 449

CONSULTA PÚBLICA

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El **Sistema Ambiental Regional (SAR)** se define como la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de la evaluación de impacto ambiental, donde sus límites enmarcan el área en donde los procesos biológicos y físicos tienen una continuidad y con los cuales el proyecto interactuará en espacio y tiempo (SEMARNAT, 2019[1]; INECC, 2018[2]). Los componentes que comúnmente se toman en consideración para la delimitación de esta superficie son:

- Biológicos
- Físicos
- Económicos y sociales

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional de este proyecto se emplearon criterios de Límites políticos estatales y municipales, Hidrografía, Topografía y relieve, Uso del suelo y Vegetación, Vías de comunicación y localidades urbanas. A continuación, se presenta la metodología para la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Criterio - Límites políticos estatales y municipales

Para el caso específico del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa, éste se localiza en su totalidad dentro del estado de Sonora (26), en la zona limítrofe con los Estados Unidos de América, lo que le confiere una posición estratégica dentro de la región norte del país (INEGI, 2022[3]; SEGOB, 2020[4]). En cuanto a su delimitación administrativa, el proyecto se encuentra exclusivamente dentro del municipio de Santa Cruz (059), sin abarcar territorio de ninguna otra jurisdicción municipal, de acuerdo con la cartografía oficial y la división político-administrativa vigente (INEGI, 2022[5]; INEGI, 2020[6]). Esta ubicación ha sido verificada conforme a los límites municipales y estatales establecidos en los conjuntos de datos topográficos y administrativos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Tabla 1. Estados y municipios de influencia de influencia con el "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".

Clave Estado	Nombre del Estado	Clave Municipio	Nombre del Municipio
26	Sonora	059	Santa Cruz

[1] SEMARNAT. (2019). Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018). Lineamientos metodológicos para la identificación y evaluación de impactos ambientales.
[3] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. Límites estatales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[4] Secretaría de Gobernación (SEGOB). (2020). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades (CUCAEG). Dirección General de Gobierno.
[5] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. Límites municipales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[6] INEGI. (2020). Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica. Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

CONSULTA PÚBLICA

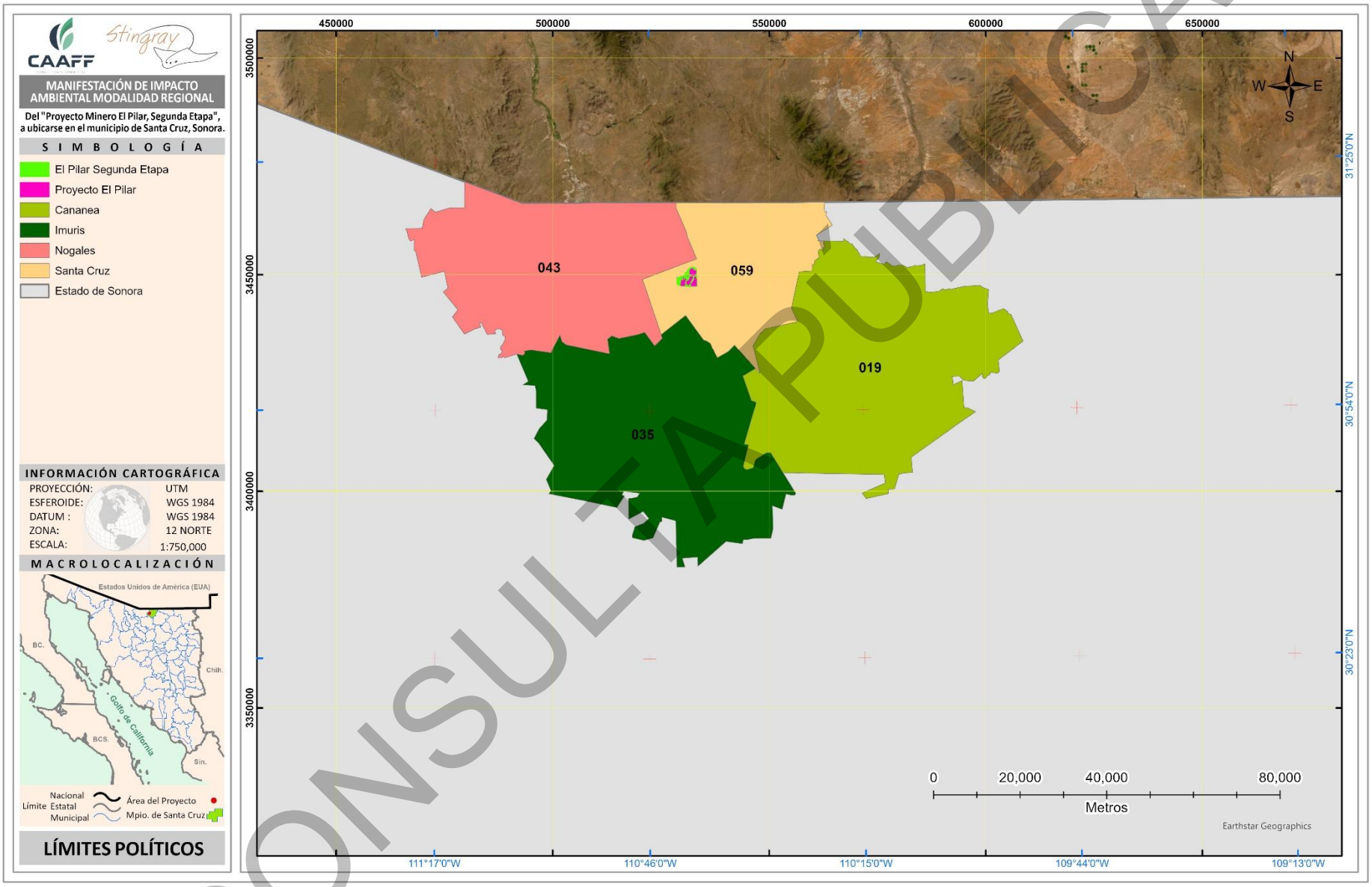


Figura 1. Criterio - Límites políticos estatales y municipales en relación con el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio - Hidrografía

Se consideraron criterios **hidrográficos**, ya que se comprenden aspectos integradores. Se trata de factores en donde ocurren fases del ciclo hidrológico, así como, la coexistencia de interrelaciones complejas entre los recursos que le dan a la unidad geográfica y ambiental características específicas, por lo tanto, el enfoque de la gestión requiere un manejo integral incorporando elementos ligados a la hidrología, aire, suelo y otros factores abióticos, así como bióticos siendo estos la flora y fauna (CONAGUA, 2016[7]).

Se estableció el criterio de Sistema Ambiental Regional, considerando la hidrografía de influencia del proyecto, estableciendo los niveles de Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca, siendo esta el nivel más básico para el proyecto de estudio como la unidad de análisis, el cual, al tener límites territoriales mediante el parteaguas, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

Las microcuencas son el ámbito lógico para evaluar y en su caso planificar el uso y manejo de los recursos naturales, en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). Ningún otro ámbito que pudiera ser considerado (límites municipales, límites prediales o ejidales, parcelas, etc.) guarda esta relación de forma tan estrecha y tangible (CONAGUA, 2018[8]; INEGI, 2022[9]).

Se identificó en primera instancia la ubicación hidrológica del proyecto, el cual se sitúa en la Región Hidrológica Río Colorado (RH07), específicamente en la cuenca Bacanora-Mejorada (RH07A) y en la subcuenca Nogales (RH07Ac) (INEGI, 2022)[10], como se muestra a continuación:

Tabla 2. Clasificación hidrológica del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
Río Colorado (RH07)	Bacanora-Mejorada (RH07A)	Nogales (RH07Ac)

CONSULTA PÚBLICA

[7] CONAGUA. (2016). Estadísticas del Agua en México 2016. Comisión Nacional del Agua
[8] CONAGUA. (2018). Atlas del Agua en México 2018. Comisión Nacional del Agua.
[9] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico. Regiones Hidrológicas y Cuencas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía
[10] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. División Hidrológica (Regiones, Cuencas y Subcuencas). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.



Figura 2. Criterio – Región hidrológica, Cuenca y Subcuenca en relación con el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio - Topografía y relieve

El criterio de **topografía y relieve** se integra a la delimitación del sistema ambiental regional con el propósito de identificar las características físicas del terreno que influyen directamente en los procesos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos del área de estudio. La configuración del relieve determina patrones de escurrimiento, zonas de acumulación y dispersión de sedimentos, así como la accesibilidad y la distribución espacial de los componentes bióticos (Conesa, 2010[11]; SEMARNAT & INECC, 2015[12]).

Para la delimitación del sistema ambiental regional se consideran las variaciones altimétricas, la pendiente del terreno y la presencia de unidades geomorfológicas relevantes, tales como lomeríos, mesetas, planicies, y depresiones locales, etc. Estas formas del relieve permiten establecer límites naturales que favorecen la correcta interpretación del funcionamiento ambiental. Asimismo, la topografía actúa como un factor determinante en la conectividad ecológica, al definir corredores naturales y barreras físicas para la fauna y la vegetación. De igual manera, influye en la susceptibilidad del área ante procesos de erosión, escurrimientos superficiales y eventos hidrometeorológicos.

Por lo tanto, el análisis integral del relieve y la topografía constituye un elemento fundamental para la delimitación del sistema ambiental regional, ya que permite establecer una zonificación espacial coherente con la dinámica natural del entorno y facilita la identificación de áreas sensibles, zonas de influencia y posibles impactos relacionados con el proyecto. En este contexto, el territorio se caracteriza principalmente por la presencia de dos unidades geomorfológicas relevantes: **la llanura aluvial y la sierra plegada**, las cuales ejercen un papel determinante en la configuración del paisaje y en los procesos ambientales asociados.

CONSULTA PÚBLICA

[11] Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Metodología para la evaluación de impacto ambiental (4.ª ed.). Mundi-Prensa.
[12] SEMARNAT & INECC. (2015). Lineamientos metodológicos para el ordenamiento ecológico del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

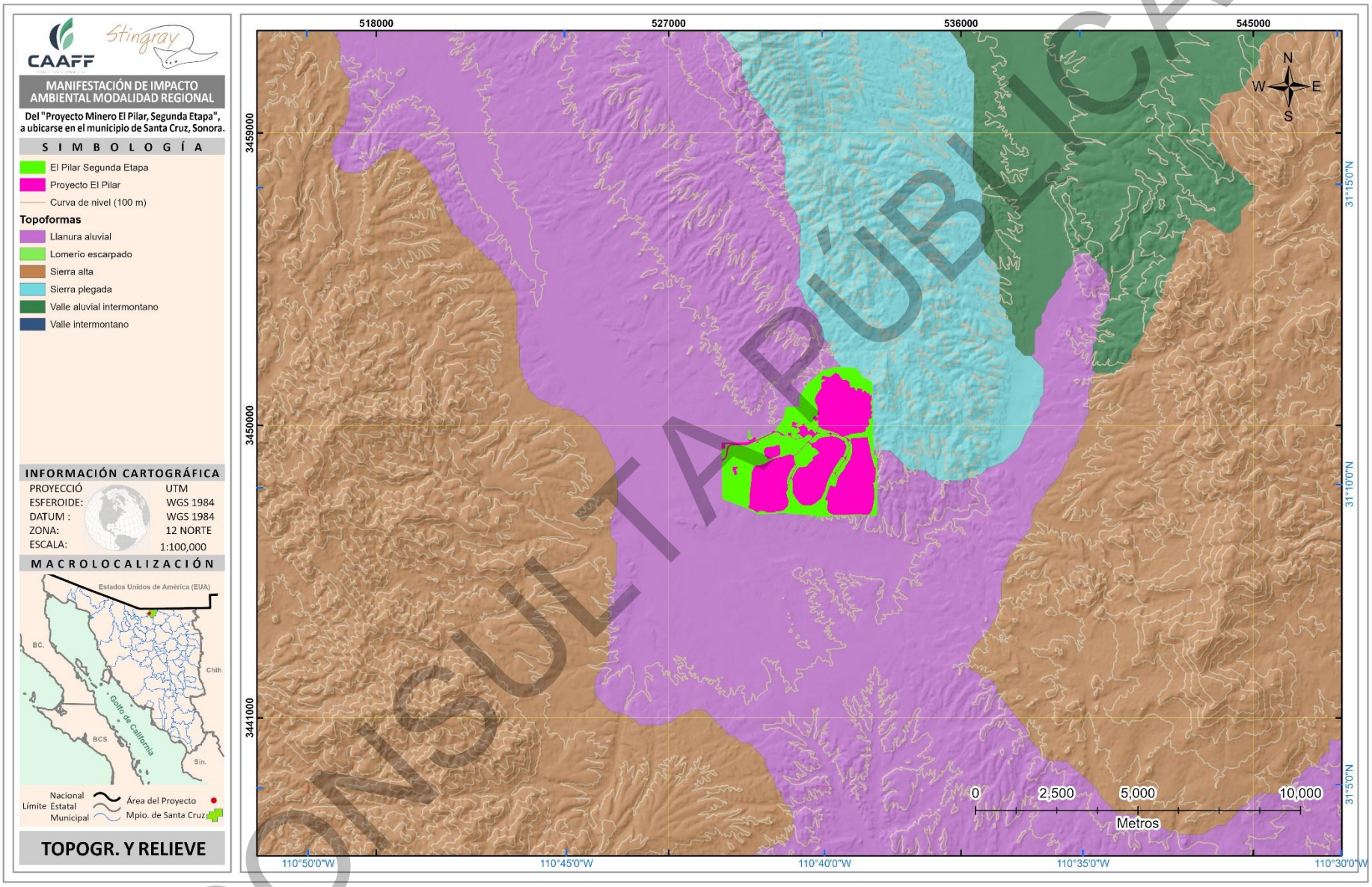


Figura 3. Criterio – Topografía y relieve en relación con el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio - Uso del suelo

El uso del suelo constituye un elemento fundamental para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), debido a que refleja las actividades humanas, la estructura del territorio y los patrones de ocupación que influyen en la dinámica ecológica y socioambiental del área. Para este proyecto, el primer paso en la integración de este criterio consistió en identificar los distintos tipos de Uso del Suelo presentes dentro de la zona de influencia del proyecto, con el fin de incorporarlos adecuadamente al SAR y garantizar una representación completa de las condiciones territoriales (INEGI, 2023[13]; SEMARNAT & INECC, 2015[14]).

A partir de esta identificación inicial, se procedió a agrupar y correlacionar los distintos usos del suelo detectados en la zona del proyecto con aquellos presentes a escala regional, permitiendo así ampliar su caracterización y enriquecer la comprensión de la dinámica territorial que converge sobre el área de estudio. Esta integración facilita reconocer no solo el uso actual del territorio, sino también su relación con los procesos ecológicos y las actividades productivas predominantes.

De manera específica, y conforme a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII, a escala 1:250,000, se determinó que dentro del sitio del proyecto, en relación con el SAR, como se presenta a continuación:

CONSULTA PÚBLICA

[13] INEGI. (2023). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Serie VII. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[14] SEMARNAT & INECC. (2015). Lineamientos metodológicos para el ordenamiento ecológico del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

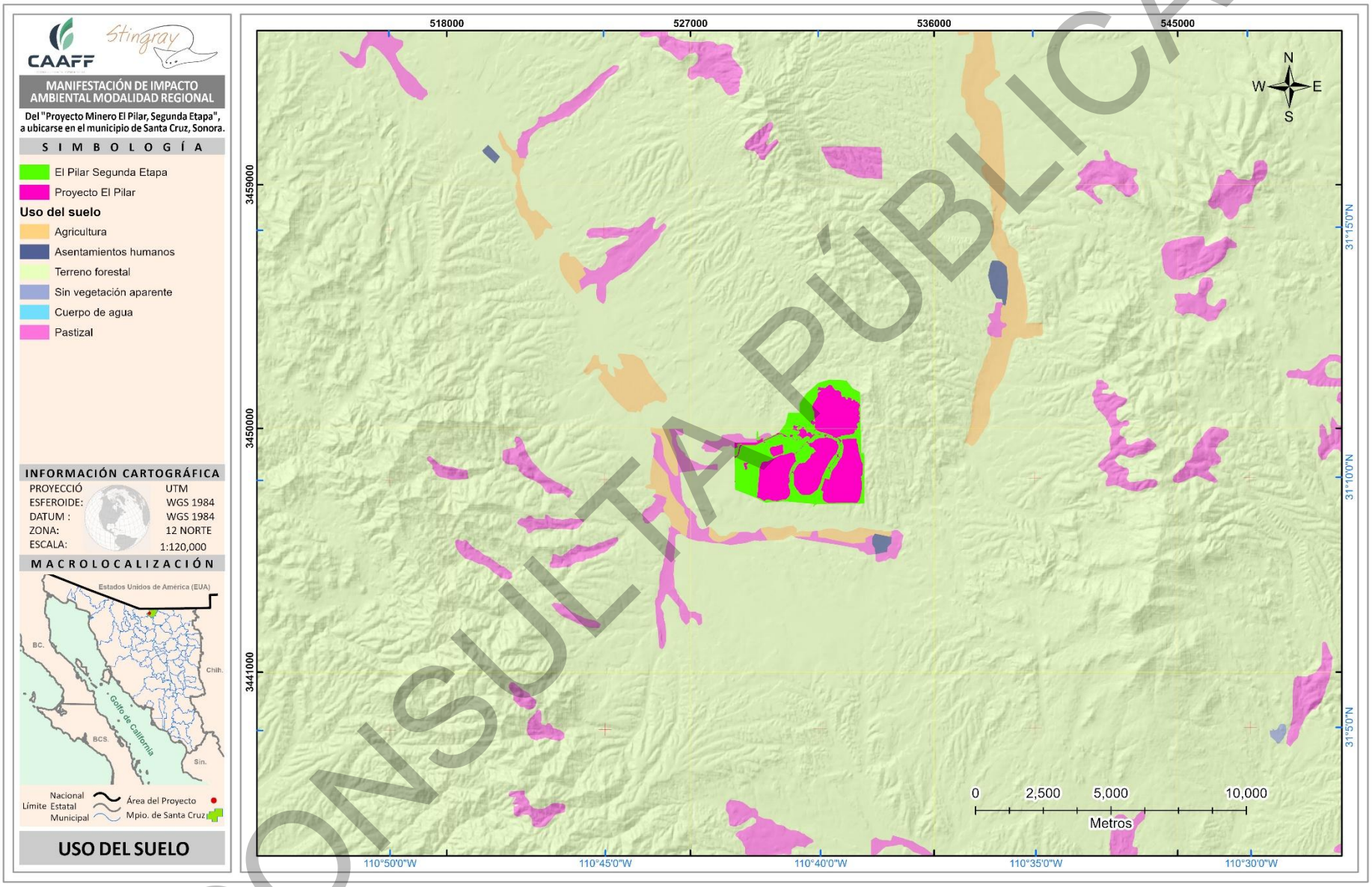


Figura 4. Criterio – Uso del suelo en relación con el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio - Vías de comunicación y localidades urbanas

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), se consideraron los elementos antrópicos presentes en las proximidades del sitio del proyecto, destacando particularmente las carreteras pavimentadas y las localidades urbanas que pueden proporcionar bienes, servicios e infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto (Conesa, 2010)[15].

Se integra una red de vías de comunicación conformada principalmente por carreteras pavimentadas. Si bien estas pueden funcionar como límites físicos dentro de una unidad cartografiable, para este caso se optó por incorporar una red más amplia, capaz de sostener el traslado de materiales, equipo y personal, de acuerdo con los requerimientos logísticos y operativos del proyecto. Debido a la longitud y extensión territorial del trazado, esta red abarca diversas localidades, las cuales fueron consideradas para establecer los límites y características del SAR.

Entre las localidades identificadas, las más relevantes son Santa Cruz, Miguel Hidalgo (San Lázaro) y Francisco Miguel Cárdenas Valdez (Mascareñas), debido a su dimensión urbana, población, infraestructura y disponibilidad de servicios, lo que los convierte en los principales centros proveedores de insumos y soporte logístico.

En la figura siguiente se muestra la red de comunicaciones terrestres (carreteras pavimentadas) utilizada para la delimitación del SAR, así como las localidades que se identificaron como potencialmente aptas para satisfacer la demanda de insumos, servicios y personal requerida durante la ejecución del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

[15] Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Metodología para la evaluación de impacto ambiental (4.ª ed.). Mundi-Prensa.

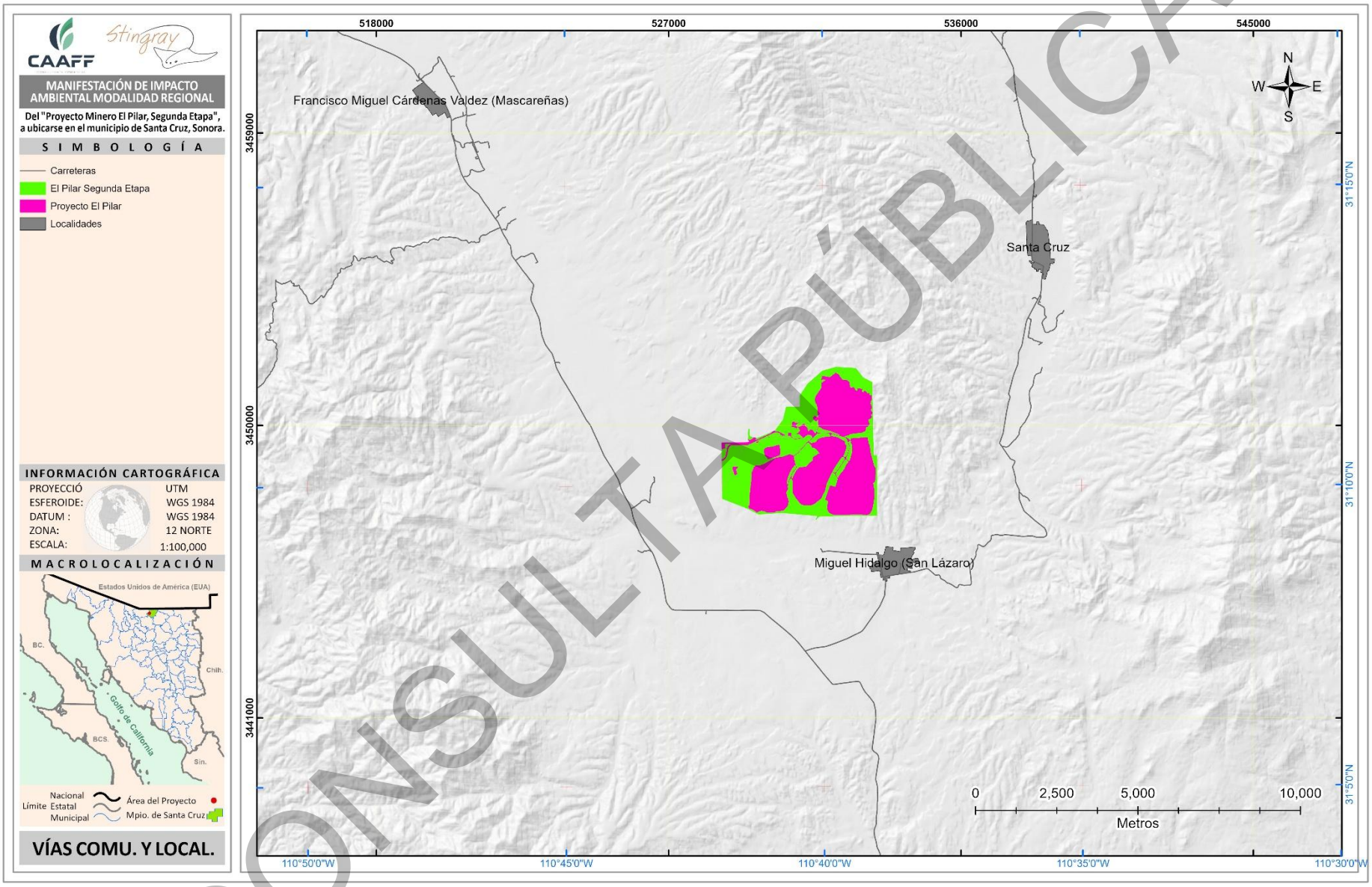


Figura 5. Criterio – Vías de comunicación y localidades urbanas en relación con el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio - Delimitación del Sistema Ambiental

Si bien, el término "Sistema Ambiental", no se define en la LGEEPA, ni su Reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental, para nuestro caso se entiende como la unidad geográfica inventariable y cartografiable de los ecosistemas, que sirve de marco de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, en donde, con base a su valoración y caracterización de ese espacio hace que la interacción del proyecto con el ambiente, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos sobre el ecosistema, lo cual, solo es posible si existe previamente una valoración de las características de ese espacio geográfico y de su delimitación, utilitaria, pero precisa (SEMARNAT, 2010[16]; SEMARNAT, 2014[17]).

La definición del SAR consistió en delimitar espacios geográficos relativamente homogéneos en función del medio físico, biológico y socioeconómico, de tal manera que se pueda establecer una adecuada valoración del proyecto y el SAR. La clasificación ecológica del territorio es el proceso de delinear y clasificar áreas ecológicamente distintivas de la superficie de la tierra, cada porción del territorio puede ser vista como un sistema, resultado de la interacción de factores previamente descritos.

Para el proceso de la obtención de las del SAR se utilizó la Evaluación Multicriterio (EMC) Los análisis multicriterio y los modelos de decisión multiobjetivo ofrecen la oportunidad de obtener un análisis equilibrado de todas las facetas de los problemas de PLANIFICACIÓN AMBIENTAL, particularmente debido a que varios efectos intangibles, como los sociales y las repercusiones ambientales pueden ser considerados cabalmente (Nijkamp y Van Delft, 1977)[18].

Análisis espacial es el procesamiento de datos espaciales generando nueva información acerca del mundo y que sirve para el apoyo a la toma de decisiones. Tanto si la información geográfica se encuentra dentro de un SIG como si no, las distintas herramientas de análisis espacial permiten estudiar los datos geográficos con el fin de obtener respuestas a cuestiones muy variadas.

CONSULTA PÚBLICA

[16] SEMARNAT (2010). Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
[17] SEMARNAT (2014). Lineamientos para la Elaboración de los Estudios Técnicos Justificativos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
[18] Nijkamp, P., & Van Delft, A. (1977). Multi-Criteria Analysis and Regional Decision-Making. Martinus Nijhoff Social Sciences Division.

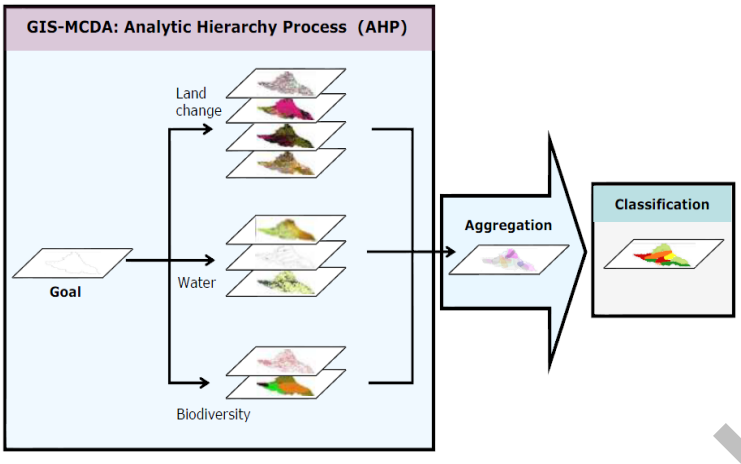


Figura 6. Esquema de integración de las variables y criterios utilizados.

La organización del sistema tiene una autonomía en sus procesos de regulación y ajuste que hace posible conservar su integridad estructural a lo largo de un periodo prolongado de tiempo, esta biostasia representa la capacidad del sistema para reaccionar ante agresiones externas restituyendo su equilibrio estructural. Lo anterior representa una visión ecológica del concepto.

Si bien, se reconoce que hay acepciones que establecen que los ecosistemas, carecen de límites definidos y que, por lo tanto, conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde "el ecosistema no tiene escala ni soporte espacial definido", y tampoco dispone de una especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para nuestro caso, se consideró la microcuenca del área del proyecto como la unidad de análisis, el cual al tener límites territoriales mediante el parteaguas, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

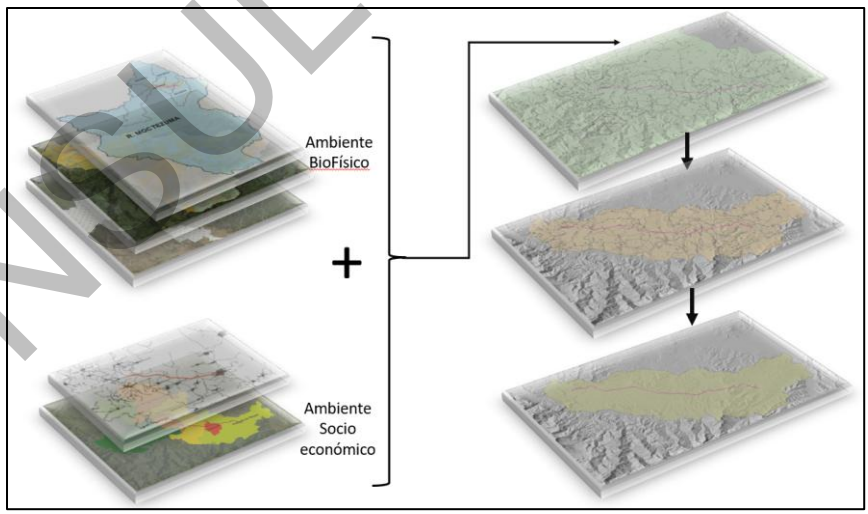


Figura 7. EMC y delimitación del SAR.

La delimitación realizada es el ámbito lógico para evaluar y en su caso planificar el uso y manejo de los recursos naturales, en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). Ningún otro ámbito

CONSULTA PÚBLICA

que pudiera ser considerado (límites municipales, límites prediales o ejidales, parcelas, etc.) guarda esta relación de forma tan estrecha y tangible.

La delimitación del SAR consideró los principales puntos de análisis de un ecosistema, dándose como punto de partida los limites políticos estatales y municipales de influencia con el proyecto, así mismo, se engloban los usos del suelo y tipos de vegetación presentes en el proyecto, dando una mayor amplitud geográfica de estos por parte del SAR así como un enriquecimiento con las clasificaciones para una caracterización más sistemática del funcionamiento del ecosistema de la zona, de igual manera, se incluyen elementos hidrográficos, mismos que por años se han utilizado para la definición o determinación del área de estudio generalizada de un proyecto (Cuenca Hidrográfica, Microcuenca, Sistema Ambiental Regional, Cuenca Hidrológico Forestal, etc.) ya que se trata de unidades geográficas naturales de mayor utilidad para la gestión del territorio, por tanto, son empleadas invariablemente para el estudio y manejo de los recursos naturales (agua, fauna, vegetación y suelo) toda vez que se reconoce que tienen límites naturales bien definidos, de fácil identificación e independencia relativa, de ahí que el detallado de la unidad se dio con base al parteaguas natural, el cual en conjunto con los elementos hidrológicos pueden caracterizar una unidad homogénea, como es nuestro caso.

En base a lo anterior, el SAR delimitado se compone de una serie de criterios que son interactuante con el "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa" engloba características homogéneas y de similitud con las presentadas en el sitio del proyecto, con lo cual se puede exponer una dinámica regional de la interacción de los distintos elementos de un sistema ambiental. Con esta delimitación del SAR del área del proyecto, se busca alcanzar una expresión territorial objetiva, inventariable y cartografiable la cual pueda ajustarse al concepto de Sistema Ambiental Regional donde el proyecto se ubicará.

CONSULTA PÚBLICA

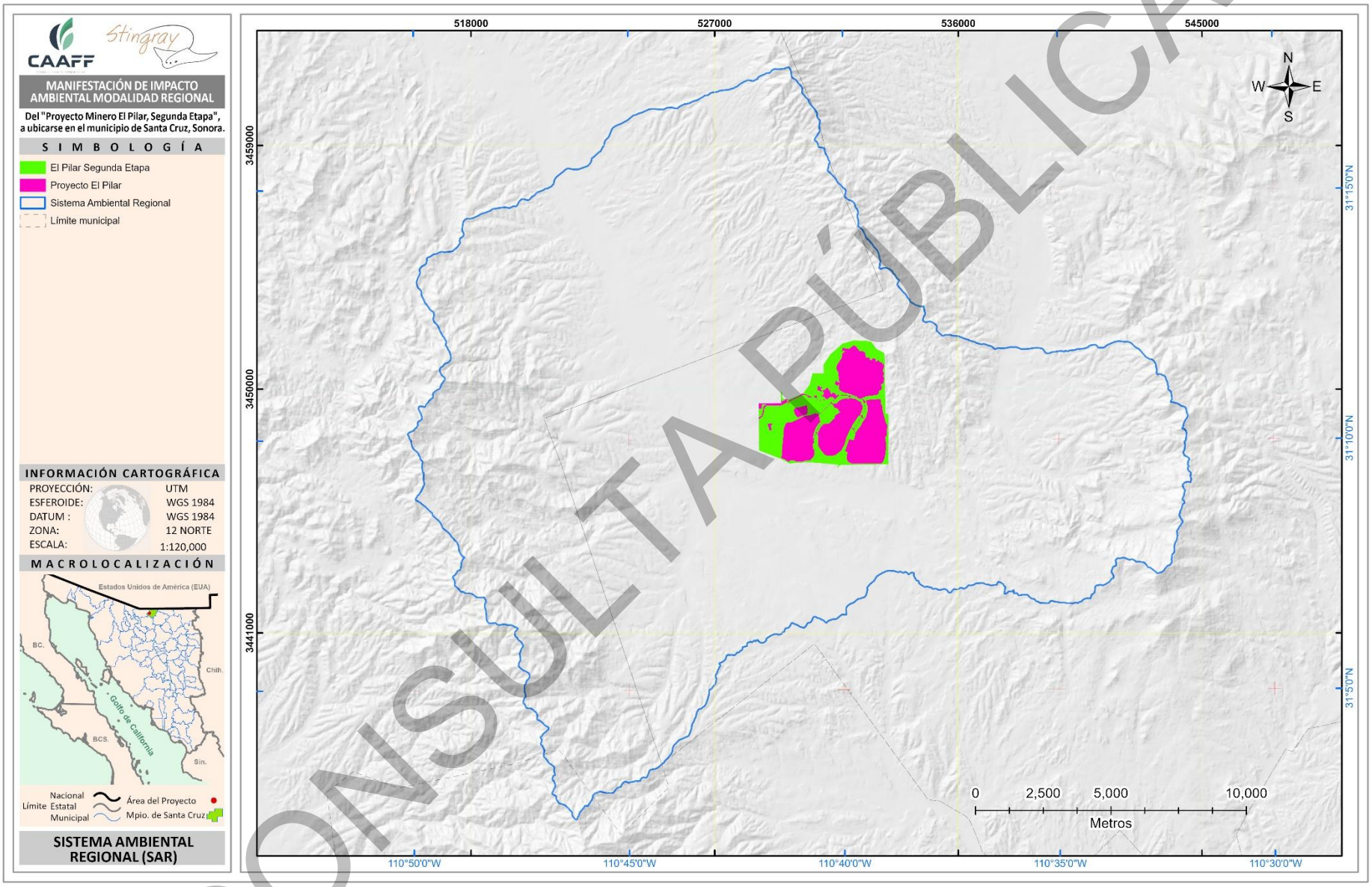


Figura 8. Sistema Ambiental Regional delimitado para el "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".

CONSULTA PÚBLICA

IV.2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP)

Respecto a la delimitación del Área de Influencia del Proyecto (AIP) se utilizaron las microcuencas generadas para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) y la capa de degradación del suelo que intercepta el proyecto, las cuales corresponden a erosión hídrica con perdida superficial ocasionado por el sobrepastoreo en un grado moderado, ya que si en el proyecto se modifica o altera la cobertura vegetal por efecto del cambio de uso de suelo repercutirá directamente en la degradación y/o conservación del recurso suelo si se aplican las medidas de mitigación y compensación adecuadas, al final del análisis el AIP resultó en un área final de 16,875.005 ha, en la siguiente figura se representa tanto el AIP, como el SAR y el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

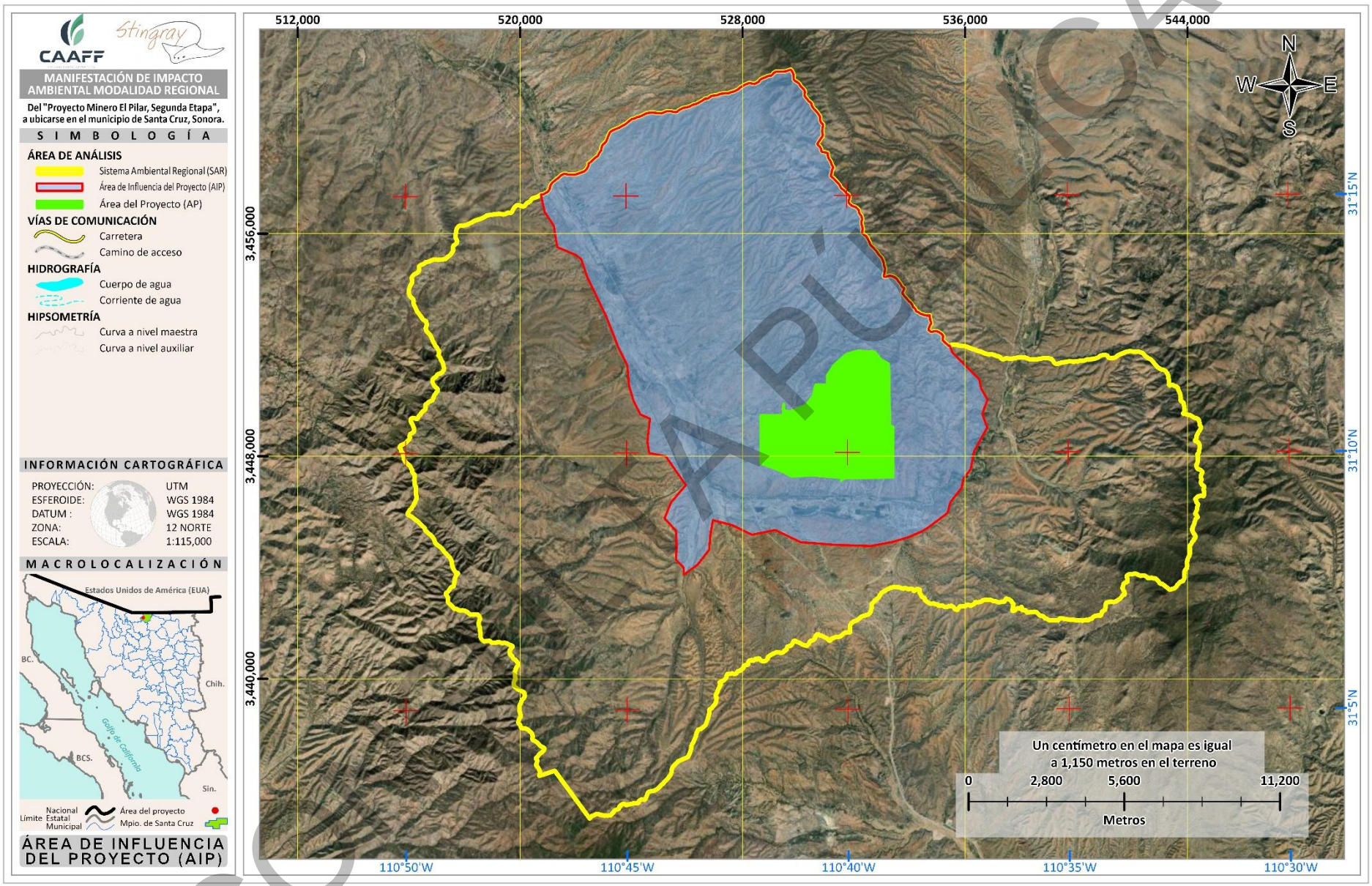


Figura 9. Área de Influencia del Proyecto (AIP) "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".

COPIA PÚBLICA

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.3.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

IV.3.1.1 Clima

Se define el clima como un conjunto de fenómenos meteorológicos, típicos de una región específica, durante un determinado período de tiempo prolongado.

IV.3.1.1.1 Tipo de clima

De manera específica, y de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, adaptada para México por E. García (2004)[19], se realizó el análisis climático del área mediante la Carta de Climas de la República Mexicana elaborada por García, E. – CONABIO (1998)[20], a escala 1:1,000,000. Esta información fue procesada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para determinar la distribución espacial de los tipos de clima dentro de la superficie del SAR.

Como resultado del análisis climático, se identificó una única **fórmula climática BS1kw(x´)**, correspondiente al **clima Semiseco Templado**. Este tipo climático se caracteriza por presentar **veranos cálidos**, con **temperaturas medias anuales que oscilan entre 12°C y 18°C**. La temperatura media del **mes más frío** se ubica entre **–3°C y 18°C**, mientras que la del **mes más cálido** supera los **18°C**. En cuanto al régimen de precipitación, este clima presenta **lluvias de verano**, definido por valores **> 10.2 para lluvia estival** y **< 36 para lluvia invernal**, lo que confirma una marcada estacionalidad en la distribución de la precipitación.

Con respecto al tipo de clima identificado en el AP (**604.0 ha**), comprende también una única **fórmula climática BS1kw(x´)**, correspondiente al **clima Semiseco Templado**, como se muestra en la siguiente figura:

En la siguiente figura se puede observar la distribución del clima presente en el SAR y AP:

CONSULTA PÚBLICA

[19] García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (5a ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
[20] García, E., & CONABIO. (1998). Carta de Climas de México. Escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

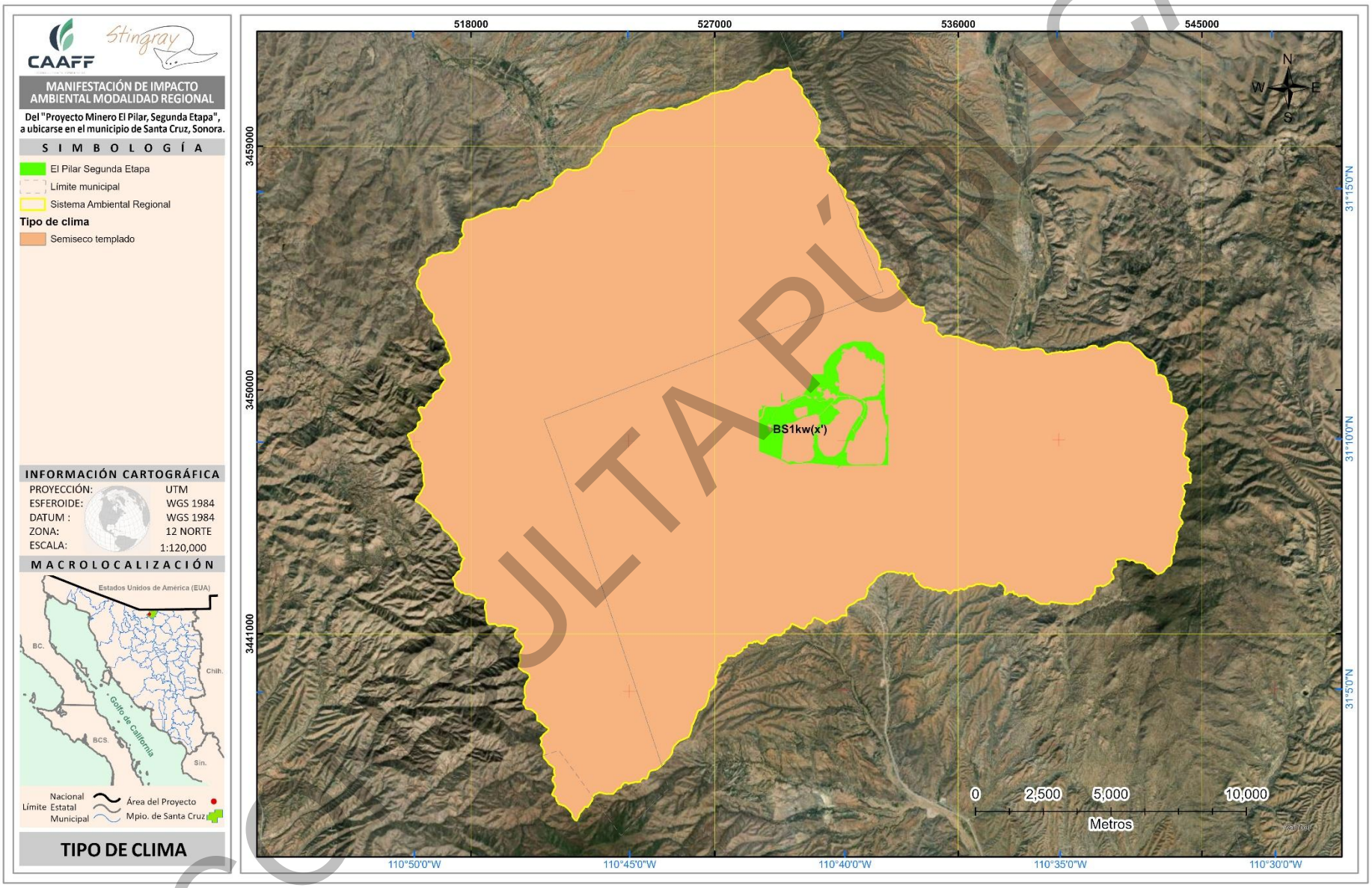


Figura 10. Mapa del tipo de clima presente en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

Con la finalidad de analizar de manera más precisa las condiciones meteorológicas tanto del Sistema Ambiental Regional (SAR) como del Área del Proyecto (AP), se revisó la información generada por dos estaciones climatológicas representativas de la región. La primera corresponde a la estación **Nogales (26062)**, con datos del periodo **1991–2020**, mientras que la segunda es la estación **Santa Cruz (FFCC) (26164)**, con información disponible para el periodo **1981–2010**. Los resultados obtenidos de ambas estaciones se presentan en la tabla y figura siguientes.

Tabla 3. Estaciones climáticas de influencia con el SAR y AP.

Estación	No.	Municipio y estado	Latitud	Longitud	Altura (m.s.n.m.)
Nogales	26062	Nogales, Sonora	31°19'07" N	110°56'45" W	1,200.0
Santa Cruz (FFCC)	26164	Santa Cruz, Sonora	31°13'42" N	110°35'36" W	1,352.0

CONSULTA PÚBLICA

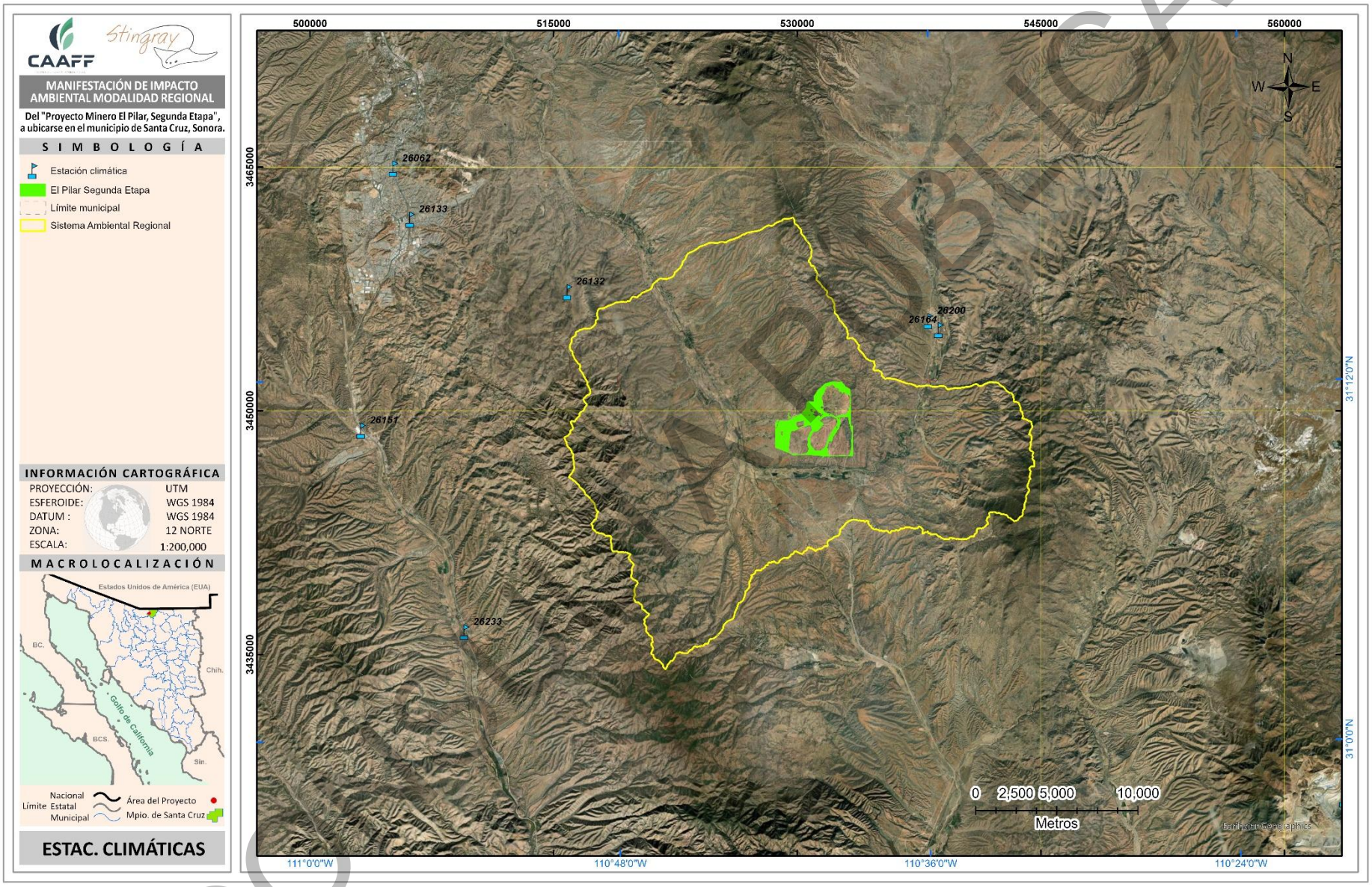


Figura 11. Ubicación de las estaciones meteorológicas en relación con el SAR y AP.

COPIA PÚBLICA

A continuación, se analiza la información correspondiente a las variables de temperatura y precipitación de la información recabada por parte de las estaciones de influencia con el SAR y AP (Nogales-26062 y Santa Cruz (FFCC)-26164)[21].

IV.3.1.1.1.1 Temperatura media, mínima y maxima

Las temperaturas promedio anuales registradas en las estaciones Nogales (17.9 °C) y Santa Cruz FFCC (17.7 °C) muestran un comportamiento térmico muy similar, caracterizado por inviernos templados con valores cercanos a 10 °C entre diciembre y febrero, y un ascenso progresivo hacia la temporada cálida. En ambas estaciones, las temperaturas máximas se presentan entre junio y agosto, alcanzando alrededor de 25–26 °C en Nogales y 23–24 °C en Santa Cruz FFCC. Posteriormente, los valores descienden de forma gradual hacia el otoño. Las diferencias mensuales entre estaciones son mínimas y responden principalmente a variaciones locales, pero en general ambas muestran un patrón climático congruente con un régimen térmico cálido subhúmedo, con amplitud anual moderada y marcada estacionalidad.

Tabla 4. Temperatura media mensual y anual de las estaciones climáticas de influencia.

Estación	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Nogales	10.1	10.7	13.6	16.6	20.6	25.6	26.1	25.3	23.5	19.1	13.9	10.0	17.9
Santa Cruz (FFCC)	10.1	12	14.2	16.5	19.9	23.3	24.5	23.9	22.8	19	14.9	11.1	17.7

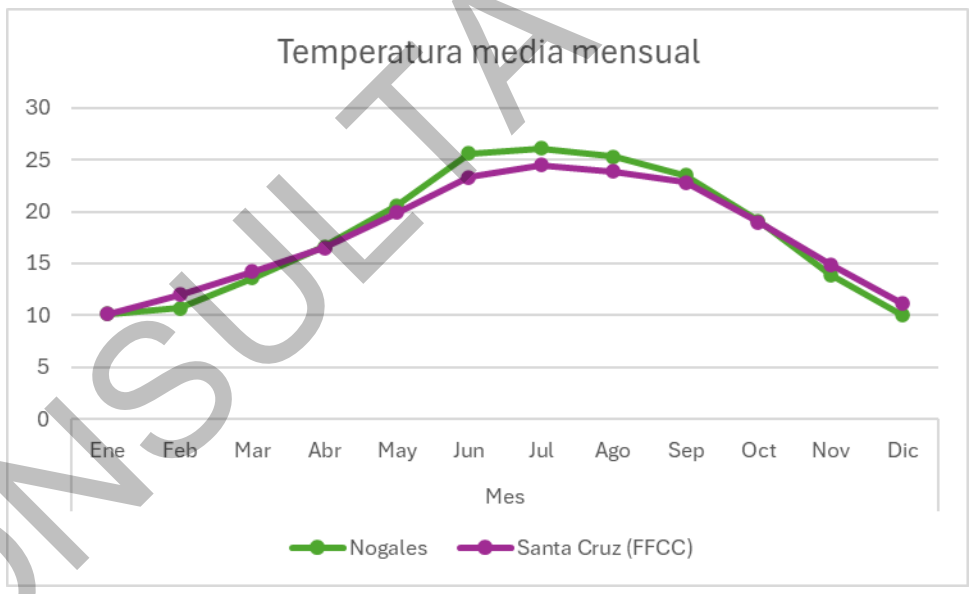


Figura 12. Temperatura media mensual de las estaciones climáticas de influencia.

Las estaciones Nogales y Santa Cruz (FFCC) presentan un régimen térmico similar, con máximas que aumentan progresivamente desde el invierno hasta alcanzar su pico entre junio y julio, con valores de 34.1–33.4 °C en Nogales y 34.6–34.0 °C en Santa Cruz. Las mínimas muestran el mismo comportamiento estacional, iniciando en rangos fríos durante el invierno (2.7–3.1 °C en Nogales y 1.2–2.4 °C en Santa Cruz) y elevándose hacia el verano,

[21] Servicio Meteorológico Nacional (SMN) – CONAGUA. (s.f.). Normales climatológicas por estado. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado.

CONSULTA PÚBLICA

cuando superan los 17–19 °C en Nogales y los 14–15 °C en Santa Cruz. Las temperaturas anuales indican que Santa Cruz registra ligeramente mayores máximas (27.5 °C) y menores mínimas (7.9 °C) respecto a Nogales (25.7 °C y 10.2 °C, respectivamente), lo que refleja una mayor amplitud térmica en Santa Cruz. En conjunto, ambas estaciones muestran un clima con marcada estacionalidad térmica, caracterizado por veranos cálidos y secos e inviernos fríos a templados con mínimas significativamente bajas.

Tabla 5. Temperatura mínima y máxima, mensual y anual de las estaciones climáticas de influencia.

Estación	Variable	Mes												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Nogales	Temperatura máxima normal (°C)	17.5	18.4	21.7	25.0	29.2	34.1	33.4	32.4	30.9	26.9	21.6	17.2	25.7
	Temperatura mínima normal (°C)	2.7	3.1	5.4	8.1	12.0	17.0	18.9	18.3	16.1	11.3	6.2	2.7	10.2
Santa Cruz (FFCC)	Temperatura máxima normal (°C)	19.0	21.5	24.3	26.6	30.9	34.6	34.0	33.6	32.5	28.3	24.2	20.4	27.5
	Temperatura mínima normal (°C)	1.2	2.4	4.2	6.4	9.0	11.9	15.0	14.4	13.1	9.7	5.6	1.8	7.9

IV.3.1.1.1.2 Precipitación mensual y anual

La precipitación anual es mayor en Santa Cruz (527.2 mm) que en Nogales (485.8 mm), aunque ambas estaciones presentan un patrón estacional muy similar, caracterizado por una marcada sequía entre marzo y junio, cuando los valores caen por debajo de 20 mm mensuales. El periodo lluvioso inicia en julio y alcanza su máximo en agosto, con 119.2 mm en Nogales y 134.9 mm en Santa Cruz, seguido de una disminución gradual hacia septiembre y octubre. Durante invierno, ambas estaciones registran precipitaciones moderadas, entre 28 y 47 mm mensuales. En conjunto, el régimen de lluvias corresponde a un clima con fuerte influencia del ciclo monzónico de verano, con lluvias concentradas entre julio y septiembre y un periodo seco prolongado durante la primavera.

Tabla 6. Precipitación mensual y anual de las estaciones climáticas de influencia.

Estación	Variable	Mes												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Nogales	Precipitación normal (mm/m^2)	31.1	33.2	18	5.2	4.1	20	105.2	119.2	55.5	22	34.7	37.6	485.8
Santa Cruz (FFCC)	Precipitación normal (mm/m^2)	41.6	28.5	29.5	14.9	6.7	14.8	134.9	98.1	50.9	31.1	29	47.2	527.2

CONSULTA PUBLICA

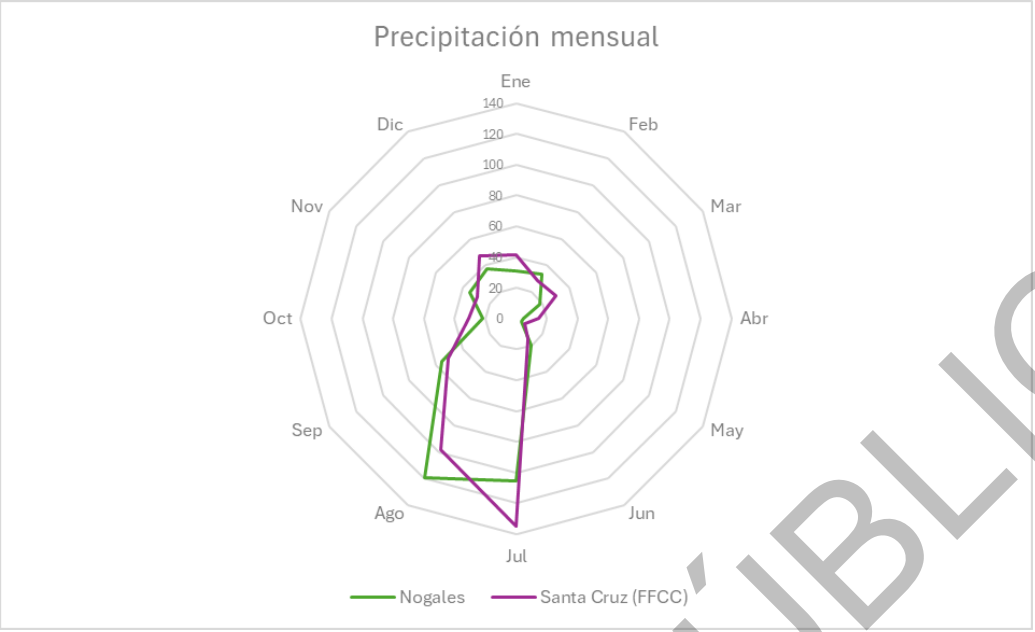


Figura 13. Precipitación mensual de las estaciones climáticas de influencia.

IV.3.1.1.1.3 Período de sequía

Para conocer con mayor precisión el periodo de sequía, se construyó un diagrama ombrotérmico de Gaussen (1957)[22] (figura siguiente); los diagramas climáticos se construyen sobre la base de los promedios de temperatura y precipitación, este se compone por un campo de coordenadas rectangulares con una abscisa basal de 12 unidades, que hacen referencia a los meses del año, y dos coordenadas que se levantan en los dos extremos, una haciendo referencia a la temperatura (°C) y del otro lado a la precipitación. Cada intervalo corresponde a 5 °C de temperatura (lado izquierdo) y 20 mm de precipitación (lado derecho).

La estación Nogales presenta un régimen climático caracterizado por temperaturas que aumentan gradualmente desde el invierno, con valores medios de 10–11 °C entre enero y febrero, hasta alcanzar su máximo en julio (26.1 °C). Posteriormente, la temperatura desciende de manera progresiva hacia el otoño e invierno. La precipitación muestra un comportamiento altamente estacional, con un periodo marcadamente seco entre marzo y mayo, cuando los acumulados disminuyen a menos de 20 mm mensuales, alcanzando su mínimo en mayo (4.1 mm), y un evidente incremento a partir de junio, que culmina en el pico lluvioso de julio y agosto, con 105.2 y 119.2 mm, respectivamente. Hacia septiembre y octubre las lluvias disminuyen nuevamente, mientras que noviembre y diciembre presentan valores moderados. En conjunto, estos patrones reflejan un clima con verano cálido y lluvioso y una primavera seca bien definida.

La estación Santa Cruz (FFCC) muestra un patrón térmico caracterizado por inviernos fríos, con temperaturas medias entre 10 y 12 °C en enero y febrero, seguido de un ascenso progresivo hasta alcanzar su máximo en julio (24.5 °C). A partir de agosto las temperaturas descienden de manera gradual hacia el otoño e invierno. La precipitación evidencia una marcada estacionalidad: de febrero a junio predominan condiciones secas, particularmente en mayo, cuando se registra el valor mínimo (6.7 mm). El régimen pluvial se intensifica a partir de julio, mes en el que se observa el pico máximo anual (134.9 mm), seguido de un segundo aporte importante

[22] Gaussen, H. (1957). Les diagrammes ombrothermiques. Toulouse: Université de Toulouse, Institut de Botanique.

CONSULTA PÚBLICA

en agosto (98.1 mm). Durante septiembre y octubre las lluvias disminuyen, mientras que noviembre y diciembre presentan valores moderados que cierran el ciclo anual. En conjunto, el clima de esta estación corresponde a un régimen de verano lluvioso y primavera seca bien definida, acompañado de temperaturas templadas a cálidas durante el periodo húmedo.

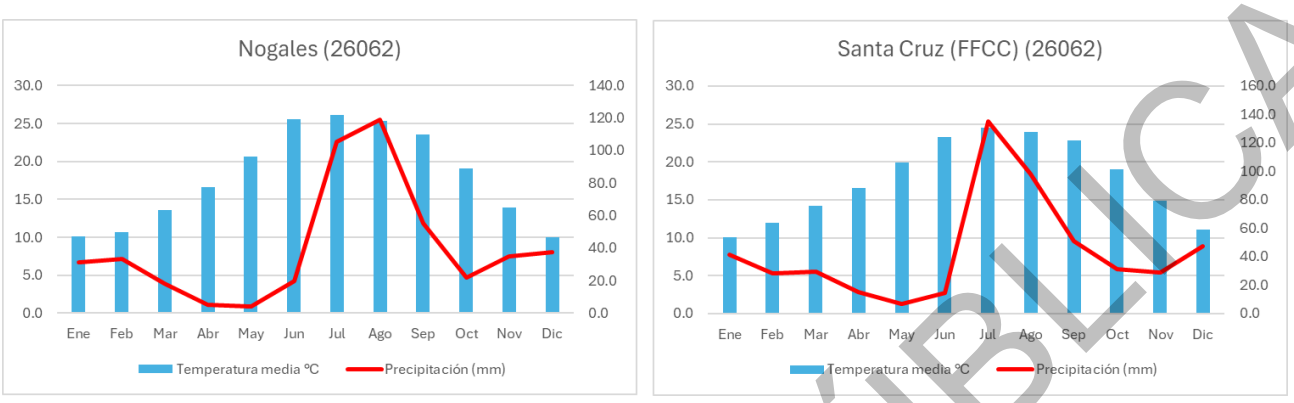


Figura 14. Diagramas ombrotérmicos de las estaciones climáticas de influencia.

IV.3.1.1.2 Fenómenos Climatológicos

El clima de la región está determinado por la interacción de diversos fenómenos climatológicos que regulan la temperatura, la humedad y la distribución anual de la precipitación. Entre los procesos más influyentes destacan la circulación atmosférica, la llegada de frentes fríos durante el invierno y fuertes lluvias anuales. A estos se suman la advección de humedad, la posible influencia de ciclones tropicales y periodos de estabilidad que favorecen sequías estacionales. En conjunto, estos elementos configuran un patrón climático característico.

IV.3.1.1.2.1 Sequía

Las sequías se presentan en gran parte del mundo cada vez con mayor frecuencia (UNESCO, 1979)[23]. Las regiones que las padecen sufren fuertes pérdidas económicas y favorecen la migración de gran parte de su fuerza de trabajo hacia otras zonas. Las sequías afectan grandes extensiones de terreno de cultivo y pueden provocar la muerte de numerosas cabezas de ganado. Disminuyen la disponibilidad de agua para la producción industrial y pueden afectar el uso doméstico de los habitantes.

Las ondas de calor presentes en las sequías pueden causar la muerte por deshidratación de seres humanos, sobre todo niños y ancianos; además, son motivo para que aumenten considerablemente las enfermedades gastrointestinales. Algunos fenómenos meteorológicos, como las lluvias torrenciales y granizadas, suceden en forma impetuosa y suelen afectar regiones relativamente pequeñas durante algunas horas o días. En cambio, la sequía se presenta en forma lenta y es poco notoria, pero desgasta a la agricultura, la ganadería y la industria.
Las sequías pueden llegar a afectar a amplias regiones y durar meses o inclusive años. Históricamente se ha comprobado que es el fenómeno meteorológico que mayor daño económico causa a la humanidad (Cody y otros, 1998)[24].

[23] UNESCO. (1979). Map of the world distribution of arid regions. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
[24] Cody, A., Heathcote, R. L., & Wilhite, D. A. (1998). Drought and water crises: Science, technology, and management issues. CRC Press.

CONSULTA PÚBLICA

Para caracterizar el fenómeno de sequías en el Sistema Ambiental Regional y el sitio del proyecto, se utiliza la información de la capa de grados de riesgo por sequía por municipio en México a escala 1:200,000, elaborada por el CENAPRED[25]. Por lo anterior como se observa en la siguiente figura en el Sistema Ambiental Regional, la distribución del grado de riesgo indica que la mayor parte del territorio evaluado se encuentra en condiciones de **muy bajo riesgo**, abarcando 22,667.18 ha, lo que representa **53.58%** de la superficie total. Un **45.92%** adicional (19,428.38 ha) se clasifica con **riesgo medio**, lo cual evidencia que casi la mitad del área presenta un nivel de susceptibilidad moderado que podría incrementarse bajo determinadas condiciones ambientales o de uso del suelo. Por otro lado, las zonas con **riesgo bajo** son mínimas, apenas **0.50%** del territorio, mientras que no se identificaron superficies correspondientes a **riesgo alto** o **muy alto**. Con respecto al área del proyecto **(604.0 ha)** se presenta un solo riesgo por sequía, el cual es clasificado como **muy bajo**. En conjunto, el análisis muestra un escenario general de **baja peligrosidad**.

Tabla 7. Grado de riesgo por sequía en el SAR (CENAPRED).

Grado de riesgo	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy bajo	22,667.18	53.58%
Bajo	212.21	0.50%
Medio	19,428.38	45.92%
Alto	0	0%
Muy alto	0	0%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

[25] CENAPRED (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Capa de grados de riesgo por sequía (1:200,000). Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

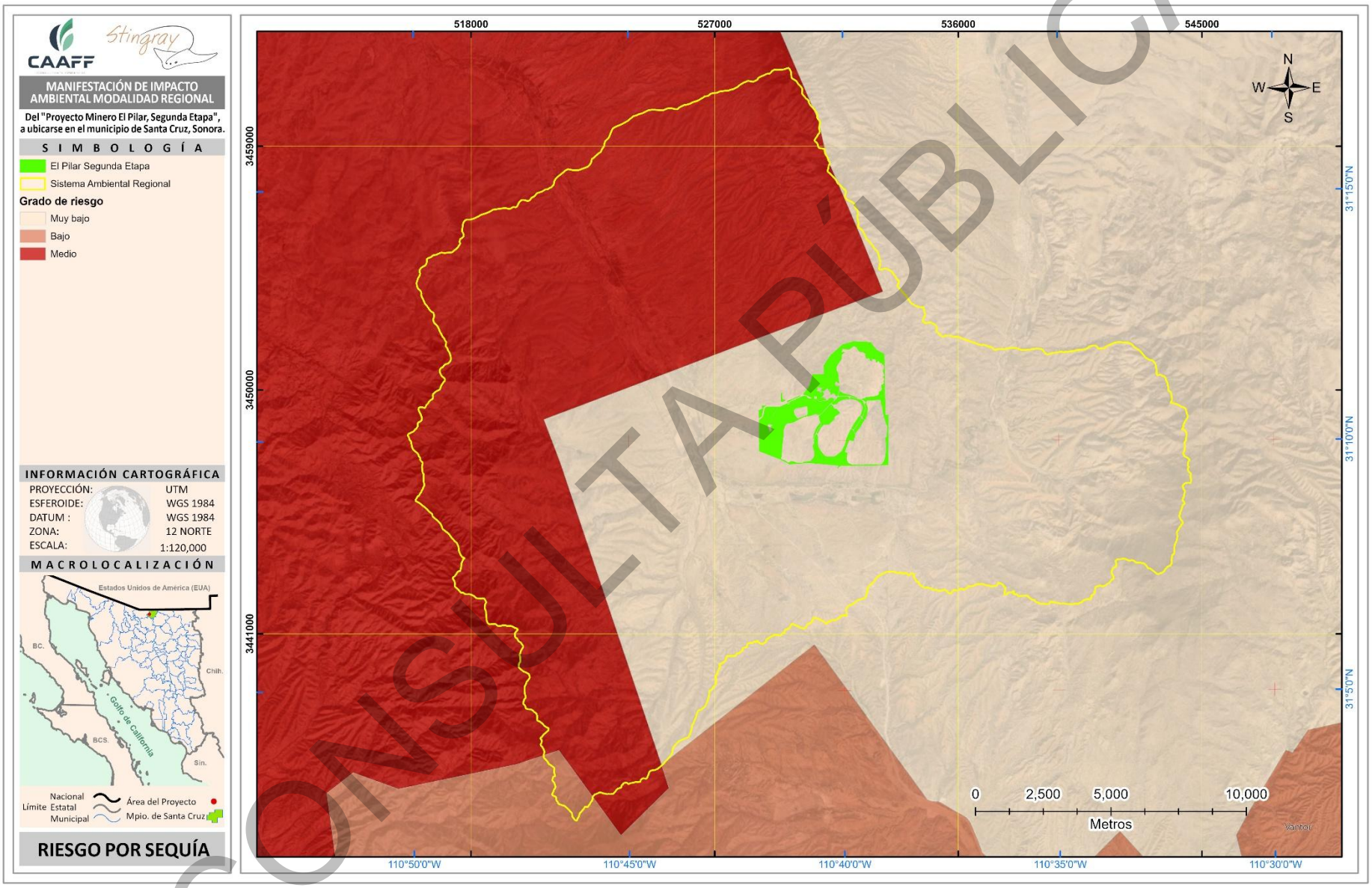


Figura 15. Grado de riesgo por sequía en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.1.2.2 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Este tipo de fenómenos se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, en ocasiones la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas (NOAA, 2017)[26].

Para determinar el grado de riesgo por granizo en el Sistema Ambiental Regional y Área del Proyecto se emplea la información elaborada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[27] a partir de la información del Atlas Nacional de Riesgos se observa que el **100%** de la superficie del SAR y AP se clasifican con un grado de riesgo por granizo **muy bajo**, como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

[26] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2017). Hail: Formation and Hazards. U.S. Department of Commerce.
[27] CENAPRED (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Capa de riesgo por granizo. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.



Figura 16. Grado de riesgo por granizo en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.1.2.3 Tormentas eléctricas

En nuestro país las tormentas eléctricas ocurren entre los meses de mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante las horas de la tarde o de la noche, principalmente sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal. Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Tienen una naturaleza local y se presentan en espacios de decenas de kilómetros cuadrados. La duración de las tormentas eléctricas es sólo de una o dos horas, sin embargo, pueden causar daños materiales, causar lesiones graves e, incluso, pérdidas de vidas humanas (CENAPRED, 2020)[28].

Con base a la información generada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[29] y la información contenida en el Atlas Nacional de Riesgos el **100%** de la superficie del SAR y AP el grado de riesgo por tormentas eléctricas es **muy bajo**, tal y como se observa en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

[28] Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020). Peligros de origen hidrometeorológico. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.
[29] Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por tormentas eléctricas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.



Figura 17. Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.1.2.4 Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales constituyen un fenómeno natural que genera significativos estragos sobre las ciudanía y su medio, exacerbadas por la creciente urbanización en zonas de riesgo y la degradación ambiental antropogénica. Las precipitaciones asociadas a estos eventos aportan beneficios sustanciales, recargando acuíferos y embalses que proveen de agua a regiones áridas y semiáridas de México, destinada al consumo humano, la agricultura y la generación de energía. En México, la temporada ciclónica inicia en mayo en el océano Pacífico y en junio en el Atlántico, finalizando en ambos casos a finales de noviembre (CONAGUA, 2022)[30].

Para describir la relación con los eventos ciclónicos en el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto, se utilizó la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[31], que clasifica el territorio mexicano en cinco niveles de riesgo por ciclones tropicales. Respecto a la superficie del SAR, la distribución del riesgo por ciclones tropicales muestra que la totalidad del área evaluada se encuentra dentro de condiciones de **baja peligrosidad**, ya que no se identifican superficies clasificadas con riesgo medio, alto o muy alto. La mayor proporción del territorio corresponde al nivel de **riesgo muy bajo (54.08%)**, lo que indica que la probabilidad de afectación directa por ciclones es mínima. El **45.92%** restante se ubica en **riesgo bajo**, evidenciando una susceptibilidad limitada únicamente a efectos indirectos como lluvias moderadas o vientos asociados a sistemas tropicales distantes. El área del proyecto **(604.0 ha)**, en su totalidad presenta un grado de riesgo **muy bajo**. En conjunto, el área presenta un escenario de **muy baja exposición** a ciclones tropicales, donde la incidencia de impactos severos es poco probable. Estos niveles de riesgo y su distribución se muestran en la tabla y figura siguientes.

Tabla 8. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SAR (CENAPRED).

Grado de riesgo	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy bajo	22,879.42	54.08%
Bajo	19,428.35	45.92%
Medio	0	0%
Alto	0	0%
Muy alto	0	0%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

[30] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). Temporada de ciclones tropicales en México. Servicio Meteorológico Nacional.
[31] Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres.



Figura 18. Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

Cuando los ciclones tropicales se desarrollan intensamente y se internan en el continente pueden causar daños de gran consideración. La dirección del viento varía de acuerdo al paso del meteoro, de tal manera que es difícil marcar zonas de riesgo derivadas de este evento. Los vientos pueden afectar zonas muy amplias, pues en ocasiones el radio de influencia del huracán puede ser de varios cientos de kilómetros e incluso, algunos ciclones penetran en tierra (SMN, 2023[32]; NOAA, 2023[33]).

Los ciclones tropicales pueden presentarse en alguna de sus tres fases:

a) Como depresión tropical con velocidades de vientos menores de 63 km/h;
b) Como tormenta tropical con velocidades de vientos de entre 63 a 118 km. /h; y
c) Como huracán con velocidades arriba de 118 km/h
    - Huracán categoría 1: 118-153 km/h
    - Huracán categoría 2: 154-177 km/h
    - Huracán categoría 3: 178-209 km/h
    - Huracán categoría 4: 210-249 km/h
    - Huracán categoría 5: mayor a 249 km/h

Con base a la información del National Centers for Environmental Information (NCEI)[34], en el **Sistema Ambiental Regional** y **Área del proyecto** la presencia de eventos de origen ciclónicos es aislados y poco frecuentes, el único y más importante fue la tormenta tropical "**Raymond**" cuyo eje tuvo trayectoria sobre la superficie. Este evento presentó una dirección de desplazamiento de suroeste a noreste, tal y como se muestra en la información posterior.

CONSULTA PÚBLICA

[32] Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023). Ciclones tropicales: clasificación, comportamiento e impactos. Comisión Nacional del Agua.
[33] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). Tropical Cyclone Intensity Classification. U.S. Department of Commerce.
[34] National Centers for Environmental Information (NCEI). (2023). Tropical Cyclone Tracks Database. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

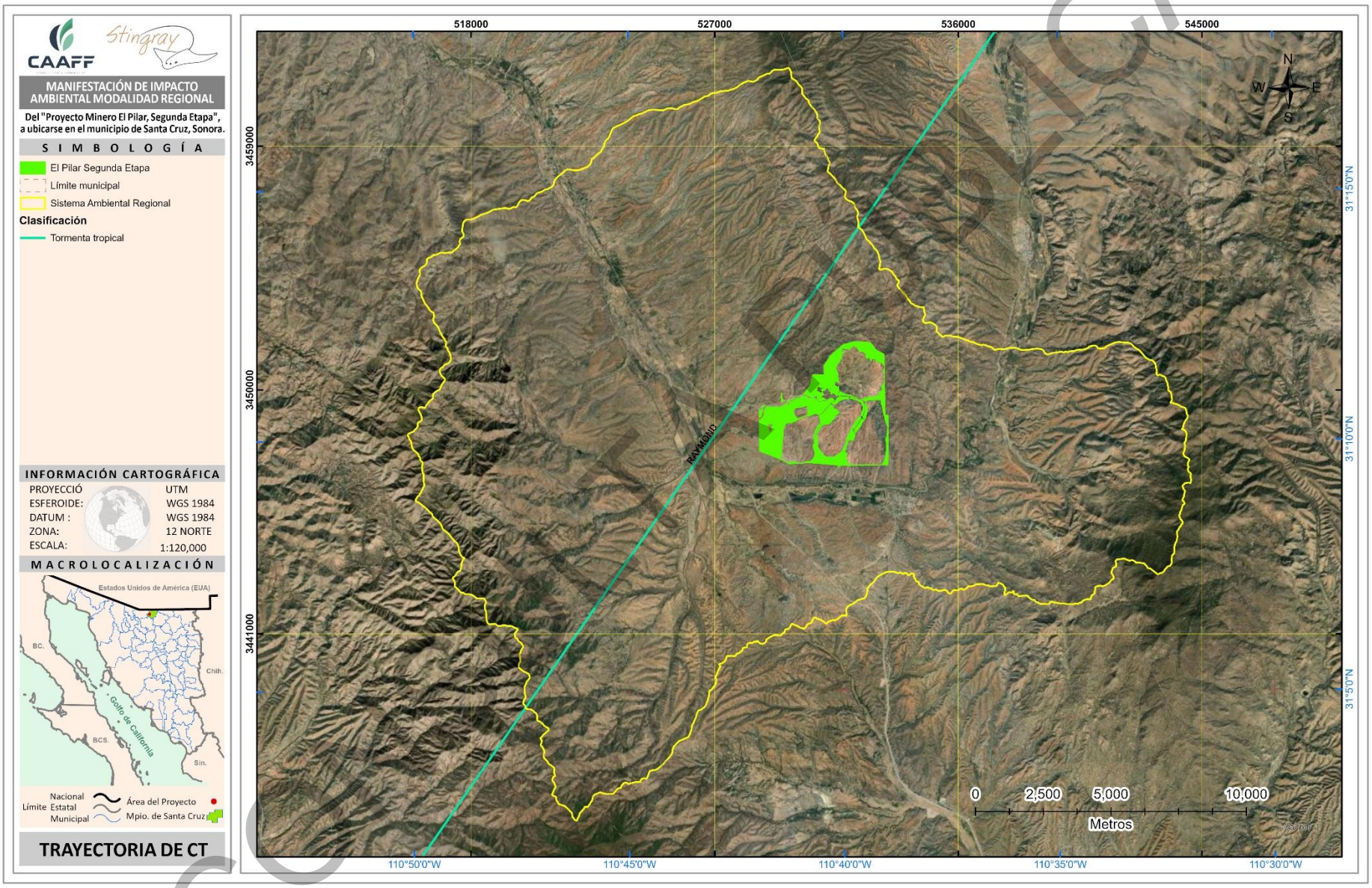


Figura 19. Trayectoria de ciclones tropicales en el SAR y AP.

COPIA CONTROLADA

IV.3.1.1.2.5 Heladas

El número de días con heladas constituye un indicador climático relevante, pues refleja la frecuencia con la que la temperatura desciende por debajo de los 0 °C, afectando procesos ecológicos, agrícolas y de infraestructura. En regiones con mayor altitud o influencia de masas de aire frío, este fenómeno puede presentarse de manera más recurrente durante los meses invernales, mientras que en zonas bajas o cálidas suele ser esporádico o prácticamente inexistente. La distribución anual de días con heladas permite identificar periodos de mayor susceptibilidad y evaluar posibles impactos sobre la vegetación, la fauna y las actividades productivas (CENAPRED, 2020)[35].

Con base a la información generada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y la información contenida en el Atlas Nacional de Riesgos (ANR)[36], en el SAR y AP el número de días con heladas es superior a los 120 días, como se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

[35] CENAPRED. (2020). Peligros de origen hidrometeorológico: heladas. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.
[36] Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por heladas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

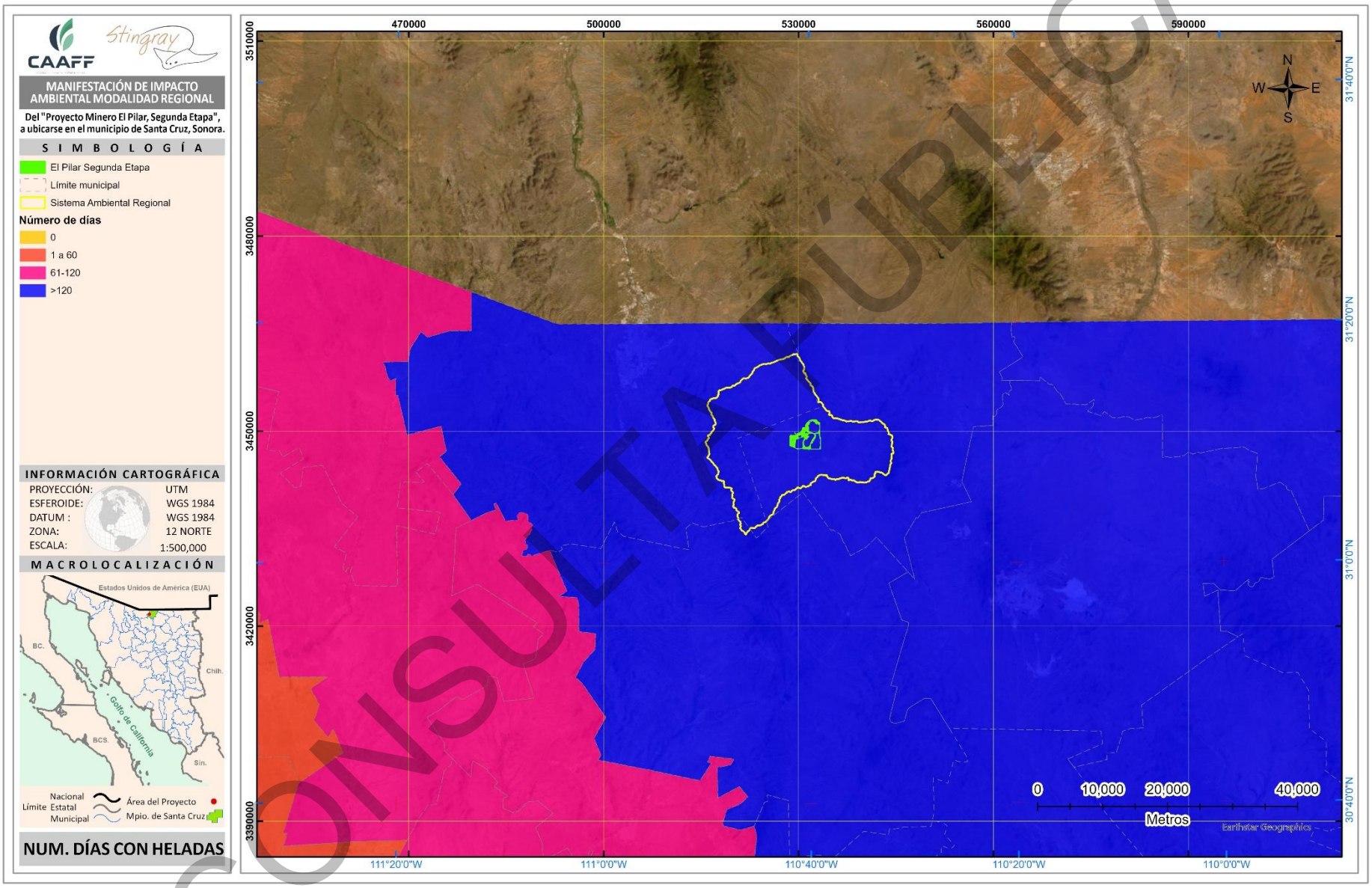


Figura 20. Número de días con heladas en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2 Geología y geomorfología

El análisis geológico y geomorfológico constituye un elemento esencial para comprender las características físicas que sustentan el paisaje y determinan la dinámica ambiental del área de estudio. Estos componentes permiten identificar el tipo de materiales que conforman el subsuelo, los procesos que han intervenido en su formación y las formas del relieve resultantes, aspectos que influyen directamente en la estabilidad del terreno, el comportamiento hidrológico, la disponibilidad de suelo y el desarrollo de los ecosistemas. A partir de esta base, es posible evaluar con mayor precisión las condiciones naturales del sitio y su relevancia para la planificación y gestión ambiental.

IV.3.1.2.1 Características litológicas del área

El estado de Sonora presenta afloramientos de rocas que varían en edad desde el Proterozoico hasta el Cuaternario, en un entorno geológico muy complejo provocado por los eventos tectónicos y deformaciones que han sucedido a través del tiempo. Se trata de un Estado privilegiado desde el punto de vista geológico por varias razones; en primer lugar, contiene la columna estratigráfica más completa del país, ya que existen rocas y fósiles prácticamente de todas las edades. En segundo lugar, es en el Estado en donde se ha identificado las rocas más antiguas de México. En tercer lugar, su vecindad con el Golfo de California, donde se localiza un límite de placas, le otorga una gran importancia para poder llevar a cabo estudios de frontera en tectónica de placas a nivel mundial. También, Sonora es una región de gran interés para la búsqueda de recursos minerales, tanto metálicos como no metálicos. A la fecha, el Estado es líder en la producción de oro, cobre, molibdeno, grafito, wollastonita y otros minerales (Servicio Geológico Mexicano, 2018[37]; Valencia-Moreno et al., 2001[38]).

Tomando como referencia la carta geológica escala 1:250,000 elaborada por el INEGI H12-2[39] del municipio de Nogales, en el SAR se presentan **3 clases de rocas**, las el **50.48%** de la superficie corresponde a rocas de clase **sedimentarias**, el **26.11%** se trata de rocas **ígneas extrusivas** y el **12.69%** de **ígnea intrusiva**, finalmente, el restante **10.73%** de la superficie corresponde a una entidad clasificada como **suelo aluvial**. Así mismo en el SAR se presentan **5 tipos de roca** esta pertenecientes a las tres clases de rocas anteriormente mencionadas, en mayor proporción se tienen afloramientos de rocas de tipo **conglomerado** presente en el **49.91%** de la superficie, mientras que tan solo en el **0.57%** de la superficie se tiene una roca de tipo **arenisca-conglomerado**, cada uno de los tipos de roca y sus clases presentes en la superficie del SAR se presentan en las tablas y figura siguientes.

Tabla 9. Clases de rocas en el SAR.

Unidades	Clase	Superficie (ha.)	Porcentaje
Rocas	Ígnea extrusiva	11,044.66	26.11%
	Sedimentaria	21,355.84	50.48%
	Ígnea intrusiva	5,369.00	12.69%
Otras entidades	Suelo	4,538.27	10.73%
Total		**42,307.77**	**100.00%**

[37] Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2018). Panorama Minero del Estado de Sonora. Secretaría de Economía.
[38] Valencia-Moreno, M., Ochoa-Landín, L., Noguez-Alcántara, B., & Ortega-Rivera, A. (2001). Metallogenesis of northwestern Mexico. Economic Geology, 96, 123–143.
[39] INEGI. (2005). Carta Geológica H12-2, Nogales. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 10. Tipos de rocas en el SAR.

Clave	Tipo	Superficie (ha.)	Porcentaje
K(gr)	Granito	5,369.00	12.69%
T(ar-cg)	Arenisca-conglomerado	241.82	0.57%
T(cg)	Conglomerado	21,114.02	49.91%
Tom(r)	Riolita	7,450.45	17.61%
Tom(ta)	Toba ácida	3,594.22	8.50%
Q(al)	*Suelo aluvial	4,538.27	10.73%
Total		**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

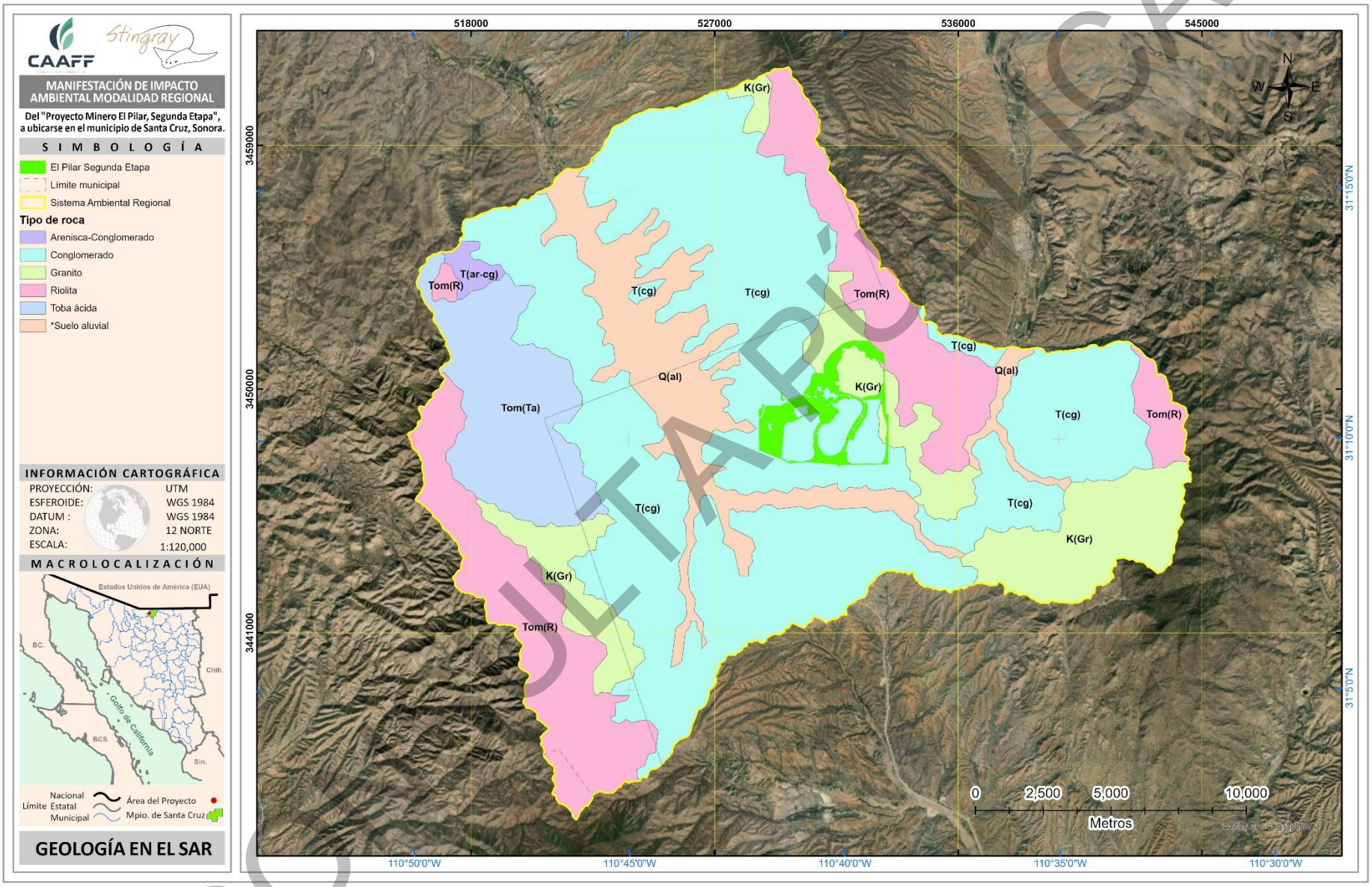


Figura 21. Mapa de geología presente en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA

La geología del AP se compone predominantemente de materiales **sedimentarios**, que abarcan **445.9 ha** y representan el **73.82%** de la superficie total, identificados específicamente como **conglomerado (K(gr))**, lo cual evidencia procesos antiguos de depositación fluvial o aluvial que dieron origen a estratos consolidados. En menor proporción se presentan rocas de origen **ígneo intrusivo**, con **150.84 ha** (**24.97%**), correspondientes a **riolita (Tom(r))**, que reflejan eventos volcánicos que dieron lugar a estructuras de composición silícea. Finalmente, las rocas **ígneas extrusivas** ocupan únicamente **7.26 ha** (**1.20%**), clasificadas como **granito (T(cg))**, mostrando afloramientos puntuales de material plutónico. En conjunto, la distribución litológica evidencia un entorno geológico dominado por depósitos sedimentarios, complementado por manifestaciones volcánicas y menores intrusiones ígneas que aportan diversidad estructural al paisaje.

Tabla 11. Clases de rocas en el AP.

Clase	Superficie (ha.)	Porcentaje
Sedimentaria	445.90	73.82%
Ígnea extrusiva	7.26	1.20%
Ígnea intrusiva	150.84	24.97%
Total	**604.0**	**100.00%**

Tabla 12. Tipos de rocas en el AP.

Clave	Tipo	Superficie (ha.)	Porcentaje
K(gr)	Conglomerado	445.90	73.82%
T(cg)	Granito	7.26	1.20%
Tom(r)	Riolita	150.84	24.97%
Total		**604.0**	**100.00%**

CONSULTA PUBLICA

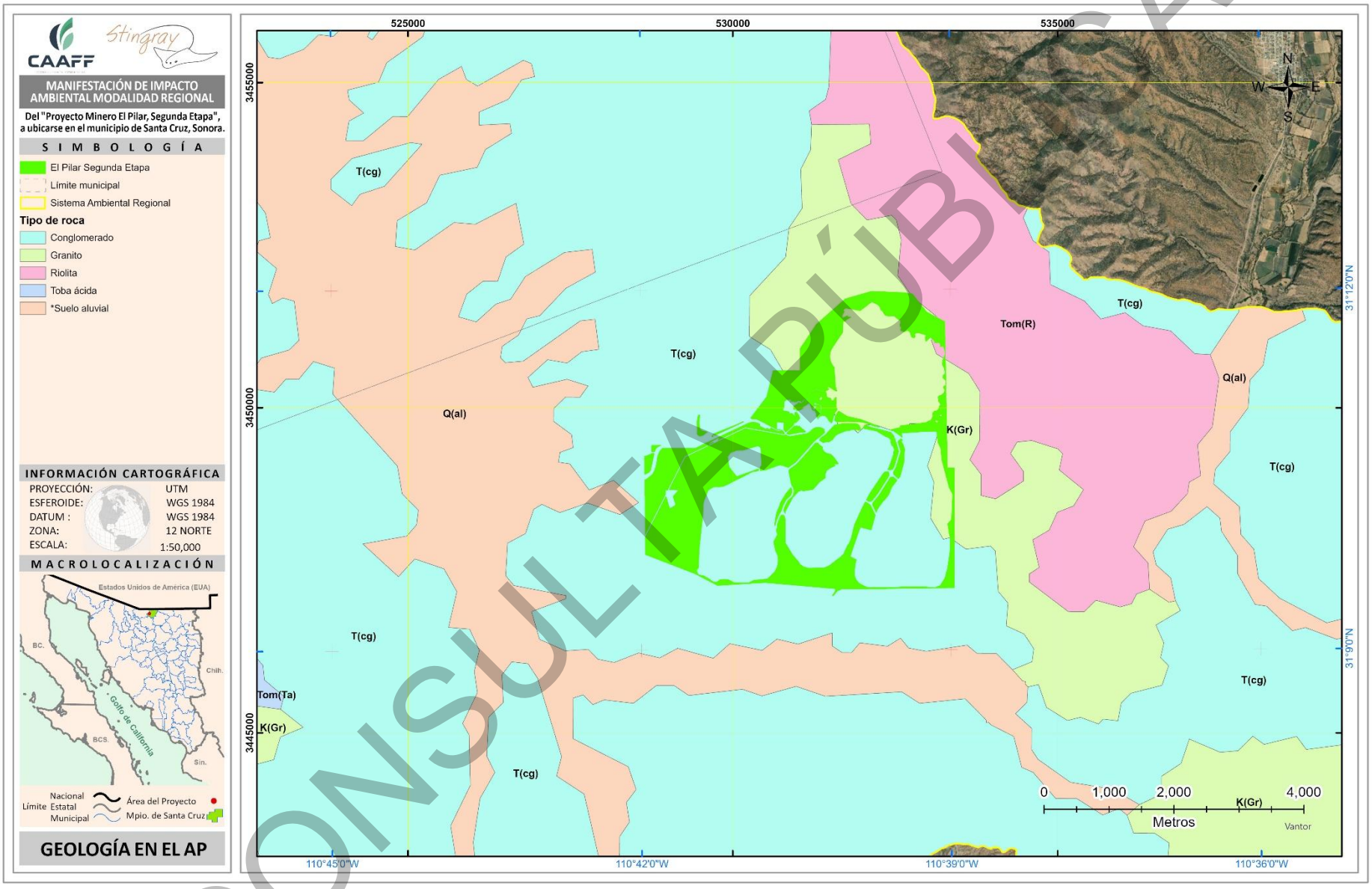


Figura 22. Mapa de geología presente en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se describen de los tipos de rocas existentes en la superficie del SAR y AP.

Granito
El Granito es una roca plutónica (roca magmática formada en profundidad con enfriamiento lento) que comprende las rocas ardientes granulares. Está compuesto principalmente por feldespato coloreado, cuarzo y minerales de mica y de silicio de color oscuro. El granito es resistente, más fuerte que el mármol y puede soportar mucho más la corrosión y la compresión. Es una roca apta para ser cortada y pulida, por lo que es ampliamente utilizada industrialmente. La dureza del granito y su durabilidad lo hace una opción popular como material de construcción. La apariencia moteada y brillante del granito pulido también hace que sea un material atractivo para los productos de decoración. Se forma por la actividad volcánica y se puede encontrar en depósitos en todo el mundo.

Arenisca
Roca constituida por minerales, fragmentos del tamaño de la arena 1/16 mm a 2 mm. Se pueden clasificar en forma general por el porcentaje de matriz (material que engloba a los fragmentos) en arenitas (0-15 %) y wacas (15-75%), por su contenido de minerales (cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca) en: arcosas, ortocuarcitas y litarenitas, Grawvaca (lítica o feldespática).

Conglomerado
Roca de grano grueso mayores a los 2 mm a más de 250 mm (gravilla 2-4 mm, matatena 4-6 mm, guijarro 64 - 256 mm y peñasco > 256 mm); de formas esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso a bien redondeados. Por la presencia de arcillas (matriz y/o cementante) se diferencian los siguientes tipos de conglomerados: ortoconglomerados (matriz 15%).

Riolita
roca volcánica que consiste de cuarzo y feldespato alcalino en mayor proporción que la plagioclasa sódica.

Toba ácida
Roca piroclástica cuya composición mineralógica es similar a la roca riolítica. Están formadas por materiales fragmentados expulsados por los conductos volcánicos proyectados al aire y depositados en la superficie. Comprende fragmentos de diferentes tamaños y composición.

IV.3.1.2.2 Características geomorfológicas

IV.3.1.2.2.1 Topoformas

El **Sistema de Topoformas** corresponde al conjunto de formas que presenta el terreno y que se encuentran asociadas entre sí mediante patrones estructurales o degradativos, otorgando una mayor uniformidad paisajística respecto a la unidad geomorfológica que las integra. Conforme a la clasificación establecida por el INEGI, las topoformas se definen a partir de criterios como elevación, aspecto, componentes, origen, tipo de material, ubicación, asociaciones y fases del relieve (INEGI, 2016)[40].

[40] INEGI. (2016). Conjunto de Datos Vectoriales de Topografía, Escala 1:250 000. Diccionario de datos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

CONSULTA PÚBLICA

Dentro de los límites del **SAR**, se identifican tres sistemas principales de topoformas. La mayor proporción del territorio corresponde a una **llanura aluvial**, que ocupa el **46.20%** de la superficie y se caracteriza por procesos de depositación fluvial recientes. Con una extensión muy similar, el **46.14%** del área está conformado por **sierra alta**, representativa de relieves montañosos con pendientes marcadas. Finalmente, el **7.66%** restante corresponde a una **sierra plegada**, asociada a estructuras tectónicas que han originado pliegues y variaciones en la morfología del terreno. Esta combinación de topoformas refleja un paisaje diverso que integra zonas planas de acumulación con sistemas montañosos y estructuras plegadas. Lo anterior se presenta en la tabla y figura siguientes:

Tabla 13. Sistema de topoformas en el SAR.

Topoforma	Superficie (ha)	Superficie (%)
Llanura aluvial	19,547.86	46.20%
Sierra alta	19,520.69	46.14%
Sierra plegada	3,239.24	7.66%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

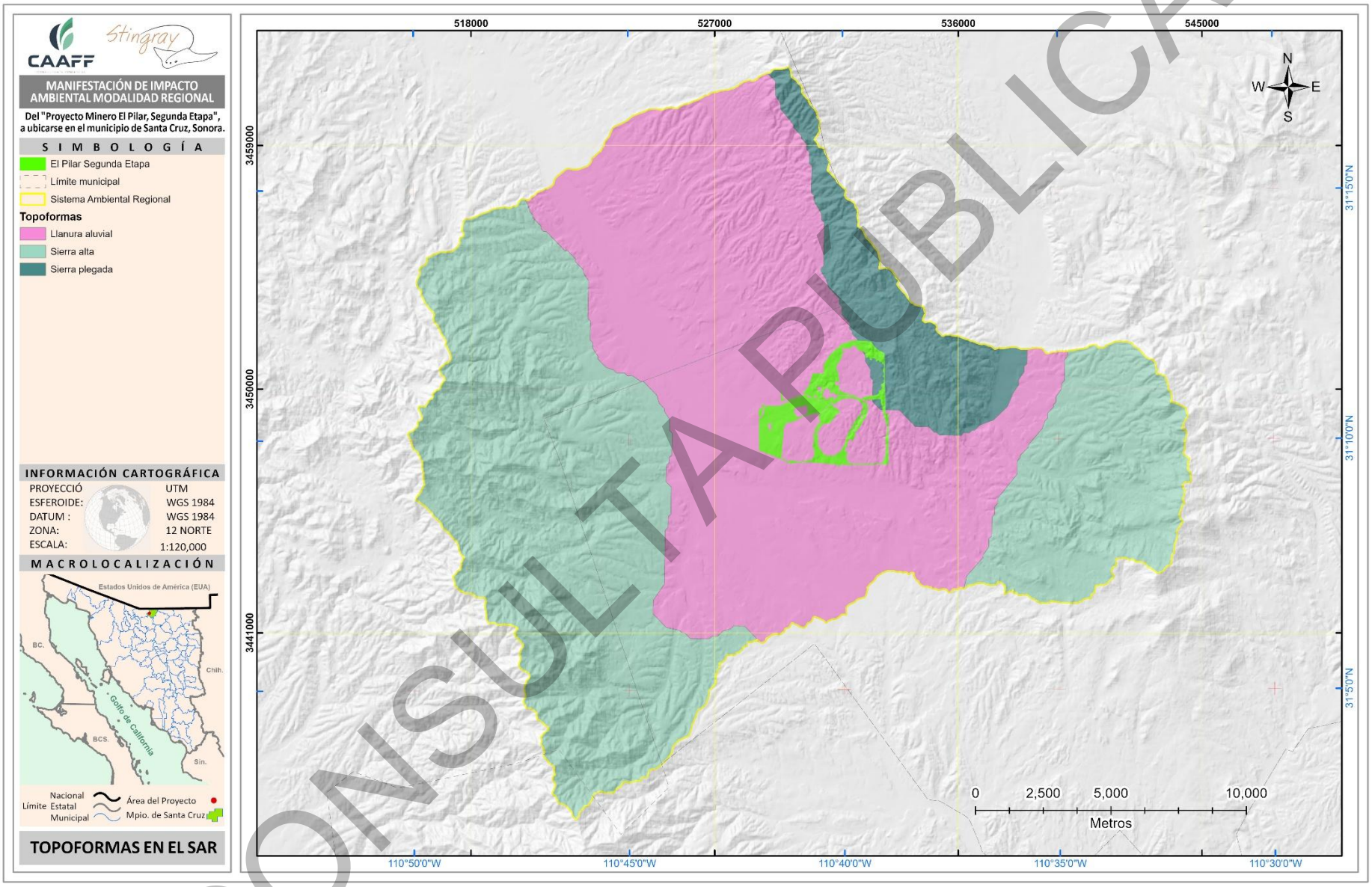


Figura 23. Sistema de topoformas en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la clasificación de topoformas del INEGI, dentro del **AP** se identifican únicamente dos tipos de unidades geomorfológicas. La **llanura aluvial** constituye la forma predominante, abarcando **543.27 ha**, equivalentes al **89.95%** de la superficie total. Esta topoforma se asocia con procesos de depositación fluvial en zonas de baja pendiente. El **10.05%** restante, correspondiente a **60.73 ha**, está representado por **sierra plegada**, un relieve vinculado a estructuras tectónicas con presencia de pliegues y variaciones topográficas pronunciadas. En conjunto, estas unidades reflejan un paisaje dominado por superficies planas recientes, interrumpidas localmente por zonas montañosas de origen estructura.

Tabla 14. Sistema de topoformas en el AP.

Topoforma	Superficie (ha)	Superficie (%)
Llanura aluvial	543.27	89.95%
Sierra plegada	60.73	10.05%
Total	**604.0**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

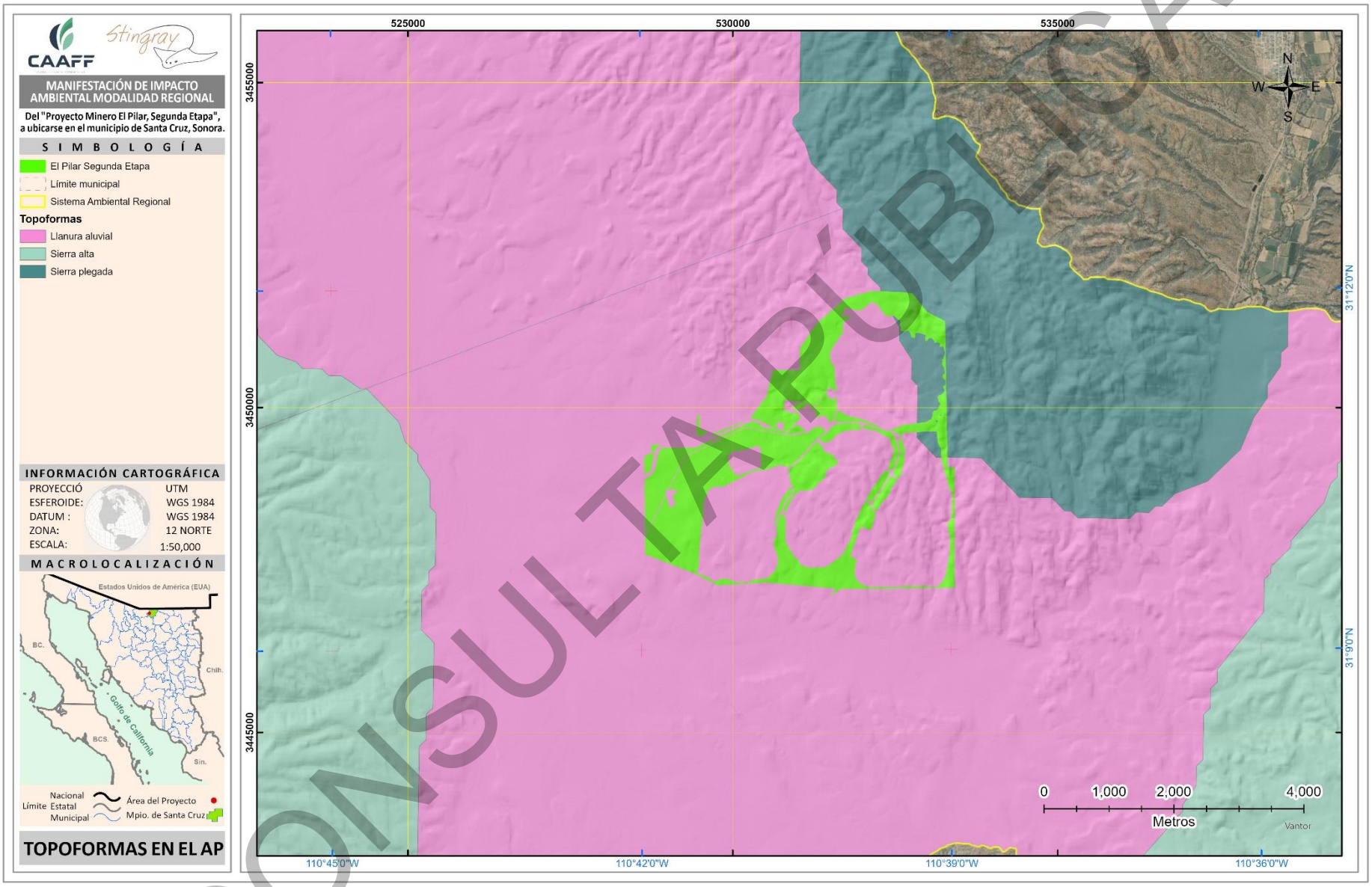


Figura 24. Sistema de topoformas en el AP

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2.2.2 Fisiografía

El sistema fisiográfico de clasificación del relieve ha sido adoptado por la Dirección General de Geografía (DGG) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El sistema utiliza criterios geológicos y topográfico - geométricos para definir con precisión los niveles jerárquicos (Quiñones, 1987)[41], como son: Provincia y subprovincia fisiográfica.

La **provincia** fisiográfica representa la unidad más amplia definida en este sistema jerárquico y consiste en los grandes conjuntos estructurales que integran un continente, generalmente conforman unidades morfológicas superficiales con características distintivas tales como origen geológico unitario sobre la mayor parte de su superficie, un sólo patrón litológico o un mosaico litológico complejo que resulta de un origen común, morfología propia y extensa a fin de poderse dividir en subprovincias. La **subprovincia** fisiográfica se integra por geoformas típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son diferentes a las de la provincia en general, pero ahora asociadas por otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la provincia.

Con base a las capas "Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, Continuo Nacional serie I, Provincias fisiográficas"[42] y "Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, Continuo Nacional serie I, Subprovincias fisiográficas"[43], ambas, escala 1: 1,000,000, elaboradas por el INEGI. El **SAR** se ubica dentro de dos provincias fisiográficas que determinan gran parte de sus características geológicas, geomorfológicas y ambientales. La mayor proporción del territorio se integra en la provincia **Sierras y Llanuras del Norte**, la cual abarca el **65.85%** de la superficie total y se distingue por extensas planicies entrelazadas con formaciones serranas de moderada elevación. El resto del territorio, equivalente al **34.15%,** pertenece a la **Sierra Madre Occidental**, una región caracterizada por sistemas montañosos más pronunciados y estructuras geológicas complejas. De igual manera, se identifican dos subprovincias fisiográficas que aportan rasgos distintivos al paisaje regional. La mayor parte del territorio, equivalente al **53.86%**, forma parte de la subprovincia **Llanuras y Médanos del Norte**, caracterizada por extensas superficies planas, acumulaciones eólicas y modelados sedimentarios que favorecen la presencia de suelos profundos y áreas de escasa pendiente. El **46.14%** restante corresponde a la subprovincia **Sierras y Valles del Norte**, donde predominan alineamientos montañosos, valles amplios y una mayor variación topográfica. En cuanto al **AP,** en su totalidad este se ubica en la provincia **Sierras y Llanuras del Norte** y la subprovincia **Llanuras y médanos del norte.** Esta distribución refleja la transición entre zonas serranas y áreas de llanura que definen la configuración del relieve que influye directamente en la dinámica hidrológica, los tipos de suelo y la vegetación presente en la zona.

Tabla 15. Provincias fisiográficas en el SAR.

Provincia	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sierra madre occidental	14,447.96	34.15%
Sierras y llanuras del norte	27,859.81	65.85%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

[41] Quiñones, A. (1987). Clasificación fisiográfica del relieve de México. Dirección General de Geografía, INEGI.
[42] INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Serie I. Provincias fisiográficas [Capa vectorial]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[43] INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Serie I. Subprovincias fisiográficas [Capa vectorial]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 16. Subprovincias fisiográficas en el SAR.

Subprovincia	Superficie (ha)	Superficie (%)
Llanuras y médanos del norte	22,787.09	53.86%
Sierras y valles del norte	19,520.68	46.14%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

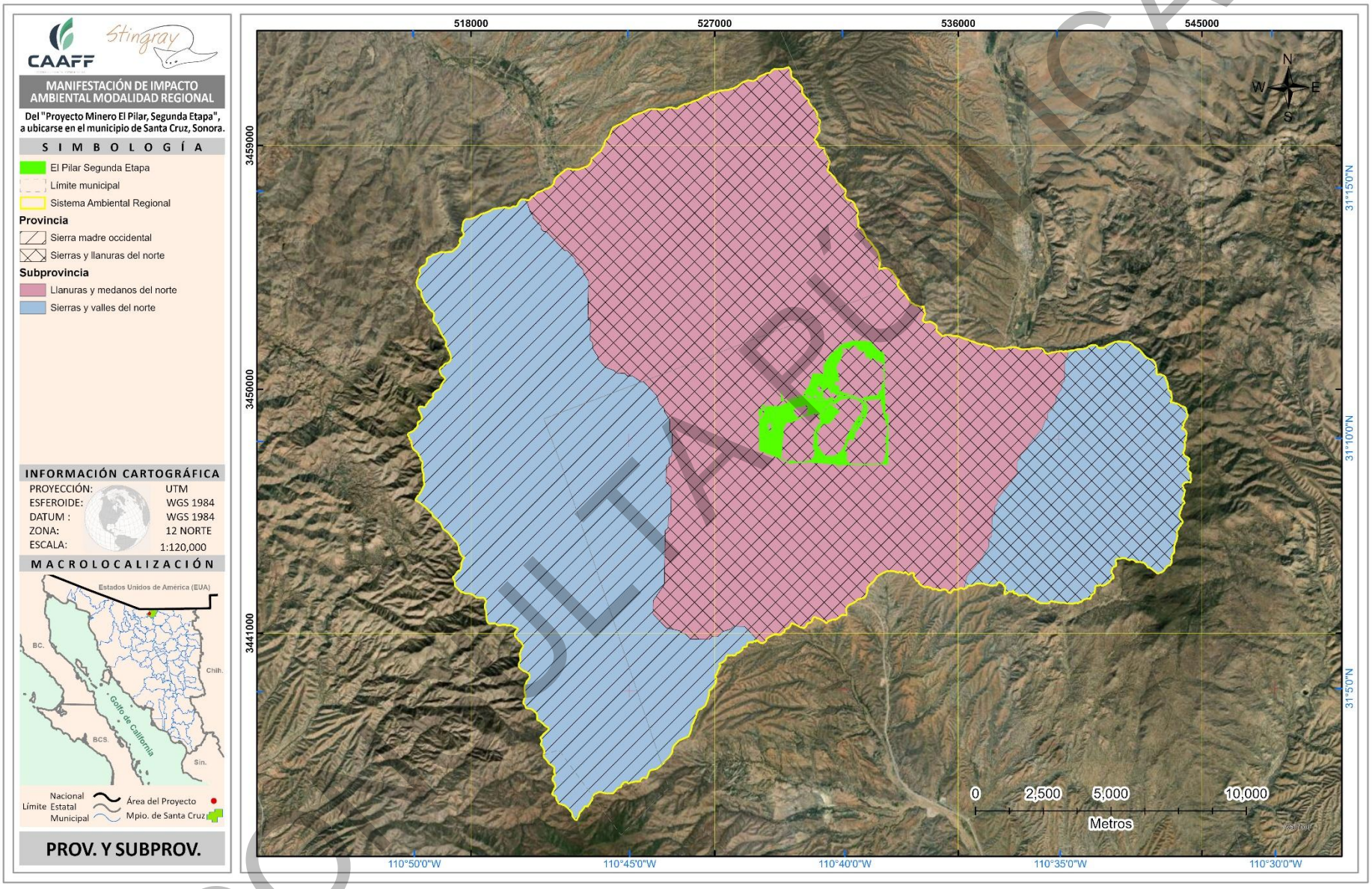


Figura 25. Provincias y subprovincias fisiográficas en relación con el SAR y AP.

COPIA CONSULTA PÚBLICA

Provincia Sierra madre occidental

Es el sistema montañoso más espacioso del territorio nacional, abarcando todo el oeste mexicano y el extremo suroccidental de los Estados Unidos, siendo una continuación de las Montañas Rocallosas en Canadá y los Estados Unidos. Cubre una extensión de 289.000 km2, lo que representa la sexta parte del territorio de México. Se extiende en dirección noroeste a Suroeste casi en forma paralela a las costas del océano Pacífico y Mar de Cortés; recorriendo en sus 1400 km de longitud los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit, y Jalisco. Se inicia en el límite internacional con el estado de Arizona, E.U.A., y termina aproximadamente en el río Santiago, a la altura del estado de Nayarit, en donde se conecta con la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico.

Esta provincia está separada del golfo de California por una amplia llanura costera que se ensancha hacia el desierto de Sonora (Noroeste de México). Sus montañas con una altitud media de 2,440 m y una máxima que alcanza los 3,500 m, constituyen el borde occidental de la árida altiplanicie mexicana, integrando un vasto y elevado escarpe cortado por ríos que fluyen hacia el Oeste, como el Río Fuerte y el Río Grande de Santiago, formando profundos cañones, conocidos como barrancas, que pueden superar los 1,000 m de profundidad y rivalizan con el Gran Cañón en magnitud. Son siete las barrancas que integran la sierra; las más espectaculares son la Barranca del Cobre y la Barranca de Urique (que desciende hasta los 1879 m de altura), surcadas por grandes ríos, entre ellos el Conchos que irriga gran parte del estado de Chihuahua

La vegetación de este sistema montañoso varía con la temperatura y la humedad. Predomina un clima templado, por lo que la vegetación de las tierras altas consiste fundamentalmente en bosques de pinos y robles. En algunas laderas expuestas a fuertes vientos, por encima de la zona de pinos (sobre los 1.980 m de altitud), los bosques nublados contienen especies de enormes hojas anchas perennifolias. Como la humedad se incrementa hacia el Sur, la vegetación de las tierras bajas comprende un amplio abanico de especies, desde las desérticas del Norte hasta las tropicales del Sur.

Provincia Sierras y llanuras del norte

las Sierras y Llanuras del Norte ocupan gran parte del estado de Chihuahua, así como fragmentos de Coahuila, Durango y Sonora. Se encuentran enclavadas entre las Sierras Madre Occidental y Oriental, que se tocan en su límite meridional para dar paso, más al sur, a la Mesa del Centro. Así, la región forma cuencas endorreicas llamadas bolsones, el más famoso de los cuales es el Bolsón de Mapimí.

Debido a su ubicación en la sombra orográfica y su altitud no tan elevada (alrededor de 1000 a 1300 metros sobre el nivel del mar), el clima es mayormente cálido y desértico o semidesértico. Como tal, las Sierras y Llanuras del Norte se encuentran cubiertas en gran medida por matorrales y pastizales. Estos se ubican en grandes desiertos, como el de Chihuahua, que con sus 450 000 a 520 000 km² (dependiendo de la fuente e incluyendo la zona correspondiente a los Estados Unidos) es el mayor desierto de Norteamérica. Además, se encuentran las placas tectónicas absorbentes y extendentes.

Subprovincia Sierras y valles del norte

Esta región está formada principalmente por sierras entre las cuales se localizan amplios valles paralelos con orientación norte-sur. La altitud de los sistemas montañosos decrece hacia el sur, de tal forma que en la sierra Los Ajos, al este de Cananea, se localiza la mayor altitud, con 2 620 m; al norte de Mazocahui gran parte de las elevaciones exceden los 1 000 msnm, mientras que al sur de esta población la mayoría de las cimas quedan por abajo de esa altitud. En las sierras dominan las rocas volcánicas ácidas, sin embargo, un cuerpo ígneo intrusivo aflora desde la sierra Los Locos hasta Mazatán y Nácori Grande, pasando por Mazocahui. En los valles abundan los materiales sedimentarios continentales (conglomerados del Terciario); en los ubicados al occidente fluyen los ríos San Miguel de Horcasitas y Sonora; y el Moctezuma y el Bavispe, ambos afluentes del Yaqui, corren por los valles orientales. Una enorme falla normal baja hacia el sur, desde Ignacio Zaragoza, al suroeste de Agua Prieta,

CONSULTA PÚBLICA

bordeando los costados occidentales de las sierras Los Ajos, Buenos Aires y La Madera, hasta el extremo sur de esta última, donde termina. Otra de menor longitud se localiza en el Valle de Moctezuma.

Subprovincia Llanuras y médanos del norte

Está formada por extensos valles aluviales entre los cuales se intercalan algunas sierras; asimismo, en el límite con Chihuahua se localiza un sistema de topoformas denominado bajada. Predominan las rocas sedimentarías (principalmente conglomerados), aunque también se encuentran pequeños afloramientos de rocas ígneas intrusivas ácidas, como en la sierra El Chivato. Surcan este territorio los ríos Punta de Agua y Cajón Bonito, afluentes del Agua Prieta.

IV.3.1.2.3 Características del relieve

IV.3.1.2.3.1 Elevación del terreno

Entre las características más importantes del relieve se encuentran las que se refieren a las elevaciones, pendientes y exposiciones del terreno y que determinan las topoformas de la superficie; algunas otras características tales como la fisiografía, son parte complementaria de la morfología de una superficie determinada.

En relación con las elevaciones presentes en el SAR, se empleó un para el establecimiento los rangos de elevación del terreno (msnm), se reagrupo la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital de 15 m (INEGI, 2013) [44]dentro de cinco rangos con valores correspondientes a un intervalo de 300 msnm, la elevación **mínima** presente es de **1,181 msnm**, la **máxima** de **2,189 msnm**, y la **promedio** de **1,419.99 msnm**. El rango de alturas de mayor frecuencia es de **1,200-1,500** metros sobre el nivel del mar, cubriendo una superficie de **74.33%** de la superficie total (42,307.78 ha), por el contrario, el **0.03%** de la superficie presenta una altura de entre **2,100 – 2,189** msnm; cabe mencionar que el SAR en su totalidad presenta una superficie con una altura sobre el nivel del más mayor a 1,000 metros, como se muestra en la tabla y figura siguientes:

Tabla 17. Rango de elevaciones presentes en el SAR.

Elevaciones (m.s.n.m.)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
1,181 - 1,200	427.14	1.01%
1,200 - 1,500	31,445.75	74.33%
1,500 - 1,800	8,769.79	20.73%
1,800 – 2,100	1,652.53	3.91%
2,100 – 2,189	12.57	0.03%
Total	**42,307.77**	**67.65%**

[44] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). Modelo de Elevación Digital Continuo 3.0 (Resolución 15 m). Aguascalientes, México: INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

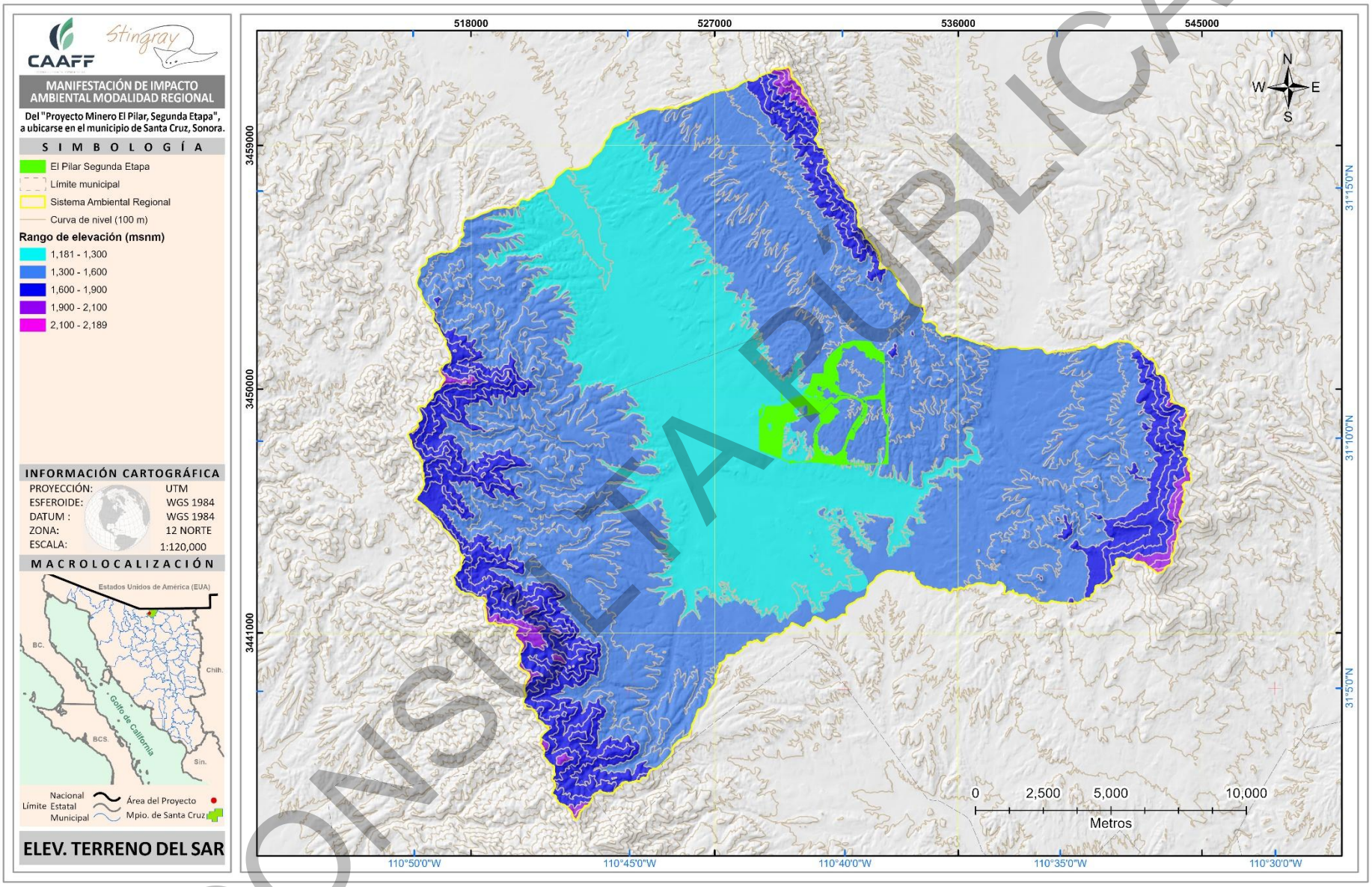


Figura 26. Rango de elevación del terreno del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Con respecto a la elevación del terreno del Área del Proyecto (AP), se utilizó el Modelo de Elevación Digital (MDE) con resolución espacial de 5 metros (INEGI, 2014)[45]. Los resultados indican que la cota mínima registrada es de **1,257.21 msnm**, mientras que la elevación máxima alcanza **1,565.84 msnm**. En conjunto, el área presenta una elevación promedio de **1,334.34 msnm**, lo que refleja un relieve moderadamente variable dentro del sitio. Estos valores pueden apreciarse en la tabla y en las figura que se presentan a continuación:

Tabla 18. Elevación del terreno del AP.

Mínima (msnm)	Máxima (msnm)	Promedio (msnm)
1,257.21	1,565.84	1,334.34

CONSULTA PÚBLICA

[45] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Modelo de Elevación Digital 5 m. Aguascalientes, México: INEGI.

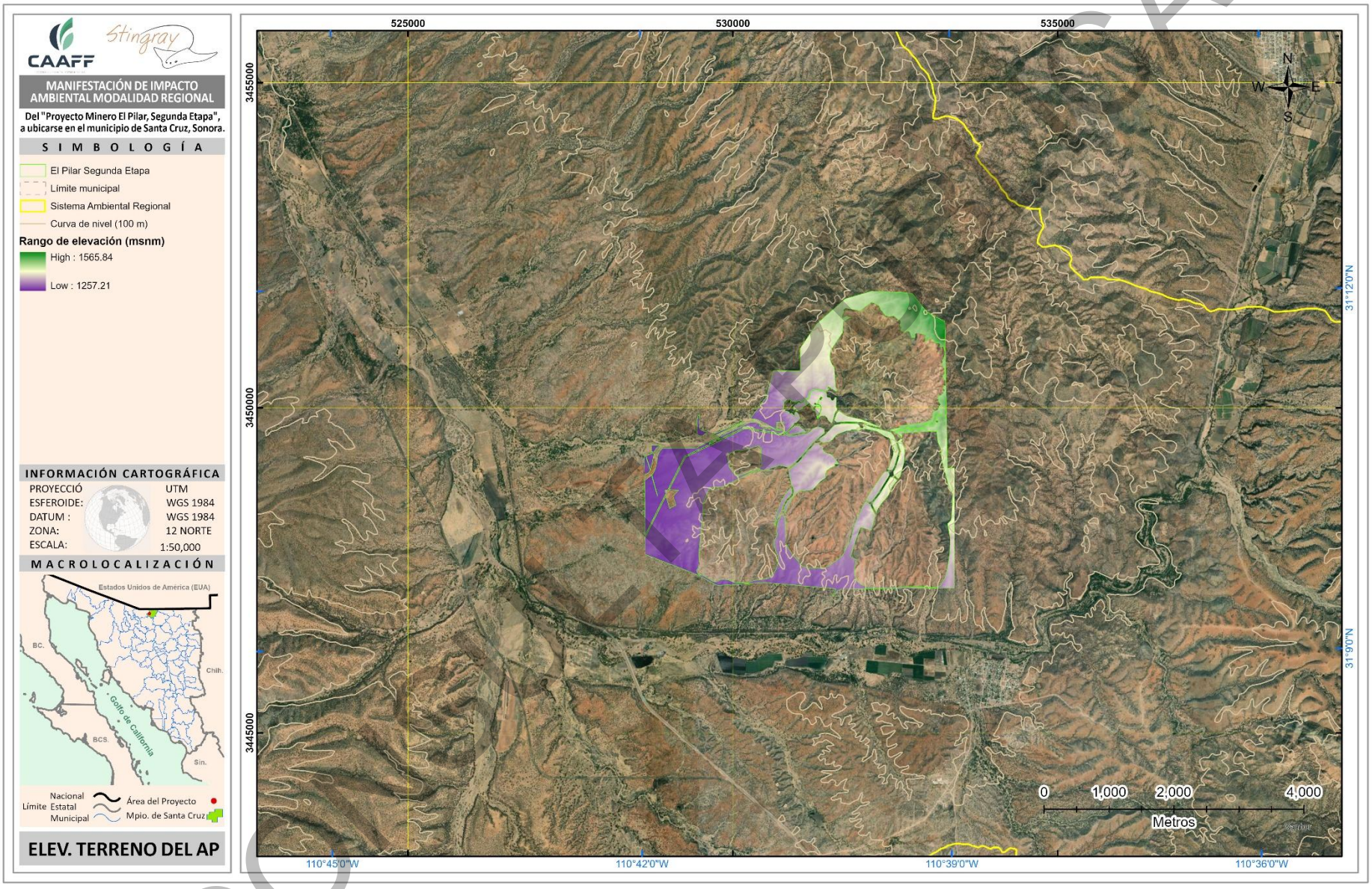


Figura 27. Rango de elevación del terreno del AP.

IV.3.1.2.3.2 Pendiente del terreno

La inclinación del terreno constituye un factor esencial que controla o interviene en la sensibilidad ambiental. La pendiente se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno.

Para la calificación de la pendiente del terreno del SAR, se reagrupo la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital de 15 m dentro de seis rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno en porcentaje, el cual maneja el método de calificación de la FAO modificado por Carmona (1985)[46].

De acuerdo a lo anterior el terreno se clasifica en mayor proporción como **relativamente plano** cuya clasificación está presente en el **52.21%** del área total, y en segundo lugar una pendiente **media** en el **23.97%**, mientras que, en menor proporción el terreno se clasifica como **escarpado** y **muy escarpado** en el **3.65%** y **0.66%** de la superficie respectivamente En termino generales, el SAR presenta un terreno de pendientes planas-medias las cuales dominan en la parte central, sur y norte, las cuales comienzan a tenerse mayores elevaciones y mayor inclinación con rumbo al este y oeste. La pendiente **mínima** es de **0%**, las **máxima** de **173.16%** y el **promedio** de **20.91%**. Lo anterior se observa en las tablas y figura siguientes:

Tabla 19. Clasificación de la pendiente del terreno del SAR.

Pendiente (%)	Definición	Superficie (ha)	Porcentaje
0-1	Plano	2,697.82	6.38%
1 – 20	Relativamente plano	22,087.65	52.21%
20 – 40	Medio	10,139.59	23.97%
40 – 60	Fuerte	5,555.92	13.13%
60 – 80	Escarpado	1,545.91	3.65%
> 80	Muy escarpado	280.89	0.66%
Total		**42,307.77**	**100.00%**

Tabla 20. Pendiente mínima, máxima y media del SAR.

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Pendiente media
0.00	173.16%	20.91%

[46] Carmona, R. (1985). Clasificación de pendientes para estudios de uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

CONSULTA PÚBLICA

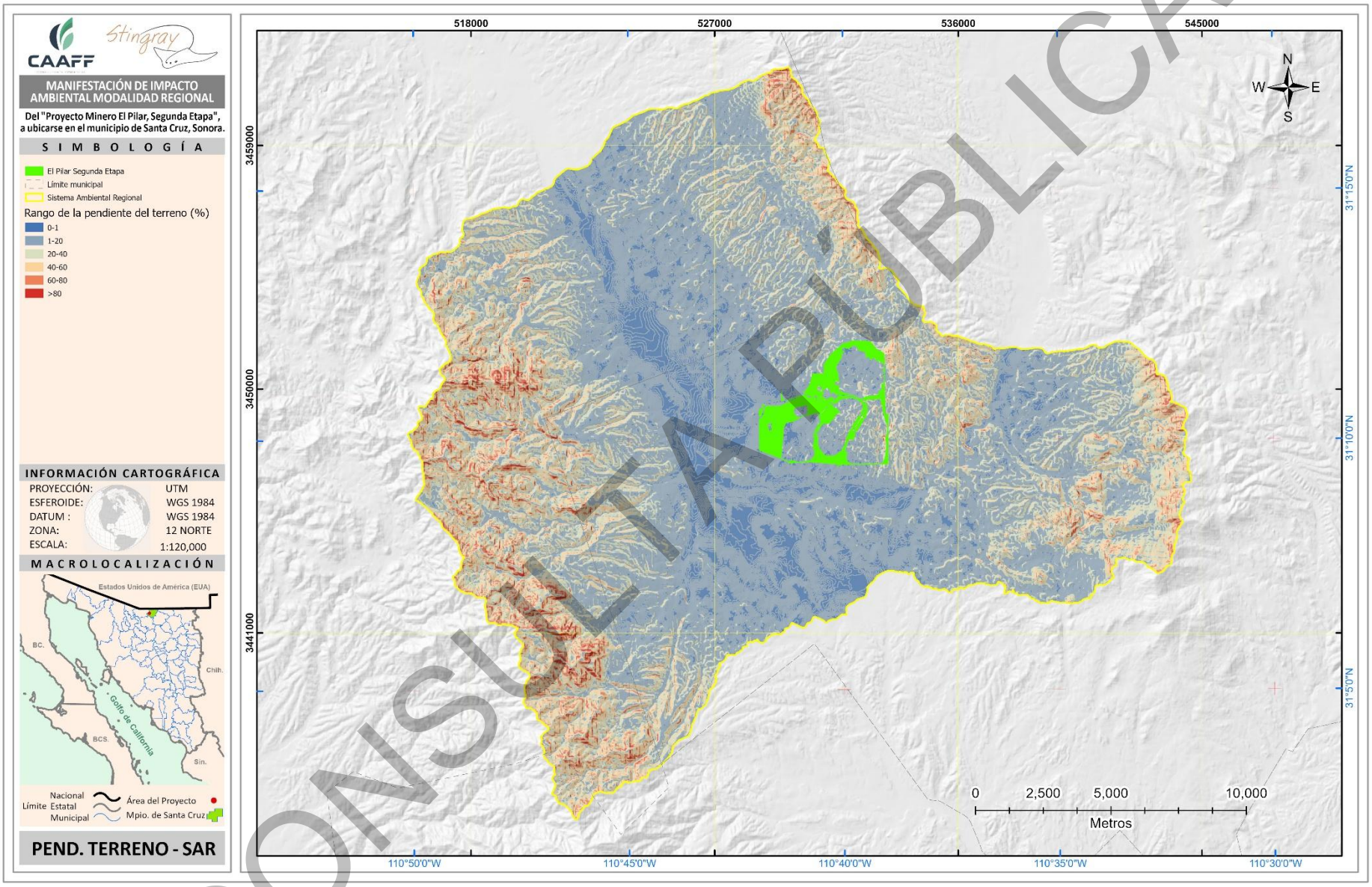


Figura 28. Mapa de pendientes del terreno del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Del mismo modo, para la pendiente del terreno en el Área del proyecto se realizó una calificación dentro de seis rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno en porcentaje, el cual maneja el método de calificación de la FAO modificado por Carmona (1985)[47], empleando el Modelo de Elevación Digital con resolución de 5 m. Los resultados muestran que predominan las pendientes **relativamente planas** (1–20%), las cuales abarcan **68.41%** de la superficie total. En menor proporción se presentan pendientes **medias** (20–40%) con **21.60%**, seguidas de pendientes **fuertes** (40–60%) con **6.65%**. Las zonas clasificadas como **planas** (0–1%) representan solo **0.39%**, mientras que la categoría **escarpada** (60–80%) y **muy escarpada** (>80%) ocupan superficies reducidas de **2.95%** y **0.0005%**, respectivamente. La pendiente **mínima** es **0.03%**, la **máxima** de **81.90%** y la **promedio** de **17.21%**. La distribución completa de pendientes se resume en la siguientes tablas y figura:

Tabla 21. Clasificación de la pendiente del terreno del AP.

Pendiente (%)	Definición	Superficie (ha)	Porcentaje
0-1	Plano	2.35	0.39%
1 – 20	Relativamente plano	413.22	68.41%
20 – 40	Medio	130.45	21.60%
40 – 60	Fuerte	40.19	6.65%
60 – 80	Escarpado	17.79	2.95%
> 80	Muy escarpado	0.003	0.0005%
Total		**604.0**	**100.00%**

Tabla 22. Pendiente mínima, máxima y media del AP.

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Pendiente media
0.03	81.90%	17.21%

CONSULTA PÚBLICA

[47] Carmona, R. (1985). Clasificación de pendientes para estudios de uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

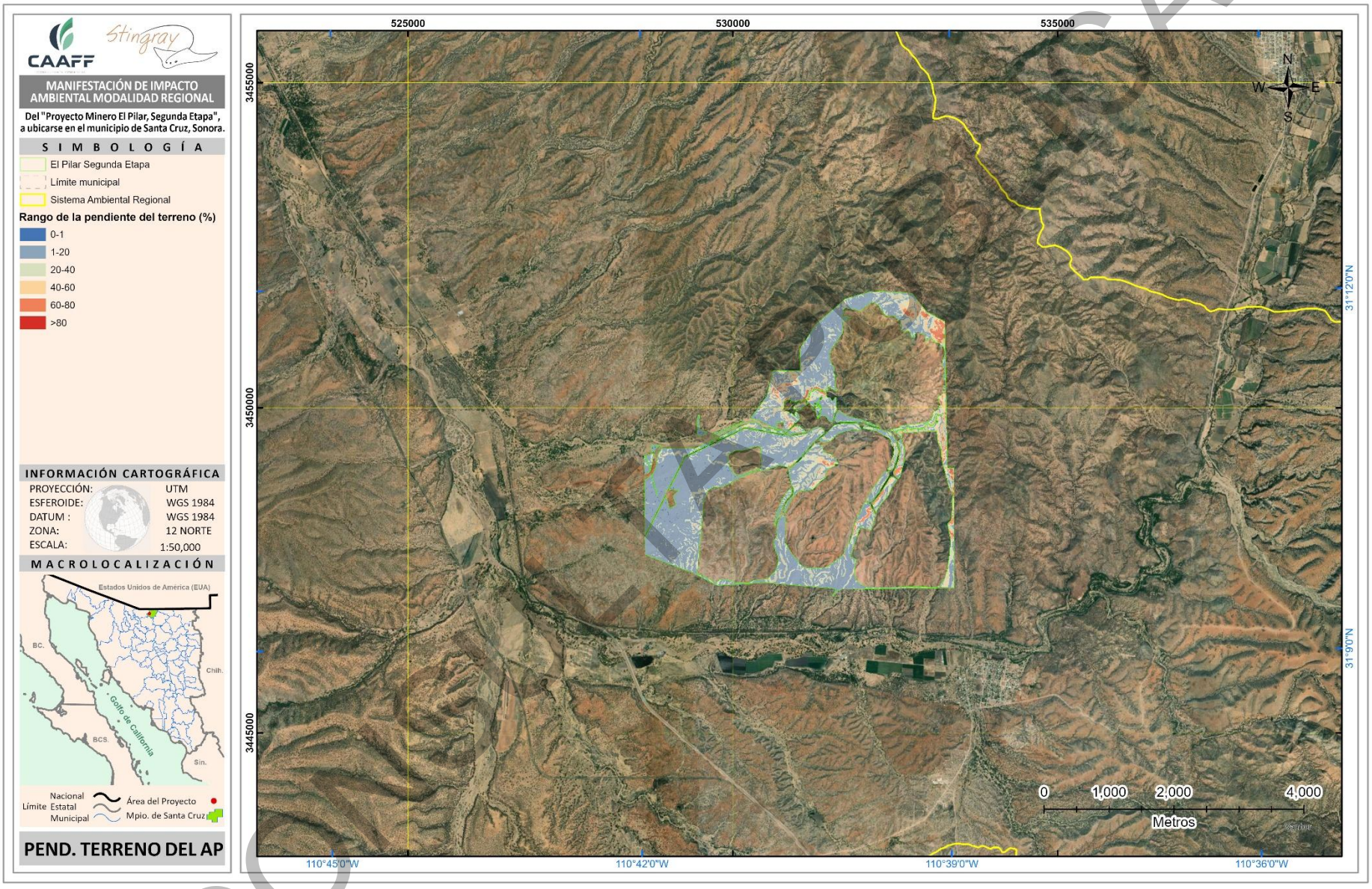


Figura 29. Mapa de pendientes del terreno del AP.

IV.3.1.2.3.3 Exposición del terreno

La situación que guarda un objeto con relación a los puntos cardinales es denominada como exposición, vinculada directamente con la dirección de inclinación de la pendiente. Cada tipo de exposición tiene unas condiciones micro climáticas especiales que determinan los estadios de vegetación y de manera recíproca cuando llegan a su clímax modifican también las condiciones micro climáticas. En este sentido, la influencia de la vegetación y las exposiciones al norte puede traducirse en una disminución de las oscilaciones y una creciente de humedad; mientras que, superficies desnudas y exposiciones hacia el sur, presentan grandes oscilaciones, altos grados de desecación de aire y suelo.

En el SAR, el análisis derivado del Modelo de Elevación Digital muestra una distribución relativamente equilibrada entre las distintas orientaciones, con una ligera predominancia hacia las exposiciones **oeste (13.15%)**, **sur (12.38%)** y **noroeste (12.73%)**, las cuales representan las mayores superficies. En contraste, las áreas con exposición **cenital**, es decir, sin orientación definida, abarcan únicamente el **8.77%**. Las demás orientaciones, norte, noreste, este, sureste y suroeste, presentan porcentajes que oscilan entre **9.80% y 11.99%**, reflejando la heterogeneidad topográfica del sitio. La distribución completa se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 23. Exposición del terreno del SAR.

Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cenital	3,708.90	8.77%
Norte	4,147.73	9.80%
Noreste	4,503.89	10.65%
Este	4,279.55	10.12%
Sureste	4,410.30	10.42%
Sur	5,237.43	12.38%
Suroeste	5,071.89	11.99%
Oeste	5,564.15	13.15%
Noroeste	5,383.93	12.73%
Total	**42,307.770**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

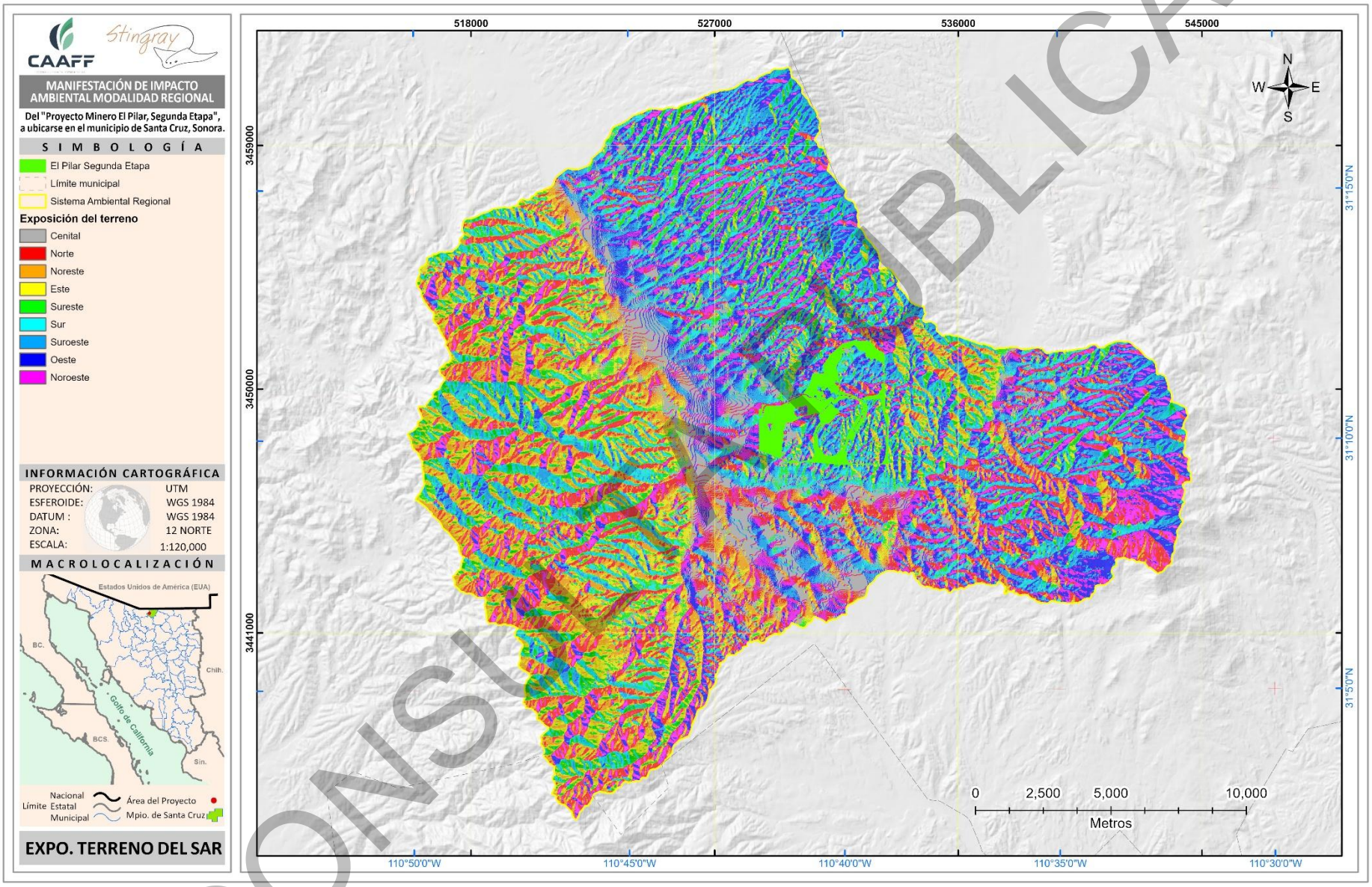


Figura 30. Exposición del terreno del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

En cuanto a la exposición del terreno dentro del Área del Proyecto (AP), la mayor proporción de superficie se orienta hacia el **oeste (21.85%)**, **suroeste (17.82%)** y **sur (14.55%)**, lo que indica un predominio de laderas con alta incidencia solar durante gran parte del día. En segundo término destacan las orientaciones **noroeste (14.46%)**, **norte (9.87%)** y **sureste (9.73%)**, mientras que las exposiciones **este (6.60%)** y **noreste (5.10%)** representan superficies menores. Finalmente, la exposición **cenital**, correspondiente a zonas prácticamente planas, es mínima, con apenas **0.01%**. Estos valores reflejan una topografía variada que influye en las condiciones micro ambientales del sitio. Cada una de las exposiciones del terreno se presentan en la tabla y figura siguientes:

Tabla 24. Exposición del terreno del AP.

Exposición	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cenital	0.07	0.01%
Norte	59.62	9.87%
Noreste	30.80	5.10%
Este	39.88	6.60%
Sureste	58.74	9.73%
Sur	87.89	14.55%
Suroeste	107.62	17.82%
Oeste	131.97	21.85%
Noroeste	87.36	14.46%
Total	**604.0**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

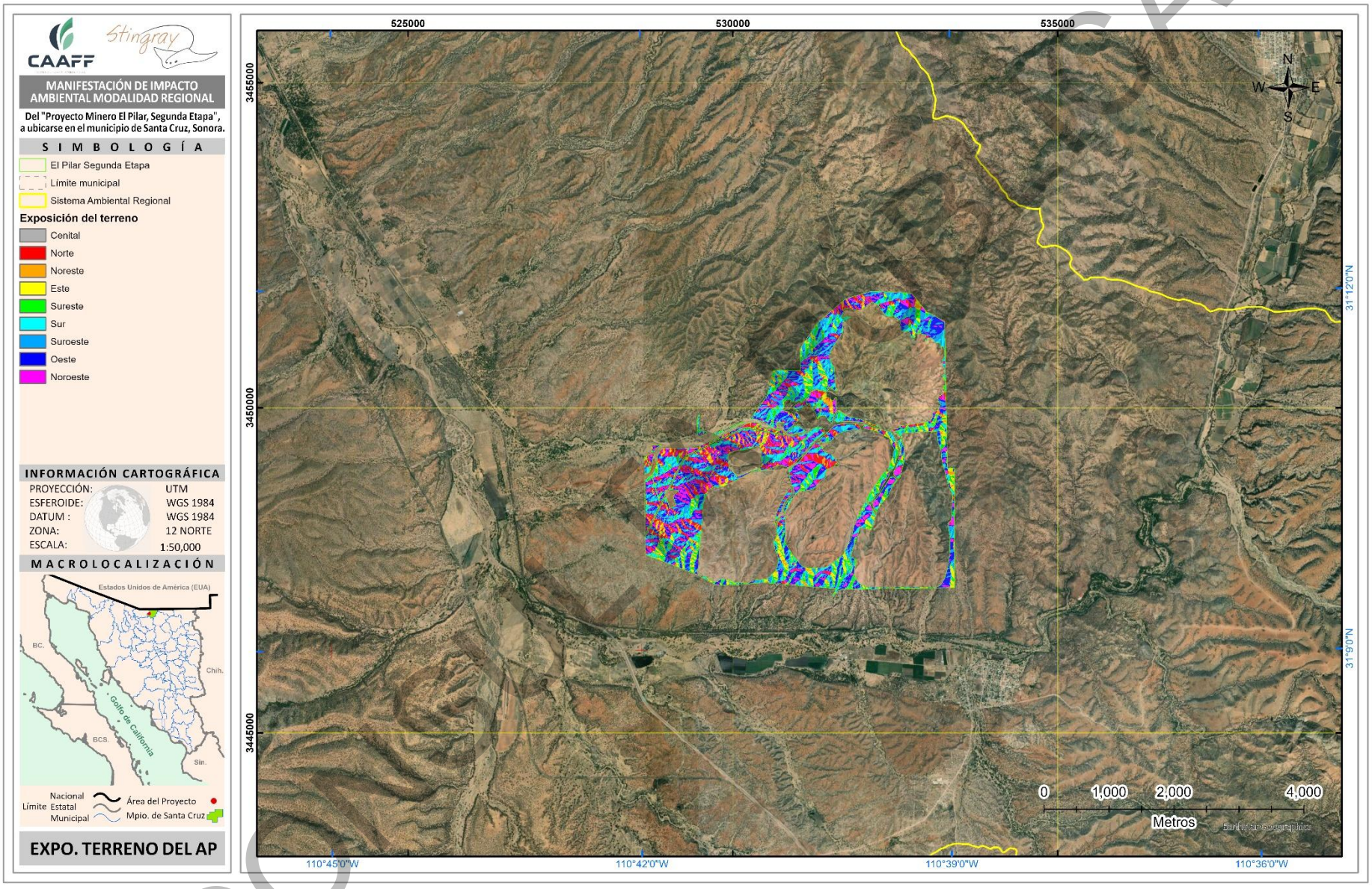


Figura 31. Exposición del terreno del AP.

IV.3.1.2.3.4 Presencia de fallas y fracturamiento

La presencia de fallas y fracturamientos constituye un elemento fundamental para comprender la dinámica estructural y la estabilidad geológica del Área del Proyecto y Sistema Ambiental. Estas discontinuidades en el macizo rocoso resultan de esfuerzos tectónicos pasados y presentes, y su distribución, orientación y magnitud influyen directamente en procesos como la infiltración de agua, la erosión, la estabilidad de laderas y el comportamiento geomecánico del terreno. El análisis de fallas y fracturas permite identificar zonas potencialmente inestables o susceptibles a deformaciones, así como entender la evolución geológica regional. Por ello, su caracterización es esencial para evaluar adecuadamente los riesgos geológicos y orientar las decisiones de manejo y planeación del sitio.

La zona del SAR se encuentra influenciada por **cinco fallas** distribuidas a lo largo de la superficie, las cuales representan planos de ruptura en la roca donde ocurre un desplazamiento relativo entre los bloques que separan. Adicionalmente, se identifican **cuatro entidades clasificadas como fracturas**, ubicadas principalmente hacia los sectores este y oeste. Estas estructuras corresponden a planos de ruptura en la roca, pero **sin evidencia de desplazamiento** entre los bloques, a diferencia de las fallas. Por su parte, en el AP se identifica la influencia de **dos fallas de origen geológico**. Una de ellas se localiza en la porción noreste del área del proyecto, mientras que la segunda se encuentra hacia el suroeste. Ambas corresponden a **fallas normales** que presentan un movimiento vertical hacia la izquierda y muestran una **orientación sureste–noroeste**. La disposición de estas discontinuidades estructurales puede observarse en la figura siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

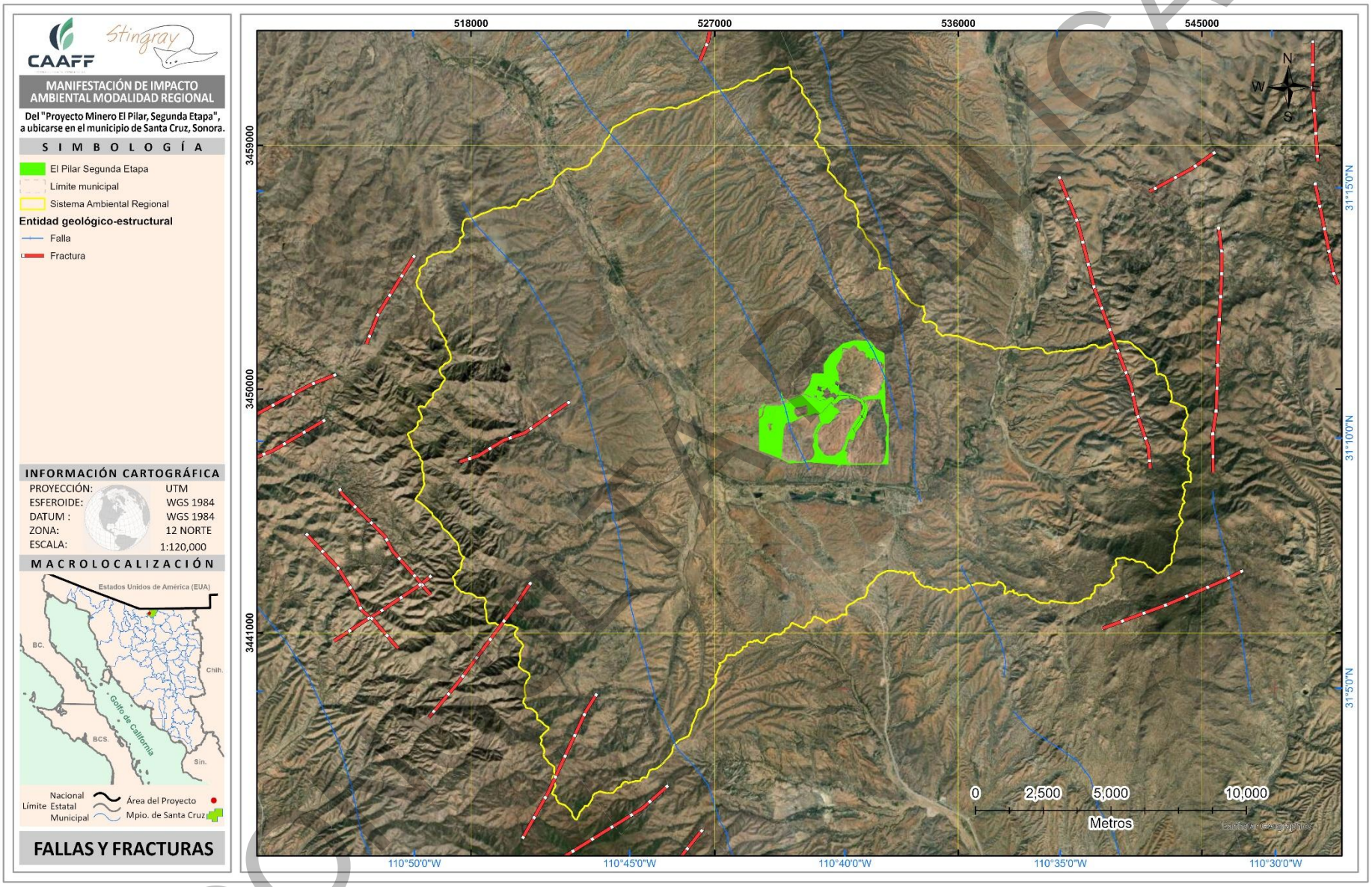


Figura 32. Fallas y fracturas geológicas en el SAR y AP.

COPIA

IV.3.1.2.4 Susceptibilidad

IV.3.1.2.4.1 Sismicidad

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y que bordea al Océano Pacífico. México está conformado por cuatro placas: dos grandes, la de Norteamérica, que va desde México hasta el Ártico y la del Pacífico, que además de incluir parte de México, incluye parte de Estados Unidos y casi todo el Pacífico Norte; una placa mediana, la de Cocos, que ocupa parte del Océano Pacífico, frente a las costas de México y Centroamérica, y se extiende al Sureste hasta Costa Rica; y la pequeña Placa de Rivera, que se encuentra en la boca del Golfo de California. Las placas están en contacto y se desplazan entre sí, con movimientos relativos. Se deslizan paralelamente sobre sus márgenes por debajo de otras dando lugar al fenómeno de subducción (sistema de fallas), como la Placa de Norteamérica que cabalga sobre la de Cocos a una velocidad aproximada de 5 cm/año, cerca de la frontera con el Estado de Jalisco, y hasta 8.3 cm/año, cerca de la frontera México - Guatemala (Nava, 1987)[48].

De acuerdo con la información anterior se obtuvo la siguiente figura, la cual representa la regionalización sísmica propuesta por la CFE[49], el SAR y AP se ubican en el Estado de Sonora, el cual en su totalidad se sitúa sobre una zona clasificada como **"B"**, a lo que se concluye que el riesgo que se tiene es **"bajo"**, donde se registran sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad.

CONSULTA PÚBLICA

[48] Nava, F. A. (1987). Sismicidad y tectónica de placas en México. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.
[49] Comisión Federal de Electricidad (CFE). (s.f.). Regionalización sísmica de México. Comisión Federal de Electricidad



Figura 33. Regionalización sísmica nacional CFE en relación con el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2.4.2 Deslizamiento de laderas y hundimientos

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. Sin embargo, el resto de los tipos de corrimientos (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar. Sin embargo, los peligros o riesgos geológicos se pueden definir como los procesos, situaciones o sucesos que pueden generar un daño económico o social a una comunidad y para cuya prevención, predicción o corrección han de emplearse criterios geológicos.

Por su ubicación el SAR y el AP no se sitúan sobre un área susceptible a deslizamiento de laderas como se muestra en la figura posterior, de acuerdo a la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[50].

CONSULTA PÚBLICA

[50] Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s.f.). Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad a deslizamientos de ladera. CENAPRED.

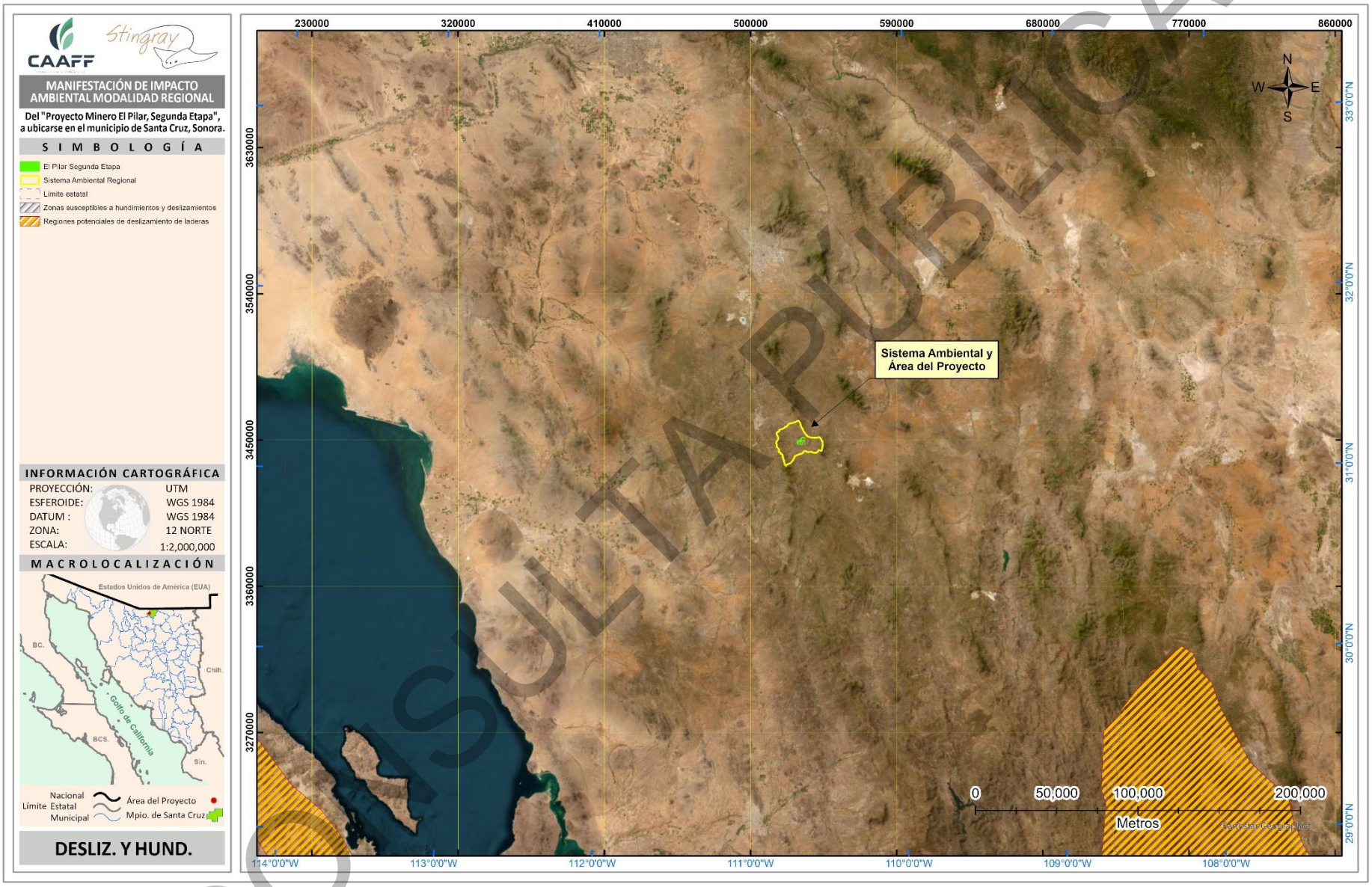


Figura 34. Regiones potenciales del deslizamiento de laderas y hundimientos en relación con el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2.4.3 Inundaciones

Las inundaciones son consideradas como uno de los fenómenos de mayor impacto en el ámbito mundial, debido al efecto que ocasionan en grandes extensiones territoriales densamente pobladas. Domínguez et al. (1999) define una inundación como el proceso que se produce cuando el gasto de una avenida generada en una cuenca supera la capacidad del cauce por lo que el exceso de agua escurre fuera del mismo, hacia las partes más bajas. Las inundaciones son fenómenos naturales que se convierten en peligros cuando los espacios ocupados por las poblaciones abarcan las llanuras de inundación naturales de un río y, por consecuencia, son afectadas por la acumulación de agua.

De acuerdo con la metodología y cartografía generada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[51], la vulnerabilidad por inundación se determina a partir de la interacción entre la susceptibilidad física del territorio, las características hidrometeorológicas, la pendiente del terreno, la proximidad a cauces o zonas bajas, así como la exposición de los elementos presentes en el área, como infraestructura o superficies susceptibles a daños. Esta clasificación permite estimar el grado en que un territorio puede verse afectado ante la ocurrencia de eventos de inundación, identificando así zonas con mayor o menor probabilidad de sufrir daños.

Mediante el análisis del **mapa de índice de peligro por inundación a nivel municipal**, se identificó que en la superficie del **SAR** predominan condiciones de **vulnerabilidad baja**, las cuales abarcan el **53.58%** del área total. En segundo término, un **45.92%** del territorio presenta una **vulnerabilidad media**, relacionada con zonas donde las condiciones topográficas y de escurrimiento pueden favorecer acumulaciones moderadas de agua bajo eventos de precipitación intensa. Finalmente, únicamente un **0.50%** de la superficie se clasifica con **vulnerabilidad alta**, correspondiendo a sectores puntuales donde la topografía o la proximidad a cauces incrementan el riesgo de inundación.

Tabla 25. Grado de vulnerabilidad por inundación en el SAR.

Grado de vulnerabilidad	Superficie (ha)	Porcentaje
Alta	212.22	0.50%
Media	19,428.37	45.92%
Baja	22,667.19	53.58%
Muy baja	0.00	0.00%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

En contraste, para el **Área del Proyecto (AP)**, la totalidad de la superficie (**100%**) se encuentra categorizada con un **grado de vulnerabilidad bajo**, lo que indica condiciones favorables de drenaje natural y un riesgo reducido de afectaciones por inundaciones.

[51] Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020). Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad y vulnerabilidad por inundaciones. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

CONSULTA PÚBLICA

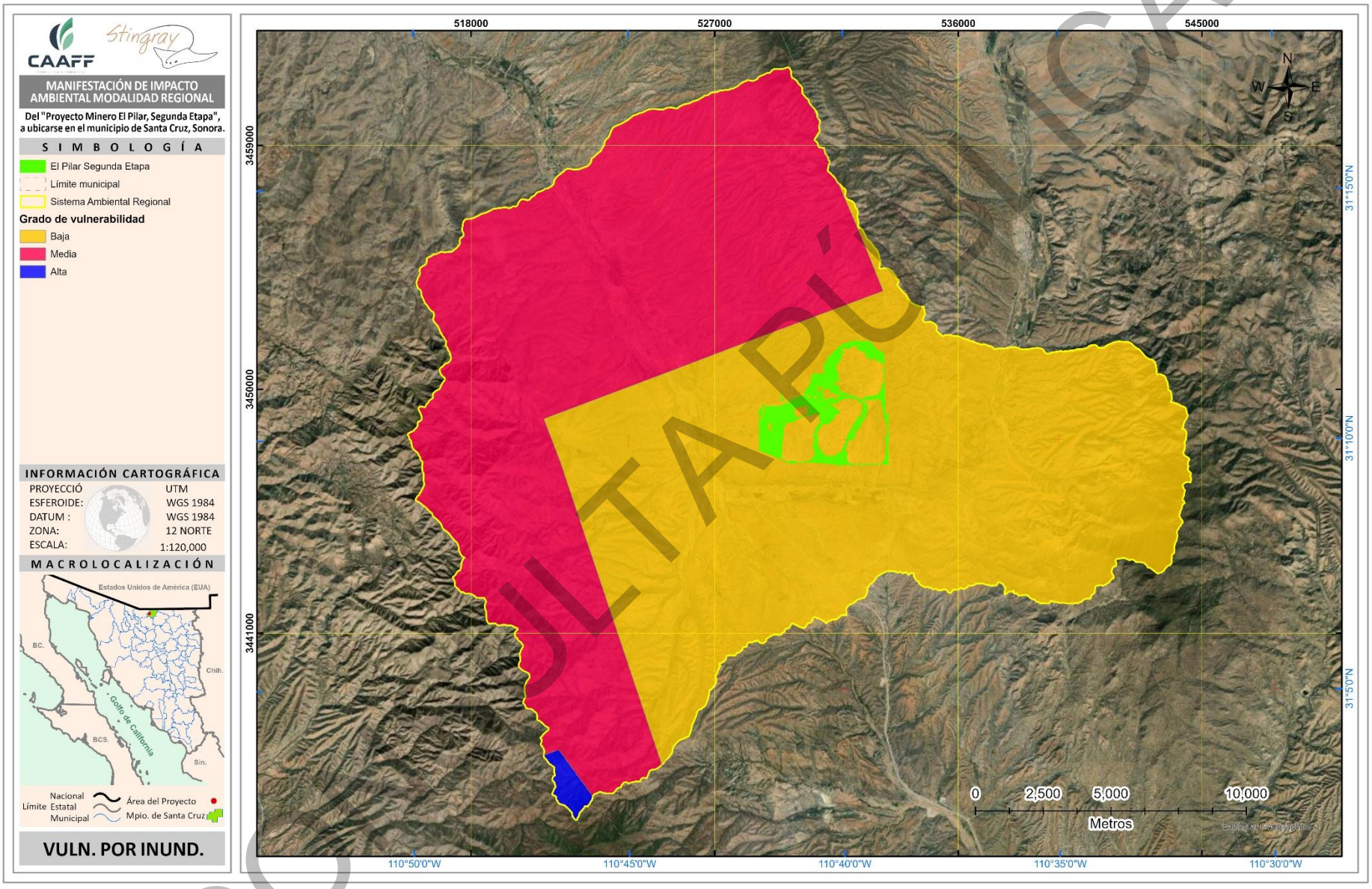


Figura 35. Vulnerabilidad por inundación en el SAR y AP.

COPIA PÚBLICA

IV.3.1.2.5 Suelos

La edafología es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

IV.3.1.2.5.1 Tipo de suelos

Para el presente proyecto se empleó el sistema para la clasificación de suelos del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, Serie II, escala 1:250 000, elaborado por el INEGI[52]. La cartografía edáfica de INEGI integra información actualizada sobre los diferentes grupos de suelos presentes en el territorio mexicano. Su clasificación se basa en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (World Reference Base for Soil Resources, WRB), Reporte No. 84, desarrollada por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), el Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)[53], y posteriormente adaptada por INEGI a las condiciones ambientales específicas de México.

A partir de esta información se identificó que, en el Sistema Ambiental Regional, el **Regosol (RG)** es el suelo de mayor presencia, ocupando el **40.64%** de la superficie total; se trata de un suelo joven, poco evolucionado y generalmente asociado a áreas con procesos erosivos o depósitos recientes. Le sigue el **Leptosol (LP)** con el **37.83%**, caracterizado por su escasa profundidad y la presencia cercana de roca continua, lo que lo convierte en un suelo de limitada capacidad para el desarrollo agrícola. En tercer lugar se encuentra el **Phaeozem (PH)**, que representa el **21.44%** de la superficie y corresponde a un suelo más desarrollado, relativamente fértil y con mayor contenido de materia orgánica. Finalmente, una proporción mínima del **0.09%** corresponde a **Zonas Urbanizadas (ZU)**. Esta distribución evidencia un predominio de suelos someros y poco desarrollados, lo cual influye en la capacidad de uso, manejo y conservación del territorio.

Tabla 26. Suelo dominante en el SAR.

Clave	Suelo	Superficie (ha)	Porcentaje
LP	Leptosol	16,003.40	37.83%
PH	Phaeozem	9,072.76	21.44%
RG	Regosol	17,192.17	40.64%
ZU	Zona urbanizada	39.44	0.09%
Total		**42,307.77**	**100.00%**

Bajo este sistema, en el SAR se presentan los siguientes **tipos de suelo y sus asociaciones**, los cuales se describen a continuación:

Leptosol (LP)

Son suelos muy someros (poca profundidad), frecuentemente con roca dura o material consolidado cerca de la superficie. Suelen ser pedregosos o rocosos, con baja capacidad de retención de agua y escaso desarrollo del perfil. Se forman comúnmente en pendientes o zonas montañosas. Limitantes principales: erosión, escasa fertilidad, bajo potencial agrícola. Subunidades mencionadas:

[52] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos. Serie II. Escala 1:250,000. INEGI

[53] FAO; ISRIC; & SICS. (1998). World Reference Base for Soil Resources (World Soil Resources Reports No. 84). FAO

CONSULTA PÚBLICA

- Esquelético (sk): alta cantidad de fragmentos gruesos (grava, piedras).
- Lítico (li): presencia de roca continua a muy poca profundidad.
- Éutrico (eu): fertilidad relativamente alta (> saturación de bases).
- Mólico (mo): horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica.

Regosol (RG)

Suelos muy jóvenes con escaso desarrollo de horizontes. Se forman a partir de materiales sueltos o sobre pendientes activas. Poseen textura variable y suelen ser profundos, pero estructuralmente inestables. Limitantes principales: erosión hídrica/eólica, baja retención de nutrientes. Subunidades mencionadas:

- Éutrico (eu): mayor saturación de bases, fertilidad moderada.
- Esquelético (sk): abundancia de material grueso.
- Epiléptico (lep): presencia de capa de roca dura a cierta profundidad.
- Endoesquelético (len): alta presencia de fragmentos gruesos a mayor profundidad.
- Calcárico (pca): alto contenido de carbonatos.

Phaeozem (PH)

Suelos más desarrollados, con horizonte superficial oscuro, ricos en materia orgánica y con buena fertilidad natural. Se desarrollan en climas semihúmedos o templados. Aptitud: agrícola y forestal, con manejo adecuado. Subunidades mencionadas:

- Háplico (ha): perfil típico, sin características adicionales marcadas.
- Endoesquelético (skn): presencia de esqueleto (piedras) en profundidad.
- Epiléptico (lep): presencia de roca somera en parte del perfil.
- Epiesquelético (skp): abundante grava o piedras desde la superficie.
- Calcárico (pca): enriquecimiento de carbonatos.

Fluvisol (FL)

Suelos desarrollados sobre depósitos recientes de origen aluvial (ríos, avenidas de agua). Son suelos jóvenes, profundos y generalmente fértiles, aunque susceptibles a inundación. Aptitud: agrícola, dependiendo de drenaje. Subunidad mencionada:

- Éutrico (eu): alta saturación de bases - buena fertilidad.
- Epiesquelético (skp): material grueso en superficie.
- Calcárico (pca): contenido de carbonatos.

Cambisol (CM)

Suelos moderadamente desarrollados, con horizontes iniciales bien diferenciados. Son comunes en regiones con erosión moderada o materiales jóvenes. Aptitud: buena capacidad para agricultura y vegetación natural. Subunidad mencionada:

- Endoesquelético (skpca): material grueso en profundidad + carbonatos.

Zona Urbanizada (ZU)

Área cubierta por infraestructura, asentamientos humanos o superficies alteradas en las que el suelo natural está parcial o totalmente modificado, sin clasificación edáfica aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 27. Unidades edafológicas en el SAR.

Clave	Suelo 1	Subunidad 1	Subunidad 2	Suelo 2	Subunidad 1	Subunidad 2	Suelo 3	Subunidad 1	Subunidad 2	Textura	Superficie (ha)	Porcentaje
LPskli+LPeusk+LPmosk/2R	Leptosol	Esquelético	Lítico	Leptosol	Éutrico	Esquelético	Leptosol	Mólico	Esquelético	Media	6,764.13	15.99%
LPskli+LPeusk+RGsklep/2R	Leptosol	Esquelético	Lítico	Leptosol	Éutrico	Esquelético	Regosol	Esquelético	Epiléptico	Media	3,450.89	8.16%
LPskli+LPeusk+RGsknar/1R	Leptosol	Esquelético	Lítico	Leptosol	Éutrico	Esquelético	Regosol	Endoesquelético	Arénico	Media	1,210.11	2.86%
LPskli+LPmosk+LPeusk/2R	Leptosol	Esquelético	Lítico	Leptosol	Mólico	Esquelético	Leptosol	Éutrico	Esquelético	Media	4,578.27	10.82%
PHha+PHskn+FLeu/2	Phaeozem	Háplico		Phaeozem	Endoesquelético		Fluvisol	Éutrico		Media	2,233.44	5.28%
PHha+PHskn+RGha/2	Phaeozem	Háplico		Phaeozem	Endoesquelético		Regosol	Háplico		Media	3,150.24	7.45%
PHskpca+LPmosk+RGskpca/2R	Phaeozem	Epiesquelético	Calcárico	Leptosol	Mólico	Esquelético	Regosol	Epiesquelético	Calcárico	Gruesa	3,689.09	8.72%
RGeu+FLeu/2	Regosol	Éutrico		Fluvisol	Éutrico					Media	1,287.10	3.04%
RGeusk+PHsklep+LPeusk/1R	Regosol	Éutrico	Esquelético	Phaeozem	Esquelético	Epiléptico	Leptosol	Éutrico	Esquelético	Gruesa	4,685.99	11.08%
RGeuskp+LPmosk+PHlep/1R	Regosol	Éutrico	Epiesquelético	Leptosol	Mólico	Esquelético	Phaeozem	Epiléptico		Gruesa	1,175.93	2.78%
RGeuskp+PHskp/1R	Regosol	Éutrico	Epiesquelético	Phaeozem	Epiesquelético					Gruesa	7,982.23	18.87%
RGsklen+FLskpca+PHsklen/2R	Regosol	Esquelético	Endoléptico	Fluvisol	Epiesquelético	Calcárico	Phaeozem	Esquelético	Endoléptico	Gruesa	1,066.61	2.52%
RGsklen+LPskli+PHsklen/1R	Regosol	Esquelético	Endoléptico	Leptosol	Esquelético	Lítico	Phaeozem	Esquelético	Endoléptico	Media	8.83	0.02%
RGskpca+CMskpca/1R	Regosol	Endoesquelético	Calcárico	Cambisol	Endoesquelético	Calcárico				Gruesa	985.47	2.33%
ZU	Zona urbanizada										39.44	0.09%
Total											**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

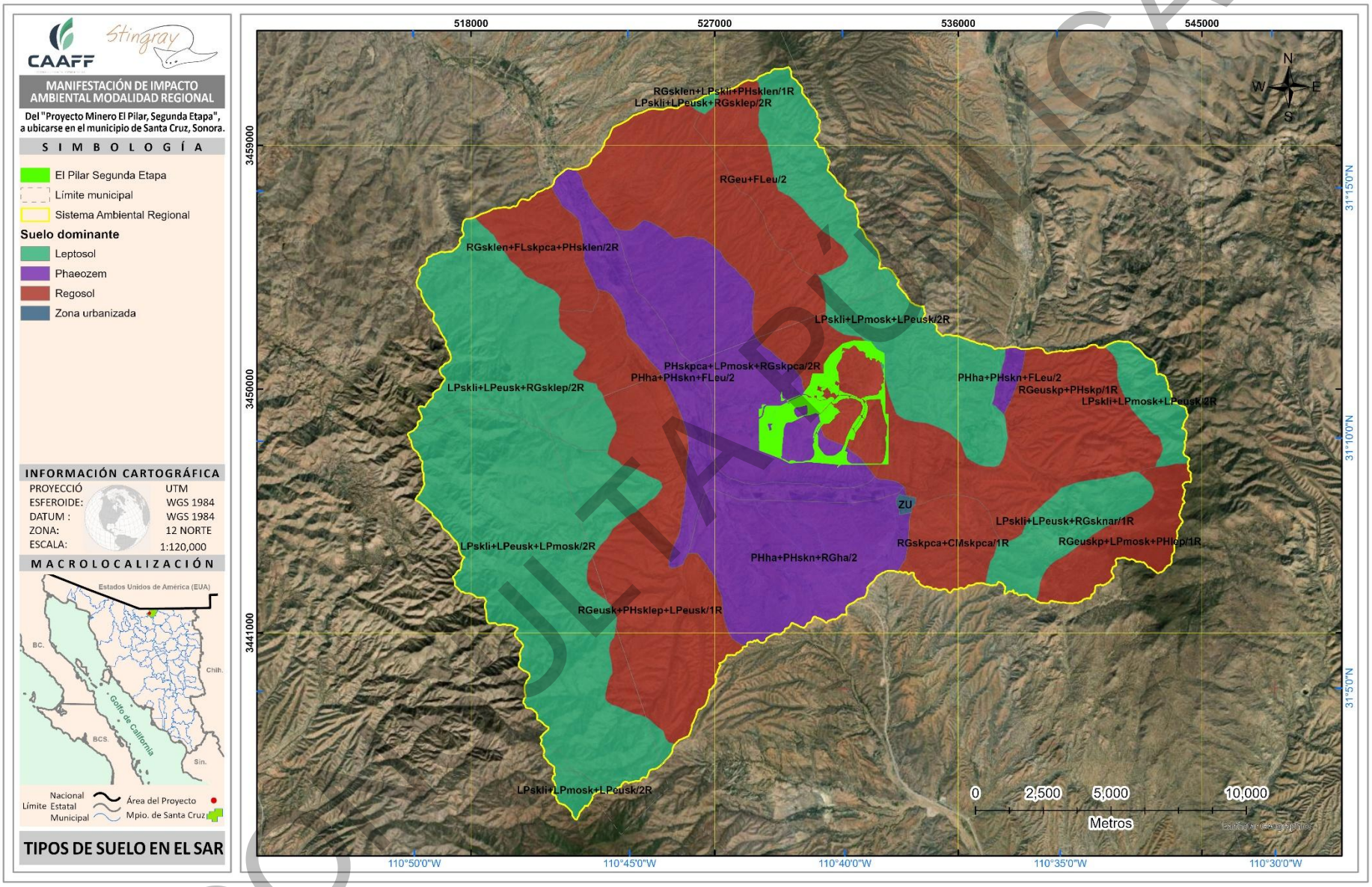


Figura 36. Tipos de suelo en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA

En el Área del Proyecto se identifican tres grandes grupos de suelo según la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), adaptada por INEGI: **Leptosol, Phaeozem y Regosol**, los cuales se presentan en asociaciones y complejos edáficos que integran diferentes subunidades y propiedades específicas. El complejo **LPskli+LPmosk+LPeusk/2R** presentes en el **49.63%** de la superficie corresponde a Leptosoles en distintas fases: delgados, pedregosos y con ciertos sectores más fértiles (mólicos y eútricos), pero en general con fuertes limitaciones para el uso intensivo del suelo. La agrupación **PHskpca+LPmosk+RGskpca/2R** en el **8.72%** de la superficie combina suelos fértiles (Phaeozem) con Leptosoles someros y Regosoles calcáricos. Su textura gruesa y presencia de fragmentos limita su retención de agua, pero mantiene buena capacidad nutricional. La agrupación **RGeuskp+PHskp/1R** se presenta en el **18.87%** del área, y reúne Regosoles fértiles pero muy pedregosos, asociados a Phaeozems someros. Su textura gruesa influye en una baja retención de humedad, aunque conservan cierta capacidad productiva por su condición eútrica.

A continuación, se definen los tipos de suelo identificados y sus características relevantes para la interpretación ambiental:

Leptosol (LP)

Los Leptosoles son suelos muy poco profundos, desarrollados sobre roca o materiales pedregosos, generalmente con alta pendiente y susceptibilidad a erosión. Su profundidad efectiva es reducida (<25 cm), lo que limita el desarrollo radicular y la retención de humedad. Subunidades encontradas:

- Esquelético: alto contenido de fragmentos gruesos (>40%).
- Lítico: presencia de roca sólida a escasa profundidad.
- Mólico: horizonte superficial oscuro, con buena materia orgánica y mejor fertilidad.
- Éutrico: alta saturación de bases - suelos moderadamente fértiles.

Phaeozem (PH)

Los Phaeozems son suelos fértiles, con un horizonte superficial oscuro rico en materia orgánica (horizonte mólico). Poseen buena estructura y retención de humedad, siendo aptos para actividades agropecuarias cuando las pendientes lo permiten. Subunidades encontradas:

- Epiesquelético: presencia de fragmentos gruesos cerca de la superficie.
- Calcárico: abundante contenido de carbonatos de calcio.
- Mólico: capa superficial humífera con buena fertilidad.

Regosol (RG)

Los Regosoles son suelos jóvenes, sin horizontes desarrollados, formados por materiales recientes o sueltos. Presentan gran variabilidad en textura, profundidad y fertilidad, dependiendo del material de origen. Son frecuentes en zonas erosionadas o de depósitos recientes. Subunidades encontradas:

- Éutrico: saturación de bases alta - fertilidad moderada.
- Epiesquelético: abundante presencia de material grueso (>40%).
- Calcárico: alto contenido de carbonatos.

En el área, los regosoles son profundos, presentan una fase física pedregosa y en general muestran buena permeabilidad, derivada esto tanto de su alta pedregosidad como de la textura de su fase "fina", misma que en los sitios muestreados vario de arena a arenosa franco. En general, no muestran, o si acaso es mínimo, desarrollo de horizontes diagnósticos salvo el más superficial que se caracteriza por ser ócrico y con estructura granular débil a moderada por lo general.

CONSULTA PÚBLICA

Los análisis de laboratorio mostraron que son suelos con bajo contenido de carbonato de calcio y moderadamente ácidos a neutros. Sobre los mismos depósitos de material geológico no consolidado, pero donde las condiciones topográficas son propicias para la acumulación de material orgánico manteniéndose un adecuado drenaje, se ha generado suelo de tipo phaeozem.

A continuación, se muestran los resultado de laboratorio del suelo realizados:

Tabla 28. Resultados No.1 de las muestras de suelo.

PARAMETROS :		pH	Cond. Eléctrica	Fósforo Bray I	Nitratros (NO_3)	Acidez y Aluminio Intercambiable (Al)	Carbonato de calcio ($CaCO_3$)	Humedad	R.A.S.	Sulfatos ($SO_4^=$)	Saturación	Densidad Real	Nitrógeno Total	CATIONES SOLUBLES				ANIONES SOLUBLES		
														Na	K	Ca	Mg	Cl	CO_3^-	HCO_3^-
No. Lab:	Unidad: Identificación de muestra:		µS/cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		mg/kg	%	g/mL	mg/kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/L	mg/L	mg/L
FQ-23629	SUE 1 A 13h 06 (20080517)	5,55	45,3	23,1	25,2	N.C < 1	0,4	0,64	2,82	N.C. < 20	29,67	2,45	732	29,0	16,7	13,3	6,87	20	N.C.<24	31
FQ-23630	SUE 2 A 14h 03 (20080517)	5,21	59,6	17,3	14,2	N.C < 1	0,5	1,24	3,06	N.C. < 20	30,52	2,41	930	34,6	12,5	12,0	4,50	N.C. < 10	N.C.<24	20
FQ-23631	SUE 5 A 16h 08 (20080517)	6,22	101	28,4	37,6	N.C < 1	0,4	0,98	3,17	N.C. < 20	27,52	2,54	929	29,0	47,0	16,8	5,75	N.C. < 10	N.C.<24	30
FQ-23632	SUE 6 17h 35 (20080517)	6,38	89,4	17,9	24,6	N.C < 1	0,4	0,30	3,24	N.C. < 20	26,32	2,41	1 150	26,7	31,6	16,7	4,77	N.C. < 10	N.C.<24	64
FQ-23633	SUE 3 18h 10 (20080517)	6,32	165	16,2	55,6	N.C < 1	0,6	0,46	2,86	N.C. < 20	33,64	2,35	1 180	32,1	38,0	30,8	10,3	N.C. < 10	N.C.<24	91
FQ-23634	SUE 8 A 18h 50 (20080517)	6,24	28,7	13,7	10,2	N.C < 1	0,2	1,30	3,51	N.C. < 20	20,37	2,50	N.C. < 500	27,6	21,9	9,37	8,39	N.C. < 10	N.C.<24	27
FQ-23635	SUE 4 A 07h 42 (20080518)	7,89	76,6	1,27	7,8	N.C < 1	1,4	3,53	2,01	N.C. < 20	30,53	2,48	650	29,1	10,6	35,2	9,16	N.C. < 10	N.C.<24	106
FQ-23636	SUE 7 A 08h 45 (20080518)	6,68	58,4	2,79	10,8	N.C < 1	0,8	3,66	2,32	N.C. < 20	41,49	2,30	1 210	30,0	26,7	20,5	18,3	N.C. < 10	N.C.<24	64
FQ-23637	SUE 6 A 09h 47 (20080518)	6,50	38,3	3,74	10,6	N.C < 1	1,2	4,28	2,05	N.C. < 20	41,58	2,46	N.C. < 500	31,0	16,7	21,5	21,2	16	N.C.<24	59
FQ-23642	SUE 1 B 13h 06 (20080517)	6,90	47,6	10,6	9,4	N.C < 1	0,6	3,46	2,88	N.C. < 20	33,08	2,47	N.C. < 500	29,1	34,6	24,1	24,5	22	N.C.<24	85
FQ-23643	SUE 2 B 14h 03 (20080517)	6,48	45,1	12,2	9,4	N.C < 1	0,6	1,95	3,89	N.C. < 20	29,45	2,47	N.C. < 500	43,3	33,4	17,0	34,5	14	N.C.<24	20
FQ-23644	SUE 2 C 14h 03 (20080517)	6,08	69,0	7,61	10,8	N.C < 1	0,8	2,86	5,20	34	N.R.	2,41	N.C. < 500	50,2	43,4	22,3	47,6	N.C. < 10	N.C.<24	27
FQ-23645	SUE 5 B 16h 08 (20080517)	6,00	26,5	1,21	8,8	N.C < 1	0,3	1,00	4,01	N.C. < 20	18,73	2,50	N.C. < 500	32,9	21,0	10,2	11,7	N.C. < 10	N.C.<24	39
FQ-23646	SUE 8 B 18h 50 (20080517)	5,66	26,1	8,14	10,8	N.C < 1	0,3	2,20	3,93	N.C. < 20	20,10	2,43	N.C. < 500	27,7	16,8	10,4	9,99	N.C. < 10	N.C.<24	30
FQ-23647	SUE 4 B 07h 42 (20080518)	7,99	99,2	12,9	27,4	N.C < 1	1,4	4,42	2,10	37	29,12	2,55	N.C. < 500	32,8	10,8	40,6	11,6	12	N.C.<24	232
FQ-23648	SUE 7 B 08h45 (20080518)	6,95	26,5	2,12	6,8	N.C < 1	0,8	8,76	2,38	N.C. < 20	46,52	2,29	647	35,8	27,2	22,0	30,6	14	N.C.<24	66
FQ-23649	SUE 6 A 09h 47 (20080518)	8,34	57,0	1,44	4,4	N.C < 1	2,5	9,68	1,61	N.C. < 20	32,74	2,32	N.C. < 500	28,1	4,34	37,4	4,15	N.C. < 10	N.C.<24	153
PROCESO/ANALISTA:		2008/05/21 TGA	2008/05/21 DPA	2008/05/23 BSTB/MOSC	2008/05/22 GLC/JHL	2008/05/23 CVGMOSC	2008/05/26 LGV/JHL	2008/05/20 MGG/DPA	2008/05/25 CFL	2008/05/26 GLC/JHL	LGV/CKSA 2008/05/23	2008/05/21 CFL	2008/05/29 CVGMOSC	2008/05/29 RGH/GAP	2008/05/29 RGH/GAP	2008/05/29 RGH/GAP	2008/05/29 RGH/GAP	2008/05/26 AZVP/IJHL	2008/05/22 AZVP/IJHL	2008/05/22 AZVP/IJHL

Tabla 29. Resultados No.2 de las muestras de suelo.

PARAMETROS :		CATIONES INTERCAMBIABLES				C.I.C.	%BALANCE CATIÓNICO				TEXTURA			Materia Orgánica	MICRONUTRIENTES EXTRACTABLES			
		Na	K	Ca	Mg		Na	K	Ca	Mg	Arena	Arcilla	Limo		Fe	Cu	Mn	Zn
No. Lab:	Unidad: Identificación de muestra:	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	meq/100g	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
FQ-23629	SUE 1 A 13h 06 (20080517)	84,2	174	1 450	336	10,8	3,38	4,12	67,0	25,5	88,3	3,7	8,0	1,05	25,7	25,2	17,4	1,00
FQ-23630	SUE 2 A 14h 03 (20080517)	97,1	131	1 620	396	12,1	3,48	2,77	66,8	26,9	82,3	1,4	16,3	2,24	56,0	9,33	20,0	0,936
FQ-23631	SUE 5 A 16h 08 (20080517)	85,0	355	1 290	182	9,08	4,07	10,0	69,4	16,5	86,6	1,4	12,0	1,86	19,8	3,84	19,1	1,23
FQ-23632	SUE 6 17h 35 (20080517)	85,5	244	1 240	151	8,44	4,40	7,41	73,5	14,7	84,6	3,4	12,0	1,54	21,3	9,28	34,2	4,51
FQ-23633	SUE 3 18h 10 (20080517)	83,2	280	1 600	296	11,5	3,32	6,22	69,3	21,1	87,0	1,4	11,6	1,80	15,8	65,3	30,1	8,43
FQ-23634	SUE 8 A 18h 50 (20080517)	77,2	127	848	121	5,90	5,69	5,52	71,9	16,9	93,0	3,0	4,0	1,17	12,5	2,33	19,1	0,822
FQ-23635	SUE 4 A 07h 42 (20080518)	90,9	100	3 900	202	21,8	1,81	1,18	89,4	7,62	93,0	5,0	2,0	0,95	1,20	0,800	1,77	0,221
FQ-23636	SUE 7 A 08h 45 (20080518)	86,0	246	2 280	499	16,4	2,29	3,86	68,8	25,1	72,6	17,0	10,4	4,79	13,5	3,15	16,8	0,566
FQ-23637	SUE 6 A 09h 47 (20080518)	107	188	4 820	626	30,2	1,54	1,60	79,8	17,1	72,6	15,4	12,0	1,46	9,41	1,10	11,3	0,197
FQ-23642	SUE 1 B 13h 06 (20080517)	97,7	154	1 940	356	13,4	3,16	2,94	72,1	21,8	84,6	11,4	4,0	0,32	14,8	16,4	3,62	0,226
FQ-23643	SUE 2 B 14h 03 (20080517)	131	129	1 570	701	14,5	3,92	2,28	54,1	39,7	88,6	11,4	0,0	0,63	13,8	4,16	2,00	0,191
FQ-23644	SUE 2 C 14h 03 (20080517)	173	73,1	1 490	723	14,3	5,25	1,31	52,0	41,5	85,2	9,0	5,8	0,31	14,2	3,56	5,84	0,393
FQ-23645	SUE 5 B 16h 08 (20080517)	88,6	77,5	858	119	5,85	6,58	3,39	73,3	16,7	94,6	3,4	2,0	0,96	11,7	5,20	16,0	0,213
FQ-23646	SUE 8 B 18h 50 (20080517)	85,8	32,6	849	106	5,57	6,69	1,50	76,2	15,6	92,6	1,4	6,0	1,27	13,1	1,19	22,0	0,400
FQ-23647	SUE 4 B 07h 42 (20080518)	92,9	87,6	3 700	224	21,0	1,93	1,07	88,2	8,79	92,6	3,4	4,0	1,53	2,08	1,15	2,70	0,256
FQ-23648	SUE 7 B 08h45 (20080518)	102	85,9	3 000	668	21,2	2,10	1,04	70,9	26,0	67,0	19,4	13,6	1,85	5,58	0,834	4,20	0,130
FQ-23649	SUE 6 B 09h 47 (20080518)	115	118	9 500	661	53,7	0,93	0,563	88,4	10,1	86,6	5,4	8,0	1,02	1,00	0,352	1,45	0,184
ANALISTA:		2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/22 /23 FJBR/MOSC	2008/05/22/23 FJBR/MOSC	2008/05/ 22/23 FJBR/MOSC	JAGM/CKSA 2008/05/21	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG	2008/05/30 GAPG

N.C. = No Cuatificable | mg/L = Miligramos por Litro | NMX = Norma Mexicana | µS/cm = Micromhos por centímetro | meq/100g = Miliequivalentes por cada 100 gramos
REFERENCIA: NOM-21–RECNAT-2000 | N.R.= No Realizado | mg/kg = Miligramos por Kilogramo | NOTA: La determinación de Ph y C.E. fue analizado en realizado en suspensión 1+2(suelo+agua)

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 30. Resultados No.3 de las muestras de suelo.

PARAMETROS :		METALES SOLUBLES EN AGUA/CO_2								
		Arsénico (As)	Cromo Total (Cr)	Cadmio (Cd)	Mercurio (Hg)	Níquel (Ni)	Plata (Ag)	Selenio (Se)	Bario (Ba)	Plomo (Pb)
No. Lab:	Identificación de muestra: Unidad:	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
FQ-23629	SUE 1 A 13h 06 (20080517)	0,015	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	0,015	N.C.	N.C.
FQ-23630	SUE 2 A 14h 03 (20080517)	0,018	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	0,018	N.C.	N.C.
FQ-23631	SUE 5 A 16h 08 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	0,039	N.C.	N.C.
FQ-23632	SUE 6 17h 35 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23633	SUE 3 18h 10 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23634	SUE 8 A 18h 50 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23635	SUE 4 A 07h 42 (20080518)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23636	SUE 7 A 08h 45 (20080518)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	0,060	N.C.
FQ-23637	SUE 6 A 09h 47 (20080518)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23642	SUE 1 B 13h 06 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23643	SUE 2 B 14h 03 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23644	SUE 2 C 14h 03 (20080517)	0,005	N.C.	N.C.	0,0012	N.C.	N.C.	N.C.	0,072	N.C.
FQ-23645	SUE 5 B 16h 08 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	0,0006	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23646	SUE 8 B 18h 50 (20080517)	N.C.	N.C.	N.C.	0,0006	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23647	SUE 4 B 07h 42 (20080518)	N.C.	N.C.	N.C.	0,0006	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23648	SUE 7 B 08h45 (20080518)	N.C.	N.C.	N.C.	0,0005	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
FQ-23649	SUE 6 B 09h 47 (20080518)	N.C.	N.C.	N.C.	0,0006	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
	Límite de Cuantificación	0,005	0,005	0,0025	0,0003	0,010	0,0025	0,012	0,050	0,010
ANALISTA:		2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG	2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG	2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG	2008/05/28 FJBR/RGHB	2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG	2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG	2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG	2008/05/27 FJBR/RGHBGAPG	2008/05/27 FJBR/RGHB/GAPG
N.C. = No Cuatificable		N.A. = No aplica			mg/L = Miligramos por Litro			REFERENCIA: NOM-141- SEMARNAT-2003		

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 31. Unidades edafológicas en el AP.

Clave	Suelo 1	Subunidad 1	Subunidad 2	Suelo 2	Subunidad 1	Subunidad 2	Suelo 3	Subunidad 1	Subunidad 2	Textura	Superficie (ha)	Porcentaje
LPskli+LPmosk+LPeusk/2R	Leptosol	Esquelético	Lítico	Leptosol	Mólico	Esquelético	Leptosol	Éutrico	Esquelético	Media	299.79	49.63%
PHskpca+LPmosk+RGskpca/2R	Phaeozem	Epiesquelético	Calcárico	Leptosol	Mólico	Esquelético	Regosol	Epiesquelético	Calcárico	Gruesa	17.98	8.72%
RGeuskp+PHskp/1R	Regosol	Éutrico	Epiesquelético	Phaeozem	Epiesquelético					Gruesa	286.23	18.87%
Total											**604.00**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

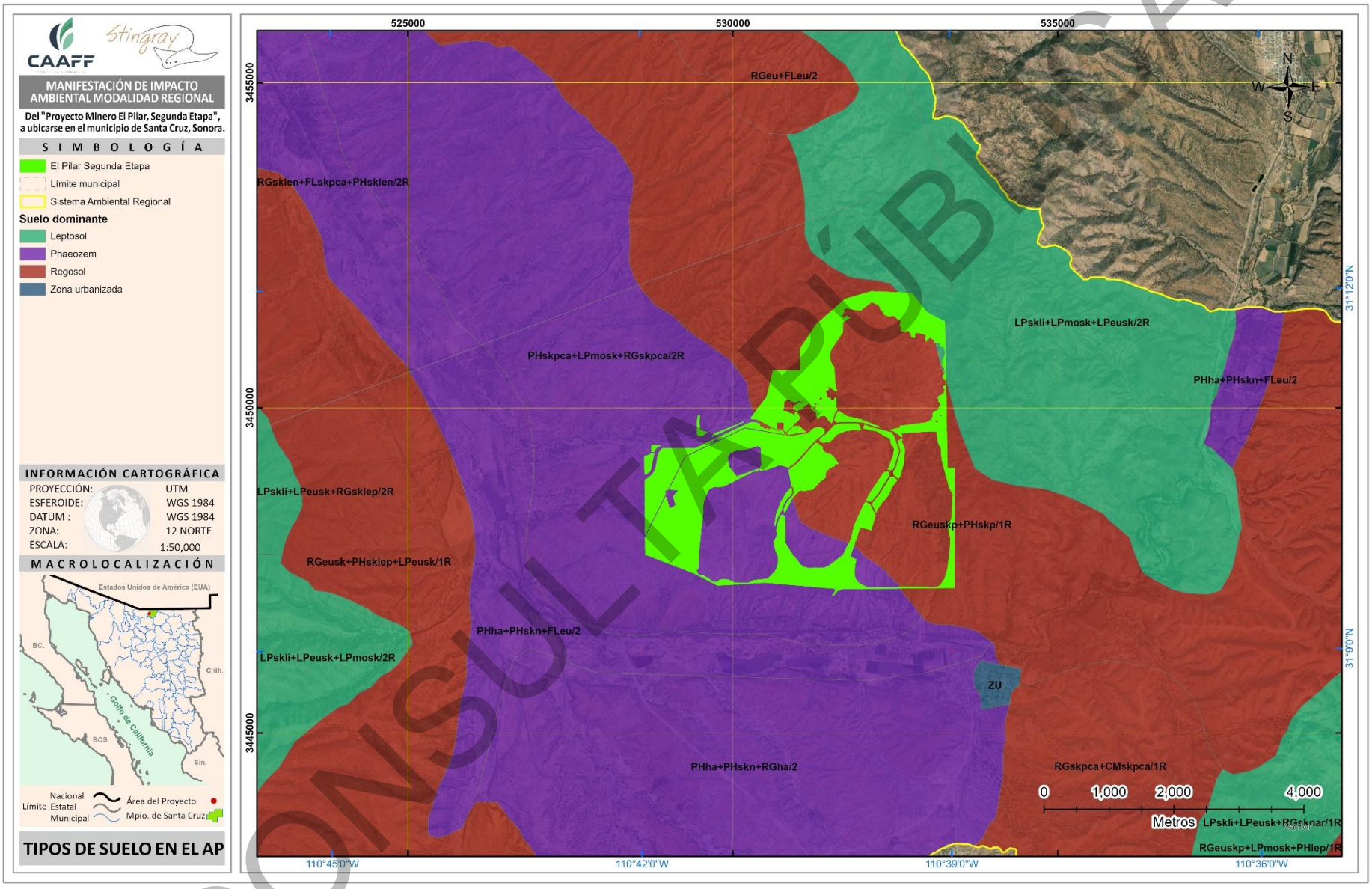


Figura 37. Tipos de suelo en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2.5.2 Estado de conservación del suelo

Para determinar el estado de conservación del suelo en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional, se consultaron estudios realizados al respecto, encontrando 2 estudios relacionados con la conservación del suelo en la zona y que se encuentren publicados, mismos que se describen a continuación:

IV.3.1.2.5.2.1 Erosión del suelo

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión abiótica causada por el agua, llamada erosión hídrica es la generada por la lluvia y las escorrentías que dispersan y arrastran partículas de suelo y la de tipo eólica depende de la intensidad del viento, que ejerce una fuerza sobre el suelo que afecta a las partículas de un tamaño específico (limo grueso y arena), por lo que su gravedad solo se presenta en las zonas áridas y semiáridas. La erosión hídrica es la que mayores efectos tienen y es la que se puede estimar más acertadamente.

El proceso de la erosión está estrechamente vinculado con la desertificación y el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, acentuando los índices de pobreza y migración, disminución de la productividad del suelo, incrementando la frecuencia de eventos extremos como lluvias torrenciales, abandono de tierras por efectos de la sequía y desertificación. En los últimos tiempos, se ha generado una erosión acelerada como el resultado de la acción humana, cuyos efectos se perciben en un periodo corto. Sin la intervención humana, estas pérdidas de suelo debidas a la erosión se verían compensadas por la formación de nuevos suelos en la mayor parte de la Tierra.

La clasificación de la erosión incluye el análisis del tipo, forma y grado de erosión. Su correcta identificación es una de las bases para definir los indicadores de degradación en los ecosistemas y en los procesos de desertificación.

Para determinar el grado de erosión del Sistema Ambiental Regional, se consideró la información generada por el INEGI (Carta de Erosión del Suelo a escala 1:250 000 serie I)[54], la cual delimita espacialmente con precisión las zonas actualmente más erosionadas, según el grado y tipo de erosión, como se muestra en las tablas siguientes:

Simbología utilizada:

(H). Erosión Hídrica.- Ocurre cuando el agente causal de la erosión es el agua en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de degradación por endurecimiento que puede derivar en una zona desertificada.

[54] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1983). Carta de Erosión del Suelo. Serie I. Escala 1:250,000. INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

- **Hídrica Laminar** (HL).- Es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie.

    - **Laminar Grado Leve** (HL1).- La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación.

- **Hídrica Cárcavas** (HC). Su estructura es en forma de zanja con paredes escarpadas de 50 cm o más tanto de profundidad como de ancho en su tramo más representativo. Generalmente tiene taludes y quiebres abruptos.

    - **Cárcavas Grado Leve** (HC1). Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 50 y 100 cm. La separación entre una cárcava y otra es aproximadamente de 50 m o más por lo que se aprecian sólo de manera aislada, pueden incluir algunas cárcavas que también cumplen la definición de surcos.

- **Hídrica Surcos** (HS). formación en canales con profundidad menor a 50 cm y hasta 50 cm de ancho.

    - **Surcos Grado Leve** (HS1). La profundidad y ancho de los surcos es en promedio menor a 15 cm. Quedan incluidos dentro de este rubro la erosión en forma de canalillos, pueden aparecer alineados o ramificados. La distribución en el área entre un surco y otro es aproximadamente mayor a 50 m.

En el SAR, el **91.97%** del área presenta algún tipo de erosión, que por el contrario solamente el **8.0%** tiene la característica de no contar con algún proceso de perdida de suelo. La erosión **hídrica** es el único tipo de erosión existente, la cual se encuentra presente en el **46.66%** de la superficie, de forma **laminar** y en un grado **leve**, el **33.57%** se trata de una erosión **laminar leve** en conjunto con una erosión **cárcavas leve** y el restante **19.77%** se trata de una erosión **laminar leve** en adición a una de tipo **surcos leve**.

Tabla 32. Erosión presente en el SAR (INEGI).

Erosión existente	Superficie (ha)	Porcentaje
Con erosión	38,910.89	91.97%
Sin erosión*	3,396.89	8.03%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

*Corresponde a cuerpos de agua, zonas arenosas, zonas urbanizadas y superficie sin erosión evidente

Tabla 33. Tipos de erosión existentes en el SAR (INEGI).

Tipo de erosión	Símbolo	Forma de erosión 1	Grado de erosión 1	Forma de erosión 2	Grado de erosión 2	Superficie (ha)	Porcentaje
Hídrica	HL1	Laminar	Leve			18,154.98	46.66%
	HL1+HC1	Laminar	Leve	Cárcavas	Leve	13,061.70	33.57%
	HL1+HS1	Laminar	Leve	Surcos	Leve	7,694.21	19.77%
Total						**38,910.89**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

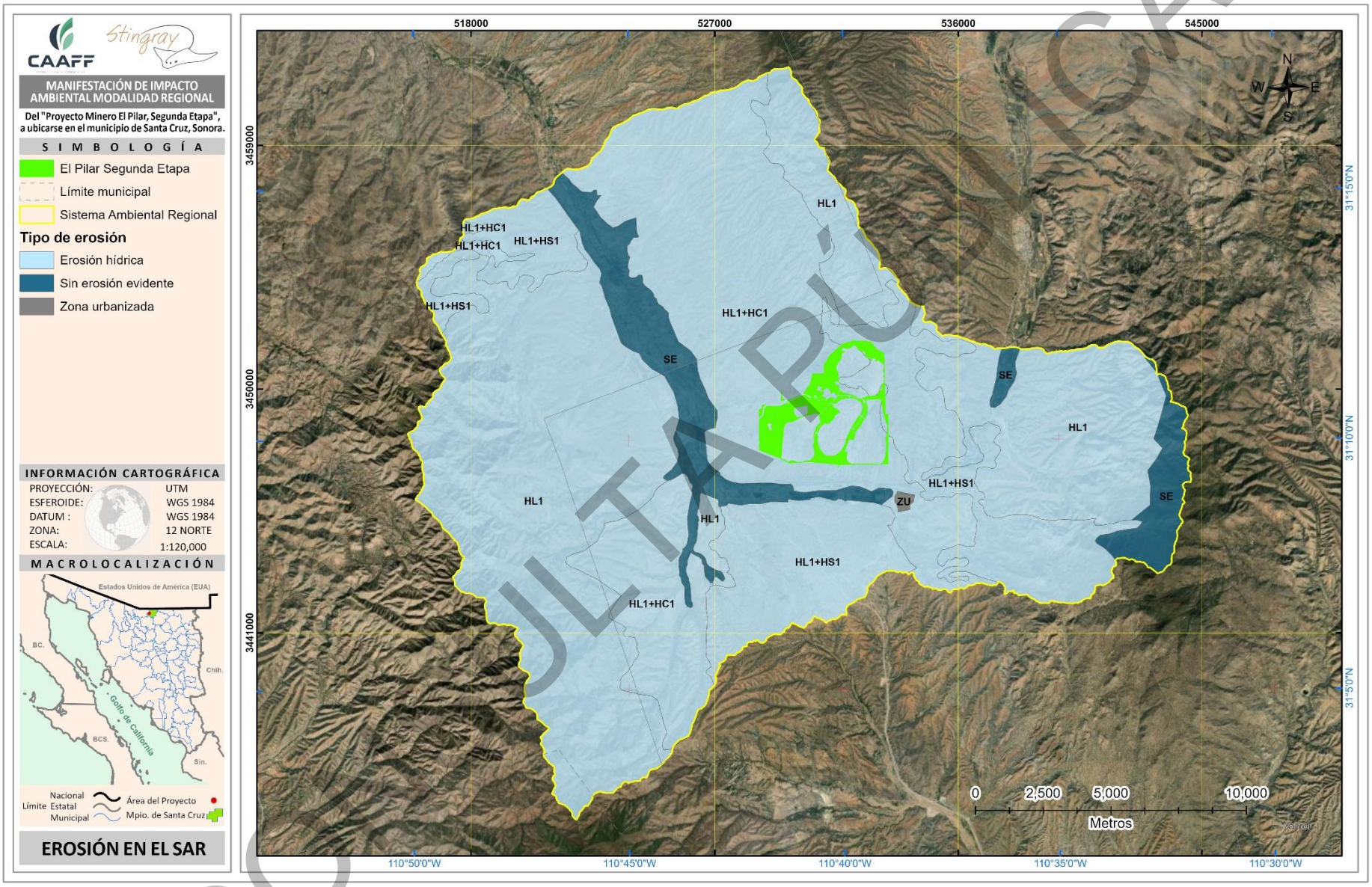


Figura 38. Tipos de erosión del suelo en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Con base a la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía a través de la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, sobre los tipos, formas y grados de erosión existente en el país, escala de representación 1:250,000, el Área del Proyecto se ubica en su totalidad sobre un terreno que presenta sin erosión evidente como se muestra a continuación:

Tabla 34. Tipos de erosión existentes en el AP (INEGI).

Símbolo	Tipo de erosión	Superficie (Ha)	Porcentaje
HL1+HC1	Hídrica laminar leve + Hídrica cárcavas leve	543.10	89.92%
HL1+HS1	Hídrica laminar leve + Hídrica surcos leve	60.90	8.72%
Total		**604.0**	**100.00%**

Figura 39.

CONSULTA PÚBLICA

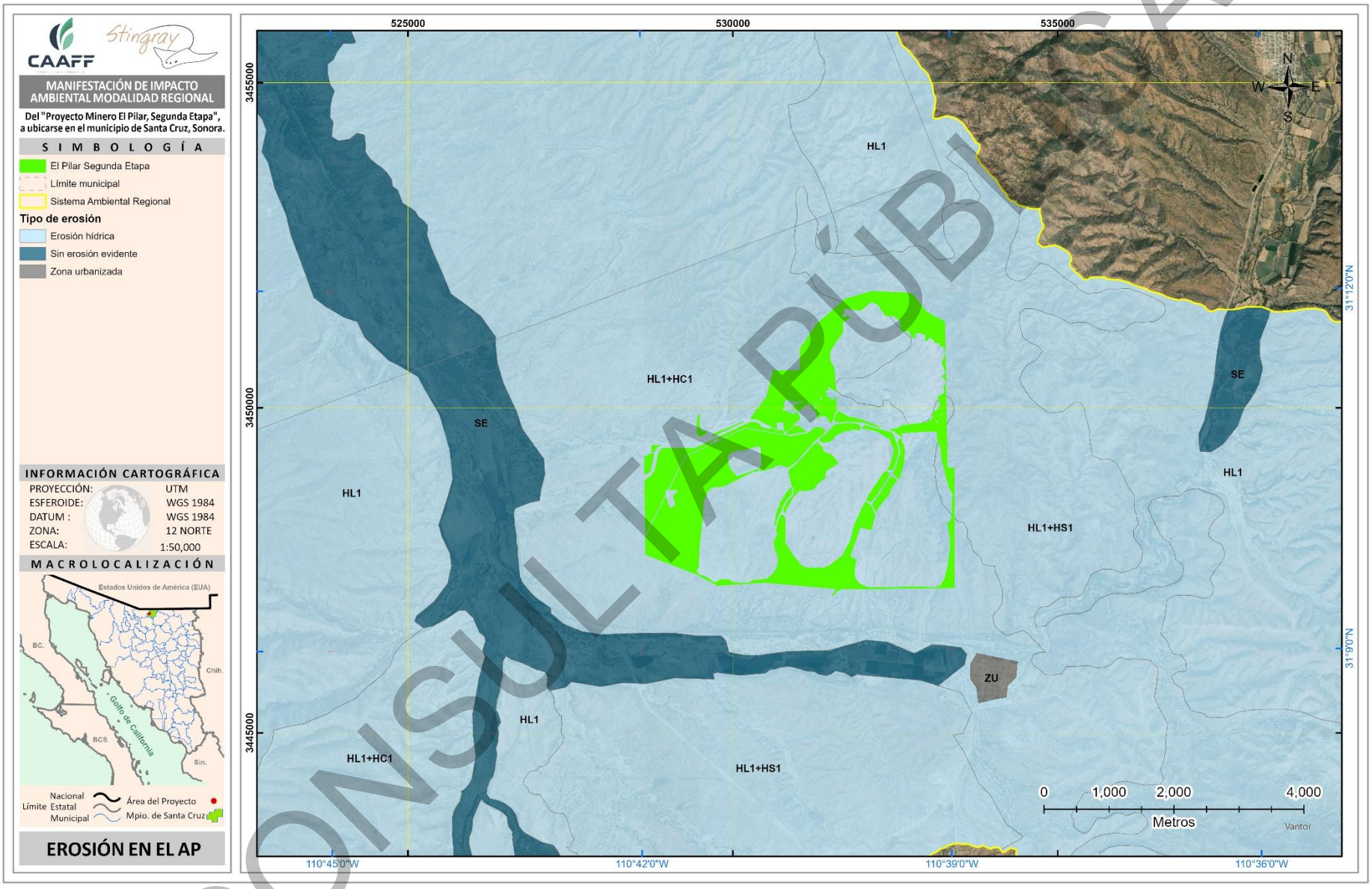


Figura 40. Tipos de erosión del suelo en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2.5.2.1.1 Grado de vulnerabilidad e Índice de Erodabilidad del Suelo en el AP

Para conocer la erodabilidad, entendiéndose como el grado de facilidad o dificultad de que se erosione el suelo y con ello identificar el grado de fragilidad del suelo que está en función de sus características propias como la textura, profundidad y pedregosidad.

El factor Erodabilidad (K) de la ecuación universal de pérdida de suelo, representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Generalmente los valores de K son asignados usando el nomograma de erodabilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, %MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

A la falta de análisis de suelos específicos del sitio, para determinar la erodabilidad se utilizan los generados según método de la FAO, modificado por Figueroa et. al (1991)[55], que determina el factor erodabilidad considerando el tipo de suelo y su textura.

Tabla 35. Valores del factor de erosionabilidad hídrica (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

Orden	Textura		
	G	M	F
A	0.026	0.040	0.013
Af	0.013	0.020	0.007
Ag	0.026	0.030	0.013
Ab	0.013	0.020	0.007
Ao	0.026	0.040	0.013
Ap	0.053	0.079	0.026
B	0.026	0.040	0.013
Bc	0.026	0.040	0.013
Bd	0.026	0.040	0.013
Be	0.026	0.040	0.013
Bf	0.013	0.020	0.007
Bg	0.026	0.040	0.013
Bh	0.013	0.020	0.007
Bk	0.026	0.040	0.013
Bv	0.053	0.079	0.026
Bx	0.053	0.079	0.026
C (g,h,b,k,,l)	0.013	0.020	0.007
D (d,e,g)	0.053	0.079	0.026
E	0.013	0.020	0.007
F (a,b,o,p,r)	0.013	0.020	0.007
G	0.026	0.040	0.013
Gc	0.013	0.020	0.007
Gd	0.026	0.040	0.013
Ge	0.026	0.040	0.013
Gh	0.013	0.020	0.007
Gm	0.013	0.020	0.007
Gp	0.053	0.079	0.026
Gx	0.053	0.079	0.026
Gv	0.053	0.079	0.026
H (c,g,h,l)	**0.013**	**0.020**	**0.007**
I	0.013	**0.020**	0.007
J	0.026	0.040	0.013
Jc	0.013	0.020	0.007
Jd	0.026	0.040	0.013
Je	0.026	0.040	0.013

Orden	Textura		
	G	M	F
Lo	0.026	0.040	0.013
Lp	0.053	0.079	0.026
Lv	0.053	0.079	0.026
M (ag)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,b)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	0.013	0.020	0.007
P	0.053	0.079	0.026
Pf	0.053	0.079	0.026
Pg	0.053	0.079	0.026
Ph	0.026	0.040	0.013
Pl	0.026	0.040	0.013
Po	0.053	0.079	0.026
Pp	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	0.013	0.020	0.007
R	0.026	0.040	0.013
Re	**0.026**	**0.040**	**0.013**
Rc	0.013	0.020	0.007
Rd	0.026	0.040	0.013
Rx	0.053	0.079	0.026
S	0.053	0.079	0.026
Sg	0.053	0.079	0.026
Sm	0.026	0.040	0.013
So	0.053	0.079	0.026
T	0.026	0.040	0.013
Th	0.013	0.020	0.007
Tm	0.013	0.020	0.007
To	0.026	0.040	0.013
Tv	0.026	0.040	0.013
U	0.013	0.020	0.007
V (c,p)	0.053	0.079	0.026
W	0.053	0.079	0.026
Wd	0.053	0.079	0.026
We	0.053	0.079	0.026
Wh	0.026	0.040	0.013
Wm	0.026	0.040	0.013

[55] Figueroa, S. B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E.S.Osuna C., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. 150 p.

CONSULTA PÚBLICA

Orden	Textura		
	G	M	F
Jt	0.053	0.079	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026
K (h,j,l)	0.026	0.040	0.013
L	0.026	0.040	0.013
La	0.053	0.079	0.026
Lc	0.026	0.040	0.013
Lf	0.013	0.020	0.007
Lg	0.026	0.040	0.013
Lk	0.026	0.040	0.013

Orden	Textura		
	G	M	F
W	0.053	0.079	0.026
Wx	0.053	0.079	0.026
X (h,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
Y (h,k,l,t)	0.053	0.079	0.026
Z	0.026	0.040	0.013
Zg	0.026	0.040	0.013
Zm	0.013	0.020	0.007
Zc	0.026	0.040	0.013
Zt	0.053	0.079	0.026

La Textura se clasifica como G=Gruesa, M=Media y F=Fina.

De acuerdo con los diferentes valores del factor K para los diferentes tipos y condiciones de suelo, se definieron tres rangos dados por Figueroa (1991), asignando el rango (mayor-mínimo) /3 para así obtener el cuartil de cada categoría como se muestra en la siguiente figura:

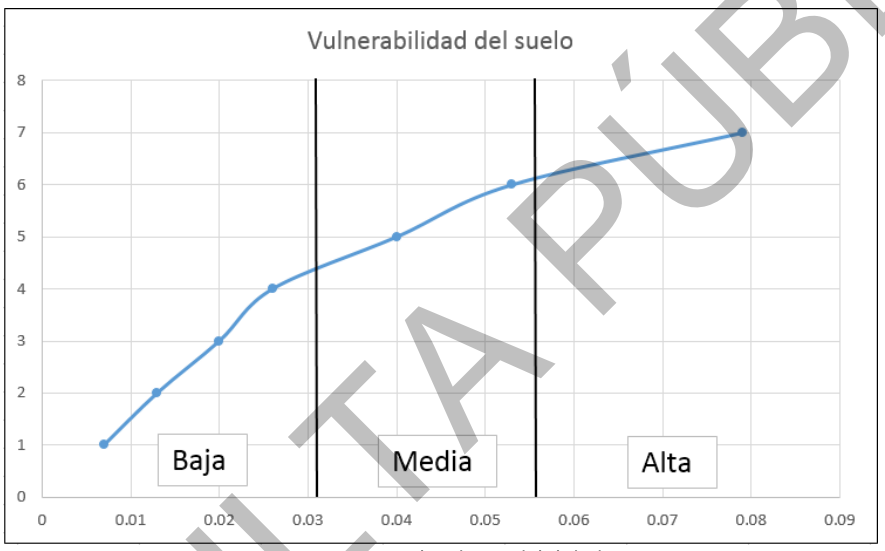


Figura 41. Niveles de erodabilidad.

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, se identifica el valor correspondiente al tipo de suelo en el predio, considerando las subunidades de INEGI, siendo el siguiente:

Tabla 36. Valores del Factor K para los suelos del predio.

Sue1	Sub1	Sue2	Sub2	Sue3	Sub3	Textura	K1	K2	K3	Factor K
Feozem	háplico	Regosol	Eutrico			Fina	0.007	0.013	0	0.01
Litosol	N/A	Feozem	háplico	Regosol	Eútrico	Media	0.02	0.02	0.04	0.0267
Regosol	Rutrico	Feozem	háplico			Gruesa	0.026	0.013	0	0.0195

De acuerdo al gráfico de niveles de erodabilidad de erosión hídrica (Figura XXX) y al valor promedio para el tipo de suelo en la zona del proyecto es de 0.01 hasta 0.267, lo cual indica rango de baja, de acuerdo a las clases de suelo reportadas por el INEGI y se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 37. Nivel de erodabilidad hídrica del suelo.

Factor K promedio	Nivel de erodabilidad
0.01	Baja
0.0267	Baja
0.0195	Baja

CONSULTA PÚBLICA

Cálculo del índice de Erodabilidad

Con las características anteriores de los suelos obtenidas de las cartas edafológicas se determinó el índice de erodabilidad del suelo

Índice de Erodabilidad = Clase de Textura x Clase de Profundidad x Clase de Pedregosidad

La clase de textura se clasifica como:

- Clase 1 (ligeramente erodable) los suelos de composición arcilloso, arcilloso arenoso, arcilloso limoso;
- Clase 2 (moderadamente erodable) los suelos de composición loam arcilloso arenoso, loam arcilloso, loam arcilloso limoso, loam arenoso, arenoso; y
- Clase 3 (altamente erodible) los suelos loam, loam limoso, limoso, loam arenoso.

Los suelos principales en el área de CUSTF presentan texturas desde finas a gruesas, es decir suelos de composición arcillosa hasta arenosa como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 38. Clase de textura por tipo de suelo en el área de CUSTF.

Unidad 1	Subunidad 1	Textura	Clase de textura
Feozem	háplico	Fina	1
Litosol	N/A	Media	2
Regosol	eútrico	Gruesa	2

La clase de profundidad es:

- Clase 1 (ligeramente erodible) en suelos de profundidad del horizonte mayor que 750 mm,
- Clase 2 (moderadamente erodible) en suelos de profundidad entre 250 y 750 mm, y
- Clase 3 (altamente erodible) en suelos de profundidad menor 250 mm.

La profundidad de los suelos en el Área Forestal del Proyecto (AFP) (obtenida de los perfiles de suelos ver. 1.2 del INEGI)[56] es variable debido a que se presentan tres tipos de suelo, siendo la profundidad promedio obtenida de la principal unidad del suelo.

Tabla 39. Clase de profundidad por tipo de suelo en el AFP.

Unidad 1	Subunidad 1	Profundidad del suelo (cm)	Clase de profundidad
Feozem	háplico	60	2
Litosol	N/A	7	3
Regosol	eútrico	62	2

La clase de pedregosidad:

- Clase 1 (completamente protegido) cuando el porcentaje de cobertura de piedras del suelo es mayor del 10 %, y
- Clase 2 (no completamente protegido) cuando es menor del 10 %.

En el Área Forestal del Proyecto (AFP) de acuerdo a los tipos de suelo presentan fases físicas pedregosa, por lo que existe una cubierta por piedras que protege al suelo, por lo que es clasificada como categoría de clase.

[56] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Perfiles de Suelos, versión 1.2. INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 40. Clase de pedregosidad por tipo de suelo en el AFP.

Unidad 1	Subunidad 1	Fase física	Valor de pedregosidad
Feozem	heplico	Pedregosa	1
Litosol	N/A		2
Regosol	Rutrico	Pedregosa	1

Con la valoración anterior el índice de erodabilidad del suelo se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 41. Índice de erodabilidad del suelo en el AFP.

Unidad 1	Subunidad 1	Clase de textura	Clase de profundidad	Pedregosidad	Índice de Erodabilidad
Feozem	Háplico	1	2	1	2
Litosol	N/A	2	3	2	12
Regosol	Eútrico	2	2	1	4

Clasificación de la erodabilidad

Con la obtención de la erodabilidad del suelo y de acuerdo al tipo de suelo presente en el área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, de la segunda fase del proyecto Minero El Pilar se determinó un nivel de erodabilidad bajo en el 48.53% del área, medio en el 49.36% de la superficie y alta en el 2.11% la totalidad del sitio del proyecto, cabe mencionar que el suelo con respecto a los dos tipos de erosión existentes la eólica es las más propensa por su facilidad de ser transportado por el viento y condición plana en general.

Tabla 42. Nivel de erodabilidad.

Valor de Erodabilidad	Nivel	Área (ha)	Porcentaje
1-3	Baja	293.12	48.53
4-6	Media	298.12	49.36
mayor a 6	Alta	12.76	2.11

IV.3.1.2.5.2.2 Nivel de erosión en el Área del Proyecto

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por la cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.
Tipos de erosión:

1- Por origen:
   a. a: Natural.
   b. b: Antrópica.

2- Por agentes causantes:
   a. Eólica (por viento).
   b. Hídrica (por agua).

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la

CONSULTA PÚBLICA

erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como, por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión abiótica causada por el agua, llamada erosión hídrica es la generada por la lluvia y las escorrentías que dispersan y arrastran partículas de suelo, mientras que la de tipo eólica depende de la intensidad del viento, que ejerce una fuerza sobre el suelo que afecta a las partículas de un tamaño específico (limo grueso y arena), por lo que su gravedad solo se presenta en las zonas áridas y semiáridas. La erosión hídrica es la que mayores efectos tienen y es la que se puede estimar más acertadamente.

De acuerdo a lo anterior, se ha estimado el grado de erosión o pérdida de suelo que actualmente presenta el área del proyecto "Minero El Pilar, Segunda Etapa", que para su ejecución requiere de 604.0 hectáreas para el proyecto, dentro de las cuales se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), considerando la erosión hídrica y la eólica siendo la eólica la más importante por la condición de clima semiseco templado que predomina en la zona del proyecto, donde el viento es el principal agente causal de la erosión en la zona del proyecto. Posteriormente se hace una estimación del grado de pérdida de suelo que se tiene en el sitio considerando la eliminación de la vegetación de los terrenos forestales con vegetación la vegetación secundaria arbórea del pastizal natural y de la vegetación secundaria del bosque de encino y así generar el escenario con proyecto con el CUSTF.

IV.3.1.2.5.2.2.1 Escenario Actual de las Tasas de Erosión

Estimación de la erosión hídrica

La evaluación de la erosión potencial hídrica se realizó utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo EUPS (Wischmeier y Smith 1978[57]), la cual es un modelo empírico que incluye a un factor R (potencial erosivo de la lluvia), un factor K (erosionabilidad del suelo), un factor L (longitud de pendiente), un factor S (grado de pendiente), un factor C (cobertura vegetal) y un factor P (prácticas de conservación de suelos). En consecuencia, los cuatro primeros factores de la EUPS determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión potencial es anual y la EUPS sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo.

Este modelo tiene la siguiente expresión:

$$A = R\ K\ L\ S\ C\ P$$

Donde:

A= Pérdida de suelos en ton/ha para la unidad de R
R= Factor de erosividad de la lluvia
K= Factor de Erosionabilidad del Suelo
L= Longitud de la pendiente
S= Grado de la pendiente
C= Factor de cultivo ó Cobertura vegetal

[57] Wischmeier, WH y Smith, DD (1978) Predicción de pérdidas por erosión pluvial. Guía para la planificación de la conservación. Manual Agrícola del USDA n.° 537, Maryland.

CONSULTA PÚBLICA

P= Prácticas mecánicas de control de erosión

Una vez obtenidos los resultados del modelo de pérdida de suelos, para tener una panorámica de los niveles de erosión actuales y con el proyecto se utilizó la clasificación establecida por la FAO-PNUMA58 (Tabla No.VI.1).

Tabla 43. Clasificación de los niveles de erosión (FAO).

Nivel De Erosión (Pérdida De Suelos)	Rangos Ton /Ha/Año
Leve (ligera)	< 10
Moderada	10 - 50
Fuerte (severa)	50- 200
Muy Fuerte	>200

Para el cálculo del nivel de erosión en el área de del proyecto en su totalidad se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS) a través de la creación de un modelo algebraico de mapas con las variables de la ecuación de la EUPS.

Para la ejecución de la ecuación (EUPS), se dispuso de la información de las variables de la ecuación mediante valores en cartografía digital para cada uno de ellos, esto es dando los valores numéricos por pixel de 25 m2 (5 x 5 metros).

La descripción de la fuente de cada variable de la EUPS se describe en las tablas siguientes:

Tabla 44. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor R de la EUPS (RULSE)

Factor	Fuente	Descripción
R	Ecuación generada por cortés 1991. Datos de la precipitación media anual obtenida de la información vectorial del atlas de agua en México (CNA, 2015)	Corresponde a la erosividad de la lluvia, es decir el potencial de ocasionar erosión la energía cinética con que golpea las gotas al suelo y su duración. Para el cálculo se precedió a hacerlo mediante la ecuación generada por Cortés (1991) para la región II de las 14 regiones de erosividad de la lluvia en México. **R = 3.4555 X + 0.006470 X2** Donde: R: Valor del factor R (índice de erosividad expresado en MJ mm/ha h) X: Precipitación media anual del pixel de la isoyeta Para la aplicación de la fórmula se utilizó la información de la matriz de puntos con la precipitación generada a través de datos de las estaciones meteorológicas de la región. Esta variable se obtuvo a partir de los datos de precipitación de las normales climatológicas 1951-2010 de la zona, procesadas por la CONAGUA generando una matriz de distribución con puntos equidistantes, una vez hecho el recorte de los puntos del área de influencia se interpoló la variable precipitación anual con el método Kriging (método de interpolación sobre datos dispersos), obteniendo valores de precipitación a nivel pixel.

58FAO-PNUMA-UNESCO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones para el MedioAmbiente (UNESCO). Roma, Italia.

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Fuente	Descripción
		Con los valores de precipitación y la aplicación de la ecuación se generó un plano de distribución de la erosividad de la lluvia (R), este valor de la erosividad es dependiente de la precipitación de las isoyetas calculada y los valores de cada pixel, por lo que no se tiene un valor único dentro del área del proyecto, puesto que la precipitación modelada con las interpolaciones es distinta para cada píxel.

Tabla 45. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor K de la EUPS (RULSE)

Factor	Fuente	Descripción
K	Valores de k, generados por Cortez (1991) citado por Becerra59 (1999). Carta de tipo de suelos 1:50,000 DE INEGI	Este factor representa la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica. Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. De acuerdo a lo anterior, la erodabilidad del suelo depende de las características físicas del mismo, para lo cual se obtuvieron los tipos de suelo y sus características de la carta edafológica 1:250,000 elaboradas por el INEGI, para el área de estudio. Una vez obtenida la información del tipo de suelo se realizó la interpretación de los valores de K generados por Cortez (1991) citado por Becerra (1999). Estos valores se asociaron como atributos del mapa vectorial de los polígonos de las asociaciones de suelo, luego se hizo la transformación a mapa digital ráster otorgando el valor correspondiente por cada pixel de 25 m^2 del área de estudio. Para su proceso en el Model Builder y su posterior uso con el módulo de la EUPS.

De acuerdo con la cartografía de la información edafológica en la zona del proyecto se presenta tres unidades edafológicas que corresponde a un suelo con varias texturas como se observa el correspondiente valor del factor K (tabla siguiente)

Tabla 46. Valores del Factor K de los suelos del proyecto.

SUE1	SUB1	SUE2	SUB2	SUE3	SUB3	Textura	K1	K2	K3	Factor K
Feozem	háplico	Regosol	Eutrico			Fina	0.007	0.013	0	0.01
Litosol	N/A	Feozem	háplico	Regosol	Eútrico	Media	0.02	0.02	0.04	0.0267
Regosol	Rutrico	Feozem	háplico			Gruesa	0.026	0.013	0	0.0195

Fuente: Becerra, 1999.

Tabla 47. Valores del Factor K.

Orden	Textura				Orden	Textura		
	G	M	F			G	M	F
A	0.026	0.040	0.013		Lo	0.026	0.040	0.013
Af	0.013	0.020	0.007		Lp	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.030	0.013		Lv	0.053	0.079	0.026
Ab	0.013	0.020	0.007		M (ag)	0.026	0.040	0.013
Ao	0.026	0.040	0.013		N (d,e,b)	0.013	0.020	0.007
Ap	0.053	0.079	0.026		O (d,e,x)	0.013	0.020	0.007
B	0.026	0.040	0.013		P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.040	0.013		Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.040	0.013		Pg	0.053	0.079	0.026

59Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo.

CONSULTA PÚBLICA

Orden	Textura				Orden	Textura		
	G	M	F			G	M	F
Be	0.026	0.040	0.013		Ph	0.026	0.040	0.013
Bf	0.013	0.020	0.007		Pl	0.026	0.040	0.013
Bg	0.026	0.040	0.013		Po	0.053	0.079	0.026
Bh	0.013	0.020	0.007		Pp	0.053	0.079	0.026
Bk	0.026	0.040	0.013		Q (a,c,f,l)	0.013	0.020	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026		R	0.026	0.040	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026		Re	0.026	0.040	0.013
C (g,h,b,k,,l)	0.013	0.020	0.007		Rc	0.013	0.020	0.007
D (d,e,g)	0.053	0.079	0.026		Rd	0.026	0.040	0.013
E	0.013	0.020	0.007		Rx	0.053	0.079	0.026
F (a,b,o,p,r)	0.013	0.020	0.007		S	0.053	0.079	0.026
G	0.026	0.040	0.013		Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.020	0.007		Sm	0.026	0.040	0.013
Gd	0.026	0.040	0.013		So	0.053	0.079	0.026
Ge	0.026	0.040	0.013		T	0.026	0.040	0.013
Gh	0.013	0.020	0.007		Th	0.013	0.020	0.007
Gm	0.013	0.020	0.007		Tm	0.013	0.020	0.007
Gp	0.053	0.079	0.026		To	0.026	0.040	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026		Tv	0.026	0.040	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026		U	0.013	0.020	0.007
H (c,g,h,l)	0.013	0.020	0.007		V (c,p)	0.053	0.079	0.026
I	0.013	0.020	0.007		W	0.053	0.079	0.026
J	0.026	0.040	0.013		Wd	0.053	0.079	0.026
Jc	0.013	0.020	0.007		We	0.053	0.079	0.026
Jd	0.026	0.040	0.013		Wh	0.026	0.040	0.013
Je	0.026	0.040	0.013		Wm	0.026	0.040	0.013
Jt	0.053	0.079	0.026		W	0.053	0.079	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026		Wx	0.053	0.079	0.026
K (h,j,l)	0.026	0.040	0.013		X (h,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.040	0.013		Y (h,k,l,t)	0.053	0.079	0.026
La	0.053	0.079	0.026		Z	0.026	0.040	0.013
Lc	0.026	0.040	0.013		Zg	0.026	0.040	0.013
Lf	0.013	0.020	0.007		Zm	0.013	0.020	0.007
Lg	0.026	0.040	0.013		Zc	0.026	0.040	0.013
Lk	0.026	0.040	0.013		Zt	0.053	0.079	0.026

(Fuente: Becerra, 1999)

Tabla 48. Descripción de la fuente y metodología de obtención de los factores L y S de la EUPS (RULSE).

Factor	Fuente	Descripción
L y S	Modelo de elevación digital del proyecto con una resolución de 5 metros	El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores longitud (L) y grado de pendiente (S). A pesar de que son factores diferentes y se calculan por separado, para efectos prácticos y dado que se utiliza el mismo insumo se hace de manera conjunta. La longitud L, se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de que se presente la sedimentación del suelo erosionado, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido.

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Fuente	Descripción
		Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del terreno 5 metros de resolución, obtenido de los productos del INEGI escala 1:10,000. Como herramienta, se utilizó el ArcGIS. Una vez obtenidos los valores del MDE a nivel pixel de 25 m2, se utilizó la siguiente ecuación: $$LS = \left[\frac{\lambda}{22.1}\right]^{m}\left[\frac{0.043s^2 + 0.3s + 0.43}{6.613}\right]$$ Donde: LS: Factor de longitud y grado de pendiente l: Longitud de la Ladera s: Pendiente del terreno m: Valor dependiente de la pendiente media según la siguiente expresión: $$m = \frac{\frac{sen\phi}{0.0896\left(3(sen\phi)^{0.8}\right)+0.56}}{1+\frac{sen\phi}{0.0896\left(3(sen\phi)^{0.8}\right)+0.56}}$$ ϕ: pendiente media en grados El valor de s varía de acuerdo con las siguientes reglas: Para pendiente menores del 9% s = 10.8 (senf) + 0.03 Para pendiente mayores del 9% s = 16.8 (senf) - 0.5 Esta ecuación forma parte del mismo proceso de la ecuación universal de pérdida de suelo. El valor de LS es distinto para cada píxel puesto que cada uno tiene una pendiente y una longitud distinta, el rango de valores para el área de estudio va de 0.04040 hasta 35.8940 y una media 0.6644 para toda el área del proyecto, siendo estos valores adimensionales (no tienen unidad).

Para la variable LS de la ecuación de la erosión hídrica se utilizó el Modelo de Elevación Digital del INEGI obtenido del vuelo Lidar del estado de Sonora (MED de las cartas 1:10,000 con clave H12B41C3, H12B41C4 y H12B2A3, el cual cuenta con una resolución de 5x5 metros.

Tabla 49. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor C de la EUPS (RULSE).

Factor	Fuente	Descripción
C	Clasificación de la vegetación del área de estudio de acuerdo con la imagen satelital y recorridos de campo	Este factor contempla las diferencias de comportamiento del suelo frente a la erosión en función de su cobertura. De esta manera, si el producto "LS K R" de la EUPS estima el riesgo de erosión de un suelo, el factor de cubierta "C" aminora dicho resultado según características del ecosistema tales como la especie o especies, la densidad del ecosistema, el estado del ecosistema en sincronización con los periodos de lluvias, las características de la materia orgánica acumulada sobre la superficie del suelo, las labores sobre el suelo (distintas de las especificadas por el factor P de conservación), etc.

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Fuente	Descripción
		Para la asignación de valores al factor C en el área de estudio, se han adoptado los criterios descritos en el libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998)60 referido a ecosistemas naturales: • Matorrales • Pastizales • Bosques Además de la clasificación en alguno de los diferentes tipos estructurales de vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: % de cubierta en contacto con el suelo (fracción de cabida cubierta, FCC) y el tipo de ordenación con respecto a la ganadería. Tomando la clasificación de la vegetación del área del proyecto, se identificaron las condiciones de la vegetación y cubierta del suelo para identificar los valores del factor C. Para el área de estudio se clasificó la **vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural y la vegetación secundaria del Bosque de Encino** con una densidad del suelo variable, obteniendo 5 valores de C para las diferentes características del área de estudio (Densidad de la vegetación, presencia de ganado y cubrimiento del suelo), como se muestra en la Tabla No.50**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla 50. Valores de C áreas forestales (TRAGSA, 1998).

% De Cabida Cubierta	% De Cubierta En Contacto Con El Suelo (1)	Tipo De Ordenación (2)	
		C	NC
100 - 75	100 - 90	0.001	0.003 – 0.011
75 - 40	90 - 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 (3)	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

(1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas.
(2) C= montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo.
(3) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla de pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla 51. Valores de C en las áreas forestales del proyecto.

Tipo de vegetación	Densidad	Recubrimiento vegetal (estrato arbóreo)	Cubierta en contacto con el suelo	Valor de C
Vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural	Muy Baja	25 %	40 %	0.09
	Baja	40 %	50 %	0.07
	Media	50 %	60 %	0.03
Vegetación secundaria del Bosque de Encino	Baja	40 %	50 %	0.05
	Media	60 %	60 %	0.02

Tabla 52. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor C de la EUPS (RULSE).

Factor	Fuente	Descripción
P	Asignación de un valor unitario, debido a que en el área de estudio no existen prácticas de conservación	El factor P de la EUPS es la proporción de la pérdida de suelo que se presenta cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo ocurrida cuando se cultiva en laderas sin práctica de conservación alguna. Para nuestra evaluación que contempla la estimación del incremento de la erosión hasta el descapote por lo que este factor tiene un valor de 1 ya que no se realizan este tipo de prácticas, además de considerarse que este factor ya está incluido dentro de valor C en cuanto a vegetación actual del área.

60TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p

CONSULTA PÚBLICA

Estimación de la Erosión Actual (Procesamiento de la información)

Una vez que se generan las capas de información en formato ráster y con tamaño de píxel de 5 metros para los 6 factores de la ecuación universal de pérdida de suelo se procedió a ejecutar el "ModelBuilder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión potencial actual para el área del proyecto.

La acción Model Builder es una herramienta del SIG y es un modelo visual sencillo para poder generar una herramienta que será la secuenciación de varias herramientas, de tal forma que, si se debe hacer una serie de pasos iguales con distintas capas, mediante el uso de Model Builder, se puede secuenciar las diversas herramientas para que únicamente solo se ingresen las capas a utilizar.

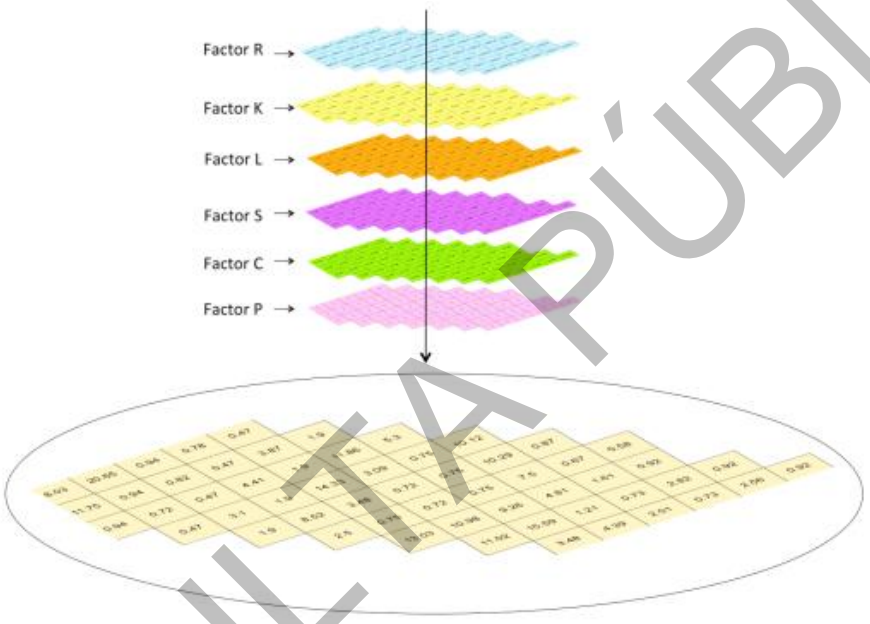


Figura 42. Ejemplificación del proceso realizado en el SIG.

Para nuestro caso, se obtuvieron y rasterizaron las seis capas con valores a nivel pixel de 25 m^2 y el modelbuilder realizó el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos, como se ejemplifica de manera gráfica, ver figura anterior.

Tabla 53. Valores rasterizados de los factores de la EUPS para el escenario actual.

Factor	Valor De Los Pixeles En El Área Del Proyecto
R	2769 hasta 2829
K	0.01 a 0.02667
LS	0.040 hasta 35.89
C	0.02 a 0.09
P	1

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel pixel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel, como se muestra en la figura 41. En virtud de que se tiene una diversidad de

CONSULTA PÚBLICA

resultados a nivel pixel, se agruparon los valores de acuerdo con los rangos establecidos por la FAO, obteniendo los resultados agrupados por nivel de erosión ver tabla siguiente.

Tabla 54. Nivel de erosión hídrica del área actualmente sin proyecto.

Nivel	Rangos Ton /Ha/Año	Área Forestal	
		Área (Ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	582.57	96.48
Moderada	10-50	21.07	3.46
Fuerte (severa)	50- 200	0.36	0.06
Muy Fuerte	>200	0	0.00
Total		**604.0**	**100.00**

Como se observa en la tabla anterior los niveles de erosión dentro de los terrenos forestales se encuentran en niveles muy bajos donde el 96.48% del área se encuentra en un nivel leve o ligero, el 3.46% en un nivel moderado; el 0.06% en el nivel fuerte; no presentándose el nivel muy fuerte dentro del área del proyecto, lo cual indica que la erosión hídrica en la zona NO es un problema o riesgo de deterioro del suelo, con pendientes muy suaves a lo largo del proyecto. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**tabla 55 se presenta el nivel promedio d e la erosión la cual asciende a

Tabla 55. Erosión Hídrica promedio actualmente sin proyecto.

Área	Erosión (Ton/Ha/Año)	Clasificación (Fao)
Área Forestal	2.05	Leve

Nota: En la memoria de cálculo se detalla la ecuación, como el cálculo es a nivel de pixel y no es un simple valor para toda el área del proyecto, sino miles de valores ya que el sitio es muy variable en cuanto a pendiente, longitud de pendiente, erosividad, etc.

CONSULTA PUBLICA

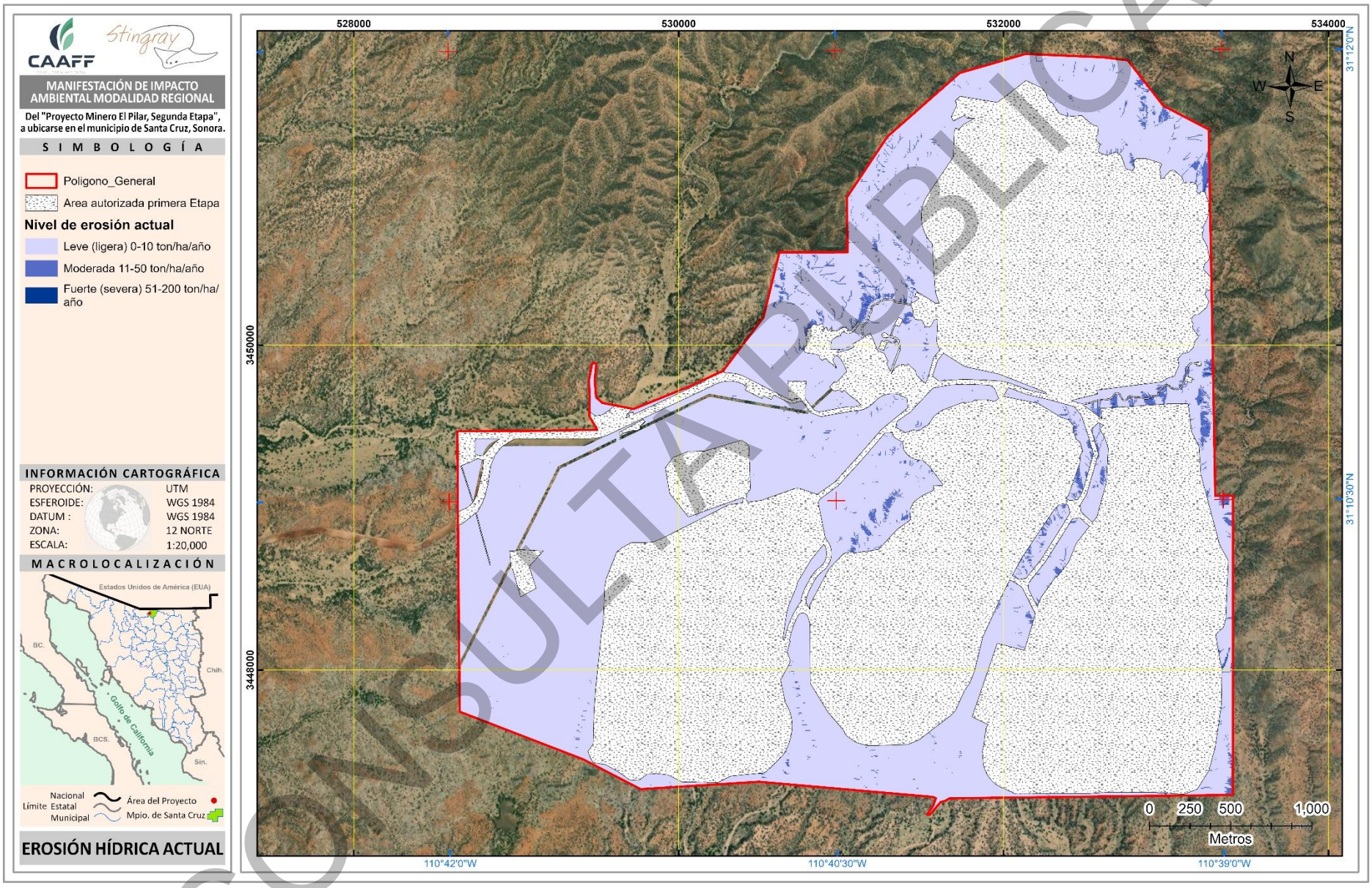


Figura 43. Niveles de erosión hídrica en el escenario actual.

CONSULTA PÚBLICA

Estimación de la erosión eólica

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta el material superficial del suelo y las partículas llevadas por él desgastan la superficie del terreno (Wilson, 198461). Así, la erosión eólica remueve de los terrenos la porción más fértil del suelo y por lo tanto disminuye la productividad de los terrenos (Lyles, 197462). Parte de este suelo entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico.

La erosión del suelo por el viento, de la misma manera que la del agua, depende de la fuerza con la que el fluido (el aire) actúa en las partículas del suelo. Para cualquier fluido, la fuerza que ejerce en una partícula depende de la rugosidad de la superficie, pero en el caso del viento, la rugosidad juega un papel particularmente crítico, debido a la baja densidad y, por lo tanto, capacidad de transporte del aire. Donde la superficie es muy rugosa, la velocidad del viento cerca de la misma será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión. Cualquier superficie relativamente suave, como el caso de un terreno desnudo, es muy susceptible a la erosión eólica, y este riesgo se incrementa para aquellos suelos que contienen cantidades apreciables de materiales con tamaño de limo. Estas condiciones son muy comunes en los desiertos y a lo largo de las planicies de inundación y costas, pero la remoción de la vegetación y las cortinas rompevientos para fines de cultivo, propician una erosión eólica intensa en cualquier lugar.

El principal factor de erosividad es la fuerza del viento sobre la superficie del suelo. Las características que afectan esta fuerza pueden agruparse, según SEMARNAT (200263) en: los que se relacionan con la naturaleza del flujo atmosférico y los que se relacionan con la restricción a ese flujo, la aspereza superficial.

La FAO (1980) propuso una ecuación de erosión eólica que se basa en la ecuación desarrollada por Woodruff y Siddoway (196564), la cual se utiliza para áreas extensas, como un intento para evaluar la magnitud global de la degradación de los suelos. También se establecen dos tipos de evaluación:

a. Erosión eólica actual. Es la erosión que actúa en el momento presente, que se expresa como una tasa anual, es decir, como la intensidad del proceso y no como el daño acumulado desde el pasado hasta el presente;
b. Riesgo de erosión eólica (erosión potencial). Es el riesgo de que ocurra erosión bajo las peores condiciones posibles del uso del suelo y vegetación, puesto que el clima, el suelo y la topografía son relativamente estables.

Lo anterior, permite:

a. crear una base para comparar áreas de tierras diferentes y
b. crear una base para evaluar los riesgos que se corren tan pronto como la vegetación natural o el uso de la tierra presentes cambien.

61 Wilson, B. N., Barfield, B.J. Ward, A.D. and Moore, I.D. 1984. A hydrology and sedimentology watershed model. Part I: Operational format and hydrologic component. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 27:1370-1377
62Lyles, L. 1974. Speculation on the Effects of Wind Erosion on Productivity.Special Report to Task Force on Wind Erosión Damage Estimates.Washington, DC: U.S. Department of Agriculture
63SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2002. Evaluación de la degradación del suelo causado por el hombre en la República Mexicana Escala 1:250.000. Memoria Nacional. México, D. F. 76 p.
64Woodruff, N.P. and F.H. Siddoway (1965).A wind erosion equation.Soil Science Society of America Proceedings 29:602-608.

CONSULTA PÚBLICA

Los modelos paramétricos empleados pueden expresarse de la siguiente forma:

Erosión eólica actual = f(C, S, T, V, L)
Riesgo de erosión eólica = f(C, S, T)

Donde:

C factor de agresividad climática
S factor suelo
T factor topográfico
V factor vegetación natural
L factor uso de la tierra

Con esta ecuación se manejan los factores de una forma más sencilla, y sus valores están en razón inversa del grado de resistencia que confieren respecto a la erosión eólica (con excepción del factor C), es decir, que cuanto mayor sea el factor numérico asignado, mayor será la erosión por viento calculado (FAO, 1980).

Con la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica se realizó una simulación para nuestro sitio del proyecto mediante un proceso similar al del cálculo de la erosión Hídrica. Esto es mediante la transformación de la información de la ecuación en capas de información en formato Ráster y con tamaño de píxel de 5 metros para los factores de la ecuación y con ello se procedió a ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión eólica potencial actual para el Área Forestal del Proyecto (AFP).

A continuación, se detallan los factores que constituyen dicho modelo y su fuente de datos para el área que estamos analizando.

Factor de agresividad climática, "C"

Chepil et al- (1962) citado por FAO (1980) desarrollaron un factor climático que se basa en el principio de que la tasa de movimiento del suelo varía directamente con el cubo de la velocidad del viento e inversamente con el cuadrado de la humedad efectiva del suelo. Ya que por lo general no se dispone de la humedad superficial efectiva, se usa el índice de efectividad de precipitación (P-E).

El cálculo de este factor se realizó mediante una forma modificada del índice eólico de propuesta por la FAO (1980) para la evaluación a nivel general, como se muestra a continuación:

$$C = \frac{1}{100}\sum_{1}^{12} V^3 \left(\frac{PET - P}{PET} n\right)$$

Donde:

V= velocidad media mensual del viento a 2m de altura, m/s
P= precipitación pluvial, mm
PET = evapotranspiración potencial, mm
n = número de días del mes

Paso 1: Obtener el Valor de PET

CONSULTA PÚBLICA

En lo concerniente al cálculo de la Evapotranspiración Potencial (PET, por sus siglas en inglés) se puede obtener de diversos métodos. Para el caso del presente análisis se usó la metodología de Thornthwaite modificada (Dunne y Leopold, 1978); la cual se expresa mediante la siguiente igualdad:

$$PET = 16\left(10\,x\,\frac{Tm}{I}\right)^{a}$$

Donde:

PET= es la evapotranspiración potencial en mm
Tm= Temperatura media
I= Índice de calor:
a= la constante local del índice (I)

$$a = 675(I\,x\,10^{-3})^3 - 77.1(I\,x\,10^{-3})^2 + 1792(I\,x\,10^{-5}) + 0.49329$$

Para calcular la **Intensidad de Calor** se toma en cuenta los valores de la temperatura media por mes de la estación meteorológica de Santa Cruz (FFCC), al ser la estación dentro del Área Forestal del Proyecto (AFP) con mayores datos, aplicando la ecuación siguiente (metodología de Thornthwaite modificada (Dunne y Leopold, 1978[65])):

$$I = \sum_{k=1}^{12}\left(\frac{\mathrm{Tm}}{5}\right)^{1.514}$$

De igual manera, con los resultados de la Intensidad de Calor se calcula la constante local del índice (a).

Tabla 56. Resultados del cálculo de la Intensidad de Calor y su constante a por mes.

Mes	TM*	I	a
Enero	10.1	2.891	0.544
Febrero	12	3.751	0.559
Marzo	14.2	4.836	0.578
Abril	16.5	6.067	0.599
Mayo	19.9	8.051	0.633
Junio	23.3	10.216	0.669
Julio	24.5	11.020	0.682
Agosto	23.9	10.615	0.676
Septiembre	22.8	9.886	0.664
Octubre	19	7.507	0.624
Noviembre	14.9	5.201	0.584
Diciembre	11.1	3.334	0.552

*Datos de la estación Santa Cruz (FFCC), la cual es la estación con datos de precipitación y temperatura media mensual

Posteriormente se calcula la Evapotranspiración Potencial (PET) aplicando los valores a la ecuación antes referida:

[65] Dunne, T. and L. B. Leopold. 1978. Water in environmental planning. W. H. Freeman Co. San Francisco, CA, USA

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 57. Proceso de la ecuación para la obtención de PET por mes.

Mes	Tm / I	TM / I X 10	(TM/I X10)A	PET Calculada
Enero	3.49	34.93	6.92	110.76
Febrero	3.20	31.99	6.95	111.21
Marzo	2.94	29.36	7.06	112.94
Abril	2.72	27.20	7.24	115.84
Mayo	2.47	24.72	7.61	121.84
Junio	2.28	22.81	8.10	129.63
Julio	2.22	22.23	8.30	132.79
Agosto	2.25	22.51	8.20	131.19
Septiembre	2.31	23.06	8.02	128.38
Octubre	2.53	25.31	7.50	120.07
Noviembre	2.86	28.65	7.11	113.71
Diciembre	3.33	33.29	6.93	110.86

Paso 2: Cálculo de PET corregida

Para el cálculo de la PET de un mes determinado se debe corregir la PET mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud, esto es con base la latitud en que se encuentre la estación termopluviométrica de donde se obtuvieron los datos base (20ºN para el proyecto). Para ello se toman en cuenta los valores de la tabla siguiente elaborada por Dunne y Leopold (1978).

PET (corregida) = PET × FC (mm/mes)

FC Factor de corrección por la latitud y es obtenido de la tabla siguiente:

Tabla 58. Factor de corrección de la PET estándar en función de la latitud (Dunne y Leopold, 1978).

Latitud	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
60ºN	0.54	0.67	0.97	1.19	1.33	1.56	1.55	1.33	1.07	0.84	0.58	0.48
50ºN	0.71	0.84	0.98	1.14	1.28	1.35	1.33	1.21	1.06	0.9	0.76	0.68
40ºN	0.8	0.89	0.99	1.1	1.2	1.25	1.23	1.15	1.04	0.93	0.83	0.78
30ºN	0.87	0.93	1	1.07	1.14	1.17	1.16	1.11	1.03	0.96	0.89	0.85
20ºN	0.92	0.96	1	1.05	1.09	1.11	1.1	1.07	1.02	0.98	0.93	0.91
10ºN	0.97	0.98	1	1.03	1.05	1.06	1.05	1.04	1.02	0.99	0.97	0.96
0º	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10ºS	1.05	1.04	1.02	0.99	0.97	0.96	0.97	0.98	1	1.03	1.05	1.06
20ºS	1.1	1.07	1.02	0.98	0.93	0.91	0.92	0.96	1	1.05	1.09	1.11
30ºS	1.16	1.11	1.03	0.96	0.89	0.85	0.87	0.93	1	1.07	1.14	1.17
40ºS	1.23	1.15	1.04	0.93	0.83	0.78	0.8	0.89	0.99	1.1	1.2	1.25
50ºS	1.33	1.19	1.05	0.89	0.75	0.68	0.7	0.82	0.97	1.13	1.27	1.36

Los valores calculados del PET nos indican la cantidad de agua que se puede evapotranspirar en óptimas condiciones y, generalmente, son siempre mayores a la evapotranspiración real.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 59. Resultados de la estimación de PET Corregida.

Mes	PET Calculada	Factor De Corrección	PET Corregida (Mm/Mes)
Enero	110.76	0.87	96.36
Febrero	111.21	0.93	103.42
Marzo	112.94	1	112.94
Abril	115.84	1.07	123.95
Mayo	121.84	1.14	138.90
Junio	129.63	1.17	151.67
Julio	132.79	1.16	154.04
Agosto	131.19	1.11	145.62
Septiembre	128.38	1.03	132.23
Octubre	120.07	0.96	115.27
Noviembre	113.71	0.89	101.20
Diciembre	110.86	0.85	94.23
Total	**1,439.21**		**1,469.82**

Factor de Corrección Latitud 30ºN (Valores de tabla 58)

Paso 3: Con el valor de PET corregida, se calcula el factor C

Una vez calculado el valor de PET, son necesarios los valores de velocidad media mensual del viento (V) y los registros de la precipitación, información que se obtuvo de la estación meteorológica Santa Cruz (FFCC), así como el número de días por mes (N), para finalmente aplicar la ecuación y obtener el factor C:

Tabla 60. Valores del factor C para el cálculo de la agresividad climática.

Mes	V (M/S)	Precipitación (Mm/Mes)	PET Corregida (Mm/Mes)	N	Factor C
Enero	4.53	41.6	96.36	31	1637.97
Febrero	4.74	28.5	103.42	28	2161.35
Marzo	4.98	29.5	112.94	31	2830.35
Abril	4.96	14.9	123.95	30	3220.86
Mayo	4.56	6.7	138.90	31	2797.53
Junio	4.27	14.8	151.67	30	2107.73
Julio	3.75	134.9	154.04	31	202.89
Agosto	3.28	98.1	145.62	31	356.43
Septiembre	3.33	50.9	132.23	30	683.85
Octubre	3.96	31.1	115.27	31	1409.53
Noviembre	4.33	29	101.20	30	1742.56
Diciembre	4.43	47.2	94.23	31	1346.84
C		**527.2**	**1,469.82**		**204.98**

V=Velocidad del viento; N=número de días del mes

Fuente: elaboración con base en la información meteorológica de Santa Cruz (FFCC). La velocidad media mensual del viento a 2m de altura m/s y se obtuvo de la base de datos del The National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) (http://globalweather.tamu.edu/)

El factor de agresividad climática obtenido es válido para el Área Forestal del Proyecto (AFP) donde las condiciones de evapotranspiración y temperatura es similar alrededor de la misma, el valor del factor C obtenido es:

CONSULTA PÚBLICA

$$C = \frac{1}{100}\sum_{1}^{12} V^3\left(\frac{PET - P}{PET}n\right) = \mathbf{204.98}$$

La FAO (1980) hace una clasificación de las valoraciones del factor de agresividad climática "C", que para el caso del Área Forestal del Proyecto (AFP) corresponde a una valoración de Muy Alta, lo cual es común en las zonas semiáridas en el noroeste de México, donde la erosión eólica es la más relevante, como se muestra en la Tabla No.VI.19.

Tabla 61. Clasificación de las valoraciones del factor "C". FAO (1980).

Clasificación	Valor De "C"
Ninguna o ligera	0-20
Moderada	20 – 50
Alta	50- 150
Muy Alta	>150

Factor Suelo, "S"

La determinación de la influencia que tiene el factor suelo sobre las tasas de erosión eólica, se realizó tomando como base la textura del suelo superficial. Puesto que existe una correlación entre la textura del suelo y lo que se denomina "grupos de erodabilidad eólica", estas correlaciones fueron utilizadas por la FAO (1980), para formular las valoraciones expuestas en la siguiente tabla, las que se aplican a las evaluaciones a un nivel general "S".

Tabla 62. Valoraciones para el factor suelo "S" adimensional. FAO (1980).

Tipo De Suelo	Textura Del Suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Suelo no calcáreo	3.5	1.25	1.85
Suelo calcáreo	3.4	1.75	1.85
Suelos pedregosos	1.75	0.62 no calcáreo 0.87 calcáreo	0.92

La FAO (1980) consideró que era algo muy rígido determinar cuándo un suelo es calcáreo o no calcáreo, por lo que se trató de ser un poco más flexibles, dando valoraciones intermedias a aquellas valoraciones para suelos calcáreos y no calcáreos, para cuando el suelo secundario o terciario de la unidad cartográfica de suelos son calcáreos, estos valores fueron de 1.42 y 1.58 respectivamente. Esto se hizo tomando en cuenta que, aunque el suelo dominante de la unidad cartográfica de suelos no sea calcáreo, si el suelo secundario o terciario son calcáreos, estos fungen como focos de dispersión de la cal (CaC03), perjudicando también a las áreas adyacentes.

Se consideró que un suelo es calcáreo cuando la subunidad de la unidad de suelo fue cálcica o calcárea, las cuales se caracterizan por el alto contenido de cal (CaCO3). Toda la información referente a textura del suelo, unidades cartográficas de suelos con unidades de suelos calcáreos o no calcáreos, suelos pedregosos o guijarrosos, se obtuvo de la carta edafológica a una escala de 1:250,000, del INEGI.

Tabla 63. Valores del Factor S de los suelos del proyecto.

SUE1	SUB1	SUE2	SUB2	SUE3	SUB3	Textura	Fase Física	Factor S
Feozem	heplico	Regosol	Rutrico			Fina	Pedregosa	0.92
Litosol	N/A	Feozem	heplico	Regosol	Rutrico	Media		1.25

CONSULTA PÚBLICA

Regosol	Rutrico	Feozem	heplico			Gruesa	Pedregosa	1.75

Factor topográfico, "T"

El efecto del factor topográfico (el equivalente de la erodabilidad en colinas "Is") sobre las tasas de erosión eólica. Así, se puede suponer que las valoraciones para todas las formas topográficas de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 64. Factor de ponderación del factor topográfico "T". FAO (1980).

Pendiente %	Valoración (T)
0-8	1
8 - 30	0.5
> 30	0.3

Este factor se derivó a partir del modelo de elevación digital del terreno del INEGI con una resolución de 5 metros, obtenido de las cartas del MED 1:10,000 H12B41C3, H12B41C4 y H12B2A3 como se describió en el proceso del cálculo de la erosión hídrica, este proceso del cálculo y clasificación de la pendiente está dentro como un subproceso del modelo del "Model Builder" para la erosión eólica.

Factor vegetación natural, "V"

La determinación del efecto de protección que tiene el factor de vegetación natural sobre la erosión del suelo por el viento, para una evaluación al nivel seleccionado, la FAO (1980) propone el uso de la siguiente serie de valoraciones para tipos de vegetación natural muy generales, y para diferentes porcentajes de cubierta vegetal.

Tabla 65. Valoraciones del factor vegetación natural·"V" adimensional. FAO (1980).

Tipo De Vegetación	Porcentaje De Cubierta Del Suelo					
	0-1	1-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Estepa (sin árboles)	1	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Sabana con árboles	1	0.7	0.4	0.25	0.1	0.03
Bosque sabanero	1	0.6	0.3	0.2	0.1	0.01
Monte alto	0.9	0.5	0.3	0.15	0.05	0.001

Para el Área Forestal del Proyecto (AFP) en análisis consideramos el tipo de vegetación, los cultivos que se presentan en la zona y su clasificación por densidad y cobertura, obteniendo los valores de V considerando la cobertura más semejante, para lo cual se obtuvieron los siguientes valores.

Tabla 66. Valores de V en las áreas forestales del proyecto.

Tipo de vegetación	Densidad	Recubrimiento vegetal (estrato arbóreo)	Cubierta en contacto con el suelo	Valor de V
Vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural	Muy Baja	25%	40%	0.4
	Baja	40%	50%	0.3
	Media	50%	60%	0.2
Vegetación secundaria del Bosque de Encino	Baja	40%	50%	0.25
	Media	60%	60%	0.1

Factor uso del suelo, "L"

CONSULTA PÚBLICA

Uso del suelo, en este caso se refiere a las diferentes tierras o sistemas de cultivos y la valoración de la influencia que tiene este factor en el movimiento de las partículas por la acción del viento, también se realizó tomando como base las valoraciones consideradas por la FAO (1980), para una evaluación a nivel general "L", las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 67. Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional). FAO (1980).

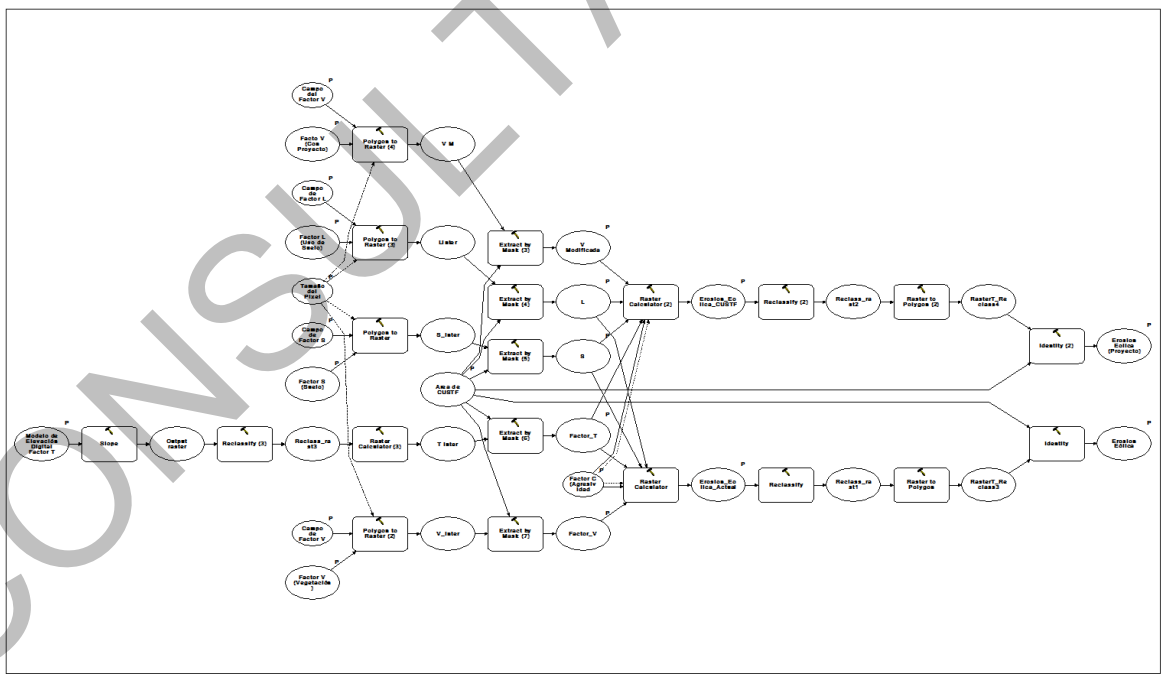
Sistema de cultivo	Valoración
Cultivos anuales de periodo vegetativo corto	0.7
Cultivo de áreas tropicales húmedas	0.4
Cultivos de regadío	0.2

Este factor fue considerado con un valor de 1, debido a que en el área del proyecto que comprende las superficies del Área Forestal del Proyecto (AFP) no se encuentran áreas de uso agrícola, por lo que este factor ya está considerado en el factor "V" previamente descrito.

Tabla 68. Valores de L en las áreas forestales del proyecto.

Uso del suelo	Valor de L
Vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural	1
Vegetación secundaria del Bosque de Encino	1

En la tabla 69 se presenta el resumen de los insumos para la obtención de los valores de la ecuación a nivel pixel, este proceso se realizó en el ArcGIS con el modelo creado para la ecuación de la erosión eólica de la FAO.



Modelo FAO Woodruff y Siddoway (1965)

Figura 44. Modelo para el cálculo de la erosión eólica de la FAO.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 69. Factores e insumos para el cálculo de la erosión eólica.

Factor	Nombre	Insumo	Fuente	Proceso
C	Agresividad climática	Velocidad media mensual del viento Precipitación pluvial Temperatura media Evapotranspiración	Datos de la estación meteorológica Venustiano Carranza (06025) y el viento de Climate Forecast System Reanalysis (CFSR)	Cálculo mediante fórmulas (tablas de Excel) y su posterior digitalización
S	Suelo	Tipo de suelo Textura del suelo	Carta de Suelos INEGI 1:250,000	Digitalización de valores de tablas de acuerdo con al tipo de suelo y valor de tablas
T	Topografía	Modelo de elevación digital Pendiente del terreno	Modelo de elevación digital del terreno resolución de 5 metros obtenido del vuelo Lidar del INEGI (cartas H12B41C3, H12B41C4 y H12B2A3)	Cálculo de valores de tablas de acuerdo con la pendiente.
V	Vegetación Natural	Tipo de vegetación Cobertura de la vegetación	Levantamiento de Campo y muestreo forestal	Digitalización de dos valores de tablas de acuerdo a la cobertura
L	Uso de la tierra	Clasificación de acuerdo a las Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional).	Levantamiento de Campo	Asignación del Valor de tablas a toda el área

Estimación de la Erosión eólica actual

Los resultados de la ecuación de la Erosión eólica actual = f(C, S, T, V, L), mediante la operación que multiplica los valores o rango de valores (según sea el factor considerado) es decir se multiplica la capa (formato ráster) del suelo por la capa de factor topográfico (formato ráster) por la capa de la vegetación natural (formato ráster) por la capa del uso de la tierra (formato ráster) por el factor de agresividad climática. Esta multiplicación de capas y un factor da como resultado otra capa (formato ráster) la cual es el resultado de la erosión eólica, ésta contiene los valores de los niveles de erosión y posteriormente se clasifican en rango establecidos por la FAO para los niveles de erosión, este procedimiento es obtenido dentro del Sistema de Información Geográfica.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde el 59.72% de la superficie se encuentra en un nivel moderado y el 40.13% en el nivel fuerte, lo cual significa que este tipo de procesos de deterioro del suelo actualmente son moderados a fuertes.

Tabla 70. Nivel de Erosión eólica del Área Forestal del Proyecto (AFP) actual sin proyecto.

Grado	Rangos Ton /Ha/Año	Área (Ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.88	0.15
Moderada	10-50	360.72	59.72
Fuerte (severa)	50- 200	242.39	40.13
Muy Fuerte	>200	0.0000	0.00
Total		**604**	**100.00**

A nivel general el promedio de la erosión eólica se encuentra en un nivel de 45.50 ton/ha/año lo cual se ubica en niveles moderados, en la Tabla 71 se presentan los valores para este tipo de erosión en el área del proyecto.

Tabla 71. Erosión eólica promedio escenario actual.

Área	Erosión (Ton/Ha/Año)	Clasificación (Fao)
Área del proyecto	45.5	Moderada

CONSULTA PÚBLICA

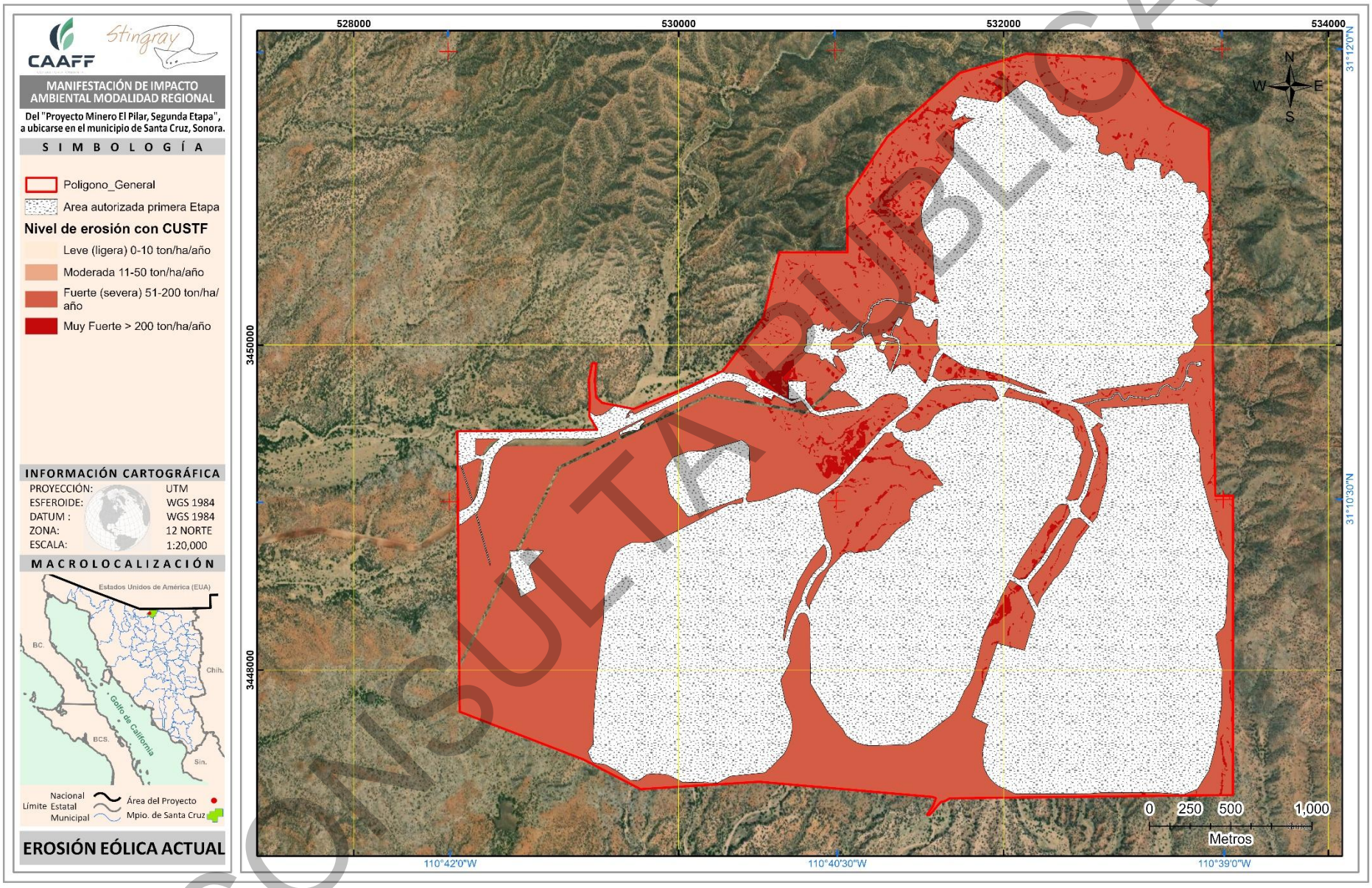


Figura 45. Niveles de erosión eólica en el escenario actual.

CONSULTA PÚBLICA

Escenario con la Ejecución de la Remoción de la Vegetación

Estimación de la erosión hídrica con remoción de vegetación

Este escenario representa los niveles de erosión una vez ejecutado el proyecto y remoción de la vegetación (arbórea, matorrales y herbácea) lo que representa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y sin considerar medidas de mitigación, con lo cual se estima el incremento en los niveles de erosión a causa del proyecto.

Considerando la afectación por el **desmonte del área en las 604.0 ha** con la ejecución del proyecto, y valorando la eliminación de la vegetación, se realizó el mismo proceso que con el escenario actual y sólo **se modificó el factor C** con el proyecto (capa ráster), considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación, siendo este **factor de 0.45** obtenido también de la tabla de valores del libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (áreas sin vegetación apreciable ver tabla 72 Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)), este valor corresponde a una cobertura sin vegetación y un cubrimiento del suelo del 20%.

Tabla 72. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998).

Cubierta Vegetal			Cubierta En Contacto Con El Suelo					
Tipo Y Altura De La Cubierta	Recubrimiento	Tipo	Porcentaje De Cubrimiento Del Suelo					
			0	20	40	60	80	95-100
Columna N.º :	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas Herbáceas y matojos (0.5m)	25	G	0.36	0.17	0.9	0.038	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2m)	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
	50	G	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
Arbolado sin matorral pequeño Apreciable (4m)	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus
W: ídem por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Con la modificación de la variable de la cobertura del suelo (factor C) se procedió a correr el nuevo el modelo de la "EUPS" en el SIG, considerando las demás variables (pendiente, longitud, precipitación y suelo) con sus valores iniciales.

CONSULTA PÚBLICA

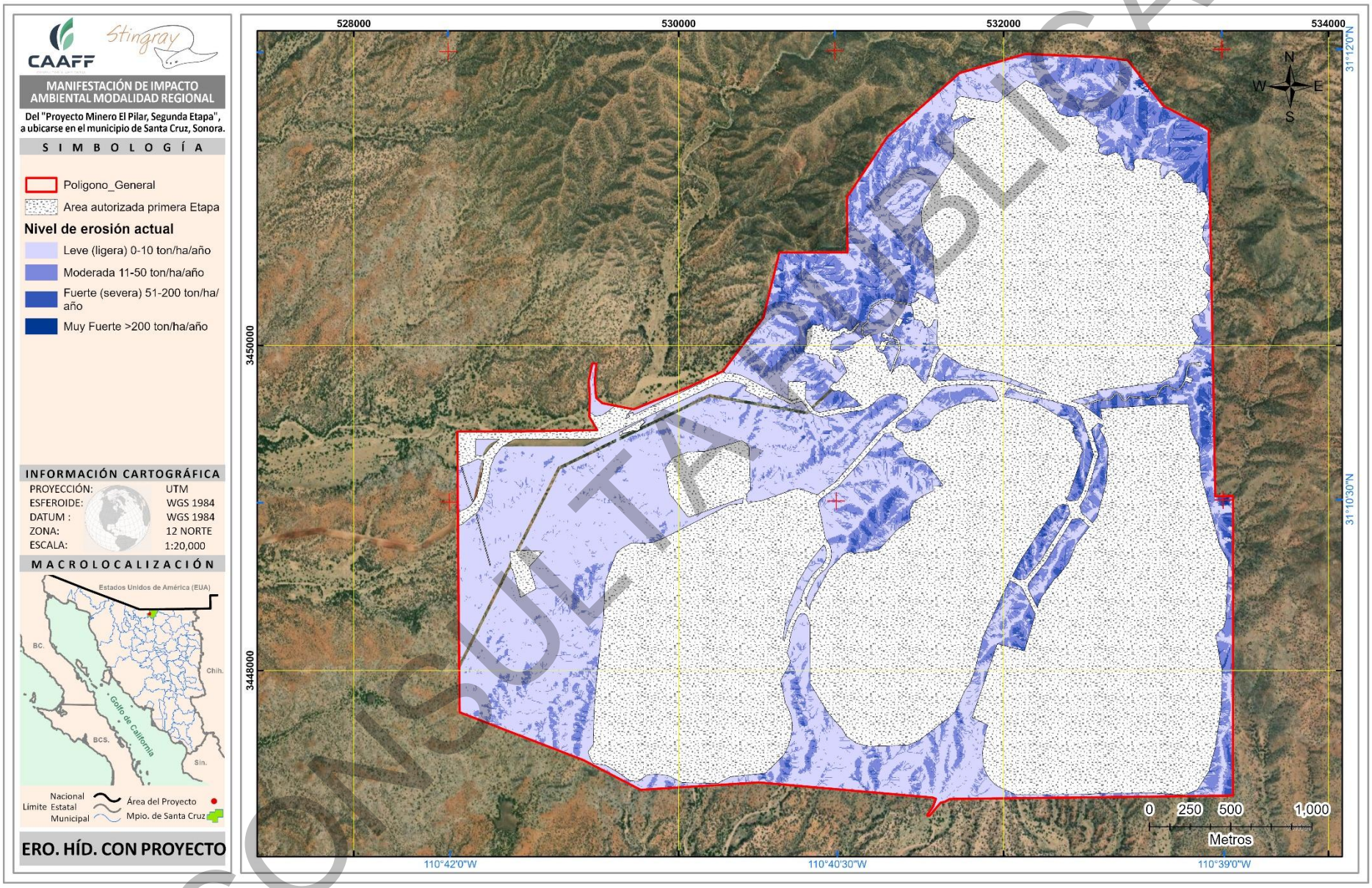


Figura 46. Niveles de erosión hídrica con el CUSTF.

CONSULTA PÚBLICA

Los resultados de la nueva ejecución del modelo de erosión se presentan en la tabla 73 de acuerdo con los niveles dados por la FAO (1980), está superficie del análisis para la totalidad del Área Forestal del Proyecto (AFP).

Tabla 73. Clasificación de los niveles de erosión hídrica con la ejecución del proyecto.

Nivel	Rangos Ton /Ha/Año	Área Forestal	
		Área (Ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	390.66	64.68
Moderada	10-50	180.08	29.81
Fuerte (severa)	50- 200	31.77	5.26
Muy Fuerte	>200	1.50	0.25
Total		**604.0**	**100.0**

Como se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte y remoción de la vegetación que actualmente cuenta las 604.0 ha se puede deducir que en la actualidad el 96.48% de la superficie del proyecto está en categoría de leve mientras que con la ejecución del proyecto hasta la etapa de desmonte esta superficie en este nivel baja al 64.68% pasando la diferencia hacia niveles mayores de erosión, principalmente hacia la categoría de moderada donde tendría un incremento del 26.35% y la categoría fuerte con 5.20% de la superficie del proyecto, mientras que la categoría de muy fuerte con el 0.25% más que los niveles que tienen actualmente.

En la tabla 74 se presenta el promedio para toda el área de proyecto una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla 74. Erosión hídrica con la ejecución del proyecto.

Área	Erosión (Ton/Ha/Año)	Clasificación Fao
Área del proyecto	14.07	Moderada

De acuerdo con el análisis comparando los niveles medios de erosión hídrica en toneladas por hectárea por años el actual (2.05) y con el proyecto (14.07) se tendría un incremento potencial de 12.02 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área de CUSTF (604 ha) se estima una pérdida de suelo anualmente en lo que se ejecuta el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 7,260.08 toneladas por año a consecuencia del proyecto.

Para estimar el incremento total en los niveles de erosión a casusa del desmonte en el área forestal del proyecto se realizó una suma de los incrementos parciales obtenidos previamente para la erosión hídrica, en la tabla No.VI.33 se representan los niveles de erosión que se incrementan a causa del proyecto.

Tabla No.VI.1. Incremento de la erosión por el proyecto.

Erosión	Erosión Actual (Ton/Año)	Erosión Con Proyecto (Ton/Año)	Incremento (Ton/Año)
Erosión hídrica (ton/ha/año)	2.05	14.07	12.02
Erosión hídrica total (ton/año)	1,238.20	8,498.28	7,260.08

Erosión hídrica por fases (CUSTF gradual)

De acuerdo con el programa general de trabajo, el desmonte del área de extracción se ejecutará gradualmente en un periodo de 8 fases durante 10 años, si consideramos este proceso en cada una de las fases del proyecto El

CONSULTA PÚBLICA

Pilar Segunda Etapa, por lo que no se expondrá al suelo en su totalidad al proceso erosivo, por lo anterior y conforme al calendario de ejecución del proyecto se ha estimado los niveles de erosión.

Si realizamos un análisis de la erosión por periodo del desmonte (etapa) con lo cual se obtendría un escenario más real de los procesos erosivos a generar, esto considerando que una vez concluida una fase se procederá a compensar estos niveles con obras de conservación de suelo y agua en la parte baja, con el objetivo de retener los sedimentos arrastrados de la parte alta, con lo cual disminuirá la erosión a general por el proyecto en total y así sucesivamente.

Tabla 75. Erosión potencial hídrica por fases del proyecto

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Niveles de erosión actual Ton /Ha/año	Erosión para generar actual (ton/año)	Niveles de erosión con CUSTF Ton /Ha/año	Erosión a generar con CUSTF (ton/año)	Incremento de erosión con CUSTF (ton/año)
1	Año 1-2	335.811	1.87	628.0	11.97	4,018.00	3,390.03
2	Año 3-4	63.6032	3.05	194.0	20.70	1,316.68	1,122.69
3	5	19.6936	1.9	37.4	13.96	274.92	237.50
4	6	41.3672	1.5	62.1	10.98	454.23	392.18
5	7	50.5032	3.15	159.1	27.76	1,401.97	1,242.88
6	8	19.5775	1.63	32.0	10.89	213.20	181.23
7	9	25.9687	1.66	43.1	11.34	294.49	251.38
8	10	47.4756	1.74	82.6	11.05	524.80	442.19
Total		**604.0**		**1,238.2**		**8,498.28**	**7,260.08**

Conforme a la tabla anterior, se observa que el nivel máximo de erosión a generar será de 3,390.03 ton/año en la primera fase del proyecto (1-2 años) mientras que en las siguientes etapas los niveles de erosión son menores, con lo cual se demuestra que durante la ejecución del proyecto nunca se tendrán los niveles totales de erosión, por lo que estos son inferiores a un desmonte total, siendo esta medida (CUSTF de forma gradual y por etapas) fundamental para la prevención del proceso erosivo.

Cuando se inicie el segundo periodo de CUSTF (3-4 años) se iniciará la construcción de obras de retención de suelo de forma temporal y así sucesivamente, cuando se inicia el desmonte de la tercera fase (5 año) se iniciará la construcción de obras de retención finalmente cuando el proyecto en la última etapa (año 10) se compensará en el predio de compensación adicional; por lo que en ningún momento se tendrá la totalidad del proyecto expuesto al desmonte, esto se observa de manera gráfica a continuación,.

CONSULTA PÚBLICA

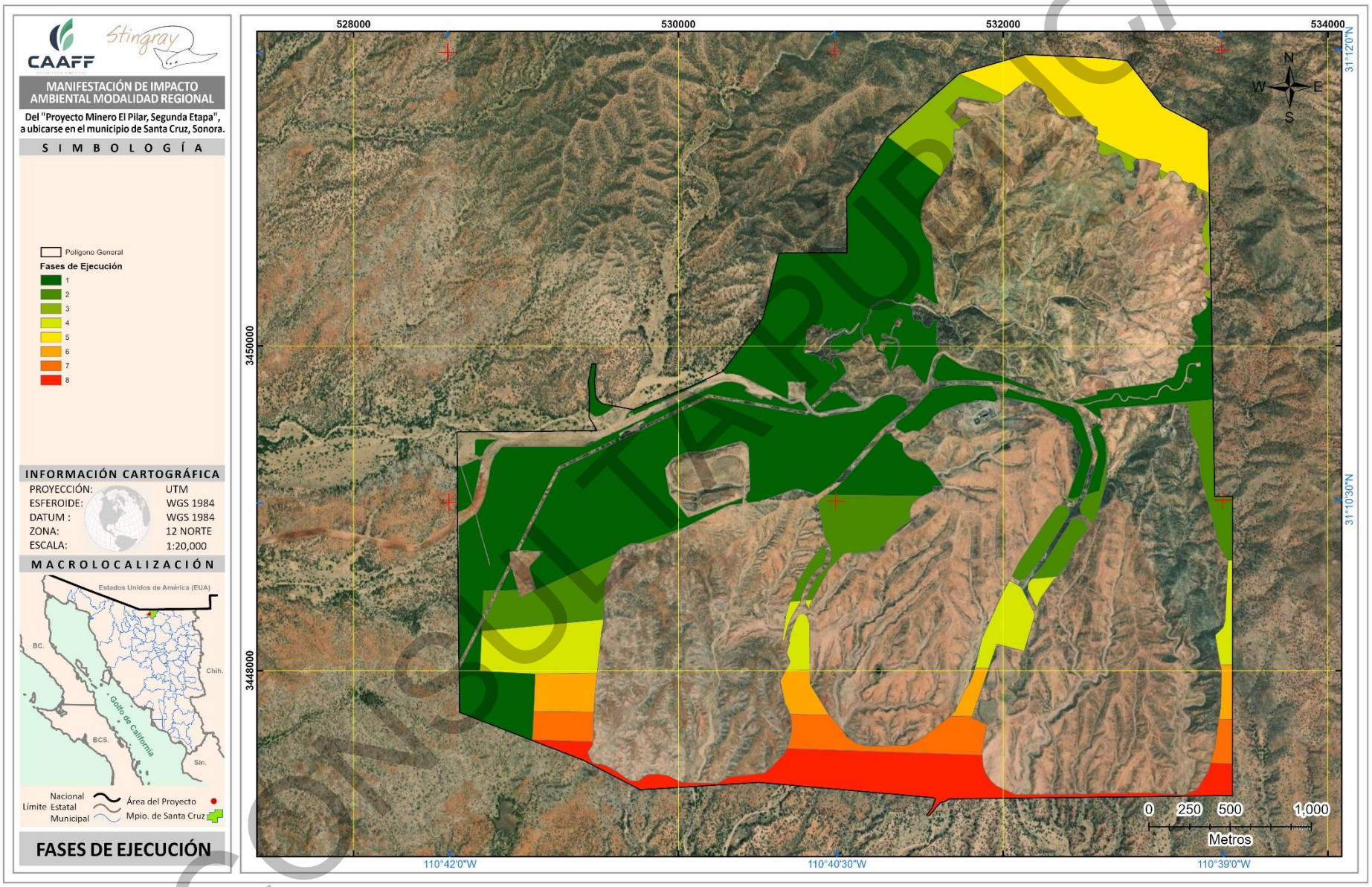


Figura 47. Calendario de ejecución del CUSTF

COPIA PÚBLICA

Estimación de la erosión eólica con remoción de vegetación

Similar al escenario de la erosión hídrica, se modeló de nuevo la ecuación de la erosión eólica modificando el valor de la cobertura vegetal siendo este escenario con la ejecución del proyecto, y valorando el proyecto con el desmonte de la vegetación presente en sitio, por lo anterior se modificó el valor del factor "V" a 1.0, esto considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación natural presente en el proyecto.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde se verá incrementada la erosión que actualmente está en niveles moderado, mientras que con el desmonte se pasará hacia los niveles fuerte con el 94.85% del área de CUSTF, donde actualmente estos niveles de erosión eólica son del 40.13%.

Tabla 76. Clasificación de los niveles de erosión eólica en el área del proyecto con el CUSTF.

Nivel	Rangos Ton /Ha/Año	Área (Ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.0	0.00
Moderada	10-50	0.0	0.00
Fuerte (severa)	50- 200	572.90	94.85
Muy Fuerte	>200	31.10	5.15
Total		**604.0**	**100.0**

Como se cuantifica el aumento de la erosión eólica por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las 604.0 ha es la más importante, debido principalmente a las condiciones medio ambientales en el sitio del proyecto y suelos propensos a la erosión, que al verse desnudos los vientos iniciaran el proceso de arrastre y depósito de las partículas de suelo, siendo este proceso relevante en la época de secas o periodo de estiaje.

El promedio para toda el área del proyecto que tendría una vez ejecutado el CUSTF se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 77. Erosión eólica con CUSTF

Área	Erosión (Ton/Ha/Año)	Clasificación Fao
Área del proyecto	155.43	Fuerte (severa)

De acuerdo con el análisis comparando los niveles medios de erosión eólica en toneladas por hectárea por año en el escenario actual (45.50) y con la estimación con la ejecución del proyecto de CUSTF (155.53) se tendría un incremento potencial de 110.03 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área propuesta de CUSTF (604.0) se estima una pérdida de suelo anualmente de 66,458.12 toneladas por año.

Tabla 78. Incremento de la Erosión eólica por el proyecto.

Erosión	Erosión Actual (Ton/Año)	Erosión Con Proyecto (Ton/Año)	Incremento (Ton/Año)
Erosión eólica (ton/ha/año)	45.5	155.53	110.03
Erosión eólica total (ton/año)	27,482.00	93,940.12	66,458.12

CONSULTA PÚBLICA

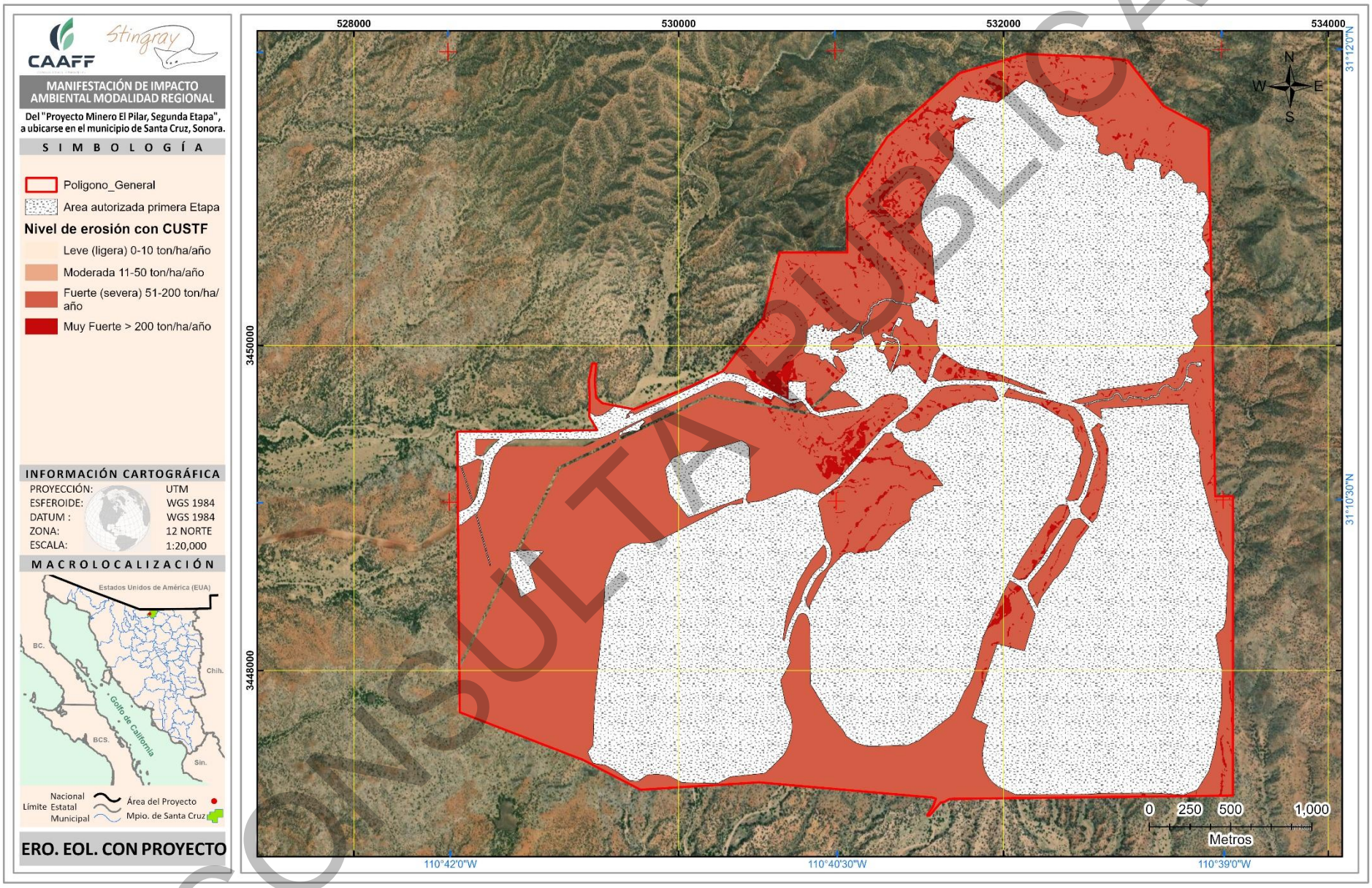


Figura 48. Niveles de erosión eólica en el escenario con CUSTF.

CONSULTA PÚBLICA

Erosión eólica por fases (CUSTF gradual)

Si realizamos un análisis de la erosión eólica similar a la hídrica por periodo del desmonte (etapa) con lo cual se obtendría un escenario más real de los procesos erosivos a generar, esto considerando que una vez concluida una fase se procederá a compensar estos niveles con obras de conservación de suelo y agua en la parte baja, con el objetivo de retener los sedimentos arrastrados de la parte alta, con lo cual disminuirá la erosión a general por el proyecto en total y así sucesivamente.

Tabla 79. Erosión potencial eólica por fases del proyecto

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Niveles de erosión actual Ton /Ha/año	Erosión a generar actual (ton/año)	Niveles de erosión con CUSTF Ton /Ha/año	Erosión a generar con CUSTF (ton/año)	Incremento de erosión con CUSTF (ton/año)
1	Año 1-2	335.811	48.93	16,432.62	164.24	55,152.82	38,720.20
2	Año 3-4	63.6032	44.68	2,841.79	150.89	9,597.09	6,755.30
3	5	19.6936	56.35	1,109.73	201.63	3,970.82	2,861.09
4	6	41.3672	41.58	1,720.05	140.53	5,813.36	4,093.31
5	7	50.5032	37.90	1,914.07	157.99	7,979.00	6,064.93
6	8	19.5775	35.88	702.44	123.32	2,414.30	1,711.86
7	9	25.9687	37.24	967.19	125.54	3,260.11	2,292.92
8	10	47.4756	37.79	1,794.10	121.17	5,752.62	3,958.52
Total		604.0		27,482.00		93,940.12	66,458.12

Conforme a la tabla anterior, se observa que el nivel máximo de erosión eólica a generar será de 38,720.20 ton/año en la primera fase del proyecto (1-2 años) mientras que en las siguientes etapas los niveles de erosión son menores, con lo cual se demuestra que durante la ejecución del proyecto nunca se tendrán los niveles totales de erosión, por lo que estos son inferiores a una desmonte total, siendo esta medida (CUSTF de forma gradual y por etapas) fundamental para la prevención del proceso erosivo.

Cuando se inicie el segundo periodo de CUSTF (3-4 años) se iniciará la construcción de obras de retención de suelo de forma temporal y así sucesivamente, cuando se inicia el desmonte de la tercera fase (5 año) se iniciará la construcción de obras de retención finalmente cuando el proyecto en la última etapa (año 10) se compensará en el predio de compensación adicional; por lo que en ningún momento se tendrá la totalidad del proyecto expuesto al desmonte, esto se observa de manera gráfica a anterior.

El nivel de erosión total es hipotético y nunca se tendrá este escenario ya que el CUSTF será gradual, iniciando la compensación antes de finalizar el CUSTF.

IV.3.1.2.5.2.3 Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000" (SEMARNAT Y COLPOS)[66]

[66] SEMARNAT, COLPOS. 2002. Evaluación de la degradación causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000

CONSULTA PÚBLICA

Esta evaluación fue elaborada a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre, conocida como ASSOD (1997)[67], por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan, utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio-mapas del INEGI a una escala de 1:250,000.

En el SAR, la superficie degradada asciende a **16,623.84 ha** equivalente al **39.29%** de la superficie total, mientras que el **60.71 %** de la superficie **no presenta ningún tipo de degradación del suelo**. En el SAR se identifica principalmente el proceso de **erosión hídrica con pérdida del suelo superficial**, manifestado como **erosión laminar o lavado superficial**, el cual presenta un nivel de degradación moderado y es causado fundamentalmente por el **sobrepastoreo**, afectando **16,454.78 ha**, lo que representa el **98.98%** de la superficie degradada. Adicionalmente, se registra degradación asociada a la sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, combinada también con el sobrepastoreo, que abarca **169.06 ha (1.02 %)**.

Tabla 80. Tipos de degradación del suelo existentes en el SAR.

Tipo de degradación	Nivel de Degradación	Causa degradación	Superficie (ha)	Porcentaje
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)	Moderado	Sobrepastoreo	16,454.78	98.98%
		Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico/sobrepastoreo	169.06	1.02%
Total			**16,623.84***	**100.00%**

*el 60.71% de la superficie del SAR restante corresponde a una superficie sin algún tipo de degradación del suelo.

En el AP se identifica un único proceso de degradación del suelo: la **erosión hídrica con pérdida del suelo superficial**, manifestada principalmente como erosión laminar o lavado superficial. Este proceso presenta un **nivel de degradación moderado** y se encuentra asociado exclusivamente al **sobrepastoreo**, afectando la totalidad de la superficie evaluada, es decir, **604.0 ha**, lo que equivale al **100 %** del área. Esta condición evidencia una presión constante sobre el recurso suelo, derivada del uso ganadero y del impacto directo del tránsito y consumo de la vegetación por el ganado.

Tabla 81. Tipos de degradación del suelo existentes en el AP.

Tipo de degradación	Nivel de Degradación	Causa degradación	Superficie (ha)	Porcentaje
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)	Moderado	Sobrepastoreo	604.0	100%

La **erosión hídrica con pérdida del suelo superficial** corresponde a la disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción uniforme del material del suelo por la escorrentía. Posibles causas: Manejo inapropiado de las tierras forestales, agrícolas y ganaderas, que provoca una cobertura insuficiente del suelo, una falta de obstáculos para detener la escorrentía o el deterioro de la estructura del suelo; lo cual conduce a la producción de escurrimientos superficiales excesivos.

[67] ISRIC. (1997). Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation in South and Southeast Asia (ASSOD). International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)/UNEP.

CONSULTA PÚBLICA

Dentro del mismo estudio se señala que se evaluó en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos en cuatro niveles, presentándose en las dos unidades de análisis (SAR y AP) un nivel Moderado (2).

> (2) Moderado: los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.

Así como también las causas identificadas que afectan a los diferentes procesos de degradación del suelo es la siguiente:

Se adoptaron los mismos grupos de factores causativos propuestos en la metodología de ASSOD, los cuales se indican genéricamente con una letra minúscula y se describen a continuación:

Deforestación y remoción de la vegetación: a casi total remoción de la vegetación natural (usualmente bosque primario y secundario) en grandes extensiones territoriales para cambiar el uso de la tierra a agrícola y urbano principalmente.

> *e: Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico*: Contrario a la "deforestación y remoción de la vegetación natural", este factor causativo no involucra, necesariamente, la remoción (casi) completa de la vegetación "natural", sino más bien, la degeneración de la vegetación remanente, provocando una protección insuficiente contra la erosión. Se incluyen en este grupo a la recolección excesiva de leña, la producción de carbón y al uso de la madera como cercos, postes o polines.
>
> *g: Sobrepastoreo*: Además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento.

Lo anterior se muestra en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

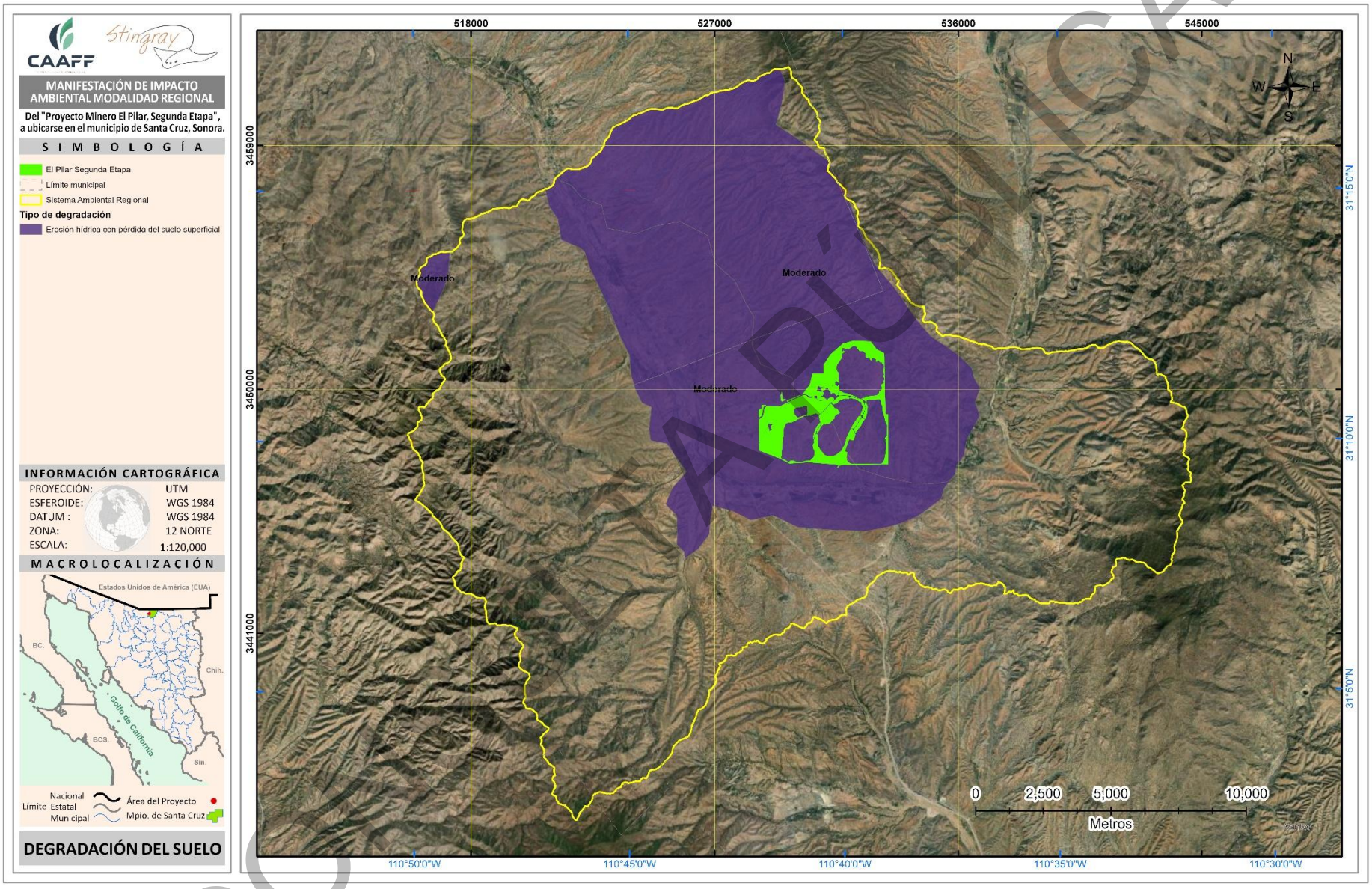


Figura 49. Tipos de degradación del suelo en el SAR y AP (COLPOS-INEGI).

COPIA PÚBLICA

IV.3.1.2.6 Geohidrología e hidrología superficial y subterránea

En el presente apartado se expone la información correspondiente al recurso hídrico, considerando que el agua constituye un elemento indispensable para la vida y un componente esencial para el desarrollo de los distintos sectores productivos. La determinación de los caudales en una región adquiere especial relevancia debido al predominio de actividades vinculadas al aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos.

El análisis hidrológico permite generar información fundamental para la gestión integral del agua, particularmente en lo relacionado con sus diversos usos: agrícolas, forestales, energéticos, domésticos, así como para la planificación y construcción de obras civiles. Esta información resulta clave para promover un uso sostenible del recurso y para garantizar su disponibilidad a largo plazo.

IV.3.1.2.6.1 Hidrografía

La hidrografía del área de estudio comprende el conjunto de cuerpos y corrientes de agua que conforman la red natural de drenaje superficial. Su análisis permite identificar la distribución espacial del recurso hídrico, la dinámica de escurrimientos y su relación con las características fisiográficas y climáticas de la región. Este componente es fundamental para comprender los procesos ambientales, la disponibilidad de agua y el funcionamiento general de la cuenca, así como para evaluar la capacidad de conducción, almacenamiento y regulación natural del sistema hidrológico.

La ubicación del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área del Proyecto (AP), de acuerdo con la clasificación hidrológica, se determinó utilizando información generada por el INEGI a escala 1:50,000, a partir de la capa vectorial Hidrología 2.0[68]. La distribución de los elementos hidrológicos correspondientes al SAR y AP se presenta en la tabla siguiente, mostrando subcuencas, corrientes principales y características asociadas, lo que permite establecer el contexto hidrológico.

Tabla 82. Clasificación hidrológica del SAR y AP.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
Río Colorado (RH07)	Bacanora-Mejorada (RH07A)	Nogales (RH07Ac)

[68] INEGI. (2010). Conjunto de datos vectoriales Hidrología 2.0, escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

CONSULTA PÚBLICA



Figura 50. Clasificación hidrológica del SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

La **Región hidrológica número 7 Río Colorado**, se encuentra localizada en el Norte-Oeste del país, en los Estados de Baja California y Sonora. Su principal sistema hidrológico de esta región hidrológica está constituido por los ríos Colorado, Hardy y Nuevo, los cuales descargan directamente al Mar de Cortés. La disponibilidad media anual total de 131.277 millones de metros cúbicos, la cual está constituida por corrientes con pendientes muy pronunciadas que, de forma efímera, escurren con un tiempo de traslado muy corto, hacia al mar, está condicionada a la factibilidad de su aprovechamiento; sus aguas se aprovechan principalmente para actividades agrícolas y para uso urbano (CONAGUA, 2015)[69].

La **Cuenca RH07A Bacanora–Mejorada**, perteneciente a la Región Hidrológica 07 (Ríos Yaqui–Mátape), se caracteriza por una red de corrientes intermitentes y de régimen pluvial, cuya dinámica está fuertemente condicionada por la estacionalidad de las lluvias asociadas al monzón de verano. El área presenta escurrimientos superficiales de corta duración, concentrados entre los meses de junio y septiembre, mientras que durante el resto del año las corrientes permanecen secas debido a la elevada evaporación potencial y a la limitada capacidad de retención de humedad de los suelos predominantemente someros, como regosoles y leptosoles. La hidrología está influida por la fisiografía serrana y de piedemonte, lo que genera arroyadas intensas durante eventos de tormenta y favorece procesos de erosión y transporte de sedimentos. Aunque la disponibilidad de agua superficial es baja, la cuenca contribuye a la recarga local de acuíferos a través de infiltración en zonas de fracturamiento y en materiales volcánicos permeables ubicados en partes altas, constituyendo un elemento relevante para el balance hídrico regional en un entorno semiárido (INEGI & CONAGUA, 2020)[70].

La **Subcuenca RH07Ac Nogales**, con una superficie de **2,821.21 km²** y drenaje de tipo **exorreico**, presenta una red hidrográfica bien desarrollada, compuesta por **80 descargas** que alimentan arroyos intermitentes de régimen pluvial. Su morfometría evidencia una cuenca alargada y poco compacta, reflejada en un **coeficiente de compacidad de 2.09** y una **densidad de drenaje de 2.79 km/km²**, indicadores que sugieren una respuesta rápida a eventos de precipitación intensa. El relieve montañoso, con elevaciones que varían entre **1,140 y 2,540 m** y una **pendiente media del 16.6%**, favorece escurrimientos de alta energía y procesos erosivos significativos. La corriente principal, con una longitud de **74.1 km**, muestra una **pendiente promedio de 1.11%** y una **sinuosidad de 2.16**, lo que indica un curso moderadamente sinuoso influenciado por la topografía serrana. La longitud promedio de flujo superficial (**0.089 km**) refleja trayectorias cortas de escurrimiento hacia los cauces, típicas de cuencas con fuertes gradientes altitudinales. En conjunto, estos parámetros confirman que la subcuenca posee un comportamiento hidrológico **rápido y torrencial**, característico de sistemas de montaña sometidos a precipitaciones estacionales.

Tabla 83. Características hidrológicas de la Nombre subcuenca Nogales (RH07Ac)[71].

Identificador	938
Clave Subcuenca	RH07Ac
Nombre subcuenca	Nogales
Tipo	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	S/D

[69] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Disponibilidad media anual de aguas nacionales superficiales y subterráneas: Región Hidrológica Río Colorado. Diario Oficial de la Federación.
[70] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) & Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Conjunto de datos hidrológicos y disponibilidad de aguas superficiales: Cuenca RH07A Bacanora–Mejorada. Aguascalientes, México: INEGI/CONAGUA.
[71] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s.f.). SIATL – Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. Recuperado de https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/.

CONSULTA PÚBLICA

Identificador	938
Total de descargas (principal)	80
Total de Descargas	80
Área Km²	2821.21
Perímetro Km	393.75
Densidad de Drenaje	2.7937
Coeficiente de Compacidad	2.0905
Longitud promedio de flujo superficial	0.08948706
Elevación Máxima Subcuenca(m)	2540
Elevación Mínima Subcuenca (m)	1140
Pendiente Media Subcuenca (%)	16.6
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	2124
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	1302
Longitud de Corriente Principal (m)	74075
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.109
Sinuosidad de Corriente Principal	2.164163947

IV.3.1.2.6.2 Hidrología superficial

De acuerdo con la Red hidrológica escala 1:50 000 edición 2.0 del INEGI, en el SAR se tiene presencia de únicamente **cuerpos de agua** de tipo **intermítete**, así como varías **corrientes intermitentes** definidas como arroyos y barrancas como: Agua zarca, Los tubos, El tambor y La galera, por mencionar algunos, y una sección perteneciente a un cauce de tipo **perenne** denominado Río Santa Cruz. Es importante mencionar que, la mayor parte de las corrientes presentes en la cuenca corresponden a flujos de agua intermitentes, es decir, que en la gran parte del año se encuentran sin recurso hídrico, razón por la cual, las corrientes se presentan de manera temporal.

El sistema hidrológico del área de estudio está conformado por un total de **1,651 corrientes**, que en conjunto suman **1,296.44 km**, distribuidas en distintos órdenes y condiciones de flujo que reflejan la dinámica hídrica regional, así mismo cuenta con **18 cuerpos de agua de tipo intermitente** que cubre una superficie de **0.132 km²**. Predominan de manera significativa las **corrientes intermitentes**, las cuales representan el **97.17%** del total de la longitud cartografiada y se concentran principalmente en los órdenes 1 y 2, asociados típicamente a cauces de montaña o laderas que dependen directamente de la precipitación estacional para su activación. Los flujos clasificados como **virtuales**, aquellos que se identifican por su trazo geomorfológico pero cuya presencia de agua no es permanente ni verificable en campo, constituyen un **0.14%**, lo que indica la existencia de cauces potenciales donde el escurrimiento solo ocurre bajo condiciones hidrológicas excepcionales o de alta intensidad pluvial. Asimismo, las corrientes **perennes**, aunque representan únicamente el **2.66%** de la longitud total, alcanzan órdenes superiores (3 a 6), lo que evidencia una mayor estabilidad hidrológica y un aporte constante a la red de drenaje principal, asociado a fuentes de agua más permanentes como manantiales, acuíferos someros o zonas de captación con mayor capacidad de retención. Finalmente, las corrientes **en operación** suman apenas **0.03%**, lo que sugiere intervenciones puntuales o tramos con modificación antropogénica. En conjunto, esta configuración refleja un sistema dominado por escurrimientos temporales, característico de ambientes con marcada estacionalidad y alta dependencia de los eventos de lluvia para la activación de la red hidrográfica.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 84. Red hidrográfica en el SAR.

Condición	Orden	Numero de corrientes	Longitud (km)	Porcentaje
En operación	1	1	0.03	0.00%
	2	1	0.42	0.03%
Total		**2**	**0.44**	**0.03%**
Flujo virtual	1	10	0.66	0.05%
	2	10	0.74	0.06%
	3	3	0.33	0.03%
	4	1	0.05	0.00%
Total		**24**	**1.78**	**0.14%**
Intermitente	1	803	814.21	62.80%
	2	405	244.74	18.88%
	3	220	145.70	11.24%
	4	84	43.09	3.32%
	5	29	12.03	0.93%
Total		**1,541**	**1,259.76**	**97.17%**
Perenne	3	1	0.42	0.03%
	4	2	0.92	0.07%
	5	11	3.00	0.23%
	6	70	30.12	2.32%
Total		**84**	**34.46**	**2.66%**
Total SA		**1,651**	**1,296.44**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

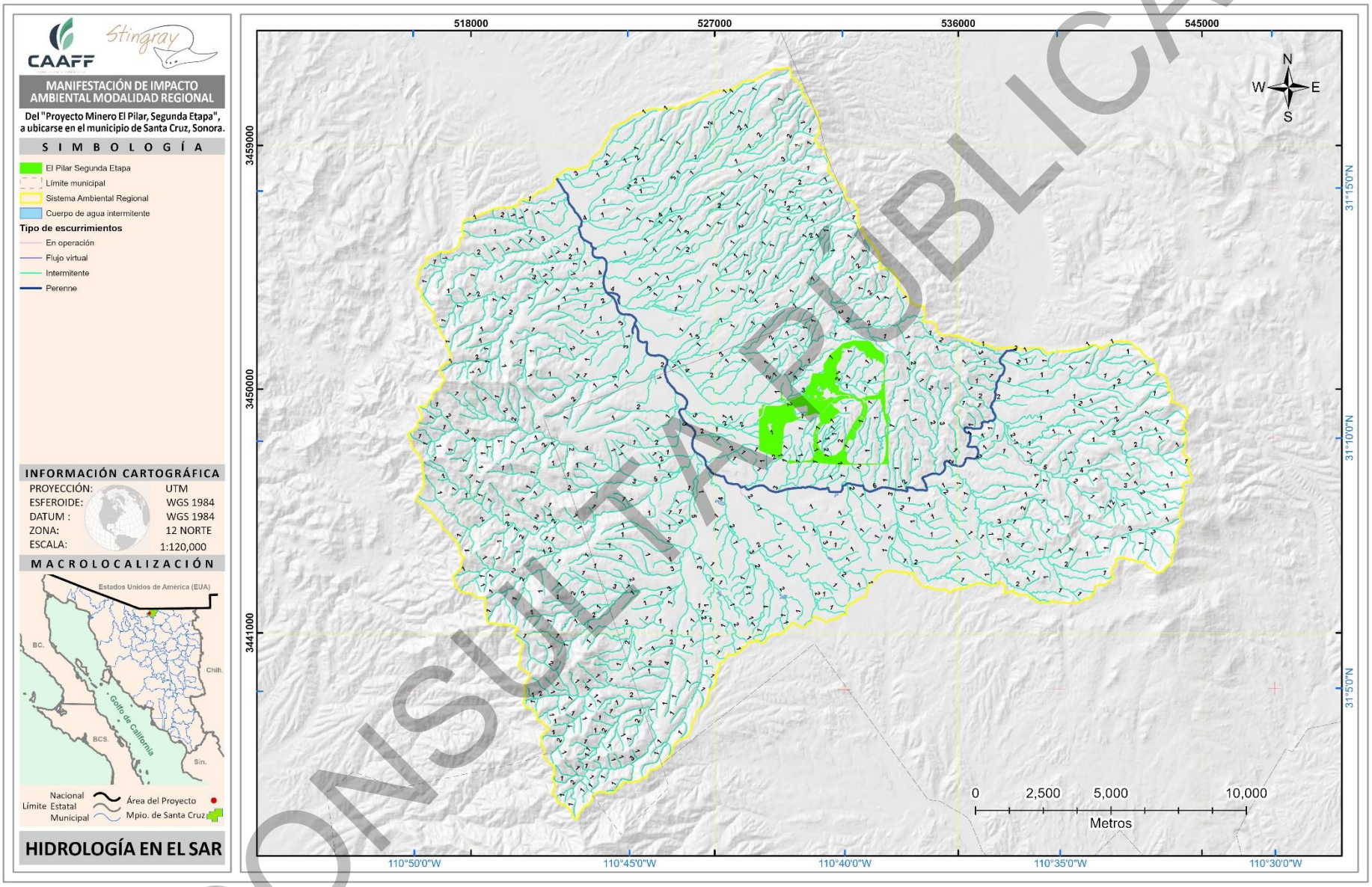


Figura 51. Red hidrográfica en el SAR .

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la Red Hidrológica a escala 1:50 000, edición 2.0 del INEGI, dentro del Área del Proyecto (AP) se identifican diversas corrientes intermitentes, entre las cuales destacan los arroyos **El Pilar** y **El Gato**, además de múltiples cauces sin nombre que constituyen los primeros colectores de escorrentía superficial y que contribuyen a la distribución del recurso hídrico hacia aguas abajo. En total, se registran **49 corrientes**, cuya longitud acumulada asciende a **18.45 km**, conformando una red de drenaje que se organiza de noreste a suroeste hasta confluir en el cauce perenne del **Río Santa Cruz**, localizado en la porción inferior del AP. Cabe señalar que estas corrientes presentan flujo intermitente, lo que implica que permanecen sin escurrimiento la mayor parte del año y únicamente se activan durante eventos de lluvia o en temporadas de mayor precipitación, respondiendo a la dinámica hidrológica típica de regiones con marcada estacionalidad.

La corriente principal dentro del AP es el **arroyo El Pilar**, conocido en su tramo inferior como **El Tambor**, cuya cuenca de drenaje abarca aproximadamente **2,500 ha**. Este arroyo presenta una orientación general **Este-Noreste y Oeste-Suroeste,** y desemboca directamente en el río Santa Cruz, coincidiendo con el tramo donde dicho río cambia su dirección hacia un patrón **Suroeste–Noreste**. En contraste con esta corriente principal, se encuentran arroyos de menor jerarquía y con cuencas reducidas, como **La Pilita, La Tigua y El Gato**, además de otros cauces secundarios sin denominación oficial; todos ellos drenan igualmente hacia el río Santa Cruz en su segmento con orientación **Este–Oeste**.

Las pequeñas cuencas que conforman esta red de arroyos muestran un patrón geomorfológico distintivo: son alargadas, estrechas y aproximadamente paralelas entre sí. Su orientación varía gradualmente en forma de abanico conforme se avanza de Este a Oeste, pasando de ejes **Norte–Sur** en los arroyos más orientales —como La Pilita— a alineamientos **Noreste–Suroeste** en los más occidentales, como el arroyo asociado al represo **La Carcelita**. Entre este conjunto de cauces y el arroyo El Pilar se interpone el **arroyo del rancho Paredes**, cuya dirección es predominantemente **Este–Oeste**, funcionando como límite transicional entre ambos sistemas de drenaje.

La clasificación hidrológica de la red en el AP se resume en la siguiente tabla, donde se observa que las corrientes de **primer orden** dominan ampliamente el sistema, al representar el **80.99%** del total de la longitud registrada, reflejando una red altamente ramificada y dependiente de la precipitación estacional.

Tabla 85. Red hidrográfica en el AP.

Condición	Orden	Numero de corrientes	Longitud (km)	Porcentaje
Intermitente	1	37	14.94	80.99%
	2	11	2.78	15.09%
	3	1	0.72	3.93%
Total		**49**	**18.45**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

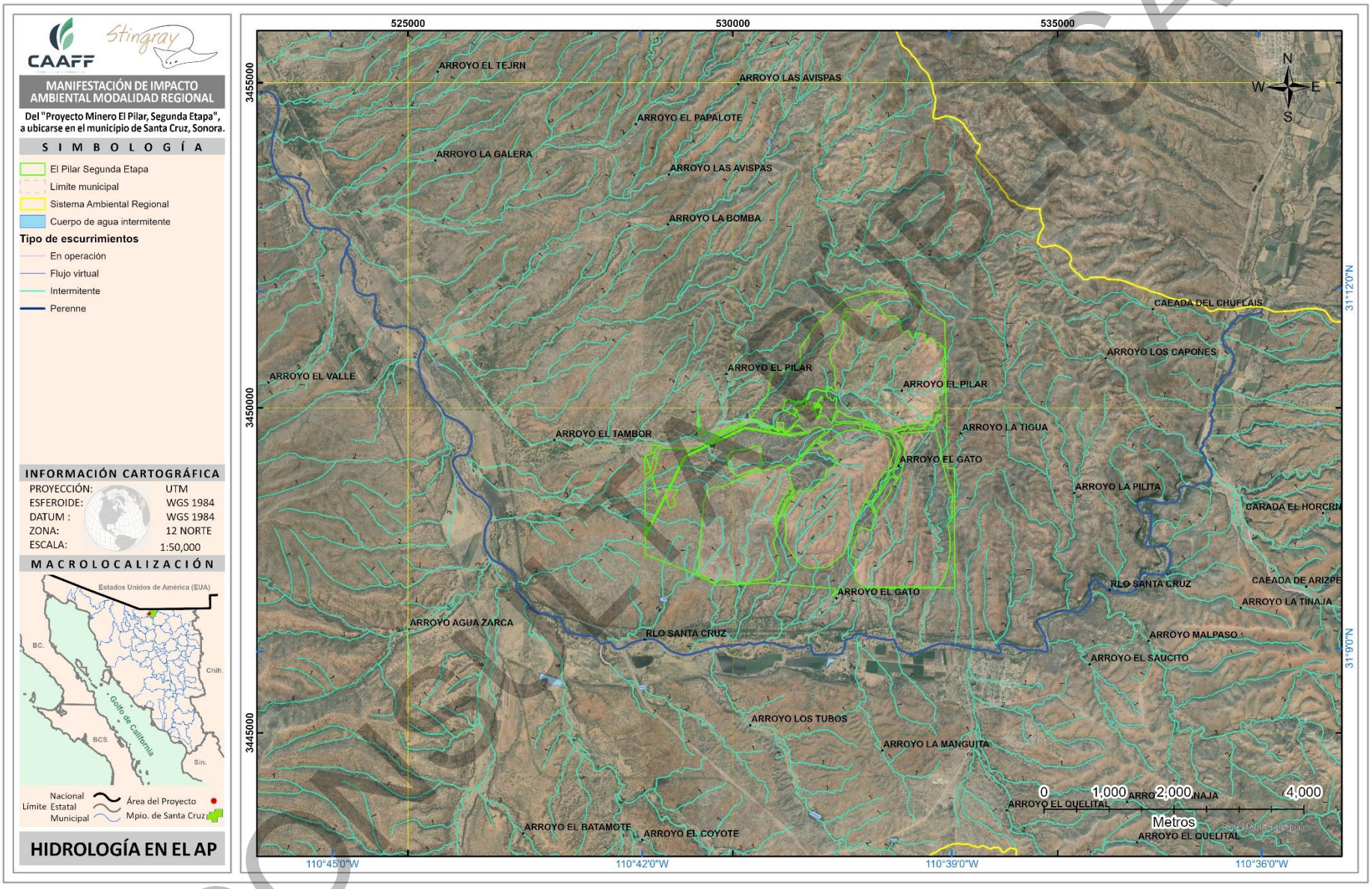


Figura 52. Red hidrográfica en el AP .

COPIA CONTROLADA

Según reporta Rangel (2008)[72], el área de drenado del río Santa Cruz, aguas arriba de una estación hidrométrica localizada a 1.3 km al Norte de la línea internacional, cubre una superficie de 1,380 km^2, de los cuales 897.24 km^2 se encuentran en nuestro país. El escurrimiento calculado por Rangel (2008.) para la parte nacional de la cuenca del río Santa Cruz es de 14.527 millones de m^3 al año, correspondiente al 3.91% de la precipitación considerada ser del orden de los 371.46 hm^3 por año, con lo que determina un volumen de infiltración potencial de 26.66 hm^3. Esta infiltración alimenta al acuífero Santa Cruz que subyace a la región y que en su parte Sur reciben también aportaciones de una pequeña porción de la subcuenca del arroyo Cocóspera, tributario del río de la Concepción.

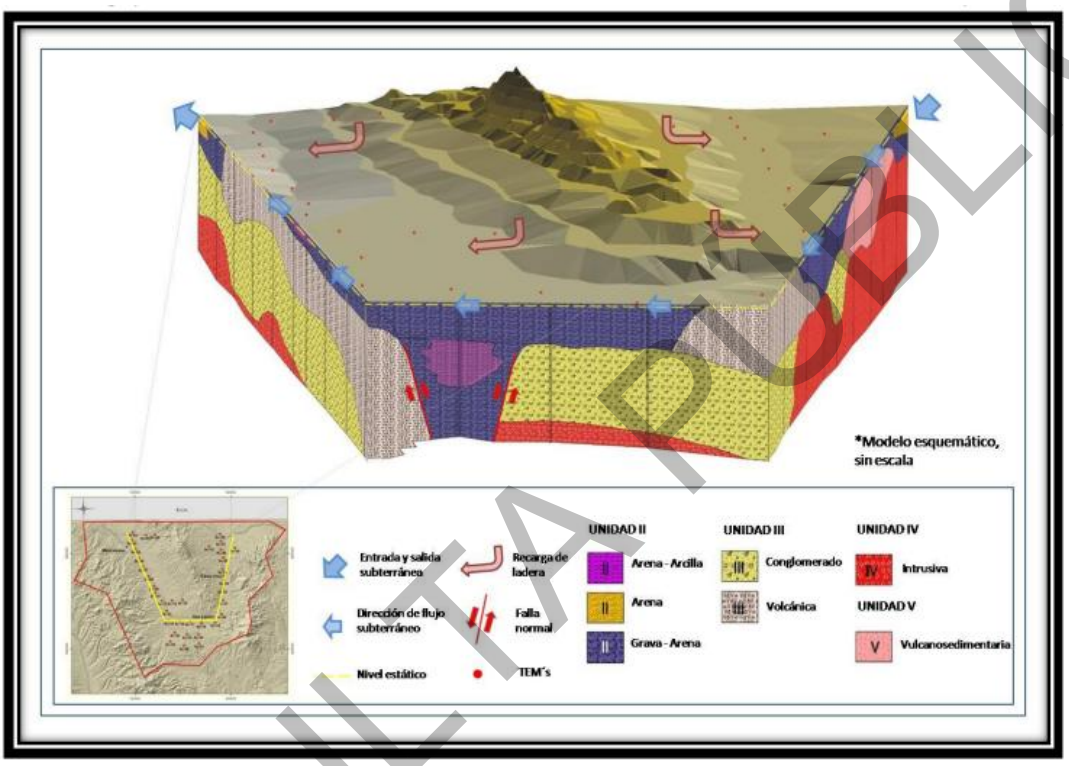


Figura 53. Modelo conceptual hidrológico Fuente: Rangel (2008).

Fuera del río Santa Cruz no existen en el área de estudio otras corrientes perennes ni tampoco cuerpos de agua que no sean pequeños represas de uso pecuario para los hatos vacunos de los ranchos en donde se ubican, embalsando los escurrimientos de arroyos de poca extensión.

A continuación se presenta información de estudios previos elaborados para la Manifestación de Impacto Ambiental proyecto minero El Pilar (primer etapa)[73].

[72] Rangel, J. (2008). Hidrología y escurrimiento de la cuenca del río Santa Cruz [Informe técnico]. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México.
[73] Manifestación de Impacto Ambiental proyecto minero El Pilar.

CONSULTA PÚBLICA

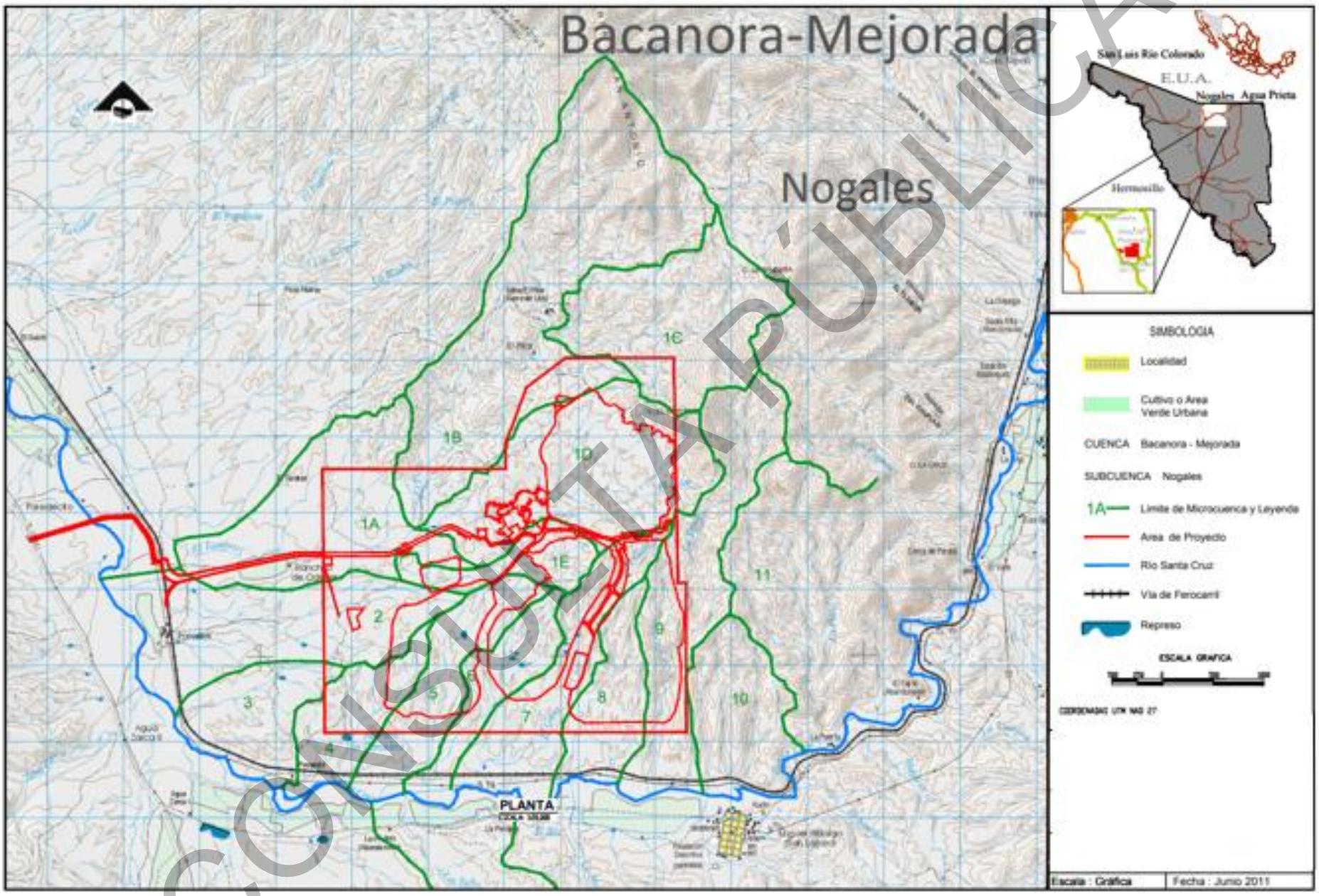


Figura 54. Microcuencas asociadas al proyecto (Fuente: Manifestación de Impacto Ambiental proyecto minero El Pilar).

CONSULTA PÚBLICA

La figura anterior indica el área que cubre el proyecto minero El Pilar, por lo que las futuras obras estarán dentro de este perímetro. Como se aprecia en la misma figura, la totalidad del área comprende en la sub cuenca Nogales la cual se encuentra dentro de la cuenca de Bacanora Mejorada, por lo que si se desarrolla el proyecto minero se verán afectadas en cierta medida los arroyos que se intercepten con el polígono minero arroyos que se mencionaron en el párrafo anterior. Las excepciones serán las Microcuencas 1B y 1C (del arroyo El Pilar-Tambor) y las Microcuencas 3, 10 y 11, de las que prácticamente toda su área de drenaje queda por fuera de las obras mineras.

Tabla 86. Estimación de gasto pico de las corrientes asociadas a intensidad de lluvia con periodo de retorno de 100 años.

Parámetros y fórmulas								
Microcuencas[1]	L Longitud del Cauce Principal (m)	v Velocidad Media (m/s)	tc Tiempo de Concentración (horas)	C Coeficiente de Escurrimiento (%)[2]	Duración de Lluvia (min)[3]	i Intensidad de Lluvia (mm/hrs)[3]	Ac Área de la Microcuenca (m^2)	Qp Gasto Pico m^3/h
			tc = L / (3600 x v)					*Qp = C x i x Ac*
1A	3,600	0.50	2.00	7.50	120.00	41.00	4,353,582.27	**13,387.27**
1B	7,300	1.05	1.93	10.00	120.00	41.00	9,368,384.78	**38,410.38**
1C	3,500	0.60	1.62	10.00	120.00	41.00	4,380,290.52	**17,959.19**
1D	4,100	1.05	1.08	12.50	60.00	64.00	5,500,271.05	**44,002.17**
1E	3,000	0.90	0.93	7.50	60.00	64.00	1,416,144.82	**6,797.50**
2	3,600	0.40	2.50	7.50	240.00	18.50	3,877,805.94	**5,380.46**
3	2,100	0.30	1.94	5.00	120.00	41.00	2,093,908.44	**4,292.51**
4	2,300	0.40	1.60	5.00	120.00	41.00	1,842,999.92	**3,778.15**
5	3,400	0.50	1.89	7.50	120.00	41.00	2,407,767.55	**7,403.89**
6	2,600	0.90	0.80	7.50	60.00	64.00	1,584,336.91	**7,604.82**
7 (El Gato)	3,700	0.90	1.14	7.50	60.00	64.00	2,983,600.42	**14,321.28**
8	2,500	0.90	0.77	7.50	60.00	64.00	1,903,730.23	**9,137.91**
9 (La Tigua)	5,400	0.75	2.00	12.50	120.00	41.00	4,517,694.10	**23,153.18**
10	2,300	0.75	0.85	12.50	60.00	64.00	2,598,367.94	**20,786.94**

La tabla anterior muestra el área de drenaje para las Microcuencas previas, así como los gastos picos a esperar en los arroyos principales de las mismas en el caso de que se presente un evento de precipitación de tal intensidad que su período de retorno sea de 100 años. Como se aprecia en la misma, el gasto mayor es el de la Microcuenca 1D con valor de 44,002.17 m3 /h con un tiempo de concentración de 1.08 horas en la desembocadura del arroyo principal de la Microcuenca.

IV.3.1.2.6.2.1 Calidad del agua superficial y sedimentos de arroyos

Como parte del presente estudio para conocer las condiciones ambientales base en la zona donde se pretende desarrollar **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"**, en un estudio con anterioridad elaborado como parte de la Manifestación de Impacto Ambiental El Pilar, se realizaron muestreos de aguas superficiales en tres puntos del Río Santa Cruz donde se encontró agua corriendo. El primero de ellos (ASUP 1) se localiza inmediatamente aguas arriba al Noroeste de la población de Miguel Hidalgo mientras que los restantes dos aguas abajo, separados más de 3 km uno de otro, como se muestra en la figura siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

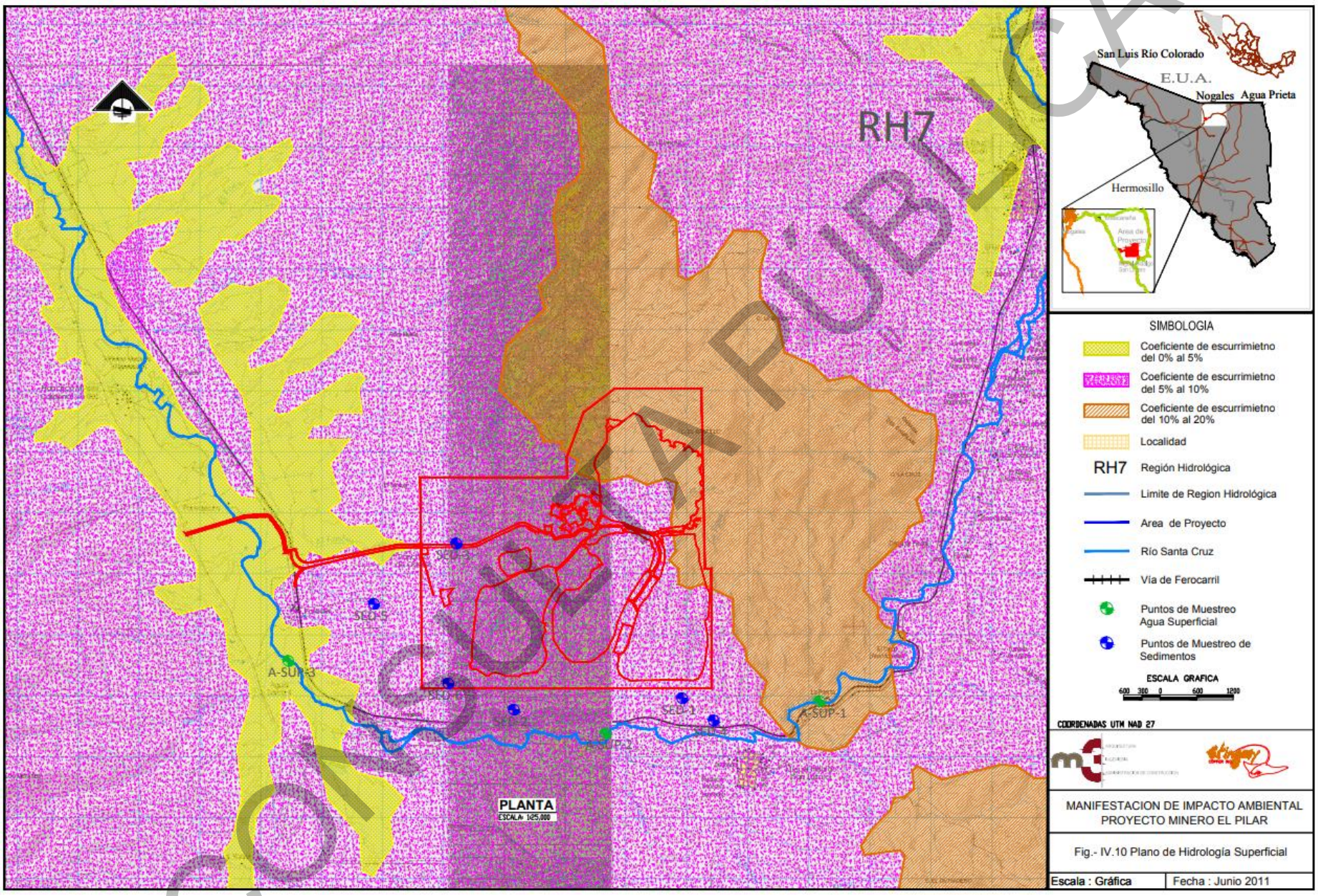


Figura 55. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial (Fuente: Manifestación de Impacto Ambiental proyecto minero El Pilar).

COPIA PÚBLICA

Los resultados de la calidad del agua en el Río Santa Cruz se pueden comparar con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Observando que en este muestreo se detectaron valores similares de Sólidos Suspendidos Totales en las muestras ASUP-1(Aguas arriba) y ASUP-2 (aguas abajo) a diferencia que la muestra ASUP-3 (el más alejado aguas abajo) presenta valores más altos de este parámetro dado que este punto está más abajo la misma dirección del río y el arrastre de los sólidos hacen que las concentraciones sean mayores que en los puntos que se encuentran más arriba. Asimismo, se presentaron valores de fosforo total en los tres puntos de muestreo que no exceden los límites máximos permisibles que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996. Aunando a lo anterior, en ninguno de los sitios muestreados, se presentan valores por arriba de lo que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996 en lo que respecta a Coliformes Fecales la cual es de 1000 NMP/100mL.

En virtud de que los arroyos en el polígono de interés no llevaban agua durante el desarrollo del trabajo de campo, no se tomaron muestras de agua superficial para su caracterización físico-química, pero se tomaron muestras de sedimentos de los arroyos con potencial de afectación en caso de desarrollarse el proyecto minero. Para sedimentos se incluyó un punto sobre el río Santa Cruz (a la altura del rancho Paredes) donde inicialmente se planeó muestrear agua pero que se encontraba seco al momento del muestreo. Las muestras de sedimentos fueron evaluadas en cuanto su contenido de metales de acuerdo a los resultados que se presentan a continuación:

Tabla 87. Resultados de la calidad del agua del río Santa Cruz.

REGISTRO DE LABORATORIO:		FQ-40976 MB-58830	FQ-40977 MB-58831	FQ-23615 MB-29252
COORDENADAS UTM:		535,250 3,446,701 1,282 m.s.n.m	531,736 3,446,172 1,263 m.s.n.m	526521 3,447,361 N 1,230 m.s.n.m
Sitio/Muestra:		**ASUP-1**	**ASUP-2**	**ASUP-3**
PARÁMETROS		**RESULTADOS**		
Color Verdadero	UPC	5.0 a pH =7.50	2.5 a pH = 8.18	2.5 a pH = 7.94
Conductividad Eléctrica	µs/cm	438 a 25.0 °C	414 a 25.0 °C	474 a 25.0 °C
pH		8.48 a 22.5 °C	8.69 a 19 °C	8.31 a 17 °C
Grasas y Aceites	mg/L	L.C.	25	L.C.
Demanda Química de Oxigeno	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Demanda Bioquímica de Oxigeno	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5.2	5.2	26.4
Sólidos Sedimentables	mL/L	L.C.	0.1	0.3
Arsénico (As)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Cadmio (Cd)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Cobre (Cu)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Cianuro Total (CN)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Mercurio (Hg)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Niquel (Ni)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Plomo (Pb)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Zinc (Zn)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Fosforo Total (P)	mg/L	0.074	0.137	0.132
Cromo Total (Cr)	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Nitrógeno Total Kjeldahi	mg/L	L.C.	L.C.	L.C.
Coliformes Fecales	NMP/100mL	L.C.	540	49

L.C. = Menor al Límite de Cuantificación | mg/L = miligramos por Litro | mL/L=mililitros por Litros | NMP/100 mL=Número Más Probable por Cien mililitros

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 88. Resultados de la calidad del agua del río Santa Cruz.

REGISTRO DE LABORATORIO:	FQ-40979	FQ-40980	FQ-40971	FQ-40982	FQ-23620	FQ-23619	LIMITE DE CUANTIFICACION
Muestra	SED-1	SED-2	SED-3	SED-4	SED-5	SED-6	
Parámetros (mg/Kg)	RESULTADOS						
Arsénico (As)	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	6.25	2.22	-----
Cobre (Cu)	6.36	7.62	58.8	15.6	9.69	19.4	-----
Cadmio (Cd)	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	N.C.	0.311	0.250
Mercurio (Hg)	0.0908	0.1447	0.1096	0.2077	0.1547	0.2044	0.0003
Plomo (Pb)	4.83	2.42	6.34	7.48	13.4	4.93	-----
Níquel (Ni)	<L.C.	<L.C.	3.64	<L.C.	3.90	3.24	-----
Cromo Hexavalente (Cr^6)	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	4.21	7.92	-----
Selenio (Se)	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	2.11	N.C.	1.20
Plata (Ag)	51.5	<L.C.	1.68	3.05	N.C.	N.C.	0.250
<L.C.= Menor de Limite de Cuantificación							

IV.3.1.2.6.3 Hidrología subterránea

La hidrología subterránea constituye la rama de las ciencias hidrológicas encargada del estudio del agua presente en el subsuelo, abarcando aspectos relacionados con su almacenamiento, movimiento a través de los materiales geológicos, así como los procesos de recarga natural y descarga hacia manantiales, ríos o pozos. Este enfoque resulta fundamental para comprender la disponibilidad y dinámica del recurso hídrico en zonas donde el agua subterránea representa una fuente estratégica para el abastecimiento humano, agrícola o industrial.

En el Sistema Ambiental Regional donde se localiza el proyecto, la dinámica subterránea está influenciada por cuatro acuíferos regionales: **Río Alisos** (Clave 2613), **Cuitaca** (Clave 2660), **Cocospera** (Clave 2614) y **Río Santa Cruz** (Clave 2615). No obstante, conforme a la información del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la **CONAGUA**, la **totalidad del Área del Proyecto (AP)** se encuentra específicamente dentro de la delimitación del **acuífero Río Santa Cruz (Clave 2615)**. Este acuífero constituye la unidad hidrogeológica directamente asociada al proyecto y, por lo tanto, es el principal regulador de los niveles freáticos, la disponibilidad de agua subterránea y los posibles procesos de interacción con la hidrología superficial en el sitio del proyecto.

Tabla 89. Acuíferos presentes en el SAR.

Clave	Acuífero	Superficie (ha)	Porcentaje
2613	Rio alisos	159.63	0.38%
2660	Cuitaca	204.23	0.48%
2614	Cocospera	25.56	0.06%
2615	Rio santa cruz	41,918.36	99.08%
Total		**42,307.780**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 90. Descripción de los acuíferos (CONAGUA, 2025)[74].

Clave	Nombre	Descripción
2613	Rio alisos	El acuífero Río Alisos, definido con la clave 2613 por la Comisión Nacional del Agua. Se localiza en la porción norte del estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 30° 50' y 31° 20' de latitud norte y 111° 05' y 110° 45' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 893 km^2. El acuífero Río Alisos pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". Su territorio completo se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en dicha zona (parte oeste del meridiano 110° de Greenwich)", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de septiembre de 1978. Este decreto es tipo III, en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.
2660	Cuitaca	El acuífero Cuitaca, definido con la clave 2660 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 30° 48' 9.1" y 31° 12' 45.5" de latitud norte, y 110° 23' 3.9" y 110° 33' 33.3" de longitud oeste, cubriendo una superficie de 477 km^2. Colinda al noroeste con el acuífero Río Santa Cruz, al sureste con Río Bacanuchi, al noreste con Río San Pedro y al suroeste con el acuífero Cocóspera, todos ellos pertenecientes al estado de Sonora. El acuífero Cuitaca pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". Su territorio completo se encuentra sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda. El primero en la parte norte y es el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, en dicha zona", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de septiembre de 1978; el segundo en la parte sur y es el "Decreto por medio del cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo, Son.", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de junio de 1967. Ambas vedas son tipo II, en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para uso doméstico. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El usuario principal del agua es el industrial. En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna; ni tampoco se ha constituido, hasta la fecha, Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).
2614	Cocospera	El acuífero Cocóspera, definido con la clave 2614 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora entre las coordenadas geográficas 30° 44' y 31° 07' de latitud norte y 110° 30' y 110° 46' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 650 km^2. Geopolíticamente se encuentra ubicado parcialmente en los municipios de Ímuris, Santa Cruz, Cananea y Nogales. Colinda al norte con el acuífero Río Santa Cruz, al este con el acuífero Cuitaca, al sureste con el acuífero Río Bacanuchi, al suroeste con el acuífero Magdalena y al oeste con el acuífero Río Alisos, todos ellos pertenecientes al Estado de Sonora.

[74] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2025). Disponibilidad por acuíferos. SIGA-GIS. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html.

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Nombre	Descripción
		El acuífero Cocóspera pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". Se encuentra totalmente vedado mediante tres decretos de veda. El extremo noroeste del acuífero se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región denominada Cuenca del Río Santa Cruz, Municipios de Nogales y Santa Cruz, Estado de Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 25 de enero de 1961. La parte central del acuífero se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, en dicha zona", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de septiembre de 1978. Estos decretos se clasifican como tipo III, en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. El extremo sur se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto por medio del cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo tercera ampliación, por medio de la cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la costa de Hermosillo, Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de junio de 1967. Este decreto se clasifica como tipo II, en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones limitadas para usos domésticos. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El usuario principal es el público urbano. En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).
2615	Rio santa cruz	El acuífero Río Santa Cruz, definido con la clave 2615 por la Comisión Nacional del Agua, se encuentra localizado en la porción norte del Estado de Sonora, entre las coordenadas geográficas 31° 02' y 31° 20' de latitud norte, y 110° 25' y 110° 55' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 952 km^2. Dentro del estado colinda al este, con el acuífero río San Pedro; al oeste con los acuíferos Nogales y Río Alisos; al sur con el acuífero Cocóspera; al sureste con el acuífero Cuitaca y al norte con la línea divisoria internacional con los Estados Unidos de América, por lo cual se trata de un acuífero fronterizo. El acuífero Río Santa Cruz pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región denominada Cuenca del Río Santa Cruz, municipios de Nogales y Santa Cruz, Estado de Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 25 de enero de 1961. Una pequeña porción de las zonas serranas que delimitan el acuífero al este y oeste, se rige por el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, en dicha zona", publicado en el DOF el 19 de septiembre de 1978. Ambos decretos se clasifican como tipo III en los que la capacidad del acuífero permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. El acuífero Río Santa Cruz pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región denominada Cuenca del Río Santa Cruz, municipios de Nogales y Santa Cruz, Estado de Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 25 de enero de 1961. Una pequeña porción de las zonas serranas que delimitan el acuífero al este y oeste, se rige por el "Decreto por el

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Nombre	Descripción
		que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, en dicha zona", publicado en el DOF el 19 de septiembre de 1978. Ambos decretos se clasifican como tipo III en los que la capacidad del acuífero permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2. El usuario principal del agua es el Público urbano y agrícola. En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni se ha constituido a la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

CONSULTA PÚBLICA

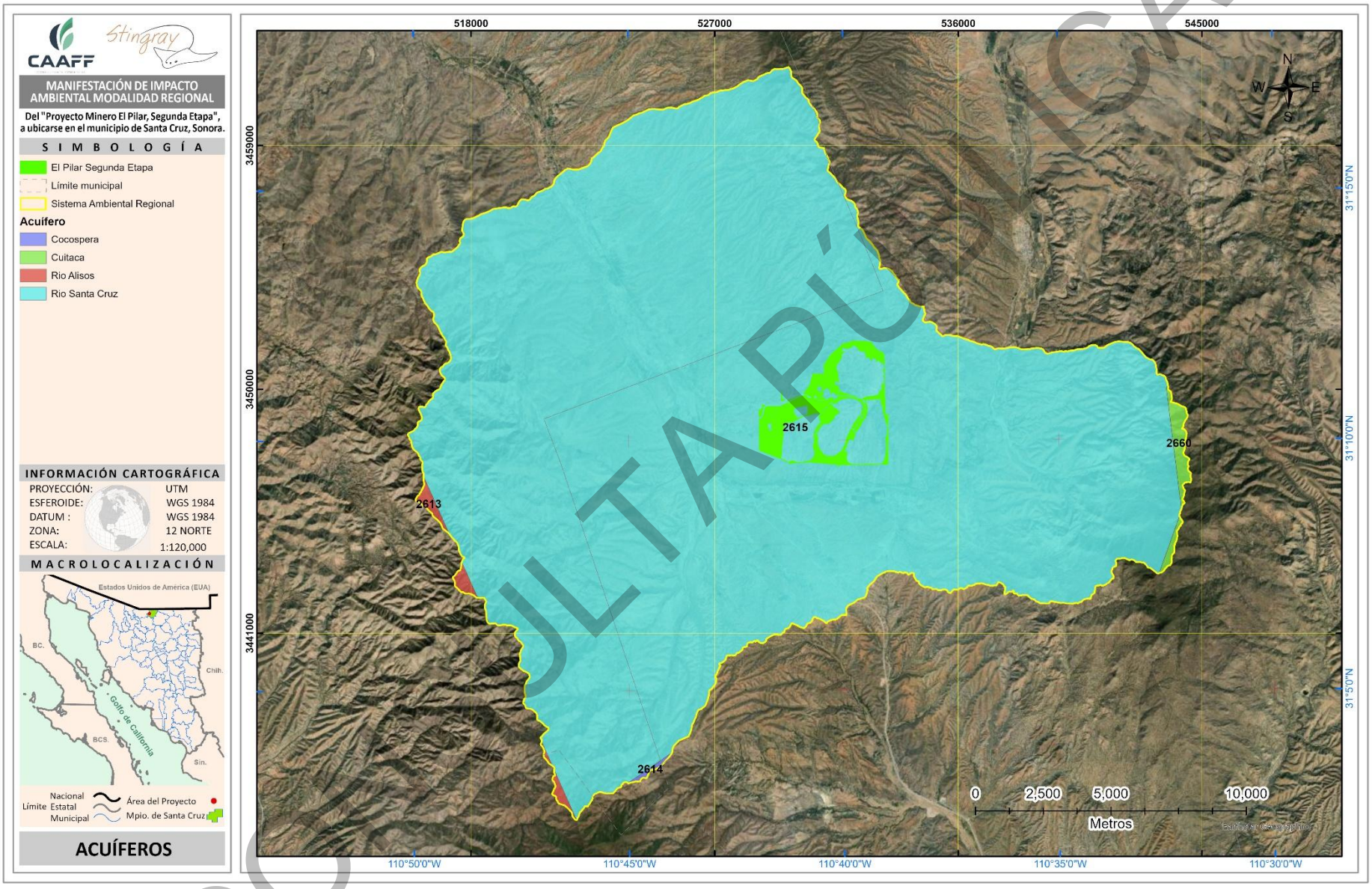


Figura 56. Mapa de acuíferos presentes en el SAR y AP.

CONSULTA PÚBLICA

Determinación de la disponibilidad media anual de agua

Para conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtuvo la información de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en los acuíferos, del estado de Sonora, publicada en el Diario Oficial de la Federación. Los datos se basan en la siguiente expresión, contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015[75].

Tabla 91. Datos de disponibilidad de los acuíferos (CONAGUA, 2025).

Clave	Acuífero	R (hm^3/año)	DNC (hm^3/año)	VEAS (mm^3/año)	DMA (hm^3/año)
2613	Rio alisos	16.4	1.2	10.945569	4.254431
2660	Cuitaca	7.4	0.7	2.821396	3.878604
2614	Cocospera	5.0	3.2	6.148017	5.651983
2615	Rio santa cruz	38.1	2.0	33.894355	2.205645

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO = RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL - DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA - EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Donde:
DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

Es importante aclarar que, el cálculo de la recarga media anual que reciben los acuíferos, y por lo tanto de la disponibilidad, se refiere a la porción del acuífero granular en la que existen aprovechamientos del agua subterránea e información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que su valor sea mayor; sin embargo, no es posible en este momento incluir en el balance los volúmenes de agua que circulan a mayores profundidades que las que actualmente se encuentran en explotación, ni en las rocas fracturadas que subyacen a los depósitos granulares.

[75] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Determinación de la disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas y delimitación de los acuíferos [Diario Oficial de la Federación]. México

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1.2.6.3.1 Estimación de la infiltración en el AP

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Orosco, 2006)[76]. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

No es fácil medir la filtración al igual que la recarga subterránea, por lo que generalmente los valores de estos componentes del balance hídrico, se determinan por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial.

Como antecedentes, los efectos del compartimento del "suelo forestal" en la formación de corrientes de agua es relevante. Meunier (1996 citado por Giraldo 2002)[77] menciona la importancia que han tenido experimentos de simulación de lluvia para cuantificar la función de la vegetación en la infiltración, midiendo la escorrentía sobre superficies con cubierta vegetal y en la misma parcela después de haber eliminado la vegetación incluidas las raíces (Gresillon 1994 citado por Giraldo 2002). Los resultados demuestran que un suelo con raíces permite una infiltración casi total por lo que la escorrentía superficial puede considerarse prácticamente nula, incluso en caso de lluvia muy intensa. Únicamente la saturación del suelo puede modificar los cursos del agua hacia las capas más profundas.

Al eliminar la vegetación junto con sus raíces, la infiltración se reduce enormemente lo que hace que predominen los cursos de agua superficiales. Estos resultados confirman que el efecto de retardo fundamental de la vegetación sobre las crecidas se deriva del desarrollo de un "suelo forestal" constituido por capas de hojarasca o "litter", diferentes humus, contribuyendo eficazmente a la dotación de una gran capacidad de infiltración, la formación de condiciones especiales de permeabilidad por el crecimiento de raíces, el desarrollo de macroporosidad a través de los cuales van los flujos preferenciales y una profundidad efectiva que favorece la capacidad de almacenamiento del agua. Por tanto, en una cuenca el funcionamiento hidrológico depende del comportamiento del agua en la zona vadosa y el agua subterránea que forma los acuíferos, y de la dinámica del flujo subsuperficial que alimenta las corrientes de agua.

Para conocer la interacción del proyecto de CUSTF en las **604.0 ha** para el **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"** sobre el recurso agua y especialmente en la infiltración en el acuífero se estimó la infiltración utilizando el balance hídrico del predio de CUSTF.

Mediante el uso del balance hídrico de la zona, la infiltración se determina por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial, quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$\text{Infiltración (Inf)} : Inf = P - (Int + Ev + E)$$

Dónde:
P: Precipitación (m^3/año)
Int: Intercepción (m^3/año), por el dosel de la vegetación arbórea.
Ev: Evapotranspiración (m^3/año), Evaporación + Transpiración.
E: Escurrimiento Superficial (m^3/año).
Inf: Infiltración (m^3/año)

[76]Orosco, P. L.M. 2006.Balance hídrico y valoración económica de la producción de agua en la microcuenca del Río Zahuapan, Tlaxco, Tlax. Tesis de maestría. División de Ciencias Forestales. UACH. 174 pp.

[77]Giraldo L., L. G, 2002. Memorias de Hidrología Forestal. Departamento de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Colombia.

CONSULTA PÚBLICA

Cálculo de la Intercepción de Agua

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que está sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009)[78]. La intercepción de la precipitación dentro del área del proyecto de CUSTF se calculó mediante un coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

Para el cálculo de la intercepción se requiere obtener los valores de los siguientes parámetros:

- Cubierta forestal.
- Cobertura de la vegetación
- Área (ha).
- Agua Precipitada (m^3).
- Agua captada por la cobertura (m^3).
- Coeficiente de intercepción.

La cubierta forestal se refiere al tipo de vegetación que será sujeta de afectación (pino, encino, selva baja caducifolia, etc.). Así como su cobertura arbórea, el cual es un valor porcentual basado en la observación directa de la vegetación en campo en el que se determina el porcentaje de suelo que cubre la vegetación forestal. Para el caso de los pastizales se refiere a la cobertura de los árboles aislados presentes en los terrenos de este tipo que implica una intercepción de la lluvia.

En tanto que el área es la superficie que se está proponiendo para la totalidad del proyecto diferenciada uso del suelo, tipo de vegetación y densidad de esta, la cual es variable en la totalidad del proyecto, teniendo áreas densas con buena cobertura de copa y áreas donde la cobertura es menor a causa de la interacción humana en la vegetación.

El agua precipitada es el producto que se obtiene de multiplicar la superficie de cada tipo de vegetación y cobertura por la precipitación promedio para el sitio del proyecto, por la dimensión del proyecto se considera que las variables medioambientales de temperatura y precipitación es la misma. Considerando una precipitación promedio anual de **527.2 mm (estación Santa Cruz FFCC)**, se tendría una precipitación de **5,272 m^3/ha**, obteniéndose los resultados ver tabla siguiente.

Tabla 92. Estimación del agua precipitada por tipo de vegetación y cobertura.

Cubierta O Uso Del Suelo	Cobertura (Promedio) De La Vegetación Arbórea	Área (Ha)	Precipitación M3/Ha	Agua Precipitada (M3)
PN densidad muy baja (PN-I)	25	164.745	5,272	868,536
PN densidad baja (PN-II)	40	241.6734	5,272	1,274,102
PN densidad media (PN-III)	50	146.1662	5,272	770,588
BQ densidad baja (BQ-II)	40	28.2769	5,272	149,076
BQ densidad media (BQ-II)I	60	23.1385	5,272	121,986
Total		**604.0**		**3,184,288**

El agua captada por la cobertura de vegetación se obtiene multiplicando el agua precipitada por el porcentaje de la cobertura.

[78]Jiménez, O. F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 1-7.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 93. Estimación del agua captada por tipo de vegetación y cobertura.

Cubierta O Uso Del Suelo	Cobertura (Promedio) De La Vegetación Arbórea	Agua Precipitada (M3)	Agua Captada Por La Cobertura (M3)
PN densidad muy baja (PN-I)	25	868,536	217,134
PN densidad baja (PN-II)	40	1,274,102	509,641
PN densidad media (PN-III)	50	770,588	385,294
BQ densidad baja (BQ-II)	40	149,076	59,630
BQ densidad media (BQ-II)I	60	121,986	73,192
Total		**3,184,288**	**1,244,891**

El coeficiente de intercepción de la selva, bosque y pastizales se calculó con base a los propuestos Westenbroek, S.M et. al. (2010)[79] en la tabla siguiente:

Tabla 94. Factor de intercepción en Bosque o Selva.

Cubierta	Factor De Intercepción
Grassland	0.0625
Forest mixed	0.05

Fuente: Westenbroek, S.M et. al. (2010)

Finalmente, el cálculo de la intercepción, misma que es el producto de multiplicar el agua captada por la cobertura por el coeficiente de intercepción obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 95. Intercepción de la vegetación escenario actual.

Cubierta O Uso Del Suelo	Área (Ha)	Cobertura (Promedio) De La Vegetación Arbórea	Agua Captada Por La Cobertura (M3)	Coeficiente De Intercepción	Intercepción (M3)
PN densidad muy baja (PN-I)	164.745	25	217,134	0.0625	13,571
PN densidad baja (PN-II)	241.6734	40	509,641	0.0625	31,853
PN densidad media (PN-III)	146.1662	50	385,294	0.0625	24,081
BQ densidad baja (BQ-II)	28.2769	40	59,630	0.05	2,982
BQ densidad media (BQ-II)I	23.1385	60	73,192	0.05	3,660
Total	**604.0**		**1,244,891**		**76,145**

Fuente: La intercepción es el resultado de la multiplicación del agua captada por el coeficiente de intercepción

De acuerdo con lo anterior, la intercepción total de dentro del área del predio es de 76,145 m^3 lo que representa un 2.39% del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la Evapotranspiración

La evapotranspiración combina dos formas mediante las cuales el agua regresa en forma gaseosa a la atmósfera. Dentro de ambos procesos interfieren una serie de variables generalmente complejos. Dado que los datos para la obtención de la evapotranspiración son escasos y las mediciones para encontrar el valor de las pérdidas de agua

[79] Westenbroek, S.M., Kelson, V.A., Dripps, W.R., Hunt, R.J., and Bradbury, K.R., 2010. SWB-A modified Thornthwaite- Mather Soil-Water-Balance code for estimating groundwater recharge: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A31, 60.

CONSULTA PÚBLICA

son difíciles y presentan altos costos para llevarse a cabo, se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007)[80], para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente.

$$E = \frac{P}{\sqrt{1.5 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

E: Evapotranspiración real en mm
P: Precipitación anual en mm
L=300+25T+0.05T2
T: Temperatura media anual en ºC

Para la determinación de la evapotranspiración real es necesario conocer la temperatura media anual en grados Celsius, para lo cual se utilizó la que se presenta en la normal climatológica de la estación Santa Cruz (FFCC), los datos se pueden consultar en el punto de clima de este capítulo, la cual asciende a 17.7 grados Celsius.

Valores considerados para la estimación de la Evapotranspiración:

- P= Precipitación= 527.2 mm
- T= Temperatura Media Anual= 17.7ºC
- L= 300 + 25 (17.7) + 0.05 (17.7)2= 300 + 425 + 15.6645= 758.1645

- E= 527.2/√1.5+[(527.2)2/(758.1645)2]
- E= 374.33 mm

Tabla 96. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.

Evapotranspiración Real (Mm)	Área En Ha	Evapotranspiración Anual (M3)
374.33	604.0	2,260,960

Fuente: La Evapotranspiración anual es el resultado de la evapotranspiración real multiplicada por el área del proyecto

De acuerdo con las estimaciones realizadas la evapotranspiración es de 2,260,960 m^3 el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de 3,184,288 m^3 el coeficiente es de 71.00, este cociente indica que del 100% del agua precipitada, el 71.00% se evapotranspira.

Cálculo del Escurrimiento medio

El escurrimiento se inicia sobre el terreno una vez que en la superficie se alcanza un valor de contenido de humedad cercano a la condición de saturación. Posteriormente se iniciará un flujo tanto sobre las laderas, como a través de la matriz de los suelos, de las fracturas de las rocas o por las fronteras entre materiales de distintas características, esto es, un flujo subsuperficial (Breña y Jacobo, 2006)[81].

[80] Cruz-Falcón A. 2007. Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de la Paz BCS Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos. Tesis de Doctorado. IPN-CICIMAR, Diciembre 2007. 139 p.
[81] Breña, N., & Jacobo, M. (2006). Hidrología superficial y subsuperficial: fundamentos y aplicaciones. Editorial Académica, México.

CONSULTA PÚBLICA

Para el análisis básico del escurrimiento, se deben de considerar las variables siguientes: la intensidad de la precipitación; la capacidad de infiltración de una superficie particular; la condición hidráulica a la que se encuentra el suelo o la roca; y la característica hidráulica del suelo o roca (Breña y Jacobo, 2006)[82].

Existen diversos métodos para estimar el escurrimiento medio, desde el análisis de hidrogramas, aforo de corrientes y el uso de la formula racional (Viessman et al, 1989)[83], misma que se detalla y utiliza donde en la NOM-011-CNA-2015 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales para su explotación y aprovechamiento, y que se describe a continuación:

$$Vm = Ce * Pm * A$$

Dónde:

Vm= Volumen medio que puede escurrir (m^3)
A= Área de la cuenca (m^2) (para nuestro caso se consideró el área del proyecto)
Ce= Coeficiente de escurrimiento
Pm= Precipitación media (m)

Para determinar el Coeficiente de escurrimiento (Ce) de igual manera se consideró lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

La misma NOM-011-CNA-2015 señala que: "A falta de información específica, con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables), que se especifican en la tabla 1 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K (véase Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos". Secretaria de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: Small Dams)[84]".

Tabla 97. Características por tipo de suelo (tabla 1 de la NOM-011-CNA-2000).

Tipo De Suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: suelos algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015 Diario Oficial de la Federación.

CONSULTA PÚBLICA

[82] Breña P Felipe y Marco A Jacobo V. 2006. Principios y fundamentos de la Hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF.
[83] Viessman, W., Knapp, J. W., & Lewis, G. L. (1989). Introduction to hydrology (3rd ed.). HarperCollins College Publishers.
[84] Secretaría de Recursos Hidráulicos. (s.f.). Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos" (Adaptación de Small Dams). México

Tabla 98. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.

Uso Del Suelo	Tipo De Suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de praderas	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizales:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Mas del 75% poco pastoreo	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% regular	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% excesivo	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Praderas permanentes	0.18	0.24	0.3

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015

En el área de estudio se clasificó el tipo de suelos y de acuerdo con sus características se encuentran en la categoría B (suelo Feozem y Regosol en la mayor parte con textura gruesa a fina), son suelos medianamente profundos, lo que facilita la infiltración, clasificados como suelos medianamente permeables.

De acuerdo con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, se obtiene el valor K de acuerdo con la tabla siguiente considerando el tipo de suelo B y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

Tabla 99. Factor K del área del proyecto.

Cubierta	Cobertura De La Vegetación %	Factor K Suelo C
PN densidad muy baja (PN-I)	25	0.28
PN densidad baja (PN-II)	40	0.24
PN densidad media (PN-III)	50	0.22
BQ densidad baja (BQ-II)	40	0.24
BQ densidad media (BQ-II)I	60	0.2

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura.

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

- Si K es menor a 0.15 Ce=K (P-250)/2000
- Si K es mayor a 0.15 Ce=K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5 (Donde P es la precipitación en mm)

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 100. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.

Cubierta	Cobertura De La Vegetación %	Factor K Suelo C	Coeficiente De Escurrimiento
PN densidad muy baja (PN-I)	25	0.28	0.1255
PN densidad baja (PN-II)	40	0.24	0.0933
PN densidad media (PN-III)	50	0.22	0.0772
BQ densidad baja (BQ-II)	40	0.24	0.0933
BQ densidad media (BQ-II)I	60	0.2	0.0611

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se estimó el escurrimiento con base al agua precipitada por el coeficiente de escurrimiento, obteniendo los resultados que se encuentran en la posterior.

Tabla 101. Escurrimiento en el escenario actual.

Cubierta	Cobertura de la Vegetación %	Área (Ha)	Agua Precipitada (M3)	Coeficiente De Escurrimiento	Escurrimiento (M3)
PN densidad muy baja (PN-I)	25	164.7450	868,536	0.1255	108,979
PN densidad baja (PN-II)	40	241.6734	1,274,102	0.0933	118,828
PN densidad media (PN-III)	50	146.1662	770,588	0.0772	59,458
BQ densidad baja (BQ-II)	40	28.2769	149,076	0.0933	13,903
BQ densidad media (BQ-II)I	60	23.1385	121,986	0.0611	7,448
Total		**604.0**	**3,184,288**		**308,616**

De acuerdo con lo anterior, el escurrimiento total dentro del área del predio es de 308,616 m^3 lo que representa un 9.66% del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la infiltración

Con base en los resultados anteriores utilizando la ecuación de la Infiltración Inf = P – (Int + Ev + E), se obtienen los siguientes resultados:

$$Inf = 3,184,288 – (76,145 + 2,260,960 + 308,616) = 538,567\ m^3$$

La infiltración total dentro del proyecto en general es de 538,567 m^3/año en las 604.0 ha lo que representa un 16.91% del total de agua captada en la zona.

Escenario con la Ejecución de la Remoción de la Vegetación

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal y con la remoción de la vegetación en general que afectará una superficie total de 604.0 ha, por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración, por lo que para determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodologías del balance hidrológico, con la modificación de las variables de Intercepción y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación (Infiltración = P – (Int + Ev + E)).

CONSULTA PÚBLICA

Para no ser repetitivos en la metodología del presente estudio, solamente se presentan las tablas de los cálculos de intercepción y escurrimiento con el "**Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa**", con una sola cobertura, debido a que ya se carece de vegetación (suponiendo la eliminación total de la vegetación). Ver tablas siguientes
Intercepción con el proyecto

Tabla 102. Intercepción de la vegetación escenario con proyecto

Polígono	Área (Ha)	Agua Precipitada (M3)	Cobertura de la Vegetación	Agua Captada Por La Cobertura (M3)	Coeficiente De Intercepción	Intercepción (M3)
Área de CUSTF	604.0	3,184,288	0	0	0.05	0
Total	**604.0**	**3,184,288**	**0**	**0**	**0.05**	**0**

Escurrimiento con el proyecto

Tabla 103. Escurrimiento en el escenario con proyecto.

Polígono	Área (Ha)	Agua Precipitada (M3)	Cobertura de la Vegetación	Factor K Suelo C (Suelo Desnudo)	Coeficiente De Escurrimiento	Escurrimiento (M3)
Área de CUSTF	604.0	3,184,288	0	0.28	0.125	399,547
Total	**604.0**	**3,184,288**				**399,547**

Con base a las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se tiene el siguiente balance:

Infiltración= 3,184,288 – (0+ 2,260,960+399,547) = 523,780 m3

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tendría una disminución de 14,786 m3 (538,567 – 523,780) volumen que se incrementa en el escurrimiento. Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas de mitigación que se detallan en el capítulo XI y X que corresponde a la restauración del sitio del proyecto al finalizar la fase operativa en la etapa de abandono y de un predio de compensación adicional a través de la reforestación con especies nativas.

Tabla 104. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios

Infiltración actual (m3)	Infiltración con CUSTF (m3)	Diferencia (m3)
538,567	523,780	14,786

Disminución de la infiltración por fases (CUSTF gradual)

Considerando las etapas o fases descritas en el capítulo II e igualmente presentado en la figura y tabla siguientes de este capítulo considerando el desmonte gradual (etapa) con lo cual se obtendría un escenario más real del impacto en la disminución de la infiltración, esto considerando que una vez concluida una fase se procederá a compensar estos niveles con obras de conservación de suelo y agua en la parte baja, con el objetivo de aumentar la infiltración, con lo cual aumentará este proceso hacia el acuífero.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 105. Infiltración total y por fases del proyecto

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Infiltración promedio m3/Ha/año actual	Infiltración actual (m3/año)	Infiltración promedio m3/Ha/año con CUSTF	Infiltración con CUSTF (m3/año)	Disminución de infiltración por fase (m3/año)	Disminución de infiltración acumulada (m3/año)
1	Año 1-2	335.811	891.667	299,432	867.186	291,211	-8,220.99	-8,220.99
2	Año 3-4	63.6032	891.667	56,713	867.186	55,156	-1,557.07	-17,999.05
3	5	19.6936	891.667	17,560	867.186	17,078	-482.12	-28,259.23
4	6	41.3672	891.667	36,886	867.186	35,873	-1,012.71	-39,532.11
5	7	50.5032	891.667	45,032	867.186	43,796	-1,236.37	-52,041.37
6	8	19.5775	891.667	17,457	867.186	16,977	-479.28	-65,029.91
7	9	25.9687	891.667	23,155	867.186	22,520	-635.74	-78,654.18
8	10	47.4756	891.667	42,332	867.186	41,170	-1,162.25	-85,219.71
Total		**604**		**538,567**		**523,780**	**-14,787**	

Conforme a la tabla anterior, se observa que el nivel de pérdida de infiltración a generar en el año de mayor impacto será de -85,219.71 m^3/año en el último año (10 año) mientras que en las siguientes etapas los niveles de reducción en la infiltración son menores, con lo cual se demuestra que durante la ejecución del proyecto nunca se tendrán los niveles considerando el impacto total, por lo que el impacto de este impacto real es inferior a un desmonte total, siendo esta medida (CUSTF de forma gradual y por etapas) fundamental para la reducción de la magnitud del impacto en la hidrología.

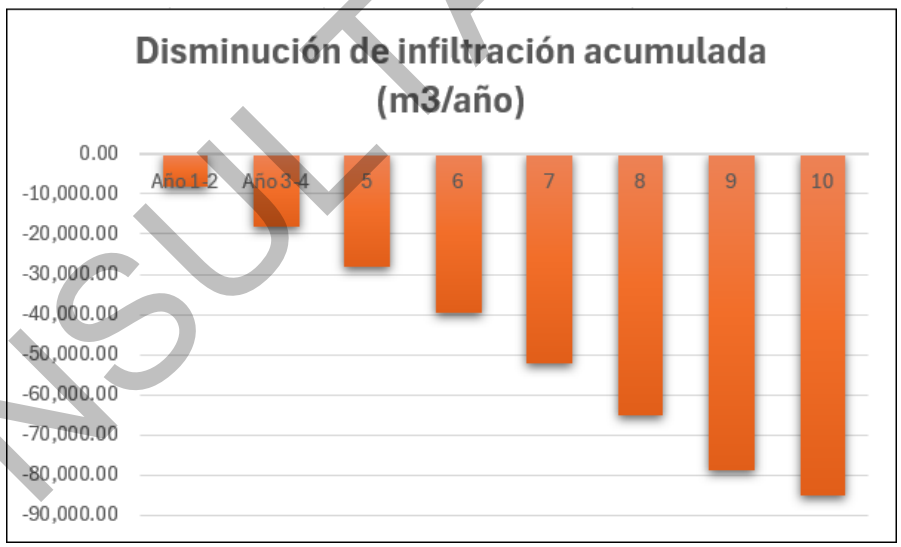


Figura 57. Disminución en la infiltración a generar acumulada

IV.3.1.2.6.3.2 Calidad del agua subterránea

Para describir la calidad de agua subterránea se tomó y analizó la información del documento denominado Manifestación de Impacto Ambiental para el Proyecto El Pilar, trabajo en donde se muestrearon cinco sitios de agua subterránea como se muestra en la figura siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

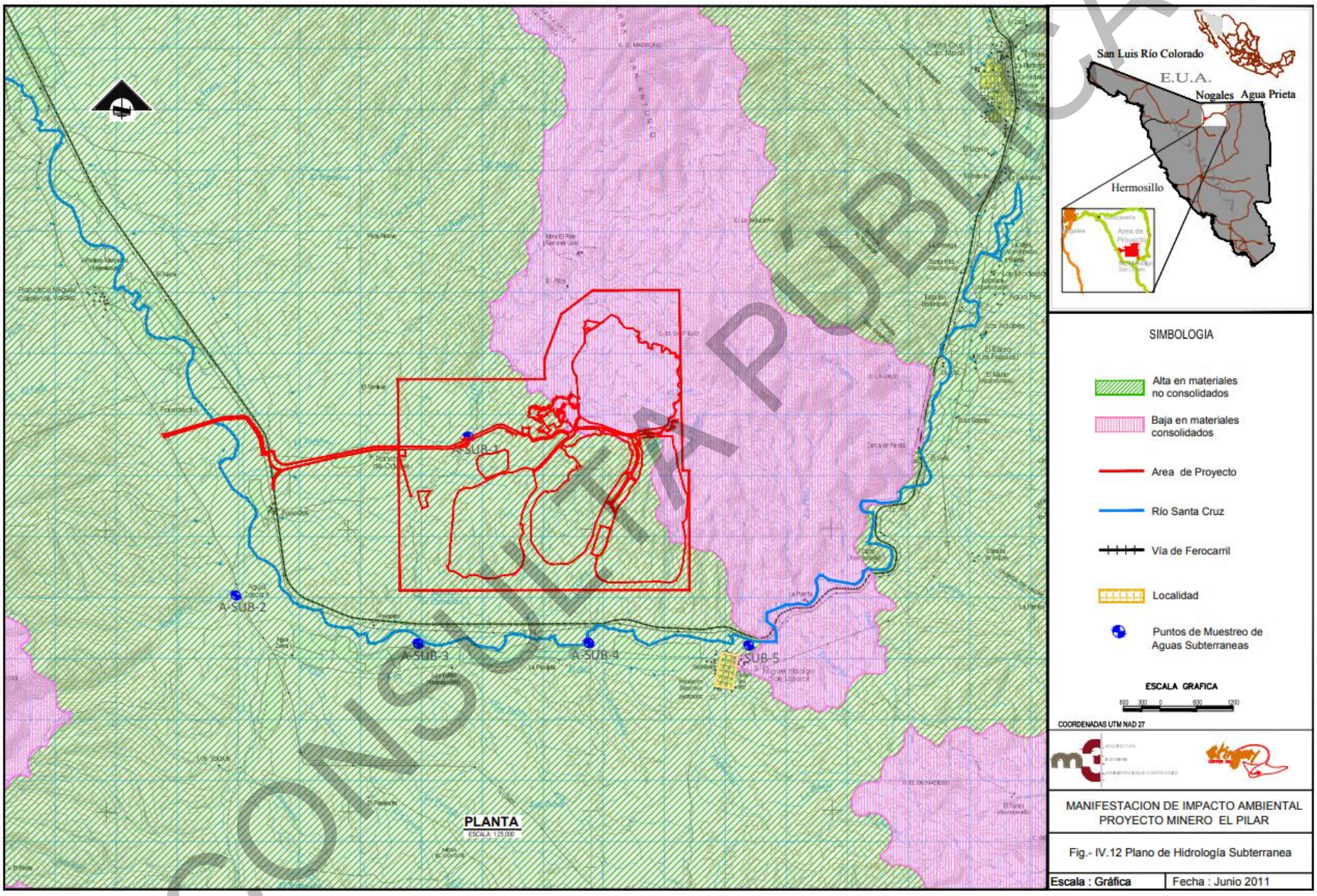


Figura 58. Sitios de muestreo de Agua Subterránea (Fuente: Manifestación de Impacto Ambiental proyecto minero El Pilar).

CONSULTA PÚBLICA

Los cinco de estos sitios (ASUB-1 a ASUB-5) se seleccionaron con el propósito de servir de control para el monitoreo ambiental. El sitio de la muestra ASUB-5 corresponde a él pozo que abastece al poblado de Miguel Hidalgo (San Lázaro) el cual cuenta con bomba sumergible de encendido eléctrico, en el que se el nivel estático y se encontraba a una profundidad de 5.6 m. los sitios muestreados se ubicaron a lo largo de la llanura de inundación del río Santa Cruz en su tramo en que corre Este-Oeste. Dos de ellos (ASUB-2 y ASUB-3) son norias de uso pecuario en donde el nivel estático de los pozos se encontraba en 8.7 m y 4.35 m respectivamente, otro (ASUB-4) es pozo para riego agrícola con un nivel estático de 4.6 m y el último (ASUB-1) corresponde a una noria con papalote para extraer agua para alimentar un bebedero de ganado, en el que se estimó que el nivel estático se encontraba a una profundidad de 10.18 m.

Los resultados de este punto se presentan a continuacion:

Tabla 106. Resultados de los análisis de las muestras de agua subterránea.

REGISTRO DE LABORATORIO		FQ-40971 MB-58825	FQ-40972 MB-58826	FQ-40973 MB-58827	FQ-40974 MB-58828	FQ-40975 MB-58829
COORDENADAS ESTE		529852	526025	529021	531825	534384
COORDENADAS NORTE		3449432	3446827	3446038	3446046	3446199
IDENTIFICACIÓN		ASUB-1	ASUB-2	ASUB-3	ASUB-4	ASUB-5
Color Verdadero	Unidades de Pt-Co	5	10	2.5	<L.C.	2.5
Turbiedad	UNT	4.0	2.1	0.10	<L.C.	0.20
pH		7.01 a 27.1ºC	6.52 a 27.1ºC	7.08 a 27ºC	7.04 a 26.6ºC	7.15 a 27.2ºC
Conductividad Eléctrica	µs/cm	245 a 26ºC	96.6 a 26ºC	428 a 26ºC 8	437 a 26ºC	419 a 26ºC
Cloruros (Cl)	mg/L	<L.C.	<L.C.	8	9	9
Dureza Total ($CaCO_3$)	mg/L	84	30	152	152	143
Sulfatos (SO_4)	mg/L	29	10	44	44	42
Nitratos (N)	mg/L	2.2	0.9	0.1	0.4	0.2
Sodio (Na)	mg/L	11.0	7.06	29.0	29.9	29.9
Arsénico (As)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Aluminio (Al)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Cobre (Cu)	mg/L	0.024	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Cromo Total (Cr)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Cadmio (Cd)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Zinc (Zn)	mg/L	0.028	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Cianuro Total (CN)	mg/L	0.007	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Fluoruros (F)	mg/L	<L.C.	0.172	0.9	1.0	1.2
Hierro (Fe)	mg/L	0.373	<L.C.	<L.C.	<L.C.	0.016
Manganeso (Mn)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Mercurio (Hg)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Nitrógeno amoniacal	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Bario (Ba)	mg/L	0.069	<L.C.	0.089	0.082	0.090
Plomo (Pb)	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	215	86.0	320	280.	326
Fenoles Totales	mg/L	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.
Coliformes Totales	NMP/100 mL	>1,600	13	540	<L.C.	23
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.	<L.C.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2 ASPECTOS BIÓTICOS

IV.3.2.1 Vegetación

IV.3.2.1.1 Tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como "Uso del suelo". En los lugares donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera, el suelo sigue cubierto por la vegetación natural o nativa, se le considera como primaria. En contraste, si ha ocurrido alguna perturbación considerable y se ha removido parcial o totalmente la cubierta vegetal primaria, la vegetación que se recupera en esos sitios se conoce como vegetación secundaria y puede ser estructural y funcionalmente muy diferente a la original. El caso extremo de transformación es cuando se elimina por completo la cubierta vegetal para dedicar el terreno a actividades agrícolas, pecuarias o zonas urbanas; éstas se conocen como coberturas antrópicas (SEMARNAT, 2009)[85].

En el sistema ambiental regional del proyecto, de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII, presenta una superficie en donde se ejerce la agricultura de **2.39 %** en distintas formas de riego como lo son la **agricultura de riego anual (1.86 %)**, de **riego anual y permanente (0.31 %)**, y de **riego anual y semipermanente (0.22 %)**, otra actividad común en la zona es el pastoreo, en nuestro caso el **5.53 %** de la superficie es de **pastizal inducido**. El **0.09 %** corresponde a **asentamientos humanos**. Por otra parte, las comunidades florísticas comprenden el **91.99 %** de la superficie del SAR, siendo la mayor cobertura por **pastizal natural** con **34.82 %** de la superficie, seguida de **vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino** en el **28.55 %**, y **bosque de encino** en el **22.91 %**; la vegetación de menor presencia en el SAR es la de **bosque de pino-encino** y **bosque de galería**, estos en el **0.01 %** y **0.23 %** respectivamente. La totalidad de usos del suelo y vegetación existentes en el SAR se presentan en la tabla de a continuación:

Tabla 107. Superficie de los tipos de vegetación y usos de suelo en el SAR INEGI serie VII

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
Agricultura de riego anual	788.90	1.86%
Agricultura de riego anual y permanente	131.26	0.31%
Agricultura de riego anual y semipermanente	92.72	0.22%
Asentamientos humanos	39.41	0.09%
Bosque de encino	9,691.78	22.91%
Bosque de encino-pino	470.57	1.11%
Bosque de galería	95.37	0.23%
Bosque de mezquite	235.24	0.56%
Bosque de pino-encino	3.57	0.01%
Mezquital xerófilo	1,137.37	2.69%
Pastizal inducido	2,338.34	5.53%
Pastizal natural	14,733.03	34.82%
Vegetación de galería	470.28	1.11%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	12,079.95	28.55%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

[85] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.2 Tipos de vegetación presentes en el área forestal del proyecto (AFP)

La superficie de cambio de uso de suelo de terrenos forestales del proyecto se encuentra cubiertas de vegetación forestal de tipo vegetación secundaria de pastizal natural y vegetación secundaria de bosque de encino, cuantificadas de acuerdo con la fotointerpretación de ortofotos digitales del área y su comprobación en campo, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 108. Uso del suelo y vegetación del área del AFP de acuerdo con INEGI serie VII

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
Vegetación secundaria de pastizal natural	552.5846	91.49%
Vegetación secundaria de bosque de encino	51.4154	8.51%
TOTAL	604.0000	100.00%

A continuación, se hace una breve descripción del tipo de vegetación presente en el SAR y AFP, con base en la clasificación descrita en la Guía para la interpretación de cartografía de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 de la serie VI de INEGI 2018.

* Bosque de encino

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26°C, y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras.

Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género Quercus (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos.

En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

CONSULTA PÚBLICA

* Bosque de encino-pino

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California. Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28° C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m.

La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. El sustrato donde se desarrolla esta comunidad es de origen ígneo como tobas y riolitas y sedimentarias como las calizas principalmente, se establecen en suelos como leptosoles, luvisoles, regosoles, phaeozem y en menor proporción los durisoles y umbrisoles.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp.*), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp.*). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son arboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla*, pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino (*P. rudis*), pino escobetón (*P. devoniana* (*P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis*, *P. chihuahuana*, *P. engelmanii*, *P. lawsoni*, y *P. oaxacana*.

* Bosque de galería

Comunidad arbórea que forma franjas angostas de vegetación en los márgenes de los ríos o arroyos de gran parte del país, generalmente en sitios con climas templados a secos, por lo que los valores de altitud, temperatura y precipitación en dichos sitios son muy variables. Se desarrolla en zonas con condiciones favorables de humedad edáfica y sus especies pueden soportar inundaciones temporales e incluso invadir rápidamente áreas expuestas ribereñas. El estrato arbóreo dominante de estos bosques presenta alturas variables, desde los 4 hasta más de 30 metros, con especies perennifolias, subcaducifolias o hasta caducifolias.

Son frecuentes los bosques de galería formados por sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) en el norte del país, así como de otras especies como sauces (*Salix spp.*), fresnos (*Fraxinus spp.*), álamos (*Populus spp.*), sicómoro aliso o álamo (*Platanus spp.*) y *Astianthus viminalis*.

CONSULTA PÚBLICA

* Bosque de mezquite

Comunidad arbórea con especies de *Prosopis* que se desarrolla en suelos aluviales de fondo de valle y depresiones en las planicies, en donde el manto freático se mantiene a poca profundidad, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas, como en la Llanura de Río Verde, SLP y en el Valle de Aguascalientes, Ags., o partes del Bajío, Gto. En Baja California estos bosques de mezquite se presentan a lo largo de arroyos intermitentes, destacando sobre la vegetación circundante. Frecuentemente forman comunidades arbóreas de entre 5 y 20 m de altura. La distribución de este tipo de comunidad es muy amplia en el país, pero muy fragmentada por sus requerimientos ecológicos.

* Bosque de pino-encino

Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28° C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud.

La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros. Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*); pero con dominancia de las primeras. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Son arboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*) y encino blanco (*Q. candicans*), etc.
Mezquital xeróflo

Se presenta en noroeste del país, en forma discontinua entra también en Tamaulipas, y parte de los estados de Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí, los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8°C y la temperatura mínima de -3°C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis juliflora*, *Acacia spp*, *Opuntia sp*, *Jatropha sp*, *Bouteloua spp*.

CONSULTA PÚBLICA

* Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

* Pastizal natural

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques.

Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, sólo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo sólo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados. Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género *Bouteloua* y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, algunas otras especies son *Bouteloua rothrockii*, *Bouteloua radicosa*, *Bouteloua repens*, *Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*.

En las siguientes figuras se muestra la distribución del tipo de vegetación presentes en el SAR y AFP.

CONSULTA PÚBLICA

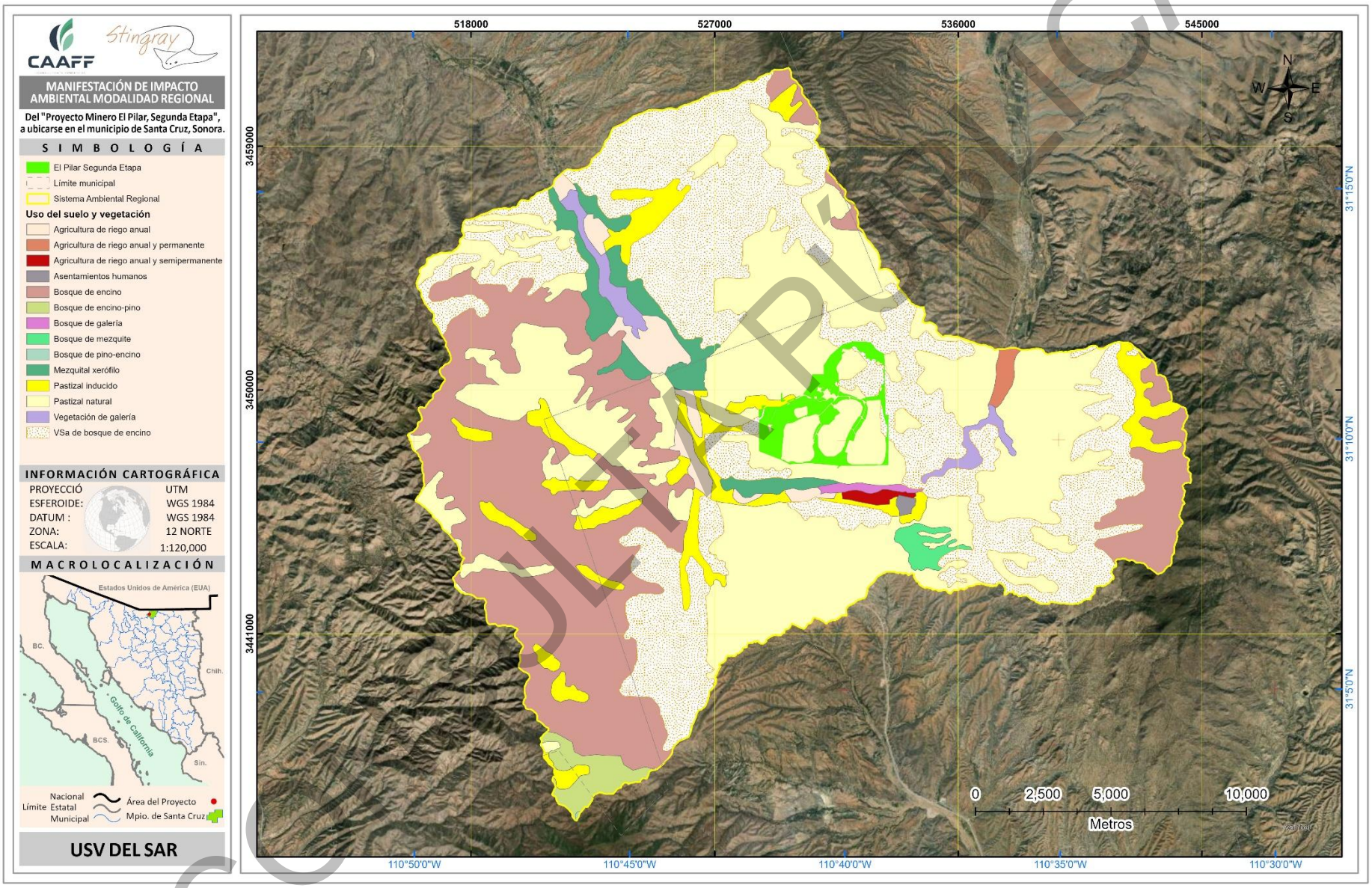


Figura 59. Tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR (USV Serie VII, INEGI)

COPIA PÚBLICA

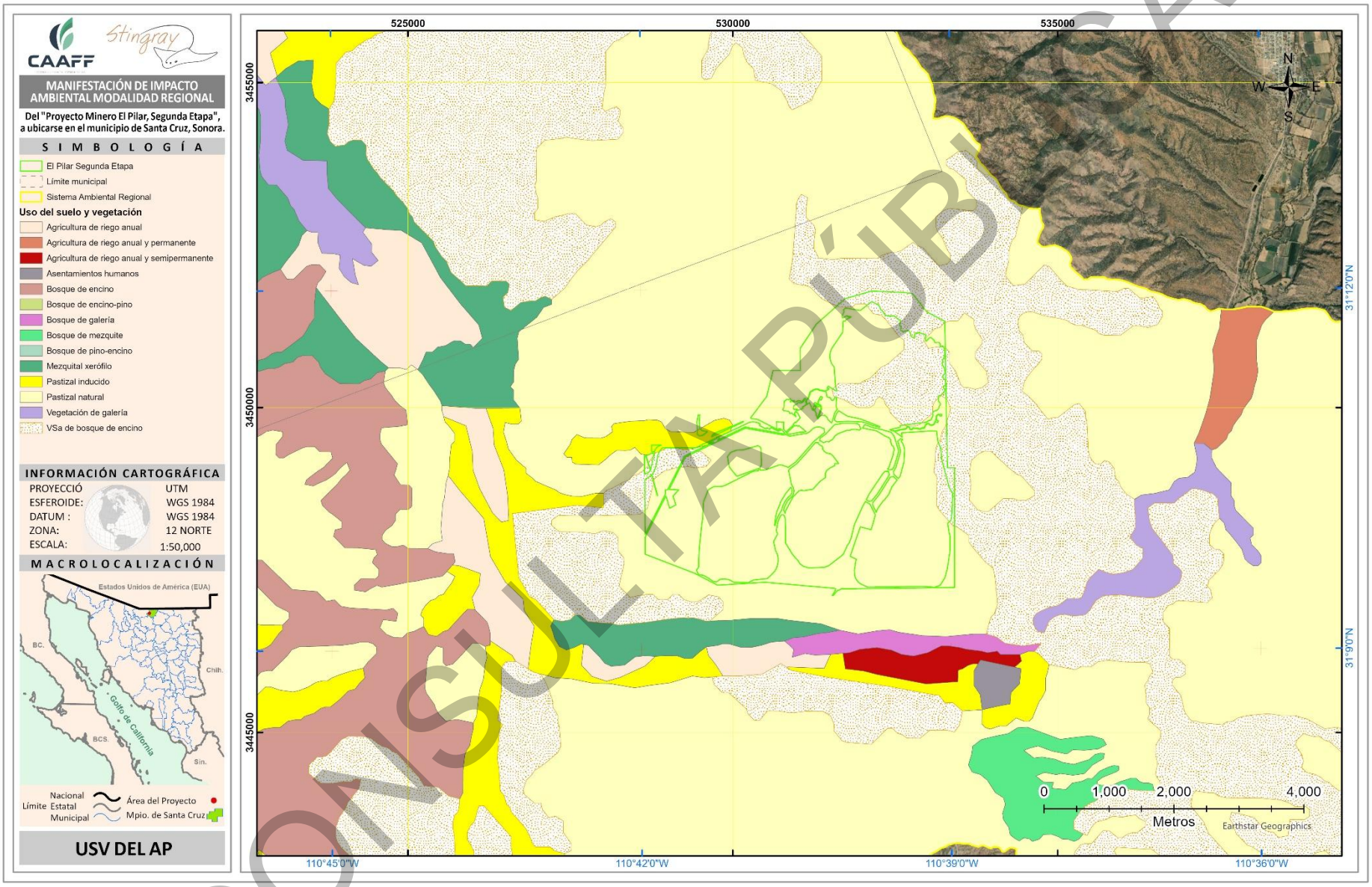


Figura 60. Tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el AFP (USV Serie VII, INEGI)

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.3 Estado de conservación

Con el propósito de determinar la condición actual de los ecosistemas, se definieron una serie de variables indicadoras del estado de conservación, seleccionadas por su facilidad de medición y por reflejar de manera representativa la integridad ecológica del sistema evaluado. En el caso de este proyecto, los ecosistemas de interés corresponden al **Sistema Ambiental Regional (SAR) y al Área forestal del Proyecto (AFP).**

La evaluación se basó en la Herramienta de Evaluación Rápida del Estado de Conservación (EREC),[86] y en la metodología propuesta por Aguirre & Geada (2017),[87] la cual fue ajustada conforme a las características particulares de los ecosistemas analizados y complementada con diversas referencias que describen el estado de conservación de las áreas.

Una vez definidos los indicadores, se establecieron los rangos y categorías de calificación para cada criterio de evaluación, como se muestra a continuación:

Tabla 109. Rangos para calificar los criterios de cada indicador

Categoría	Calificación
Muy bueno (I)	4
Bueno (II)	3
Regular (III)	2
Malo (IV)	1

Posteriormente, el estado de conservación general del ecosistema se valoró con base en el porcentaje total obtenido, conforme a los siguientes rangos:

Tabla 110. Rangos y categorías del estado de conservación

Rango	Valoración
0-25 %	Malo
25.1 -50 %	Regular
50.1-75 %	Bueno
75.1 - 100 %	Muy bueno

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se desglosan las variables de evaluación, indicadores y criterios definidos para evaluar el estado de conservación.

CONSULTA PÚBLICA

[86] Carabio-Foti M & P Vaz-Canosa. (2020). Evaluación del estado de conservación de diferentes sitios de interés. Subproducto 4 del Producto 5 "Estado de conservación del bosque". bosque". Acuerdo de colaboración INIA-Vida Silvestre Uruguay-REDD+. REDD+ Uruguay, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca y el Ministerio de Ambiente. 228pp.
[87] Aguirre, M. Z., & Geada-Lopez, G. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa 24 (1). Pag 207-228.

Tabla 111. Variables e Indicadores y rangos de los criterios para determinar el estado de conservación

Variable de Evaluación	Indicador para calificar	Estado de conservación				Explicaciones de los criterios para calificar
		M (1)	R (2)	B (3)	MB (4)	
1. Estructura y composición	Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área.					**MB** La vegetación natural cubre entre el 90 al 100 % de la superficie total.
						B La vegetación natural está cubriendo entre 70 al 90 %.
						R La vegetación natural cubre entre 30 al 70 % del área total.
						M La vegetación natural está cubriendo menos del 30 %.
	Presencia de estratos en la vegetación natural actual.					**MB** Todos (tres) estratos incluyendo los principales: árboles, arbustos y hierbas.
						B Presencia de los estratos que dan la apariencia del ecosistema original.
						R Tres estratos, pero posiblemente sin dominancia de árboles en el estrato arbóreo.
						M Dos estratos y a veces ausencia total de estratificación.
	Presencia de especies indicadoras del tipo de vegetación.					**MB** Están presentes todas las especies indicadoras dentro de la composición florística.
						B Existan entre 50 al 80 % de especies indicadoras dentro de la composición florística.
						R Existan entre 30 al 50 % de especies invasoras dentro de la composición florística.
						M Existan menos del 30 % de especies indicadoras en la composición florística.
	Riqueza florística específica.					**MB** El ecosistema tiene más de 60 especies leñosas.
						B El ecosistema tiene entre 40 - 60 especies leñosas.
						R El ecosistema tiene entre 20 - 40 especies leñosas.
						M El ecosistema tiene menos de 20 especies leñosas.
	Regeneración natural de especies indicadoras.					**MB** Mas del 80 % de las especies indicadoras presentan regeneración natural.
						B Entre 50 al 80 % de las especies indicadoras presentan regeneración natural.
						R Entre el 20 al 50 % de las especies indicadoras presentan regeneración natural.
						M Menos del 20 % de las especies indicadoras tienen regeneración natural.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.					**MB** Mas del 6 % de las especies se encuentran normadas.
						B Entre 3 al 6 % de las especies se encuentran normadas.
						R Entre el 1 al 3 % de las especies se encuentran normadas.
						M Ninguna de las especies se encuentran normadas.
	Endemismo florístico.					**MB** El 20 % del total de especies inventariadas son endémicas.
						B Entre el 10 al 20 % del total de especies son endémicas.
						R Entre el 1 al 10 % del total de especies son endémicas.
						M Sin presencia de especies endémicas.
	Presencia de especies nativas.					**MB** Mas del 60 % de las especies son nativas.
						B Entre 30 al 45 % de las especies son nativas.
						R Entre el 15 al 30 % de las especies son nativas.
						M Menos del 15 % de las especies son nativas.
	Presencia de especies exóticas.					**MB** No existan especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.

CONSULTA PÚBLICA

Variable de Evaluación	Indicador para calificar	Estado de conservación				Explicaciones de los criterios para calificar
		M (1)	R (2)	B (3)	MB (4)	
						B Cuando existan entre 1 al 5 % de especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
						R Cuando existan entre 5 al 10 % de especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
						M Cuando existan más del 10 % de especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
2. Manejo y Aprovechamiento	Diversidad de especies maderables.					**MB** Más de 20 % de especies de la composición florística son maderables
						B Entre el 15 al 20 % de especies de la composición son árboles maderables
						R Entre el 10 al 15 % de especies de la composición son árboles maderables
						M Menos del 10 % de especies de la composición florística son árboles maderables
	Abundancia de especies maderables.					**MB** Más del 20 % de la población de una especie tienen individuos maduros.
						B Del 15 al 20 % de la población de una especie tiene individuos maduros.
						R Más del 10 al 15 % de la población de una especie son individuos maduros.
						M Menos del 10 % de árboles de una población son individuos maduros (la mayoría son jóvenes).
	Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido).					**MB** No se realizan actividades de explotación de maderera por lo tanto no implica intervenciones de manejo silvicultural.
						B Se realizan intervenciones de manejo silvicultural bajo zonificación.
						R Se realizan intervenciones de manejo silvicultural sin zonificación en toda la superficie.
						M Se realiza explotación de madera y no se realizan actividades de manejo silvicultural.
	Estética dentro del ecosistema (Preservación de belleza escénica).					**MB** No existen cambios estructurales fuertes en el paisaje que produzcan impacto visual.
						B Existen cambios estructurales poco significativos en el 10 % del paisaje total que produzcan impacto visual.
						R Existen cambios estructurales significativos en el 25 % del paisaje total y producen impacto visual.
						M Existen cambios estructurales muy significativos en todo el paisaje y producen impacto visual.
3. Población Asociada	Densidad de población dentro del ecosistema.					**MB** Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es nula
						B Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es entre 6-10 hab/ km2.
						R Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es de 11-20 hab/km2.
						M Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es mayor a 20 hab/ km2.
	Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal.					**MB** La población local no practica actividades antrópicas en la superficie.
						B La población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 20 % de la superficie.
						R La población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 50 % de la superficie.
						M La población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 80 % de la superficie.
4. Matriz del entorno del ecosistema	Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.					**MB** Sin alteración visual es imperceptible.
						B Los cultivos alteran en el 25 % el paisaje.
						R Los cultivos se practican sin criterios ecológicos y alteran el paisaje entre el 25 al 50 %.

CONSULTA PÚBLICA

Variable de Evaluación	Indicador para calificar	Estado de conservación				Explicaciones de los criterios para calificar
		M (1)	R (2)	B (3)	MB (4)	
						M Se practican los monocultivos y la alteración paisajística es mayor a 50 %.
5. Presencia de fuentes de agua en el ecosistema	Presencia de cuerpos de agua dentro del ecosistema.					**MB** Existen al menos tres fuentes de agua en el ecosistema.
						B Existen dos fuentes de agua en el ecosistema.
						R Existe una fuente de agua en el ecosistema.
						M No existen fuentes de agua en el ecosistema.
	Permanencia de los cuerpos de agua.					**MB** La fuente de agua se mantiene en aproximadamente el 70 % durante todo el año.
						B La fuente de agua se mantiene en aproximadamente el 50 % durante el año.
						R La fuente de agua se mantiene en aproximadamente el 30 % todo el año.
						M Existe caudal solo en temporadas lluviosa.
	Calidad del agua.					**MB** Agua limpia, sin impurezas, sin sedimentación, presencia de algas verdes.
						B Agua ligeramente turbia, con cuerpos sólidos en suspensión.
						R Agua estancada con sólidos en suspensión, algas pardas.
						M Agua estancada con presencia de algas pardas y negras.
6. Problemática socio-ambiental	Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. Protección.					**MB** No existe cacería o tráfico de especies; ni afectación directa por colonización con establecimiento de potreros.
						B Se proyecta un frente de ocupación de tierras por apertura de carreteras, no hay establecimiento de potreros grandes.
						R Hay un frente de colonización con potreros en el límite del ecosistema.
						M Colonización en aumento al límite del ecosistema con cambios fuertes en el uso del suelo.
	Presencia de incendios forestales.					**MB** El área de vegetación tiene mínimo riesgo de afectación por ocurrencia de incendios.
						B Hasta el 30 % del área de vegetación tiene riesgo de afectación por mediana ocurrencia de incendios.
						R Entre el 30 – 60 % del área de vegetación tiene riesgo de afectación por alta ocurrencia de incendios.
						M Más del 60 % del área de vegetación tiene riesgo de afectación por alta ocurrencia de incendios.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.3.1 Estado de conservación en el SAR

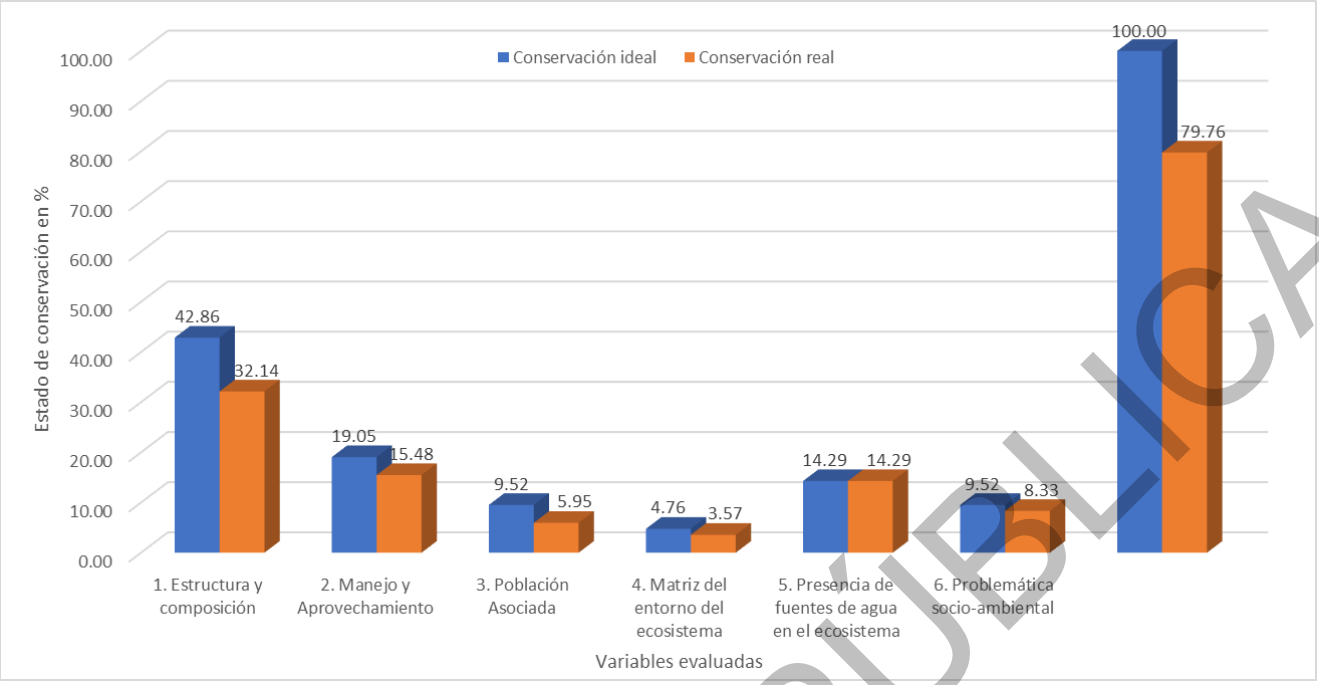
Con base a la información obtenida en campo y gabinete, se realizó la asignación del valor correspondiente para cada indicador, quedando como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 112. Evaluación del estado de conservación para el SAR

Variables e Indicadores	Malo (1)	Regular (2)	Bueno (3)	Muy bueno (4)	Valor de importancia del indicador	Estado de conservación en %
1. Estructura y composición						
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de estratos en la vegetación natural actual.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies indicadoras del tipo de vegetación.	0	0	**3**	0	3	3.57
Riqueza florística específica.	0	**2**	0	0	2	2.38
Regeneración natural de especies indicadoras.	0	0	**3**	0	3	3.57
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**1**	0	0	0	1	1.19
Endemismo florístico.	0	0	**3**	0	3	3.57
Presencia de especies nativas.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies exóticas.	0	0	**3**	0	3	3.57
2. Manejo y Aprovechamiento						
Diversidad de especies maderables.	0	**2**	0	0	2	2.38
Abundancia de especies maderables.	0	0	0	**4**	4	4.76
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido).	0	0	0	**4**	4	4.76
Estética dentro del ecosistema (Preservación de belleza escénica).	0	0	**3**	0	3	3.57
3. Población Asociada						
Densidad de población dentro del ecosistema.	0	**2**	0	0	2	2.38
Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal.	0	0	**3**	0	3	3.57
4. Matriz del entorno del ecosistema						
Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.	0	0	**3**	0	3	3.57
5. Presencia de fuentes de agua en el ecosistema						
Presencia de cuerpos de agua dentro del ecosistema.	0	0	0	**4**	4	4.76
Permanencia de los cuerpos de agua.	0	0	0	**4**	4	4.76
Calidad del agua.	0	0	0	**4**	4	4.76
6. Problemática socio-ambiental						
Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. Protección.	0	0	**3**	0	3	3.57
Presencia de incendios forestales.	0	0	0	**4**	4	4.76
ESTADO DE CONSERVACIÓN REAL					**67**	**79.76**

Con el fin de obtener una representación más precisa del estado de conservación, se incorpora posteriormente una gráfica de evaluación para cada una de las variables analizadas.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 1. Evaluación por variables del estado de conservación del SAR

De acuerdo con la aplicación de los indicadores y criterios establecidos para la evaluación del estado de conservación, los resultados integrados muestran que el estado de conservación general del ecosistema se clasifica como **"Muy Bueno"**, con un valor porcentual de **79.76 %**, lo cual indica que la vegetación mantiene una estructura, composición y funcionalidad ecológica adecuada, con un grado de alteración antrópica bajo.

IV.3.2.1.3.1.1 Listado de las especies encontradas

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies y sus respectivas familias encontradas en cada tipo de vegetación.

Tabla 113. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el SAR

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	CITES
1	Arbóreo y Regeneración	*Celtis caudata*	Zorro	Nativa	No incluida	No incluida
2	Arbóreo y Regeneración	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	Nativa	No incluida	No incluida
3	Arbóreo y Regeneración	*Juniperus deppeana*	Tascate	Nativa	No incluida	No incluida
4	Arbóreo y Regeneración	*Prosopis velutina*	Mezquite	Nativa	No incluida	No incluida
5	Arbóreo y Regeneración	*Quercus emoryi*	Encino Prieto	Nativa	No incluida	No incluida
6	Arbóreo y Regeneración	*Quercus oblongifolia*	Encino Blanco	Nativa	No incluida	No incluida
7	Arbustivo	*Acourtia thurberi*	Gorda dura	Nativa	No incluida	No incluida
8	Arbustivo	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	Nativa	No incluida	No incluida
9	Arbustivo	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	Nativa	No incluida	No incluida
10	Arbustivo	*Baccharis sarothroides*	Baccharis fina	Nativa	No incluida	No incluida
11	Arbustivo	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	Nativa	No incluida	No incluida
12	Arbustivo	*Dalea bicolor var. argyrea*	Engorda cabra	Nativa	No incluida	No incluida
13	Arbustivo	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	Nativa	No incluida	No incluida
14	Arbustivo	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Nativa	No incluida	No incluida
15	Arbustivo	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	Nativa	No incluida	No incluida
16	Arbustivo	*Lasianthaea fruticosa*	Vara blanca	Nativa	No incluida	No incluida
17	Arbustivo	*Matelea producta*	Bejuco enrredadera	Nativa	No incluida	No incluida

CONSULTA PÚBLICA

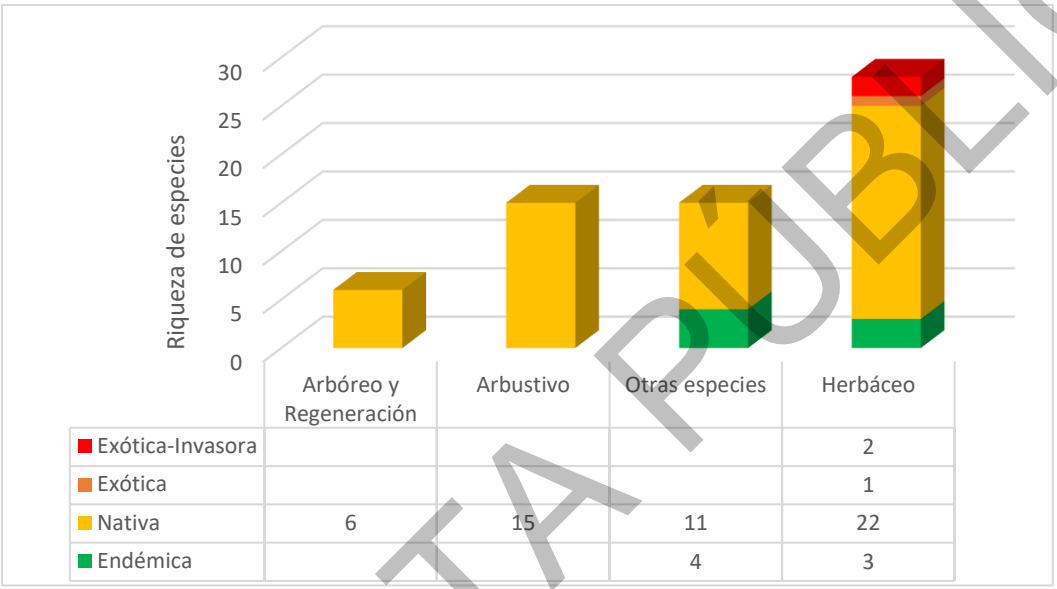
NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	CITES
18	Arbustivo	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	Nativa	No incluida	No incluida
19	Arbustivo	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	Nativa	No incluida	No incluida
20	Arbustivo	*Rhus trilobata*	Arbusto amarillo	Nativa	No incluida	No incluida
21	Arbustivo	*Tecoma stans*	Tecoma	Nativa	No incluida	No incluida
22	Otras especies	*Agave palmeri*	Maguey bravo	Endémica	No incluida	No incluida
23	Otras especies	*Agave wocomahi*	Agave de piedra	Endémica	No incluida	No incluida
24	Otras especies	*Argyrochosma incana*	Helecho trifoliado	Nativa	No incluida	No incluida
25	Otras especies	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	Nativa	No incluida	No incluida
26	Otras especies	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	Endémica	No incluida	No incluida
27	Otras especies	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	Nativa	No incluida	Apéndice II
28	Otras especies	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	Nativa	No incluida	Apéndice II
29	Otras especies	*Dasylirion wheeleri*	sotol	Nativa	No incluida	No incluida
30	Otras especies	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	Nativa	No incluida	Apéndice II
31	Otras especies	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	Nativa	No incluida	Apéndice II
32	Otras especies	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	Nativa	No incluida	Apéndice II
33	Otras especies	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	Nativa	No incluida	Apéndice II
34	Otras especies	*Opuntia gosseliniana*	Nopal	Nativa	No incluida	Apéndice II
35	Otras especies	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	Endémica	No incluida	Apéndice II
36	Otras especies	*Yucca schottii*	Yucca	Nativa	No incluida	No incluida
37	Herbáceo	*Acourtia humboldtii*	Girasol peludo	Endémica	No incluida	No incluida
38	Herbáceo	*Amaranthus palmeri*	Bledo	Nativa	No incluida	No incluida
39	Herbáceo	*Aristida ternipes*	Tres barbas	Nativa	No incluida	No incluida
40	Herbáceo	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	Nativa	No incluida	No incluida
41	Herbáceo	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	Nativa	No incluida	No incluida
42	Herbáceo	*Bouteloua radicosa*	pasto trigo	Endémica	No incluida	No incluida
43	Herbáceo	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	Endémica	No incluida	No incluida
44	Herbáceo	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	Nativa	No incluida	No incluida
45	Herbáceo	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	Nativa	No incluida	No incluida
46	Herbáceo	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	Nativa	No incluida	No incluida
47	Herbáceo	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	Nativa	No incluida	No incluida
48	Herbáceo	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	Nativa	No incluida	No incluida
49	Herbáceo	*Cynodon dactylon*	pasto estrellita	Exótica-Invasora	No incluida	No incluida
50	Herbáceo	*Digitaria californica*	Pasto plateado	Nativa	No incluida	No incluida
51	Herbáceo	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	Nativa	No incluida	No incluida
52	Herbáceo	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	Nativa	No incluida	No incluida
53	Herbáceo	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	Nativa	No incluida	No incluida
54	Herbáceo	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	Nativa	No incluida	No incluida
55	Herbáceo	*Machaeranthera gracilis*	Diente de oro	Nativa	No incluida	No incluida
56	Herbáceo	*Melinis repens*	Cola de zorra	Exótica-Invasora	No incluida	No incluida
57	Herbáceo	*Panicum coloratum*	Zacaton	Exótica	No incluida	No incluida
58	Herbáceo	*Parthenium incanum*	Romerillo	Nativa	No incluida	No incluida
59	Herbáceo	*Plantago rhodosperma*	Plumbago	Nativa	No incluida	No incluida
60	Herbáceo	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	Nativa	No incluida	No incluida
61	Herbáceo	*Solanum rostratum*	Manca mula	Nativa	No incluida	No incluida
62	Herbáceo	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	Nativa	No incluida	No incluida
63	Herbáceo	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	Nativa	No incluida	No incluida
64	Herbáceo	*Zinnia elegans*	Zinnia	Nativa	No incluida	No incluida

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.3.1.2 Dominancia de especies nativas, endémicas y exóticas

Se realizó un análisis de importancia ecológica de las especies que integran el SAR, bajo las categorías de (***Nativa, Endémica y Exótica e invasoras***), para cada uno de los estratos.

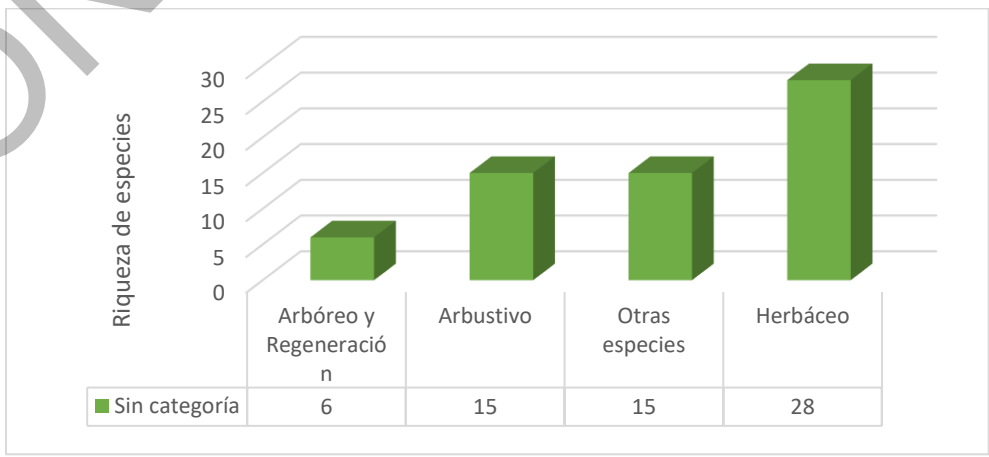
Se encontraron 64 especies, todas las especies encontradas en el estrato arbóreo y regeneración son especies nativas, así como también para el estrato arbustivo; en el estrato de otras especies se registraron 11 especies nativas y 4 endémicas; en el estrato herbáceo se registró 22 especies nativas y 3 especies endémicas.



Gráfica. 2. Distribución de especies de flora nativas, endémicas y exóticas para el SAR

IV.3.2.1.3.1.3 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)

De acuerdo con los resultados del muestreo en el SAR, **no se identificaron especies** bajo algún estatus, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)**.



Gráfica. 3. Número de especies por estratos en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-2010

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.3.2 Estado de conservación en el AFP

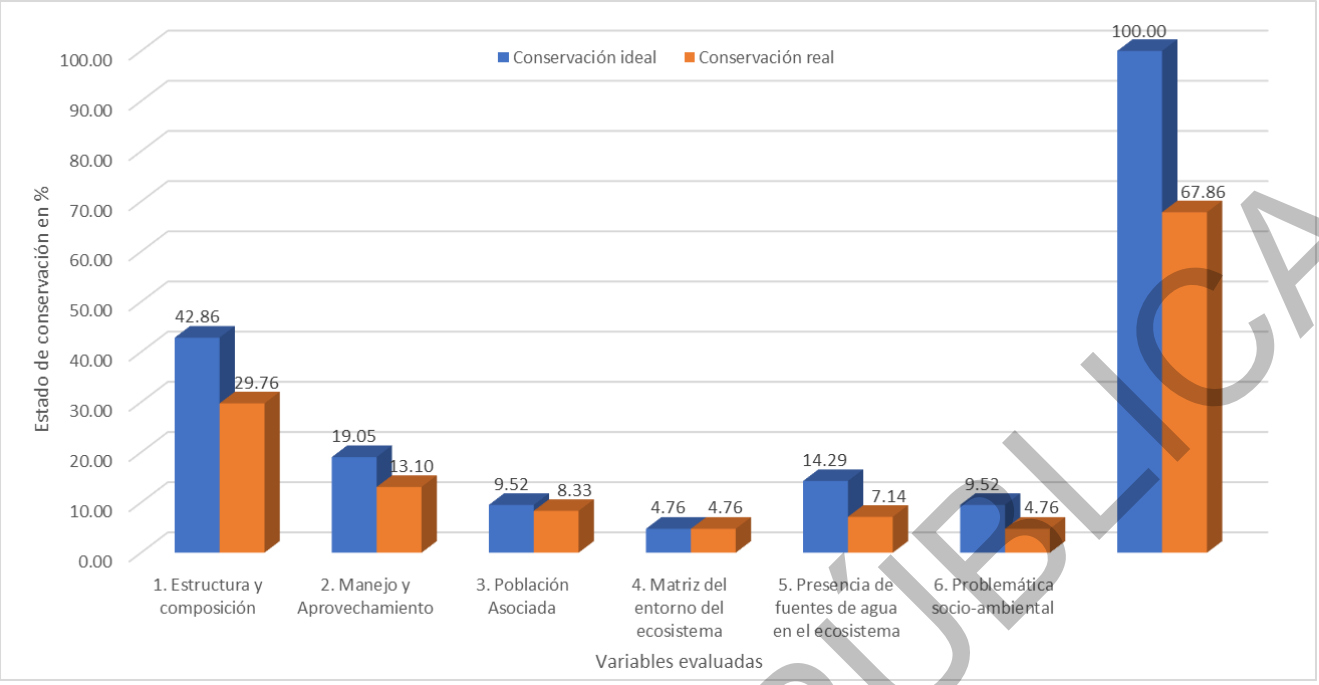
Con base a la información obtenida en campo y gabinete, se realizó la asignación del valor correspondiente para cada indicador, quedando como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 114. Evaluación del estado de conservación para el AFP

Variables e Indicadores	Malo (1)	Regular (2)	Bueno (3)	Muy bueno (4)	Valor de importancia del indicador	Estado de conservación en %
1. Estructura y composición						
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de estratos en la vegetación natural actual.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies indicadoras del tipo de vegetación.	0	0	**3**	0	3	3.57
Riqueza florística específica.	0	**2**	0	0	2	2.38
Regeneración natural de especies indicadoras.	0	**2**	0	0	2	2.38
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**1**	0	0	0	1	1.19
Endemismo florístico.	0	0	**3**	0	3	3.57
Presencia de especies nativas.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies exóticas.	0	**2**	0	0	2	2.38
2. Manejo y Aprovechamiento						
Diversidad de especies maderables.	0	**2**	0	0	2	2.38
Abundancia de especies maderables.	0	0	**3**	0	3	3.57
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido).	0	0	0	**4**	4	4.76
Estética dentro del ecosistema (Preservación de belleza escénica).	0	**2**	0	0	2	2.38
3. Población Asociada						
Densidad de población dentro del ecosistema.	0	0	0	**4**	4	4.76
Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal.	0	0	**3**	0	3	3.57
4. Matriz del entorno del ecosistema						
Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.	0	0	0	**4**	4	4.76
5. Presencia de fuentes de agua en el ecosistema						
Presencia de cuerpos de agua dentro del ecosistema.	0	**2**	0	0	2	2.38
Permanencia de los cuerpos de agua.	0	**2**	0	0	2	2.38
Calidad del agua.	0	**2**	0	0	2	2.38
6. Problemática socio-ambiental						
Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. Protección.	**1**	0	0	0	1	1.19
Presencia de incendios forestales.	0	0	**3**	0	3	3.57
ESTADO DE CONSERVACIÓN REAL					**57**	**67.86**

Con el fin de obtener una representación más precisa del estado de conservación, se incorpora posteriormente una gráfica de evaluación para cada una de las variables analizadas.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 4. Evaluación por variables del estado de conservación del AFP

En conjunto, los resultados permiten concluir que para el AFP presenta un estado de conservación **"Bueno"** (**67.86 %**), caracterizado por una cobertura vegetal continua, baja diversidad florística y una composición dominada por especies tolerantes a la perturbación, pero que mantiene condiciones ecológicas estables y con potencial de recuperación natural en ausencia de mayores presiones humanas.

IV.3.2.1.3.2.1 Listado de las especies encontradas

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies y sus respectivas familias encontradas en cada tipo de vegetación.

Tabla 115. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el AFP

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	CITES
1	Arbóreo y Regeneración	*Celtis caudata*	Zorro	Nativa	No incluida	No incluida
2	Arbóreo y Regeneración	*Prosopis velutina*	Mezquite	Nativa	No incluida	No incluida
3	Arbóreo y Regeneración	*Quercus emoryi*	Encino prieto	Nativa	No incluida	No incluida
4	Arbóreo y Regeneración	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	Nativa	No incluida	No incluida
5	Arbóreo y Regeneración	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	Nativa	No incluida	No incluida
6	Arbustivo	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	Nativa	No incluida	No incluida
7	Arbustivo	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	Nativa	No incluida	No incluida
8	Arbustivo	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	Nativa	No incluida	No incluida
9	Arbustivo	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	Nativa	No incluida	No incluida
10	Arbustivo	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Nativa	No incluida	No incluida
11	Arbustivo	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	Nativa	No incluida	No incluida
12	Arbustivo	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	Nativa	No incluida	No incluida
13	Arbustivo	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	Nativa	No incluida	No incluida
14	Arbustivo	*Tecoma stans*	Tecoma	Nativa	No incluida	No incluida
15	Otras especies	*Agave palmeri*	Maguey bravo	Endémica	No incluida	No incluida
16	Otras especies	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	Nativa	No incluida	No incluida

CONSULTA PÚBLICA

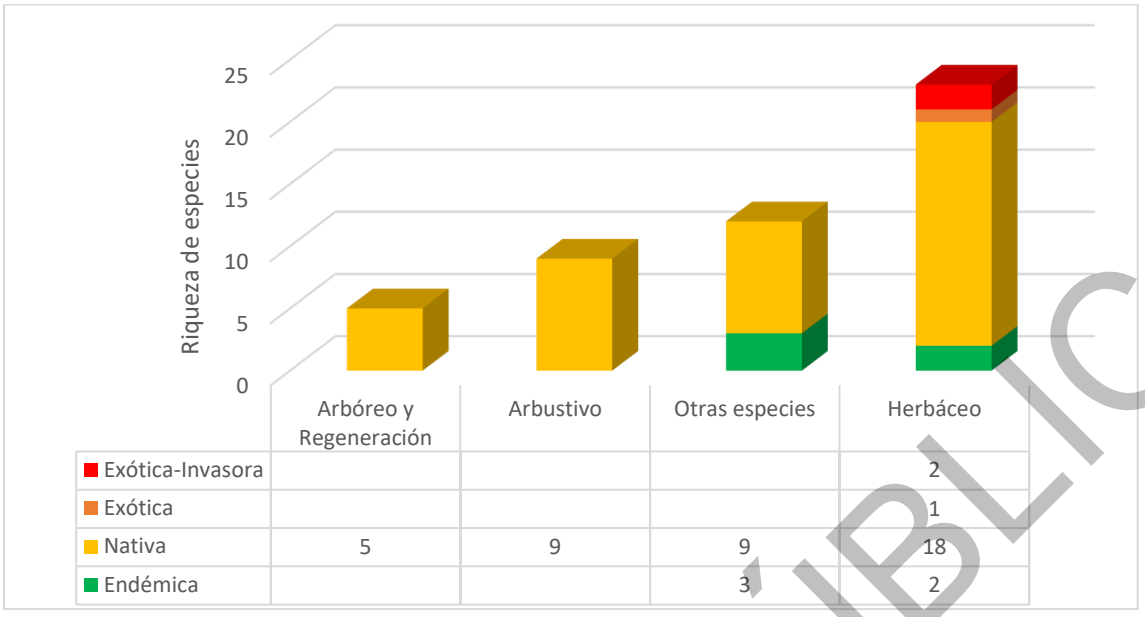
NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN	NOM-059	CITES
17	Otras especies	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	Endémica	No incluida	No incluida
18	Otras especies	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	Nativa	No incluida	Apéndice II
19	Otras especies	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	Nativa	No incluida	Apéndice II
20	Otras especies	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	Nativa	No incluida	No incluida
21	Otras especies	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	Nativa	No incluida	Apéndice II
22	Otras especies	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	Nativa	No incluida	Apéndice II
23	Otras especies	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	Nativa	No incluida	Apéndice II
24	Otras especies	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	Nativa	No incluida	Apéndice II
25	Otras especies	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	Endémica	No incluida	Apéndice II
26	Otras especies	*Yucca schottii*	Yucca	Nativa	No incluida	No incluida
27	Herbáceo	*Amaranthus palmeri*	Bledo	Nativa	No incluida	No incluida
28	Herbáceo	*Aristida ternipes*	Tres barbas	Nativa	No incluida	No incluida
29	Herbáceo	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	Nativa	No incluida	No incluida
30	Herbáceo	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	Nativa	No incluida	No incluida
31	Herbáceo	*Bouteloua radicosa*	Pasto trigo	Endémica	No incluida	No incluida
32	Herbáceo	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	Endémica	No incluida	No incluida
33	Herbáceo	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	Nativa	No incluida	No incluida
34	Herbáceo	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	Nativa	No incluida	No incluida
35	Herbáceo	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	Nativa	No incluida	No incluida
36	Herbáceo	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	Nativa	No incluida	No incluida
37	Herbáceo	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	Nativa	No incluida	No incluida
38	Herbáceo	*Cynodon dactylon*	Pasto estrellita	Exótica-Invasora	No incluida	No incluida
39	Herbáceo	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	Nativa	No incluida	No incluida
40	Herbáceo	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	Nativa	No incluida	No incluida
41	Herbáceo	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	Nativa	No incluida	No incluida
42	Herbáceo	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	Nativa	No incluida	No incluida
43	Herbáceo	*Melinis repens*	Cola de zorra	Exótica-Invasora	No incluida	No incluida
44	Herbáceo	*Panicum coloratum*	Zacaton	Exótica	No incluida	No incluida
45	Herbáceo	*Parthenium incanum*	Romerillo	Nativa	No incluida	No incluida
46	Herbáceo	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	Nativa	No incluida	No incluida
47	Herbáceo	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	Nativa	No incluida	No incluida
48	Herbáceo	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	Nativa	No incluida	No incluida
49	Herbáceo	*Zinnia elegans*	Zinnia	Nativa	No incluida	No incluida

IV.3.2.1.3.2.2 Dominancia de especies nativas, endémicas y exóticas

Se realizó un análisis de importancia ecológica de las especies que integran el AFP, bajo las categorías de (***Nativa, Endémica y Exótica e invasoras***), para cada uno de los estratos.

Se encontraron 49 especies, todas las especies encontradas en el estrato arbóreo y regeneración, así como el arbustivo son especies nativas; en el estrato de otras especies se registraron 9 especies nativas y 3 endémicas; en el estrato herbáceo se registró 18 especies nativas y 2 especies endémicas.

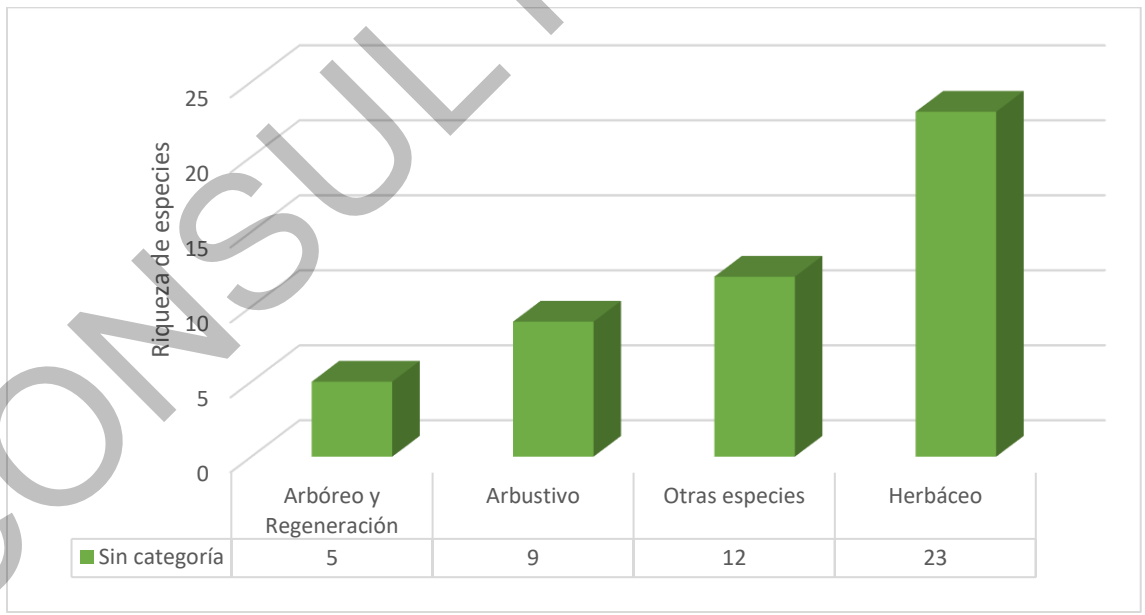
CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 5. Distribución de especies de flora nativas, endémicas y exóticas para el AFP

IV.3.2.1.3.2.3 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)

De acuerdo con los resultados del muestreo en el AFP, no se identificaron especies bajo algún estatus, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).



Gráfica. 6. Número de especies por estratos en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-2010

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.4 Estimación de los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos e índices de diversidad y similitud de especies

IV.3.2.1.4.1 Diseño de muestreo

Para determinar los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de los índices de diversidad y equitatividad por especies de flora, se realizó un muestreo sobre la vegetación forestal dentro de los polígonos del AFP, así como del SAR, para todos los estratos y tipos de vegetación, por lo que se considera adecuado para obtener la confiabilidad de los datos y estimaciones finales.

IV.3.2.1.4.1.1 Tipo de muestreo utilizado en el SAR y en el AFP

El tamaño y forma de los sitios de muestreo en inventarios forestales ha sido muy variable en todo el mundo, siendo de los más utilizados en nuestro país sitios de 1,000 m^2 y 500 m^2, tamaños que se utilizaron en el inventario forestal nacional de 1984 y que son de los más utilizados para la elaboración de programas de manejo forestal.

Para definir la forma y dimensiones de los sitios de muestreo del SAR, se consideraron las mismas dimensiones y forma de los sitios levantados en el AFP, los cuales debían coincidir con el derecho de vía, el cual cuenta con 35 m de ancho y una afectación de tipo lineal, por lo que los sitios ubicados en el SAR se levantaron con las mismas dimensiones que las establecidas para el AFP.

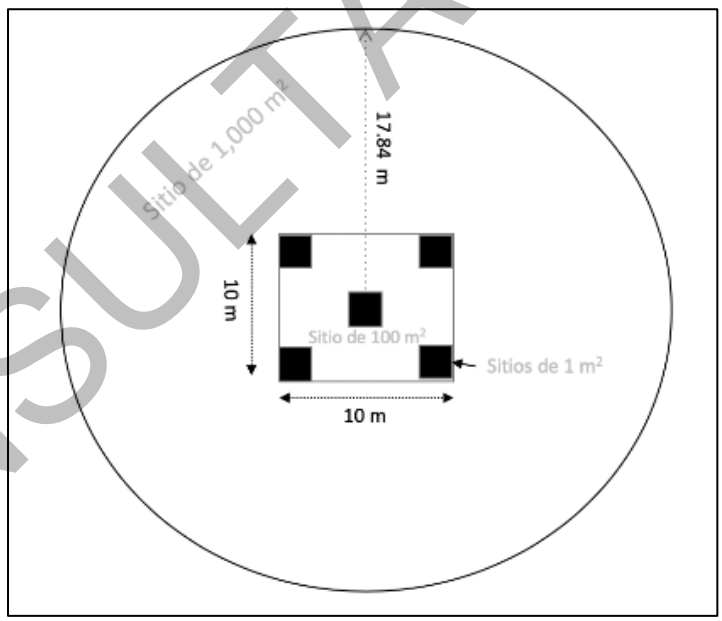


Figura 61. Forma y tamaño de los sitios levantados

De acuerdo a lo anterior, para el muestreo de la flora del área del SAR y AFP, se utilizaron sitios circulares de 1,000 m^2 para identificar las especies del estrato arbóreo, a su vez se delimitó un sub-sitio de 100 metros cuadrados al centro del sitio de 1,000 m^2 para contabilizar las especies del estrato arbustivo, regeneración y otras especies, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y 5 subsitios de 1 m^2 para contabilizar las especies del estrato herbáceo, como se observa en la ilustración anterior.

CONSULTA PÚBLICA

Las dimensiones del estrato herbáceo se consideraron las dimensiones utilizadas en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, re-muestreo 2011, CONAFOR). En este mismo manual del Inventario utilizan sitios cuadrados de 10 x 10 metros para el estrato arbustivo, siendo para nuestro caso las mismas dimensiones.

Estratificación dentro de cada tipo de vegetación por formas de vida

Las clases o formas de vida que adoptan las plantas para su desarrollo se refieren a formas de crecimiento. Para definirlas se usan características como la altura, la consistencia, leñosa o herbácea, la forma del tallo y de las hojas, la pérdida o persistencia del follaje y otros aspectos. Las formas de crecimiento son usadas para caracterizar la estructura y la fisonomía de la vegetación debido a que algunas son dominantes o más conspicuas en la comunidad.

De acuerdo con lo anterior, por la composición de la vegetación identificada en el predio, se identificaron 5 diferentes estratos de acuerdo con el criterio de forma de vida, conforme a los siguientes conceptos:

Árbol: planta perenne de tronco leñoso (produce madera) y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo (mayor a 30 cm); constituye un elemento del bosque, pero en forma individual tiene una existencia limitada.

Regeneración: (arbórea) planta leñosa, con diámetro normal menor a 7.5 cm, son producto de la germinación de frutos y semillas de árboles de mayores dimensiones (>7.5 de DN).

Arbusto: planta leñosa, por lo general menor de 5 metros de altura, cuyo tallo se ramifica desde la base (PROY-NOM-005-SEMARNAT-2012, Que establece los criterios para realizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables existentes en los ecosistemas forestales; bosques de clima templado frío, selvas y zonas áridas y semiáridas-Especificaciones técnicas).

Herbácea: Hay dos formas principales de crecimiento herbáceo: graminoides (gramíneas o plantas con apariencia de gramínea) y "forbias" (término que casi no se usa en México, del inglés forb, castellanizado a forbia por el sistema UNESCO), para referirse a plantas herbáceas, no gramíneas ni graminoides, ejemplos tréboles, girasoles, helechos, etc. (algunos autores sugieren que las "forbias" tengan además importancia forrajera). Incluye las gramíneas (Poaceae) y graminoides (Cyperaceae, Juncaceae y formas afines), así como diferentes herbáceas hidrófilas, tanto arraigadas como flotantes.

Otras especies: Se incluyen familias de plantas epífitas, suculentas y, en gran mayoría, espinosas, conocidas en conjunto como cactos o cactus, así como especies con hojas en formas de rosetas, arregladas en espiral alrededor de un tallo corto, en cuyos bordes hay espinas marginales y una terminal en el ápice.

Con base en esta diferenciación o caracterización de las formas de vida o formas biológicas para el área de SAR y AFP, se logra entender la composición de la vegetación en grupos fisionómicamente distintivo y son indicadoras de las condiciones ambientales bajo las cuales se han desarrollado.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.4.2 Tamaño de muestra

Para determinar la confiabilidad del muestreo se hizo uso de las curvas de acumulación de especies, las cuales representan gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos; cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo; las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada (Moreno & Halffter, 2000).

La curva de acumulación de especies se elaboró para cada uno de los estratos y tipos de vegetación, utilizando el programa *Estimate SWin 9.10*, los datos obtenidos en campo se exportaron al programa antes mencionado y con procesamiento estadístico se aplicó el método no paramétrico de Chao2.

* MODELO NO PARAMÉTRICO

Indicador no paramétrico Chao 2

El indicador no paramétrico Chao 2 utiliza los datos obtenidos en el muestreo para estimar el número de especies que no fueron detectadas durante el muestreo, así como el total de las especies mediante el número de individuos capturados en el muestreo o el número de muestras tomadas en la comunidad objeto; la formula del indicador es la siguiente:

$$S\ Chao2 = S_{obs} + \frac{Q1^2}{Q2^2}$$

En donde:

Sobs = Riqueza de especies capturada mediante el muestreo.
Q1= Número de especies que fueron registradas solamente en una muestra del muestreo (Singletes).
Q2= Número de especies que fueron registradas en dos muestras del muestreo (Dobletes).

Posteriormente, se presentan los datos obtenidos ajustados considerando el modelo exponencial negativo establecido por Soberón-Mainero & Llorente-Bousquets (1993) o el de Clench, mencionados por Ávalos-Hernández (2007), y que a continuación se describen:

Modelo Clench

Modelo de Soberón & Llorente: S(n)= (a/b)*(1-exp(-b*n))

Modelo Clench: S(n)=(a*n)/(1+(b*n))

Cuando el ajuste con los modelos anteriores presenta una R baja, se realiza el procedimiento anteriormente descrito, con los modelos logarítmico y asintótico, los cuales se describen a continuación

Modelo logarítmico: S(n)=(1/(1-exp(-b)))*(Log(1+(1-exp(-b)*a*n)))

Modelo asintótico: S(n)=n/(a+(b*n))

CONSULTA PÚBLICA

Derivado de lo anterior, se incorpora al estudio el que presente una mayor R, en todos los casos, se utiliza el método de estimación simplex and quasi-newton, como lo recomienda Jiménez-Valverde & Hortal (2003)[88].

Para desarrollar el muestreo en el SAR, se tomó en consideración la intensidad de muestreo llevado a cabo en el AFP; es importante mencionar que para desarrollar una estadística descriptiva y sus comparaciones tanto de las especies encontradas, las densidades por ind/ha así como las comparaciones en los índices de diversidad entre estas dos áreas, es necesario tener el mismo número de sitios de muestreo (Unidades muestrales), para evitar sesgos en la información y las comparaciones puedan ser válidas; es por ello que para el muestreo del SAR y AFP se aplicaron el mismo número de muestras.

IV.3.2.1.4.2.1 Tamaño de muestra para el SAR

* Vegetación secundaria de Pastizal natural

Estrato Arbóreo

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitios de muestreo y del indicador Chao2 calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 116. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.13	-0.06	2.32	1.02	0.00	0.00
2	1.64	0.21	3.08	1.72	0.00	0.00
3	1.97	0.50	3.44	2.11	2.04	4.66
4	2.22	0.76	3.69	2.46	2.27	5.70
5	2.44	0.98	3.90	2.68	2.47	6.30
6	2.62	1.17	4.08	2.89	2.64	6.72
7	2.79	1.34	4.24	3.07	2.79	7.13
8	2.93	1.49	4.38	3.16	2.87	7.27
9	3.06	1.62	4.49	3.28	3.05	6.90
10	3.17	1.75	4.60	3.38	3.18	6.83
11	3.28	1.87	4.68	3.46	3.26	6.90
12	3.37	1.98	4.76	3.54	3.35	7.03
13	3.45	2.08	4.82	3.66	3.47	7.28
14	3.53	2.18	4.88	3.71	3.54	7.29
15	3.60	2.27	4.93	3.85	3.67	7.64
16	3.66	2.36	4.97	3.93	3.74	7.66
17	3.72	2.44	5.01	4.02	3.83	7.79
18	3.78	2.52	5.04	4.04	3.86	7.74
19	3.83	2.60	5.06	4.14	3.93	8.10
20	3.88	2.67	5.09	4.19	4.00	8.00
21	3.93	2.74	5.11	4.27	4.03	8.55
22	3.97	2.81	5.13	4.27	4.04	8.45
23	4.01	2.88	5.14	4.22	4.04	7.77
24	4.05	2.94	5.16	4.23	4.07	7.63
25	4.09	3.01	5.17	4.22	4.09	7.23
26	4.12	3.07	5.18	4.24	4.12	7.16
27	4.16	3.13	5.19	4.28	4.17	7.10
28	4.19	3.18	5.20	4.29	4.18	7.11

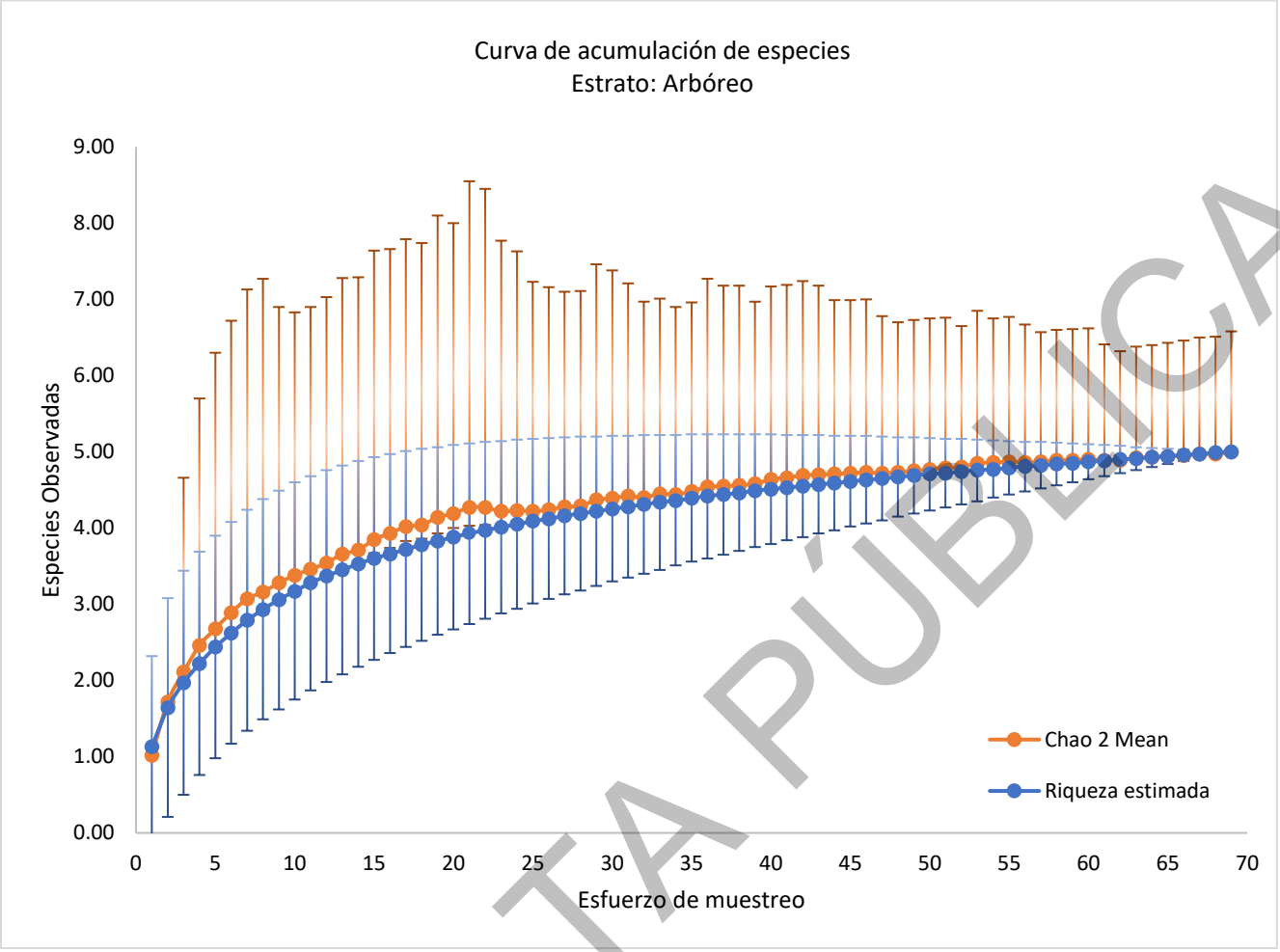
[88] Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revta. Ibér. Aracnol., 8: 151-161.

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
29	4.22	3.24	5.20	4.37	4.24	7.46
30	4.25	3.30	5.21	4.39	4.26	7.38
31	4.28	3.35	5.21	4.42	4.31	7.21
32	4.31	3.40	5.22	4.40	4.30	6.97
33	4.34	3.45	5.22	4.45	4.35	7.01
34	4.36	3.51	5.22	4.44	4.34	6.90
35	4.39	3.56	5.23	4.48	4.38	6.96
36	4.42	3.60	5.23	4.54	4.42	7.27
37	4.44	3.65	5.23	4.55	4.44	7.18
38	4.46	3.70	5.23	4.56	4.45	7.18
39	4.49	3.75	5.23	4.58	4.49	6.97
40	4.51	3.79	5.23	4.64	4.54	7.17
41	4.53	3.84	5.22	4.66	4.56	7.19
42	4.55	3.88	5.22	4.69	4.59	7.24
43	4.57	3.93	5.22	4.70	4.61	7.18
44	4.59	3.97	5.21	4.71	4.64	6.99
45	4.61	4.02	5.21	4.72	4.65	6.99
46	4.63	4.06	5.21	4.73	4.66	7.00
47	4.65	4.10	5.20	4.72	4.66	6.78
48	4.67	4.15	5.19	4.73	4.68	6.70
49	4.69	4.19	5.19	4.75	4.70	6.73
50	4.71	4.23	5.18	4.77	4.72	6.75
51	4.72	4.27	5.17	4.79	4.74	6.76
52	4.74	4.31	5.17	4.80	4.76	6.65
53	4.76	4.35	5.16	4.85	4.80	6.85
54	4.77	4.40	5.15	4.86	4.82	6.75
55	4.79	4.44	5.14	4.87	4.83	6.77
56	4.81	4.48	5.13	4.86	4.83	6.67
57	4.82	4.52	5.13	4.87	4.85	6.57
58	4.84	4.56	5.12	4.89	4.87	6.60
59	4.85	4.60	5.11	4.89	4.87	6.61
60	4.87	4.64	5.10	4.90	4.88	6.62
61	4.88	4.68	5.09	4.89	4.89	6.41
62	4.90	4.72	5.08	4.89	4.89	6.32
63	4.91	4.76	5.06	4.92	4.92	6.38
64	4.93	4.80	5.05	4.93	4.93	6.40
65	4.94	4.84	5.04	4.94	4.94	6.43
66	4.96	4.88	5.03	4.95	4.95	6.46
67	4.97	4.92	5.02	4.97	4.97	6.50
68	4.99	4.96	5.01	4.97	4.97	6.51
69	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.58

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



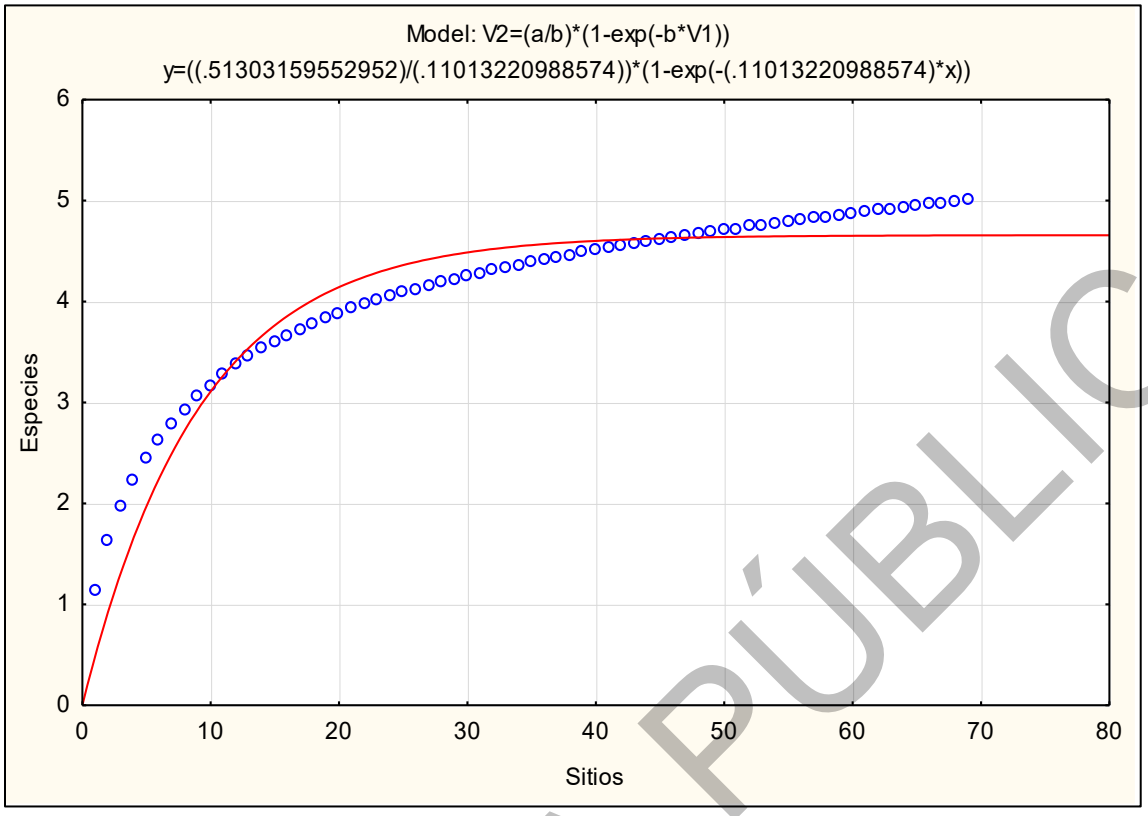
Gráfica. 7. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbóreo analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **5 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **5 (especie)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbóreo es estadísticamente suficiente y representativo.

El ajuste de los datos se realizó mediante el modelo de Soberón & Llorente, el cual estableció una pendiente de **0.0003**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, además, el modelo estima una riqueza de **4.7 especies**, que, en comparación con la riqueza registrada durante el muestreo, esta registró **5 especies**. En conclusión, de acuerdo al inventario realizado de la comunidad arbórea esta registra la totalidad de las especies presentes en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 8. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato arbóreo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato regeneración

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitios de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 117. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

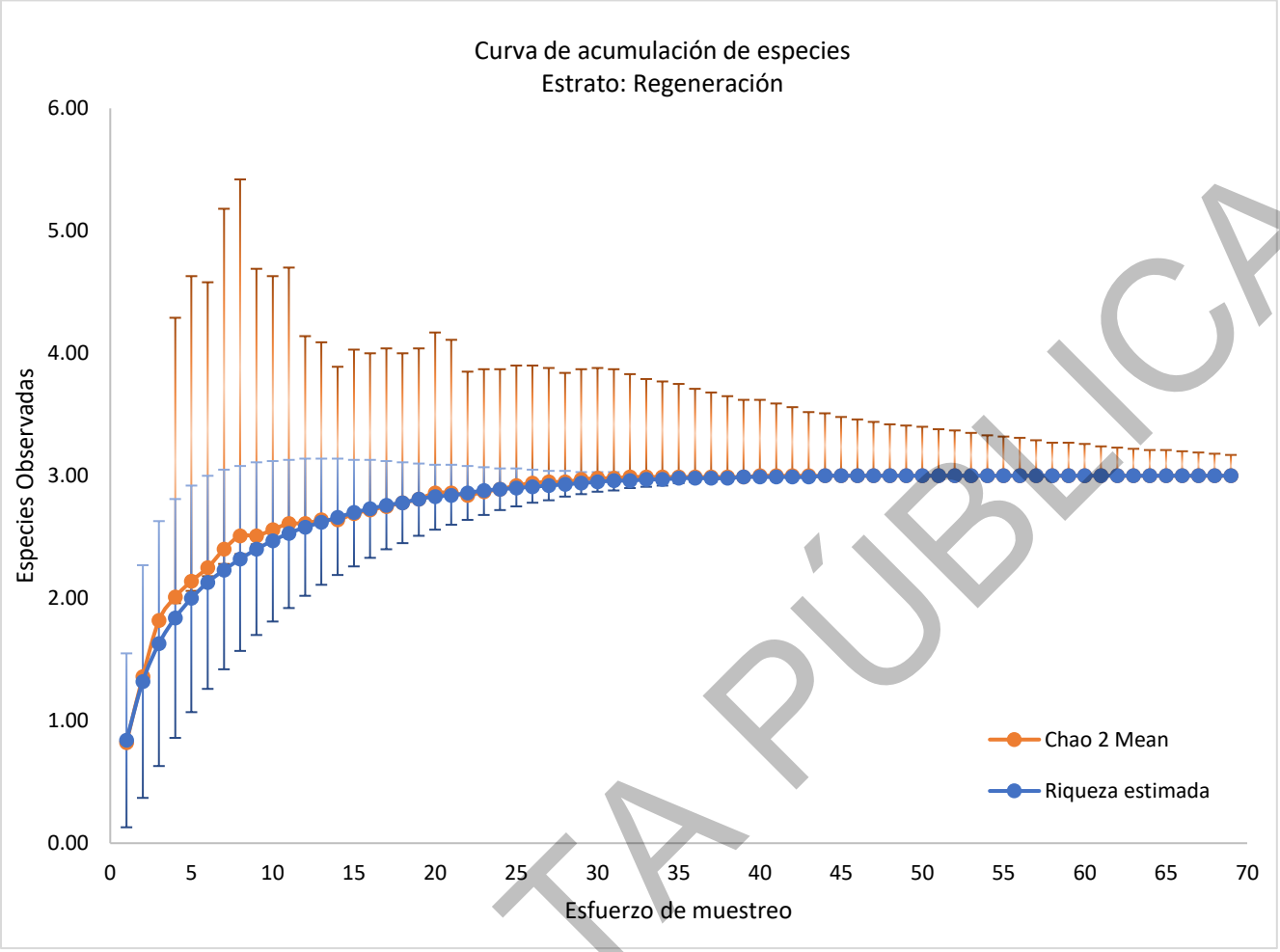
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	0.84	0.13	1.55	0.82	0.00	0.00
2	1.32	0.37	2.27	1.36	0.00	0.00
3	1.63	0.63	2.63	1.82	0.00	0.00
4	1.84	0.86	2.81	2.01	1.96	4.29
5	2.00	1.07	2.92	2.14	2.06	4.63
6	2.13	1.26	3.00	2.25	2.18	4.58
7	2.23	1.42	3.05	2.40	2.28	5.18
8	2.32	1.57	3.08	2.51	2.36	5.42
9	2.40	1.70	3.11	2.51	2.44	4.69
10	2.47	1.81	3.12	2.56	2.49	4.63
11	2.53	1.92	3.13	2.61	2.53	4.70
12	2.58	2.02	3.14	2.61	2.58	4.14
13	2.62	2.11	3.14	2.64	2.62	4.09
14	2.66	2.19	3.14	2.64	2.63	3.89
15	2.70	2.26	3.13	2.69	2.67	4.03
16	2.73	2.33	3.13	2.72	2.71	4.00
17	2.76	2.40	3.12	2.75	2.74	4.04
18	2.78	2.45	3.11	2.78	2.78	4.00
19	2.81	2.51	3.10	2.81	2.80	4.04
20	2.83	2.56	3.09	2.86	2.84	4.17
21	2.84	2.60	3.09	2.86	2.84	4.11

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
22	2.86	2.64	3.08	2.84	2.84	3.85
23	2.88	2.68	3.07	2.87	2.87	3.87
24	2.89	2.72	3.06	2.89	2.89	3.87
25	2.90	2.75	3.06	2.92	2.92	3.90
26	2.91	2.78	3.05	2.94	2.94	3.90
27	2.92	2.80	3.04	2.95	2.95	3.88
28	2.93	2.83	3.04	2.95	2.95	3.84
29	2.94	2.85	3.03	2.97	2.97	3.87
30	2.95	2.87	3.03	2.98	2.98	3.88
31	2.96	2.88	3.03	2.98	2.98	3.87
32	2.96	2.90	3.02	2.99	2.99	3.83
33	2.97	2.91	3.02	2.99	2.99	3.79
34	2.97	2.92	3.02	2.99	2.99	3.77
35	2.98	2.94	3.01	2.99	2.99	3.75
36	2.98	2.95	3.01	2.99	2.99	3.71
37	2.98	2.95	3.01	2.99	2.99	3.68
38	2.98	2.96	3.01	2.99	2.99	3.65
39	2.99	2.97	3.01	2.99	2.99	3.62
40	2.99	2.97	3.01	3.00	3.00	3.62
41	2.99	2.98	3.01	3.00	3.00	3.59
42	2.99	2.98	3.00	3.00	3.00	3.56
43	2.99	2.98	3.00	3.00	3.00	3.52
44	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.51
45	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.48
46	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.46
47	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.44
48	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.42
49	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.41
50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.40
51	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.38
52	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.37
53	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.35
54	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.33
55	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.32
56	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.31
57	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.29
58	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.27
59	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.27
60	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.26
61	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.24
62	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.23
63	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.22
64	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.21
65	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.21
66	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.20
67	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.19
68	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.18
69	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.17

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PUBLICA



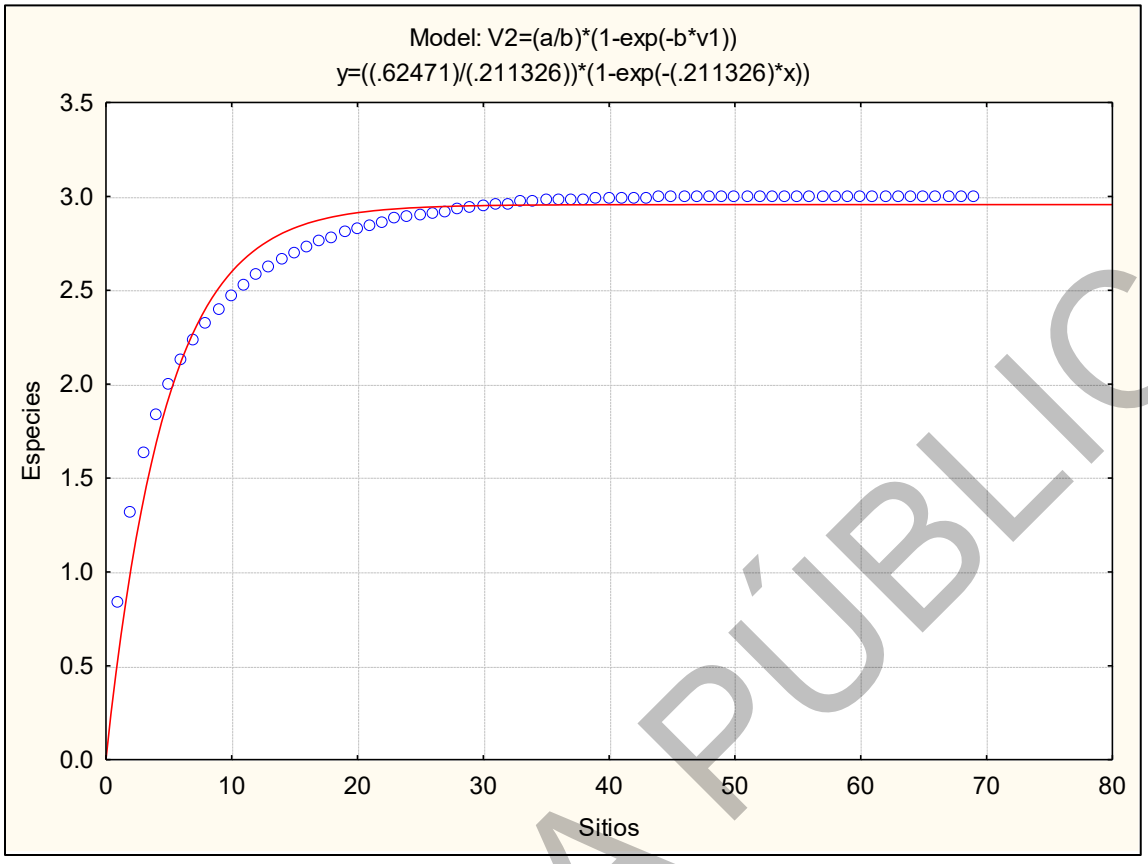
Gráfica. 9. Curva de acumulación de especies para el estrato regeneración ; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de regeneración analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **3 especie**s y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **3 (especie)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de regeneración es estadísticamente suficiente y representativo.

El ajuste de los datos se realizó mediante el modelo de Soberón & Llorente, el cual estableció una pendiente de **0.0000003**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, además, el modelo estima una riqueza de **3 especies**, que, en comparación con la riqueza registrada durante el muestreo, esta registró **3 especies**. En conclusión, de acuerdo al inventario realizado de la comunidad de regeneración esta registra la totalidad de las especies presentes en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 10. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato de regeneración mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato Arbustivo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 118. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

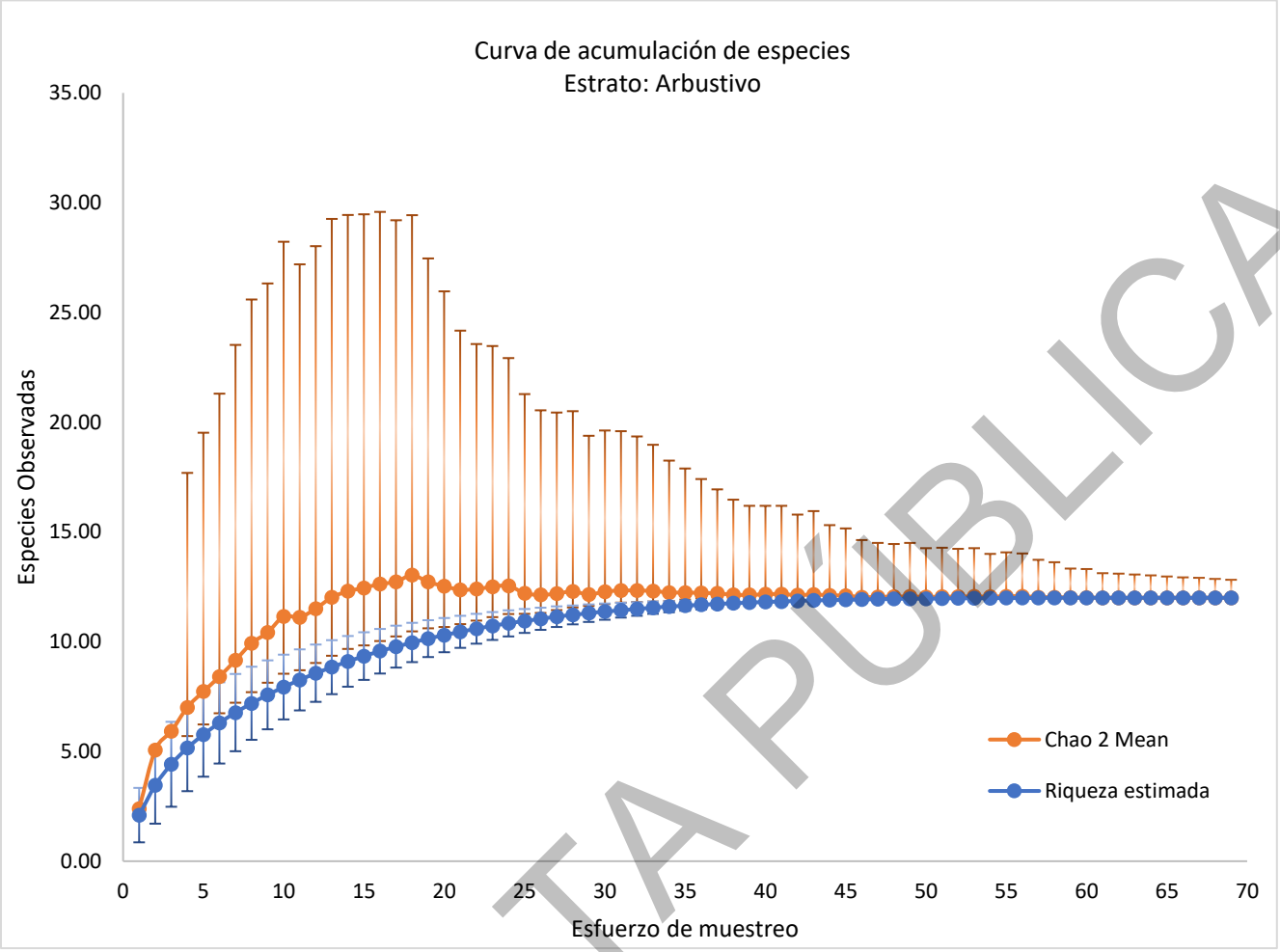
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.10	0.86	3.34	2.39	0.00	0.00
2	3.46	1.71	5.21	5.07	0.00	0.00
3	4.42	2.48	6.35	5.92	0.00	0.00
4	5.16	3.19	7.13	7.01	5.70	17.69
5	5.77	3.85	7.70	7.73	6.23	19.52
6	6.30	4.45	8.15	8.41	6.74	21.30
7	6.77	5.01	8.53	9.16	7.22	23.52
8	7.19	5.53	8.86	9.93	7.70	25.59
9	7.58	6.01	9.15	10.42	8.13	26.32
10	7.93	6.46	9.41	11.15	8.54	28.22
11	8.26	6.87	9.65	11.11	8.70	27.19
12	8.56	7.26	9.87	11.51	9.03	28.02
13	8.84	7.61	10.07	12.02	9.36	29.26
14	9.10	7.95	10.26	12.30	9.67	29.44
15	9.34	8.26	10.43	12.45	9.83	29.47
16	9.57	8.55	10.58	12.63	10.03	29.58
17	9.77	8.82	10.73	12.73	10.24	29.20
18	9.96	9.07	10.86	13.03	10.47	29.43
19	10.14	9.30	10.98	12.72	10.61	27.46
20	10.30	9.52	11.08	12.53	10.67	25.96
21	10.45	9.72	11.18	12.36	10.80	24.17

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
22	10.59	9.91	11.27	12.40	10.96	23.56
23	10.72	10.08	11.35	12.50	11.12	23.47
24	10.84	10.24	11.43	12.55	11.26	22.92
25	10.94	10.40	11.49	12.21	11.27	21.28
26	11.04	10.54	11.55	12.13	11.31	20.54
27	11.14	10.67	11.61	12.19	11.44	20.44
28	11.22	10.79	11.65	12.29	11.56	20.50
29	11.30	10.90	11.70	12.15	11.63	19.38
30	11.37	11.00	11.74	12.28	11.72	19.62
31	11.43	11.10	11.77	12.33	11.78	19.59
32	11.49	11.18	11.80	12.33	11.81	19.35
33	11.55	11.27	11.83	12.31	11.83	18.97
34	11.60	11.34	11.85	12.24	11.86	18.25
35	11.64	11.41	11.87	12.24	11.92	17.89
36	11.68	11.47	11.89	12.22	11.99	17.41
37	11.72	11.53	11.91	12.20	12.01	16.94
38	11.75	11.58	11.92	12.14	12.00	16.47
39	11.78	11.63	11.94	12.13	12.02	16.19
40	11.81	11.67	11.95	12.16	12.06	16.19
41	11.83	11.71	11.96	12.17	12.06	16.19
42	11.86	11.75	11.97	12.12	12.05	15.79
43	11.88	11.78	11.97	12.15	12.02	15.95
44	11.89	11.81	11.98	12.11	12.05	15.31
45	11.91	11.84	11.98	12.10	12.02	15.16
46	11.92	11.86	11.99	12.03	12.02	14.63
47	11.94	11.88	11.99	12.04	12.04	14.50
48	11.95	11.90	11.99	12.05	12.05	14.45
49	11.96	11.91	12.00	12.06	12.04	14.50
50	11.96	11.93	12.00	12.04	12.04	14.26
51	11.97	11.94	12.00	12.05	12.04	14.28
52	11.98	11.95	12.00	12.05	12.04	14.23
53	11.98	11.96	12.00	12.06	12.05	14.26
54	11.98	11.97	12.00	12.05	12.05	14.00
55	11.99	11.98	12.00	12.07	12.04	14.07
56	11.99	11.98	12.00	12.07	12.04	14.02
57	11.99	11.99	12.00	12.03	12.02	13.73
58	12.00	11.99	12.00	12.03	12.02	13.62
59	12.00	11.99	12.00	12.01	12.02	13.33
60	12.00	11.99	12.00	12.01	12.01	13.31
61	12.00	12.00	12.00	12.00	12.01	13.12
62	12.00	12.00	12.00	12.00	12.01	13.10
63	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.06
64	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.02
65	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.97
66	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.93
67	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.91
68	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.86
69	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.82

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



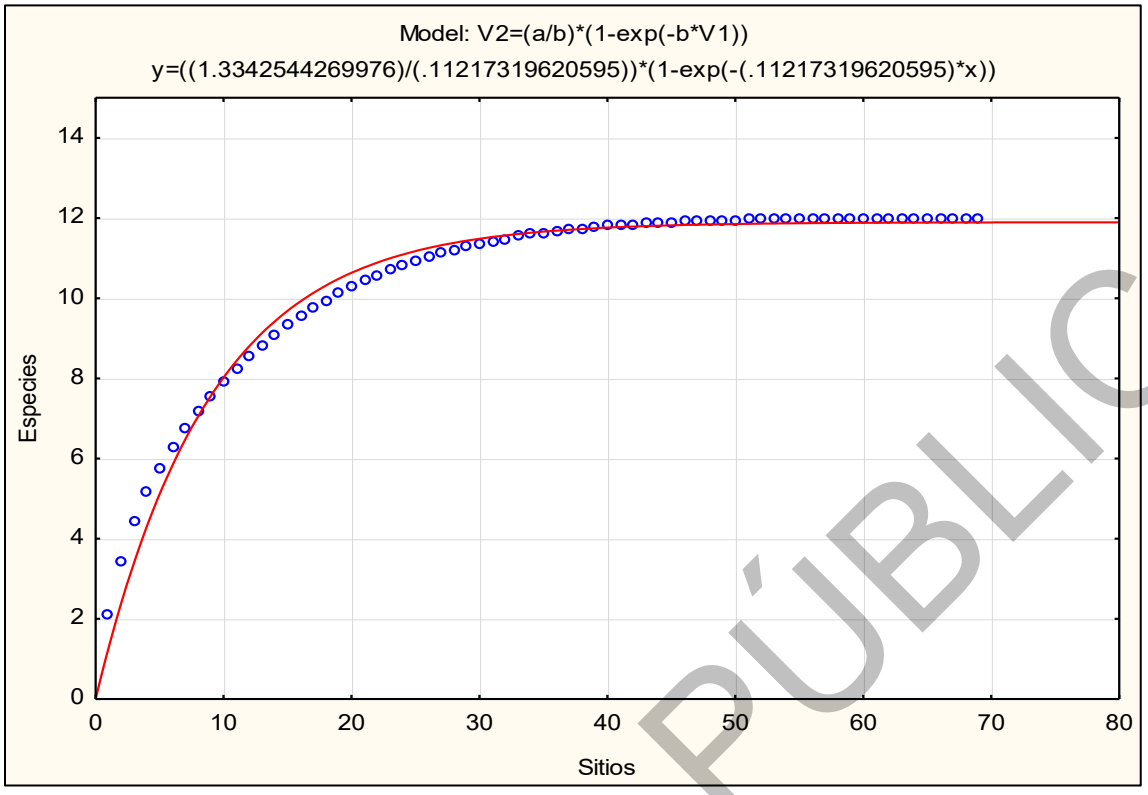
Gráfica. 11. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado la totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbustivo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **12 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **12 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbustivo es estadísticamente suficiente y representativo.

El ajuste de los datos se realizó con base al modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose así una pendiente de la curva ajustada de **0.0006**, siendo el muestreo realizado el necesario, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quienes mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1**. El modelo establece una riqueza de **11.9 especies** mientras que el registro con base al muestreo es de **12 especies**, por tanto, el esfuerzo de muestreo realizado comprende la diversidad de especies arbustivas existentes en el SAR.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 12. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato arbustivo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato otras especies

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 119. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

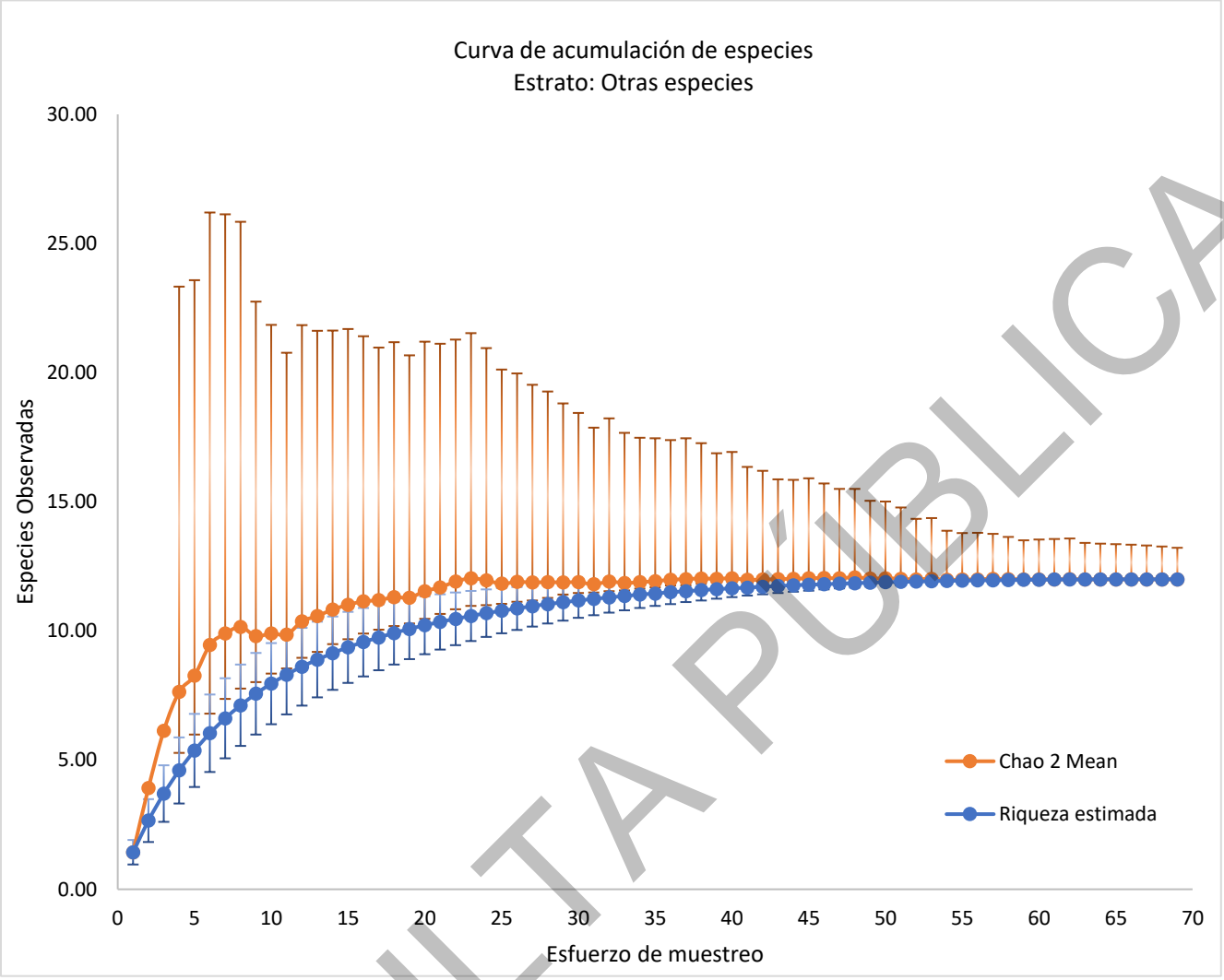
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.43	0.96	1.91	1.43	0.00	0.00
2	2.66	1.83	3.49	3.92	0.00	0.00
3	3.70	2.61	4.80	6.14	0.00	0.00
4	4.60	3.32	5.88	7.64	5.28	23.33
5	5.37	3.96	6.79	8.27	5.99	23.58
6	6.04	4.54	7.54	9.46	6.80	26.20
7	6.62	5.07	8.17	9.90	7.37	26.13
8	7.12	5.55	8.70	10.16	7.77	25.84
9	7.57	5.99	9.15	9.80	8.02	22.75
10	7.96	6.39	9.53	9.91	8.35	21.85
11	8.31	6.77	9.85	9.86	8.55	20.77
12	8.62	7.11	10.12	10.37	8.96	21.84
13	8.89	7.43	10.36	10.58	9.19	21.62
14	9.14	7.72	10.56	10.83	9.49	21.63
15	9.37	7.99	10.74	11.01	9.68	21.69
16	9.57	8.24	10.89	11.15	9.90	21.41
17	9.75	8.48	11.03	11.19	10.05	20.97
18	9.92	8.70	11.14	11.31	10.19	21.18
19	10.08	8.91	11.25	11.29	10.29	20.67
20	10.22	9.10	11.34	11.54	10.47	21.20
21	10.35	9.28	11.42	11.69	10.66	21.12
22	10.47	9.45	11.49	11.91	10.84	21.28
23	10.58	9.61	11.55	12.04	10.97	21.53

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
24	10.69	9.77	11.61	11.96	11.00	20.95
25	10.78	9.91	11.66	11.83	11.05	20.12
26	10.87	10.04	11.70	11.90	11.13	19.97
27	10.96	10.17	11.74	11.88	11.18	19.53
28	11.04	10.29	11.78	11.89	11.28	19.27
29	11.11	10.40	11.81	11.88	11.41	18.81
30	11.18	10.51	11.84	11.89	11.47	18.44
31	11.24	10.61	11.86	11.81	11.49	17.87
32	11.30	10.71	11.89	11.91	11.54	18.23
33	11.35	10.80	11.91	11.86	11.57	17.67
34	11.41	10.89	11.92	11.89	11.64	17.48
35	11.45	10.97	11.94	11.93	11.69	17.46
36	11.50	11.04	11.95	11.98	11.76	17.39
37	11.54	11.12	11.97	12.01	11.77	17.46
38	11.58	11.18	11.98	12.03	11.83	17.27
39	11.62	11.25	11.99	12.02	11.87	16.88
40	11.65	11.31	11.99	12.04	11.90	16.93
41	11.68	11.37	12.00	11.98	11.90	16.35
42	11.71	11.42	12.01	11.99	11.96	16.20
43	11.74	11.47	12.01	12.01	12.02	15.87
44	11.77	11.52	12.01	12.02	12.04	15.85
45	11.79	11.56	12.02	12.04	12.02	15.91
46	11.81	11.61	12.02	12.05	12.04	15.71
47	11.83	11.65	12.02	12.04	12.05	15.50
48	11.85	11.68	12.02	12.08	12.07	15.50
49	11.87	11.72	12.02	12.03	12.04	15.04
50	11.89	11.75	12.02	12.04	12.04	15.01
51	11.90	11.78	12.02	12.02	12.05	14.78
52	11.91	11.80	12.02	12.00	12.07	14.34
53	11.93	11.83	12.02	12.02	12.08	14.37
54	11.94	11.85	12.02	11.98	12.08	13.88
55	11.95	11.87	12.02	11.99	12.10	13.79
56	11.96	11.89	12.02	12.00	12.09	13.80
57	11.96	11.91	12.02	12.02	12.10	13.76
58	11.97	11.93	12.01	12.01	12.08	13.64
59	11.98	11.94	12.01	12.00	12.07	13.51
60	11.98	11.95	12.01	12.00	12.04	13.54
61	11.99	11.96	12.01	12.00	12.02	13.56
62	11.99	11.97	12.01	12.01	12.02	13.58
63	11.99	11.98	12.00	12.00	12.02	13.41
64	12.00	11.99	12.00	12.00	12.01	13.38
65	12.00	11.99	12.00	12.00	12.01	13.36
66	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.34
67	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.31
68	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.27
69	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.22

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PUBLICA



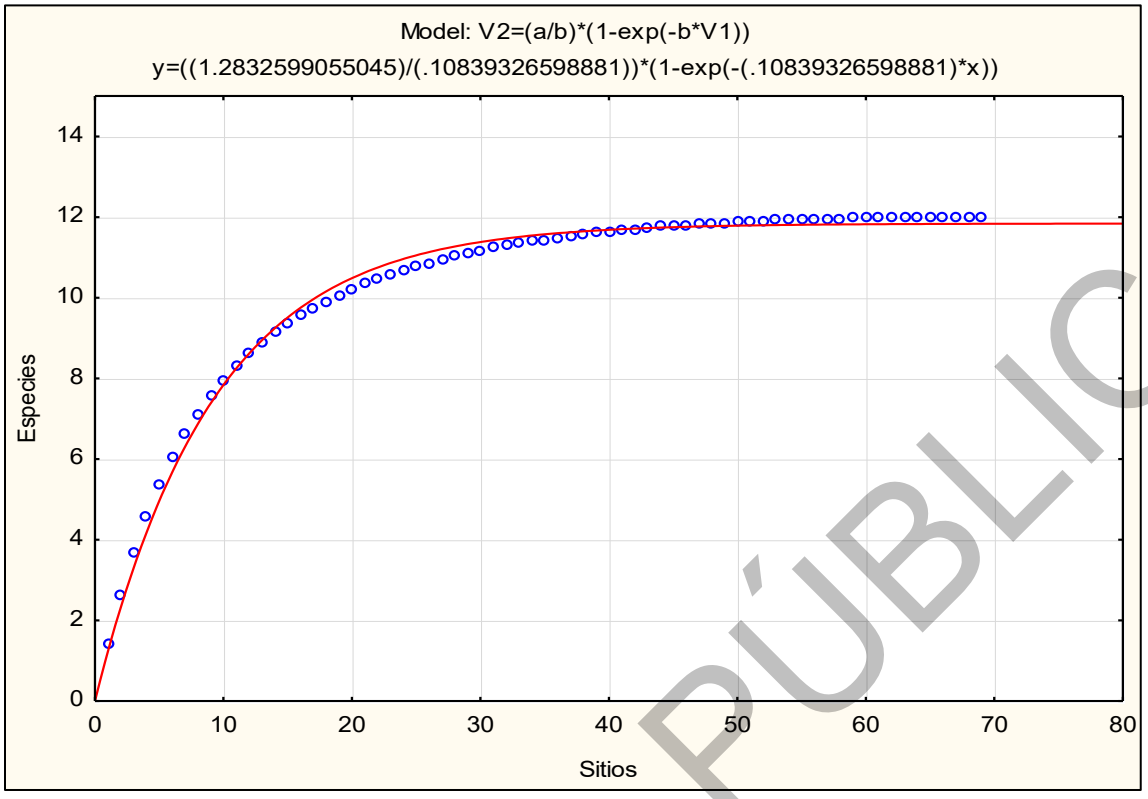
Gráfica. 13. Curva de acumulación de especies para el estrato otras formas especies; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de otras especies analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **12 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **12 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de otras especies es estadísticamente suficiente y representativo.

El ajuste de la curva mediante el modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.0007**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. Se concluye que el inventario registra una porción de la flora existente sumamente significativa, y a su vez el muestreo es el suficiente para describir la estructura biótica.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 14. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato otras especies mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato herbáceo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 120. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	3.20	1.75	4.65	3.39	5.30	5.47
2	5.47	3.23	7.71	8.94	6.12	24.67
3	7.17	4.46	9.87	11.73	8.18	30.67
4	8.50	5.50	11.49	12.70	9.45	31.16
5	9.58	6.39	12.76	13.71	10.29	32.99
6	10.48	7.17	13.78	15.24	11.42	35.70
7	11.25	7.86	14.63	15.53	12.17	34.28
8	11.91	8.48	15.35	16.03	12.82	34.22
9	12.50	9.04	15.96	16.48	13.35	34.32
10	13.03	9.55	16.50	16.73	13.75	33.80
11	13.50	10.03	16.97	17.27	14.25	34.94
12	13.93	10.47	17.39	17.57	14.63	34.73
13	14.33	10.89	17.77	17.65	14.90	34.25
14	14.70	11.28	18.11	18.08	15.26	35.11
15	15.04	11.64	18.43	18.30	15.64	34.86
16	15.36	11.99	18.72	18.47	15.84	35.03
17	15.66	12.32	18.99	18.84	16.11	36.01
18	15.94	12.64	19.24	19.45	16.49	37.70
19	16.21	12.94	19.48	19.93	16.81	38.77
20	16.46	13.23	19.70	20.63	17.22	40.49
21	16.71	13.51	19.91	20.72	17.46	39.91
22	16.94	13.77	20.11	21.04	17.71	40.64

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
23	17.16	14.03	20.29	21.34	17.98	41.09
24	17.37	14.28	20.47	21.72	18.25	41.97
25	17.58	14.51	20.64	22.12	18.48	42.87
26	17.77	14.74	20.81	22.89	18.86	45.09
27	17.96	14.97	20.96	23.03	18.97	45.20
28	18.15	15.18	21.11	23.58	19.27	46.85
29	18.32	15.39	21.25	23.40	19.35	45.71
30	18.49	15.60	21.39	23.25	19.43	44.57
31	18.66	15.79	21.52	23.84	19.73	45.79
32	18.82	15.99	21.65	23.55	19.78	44.37
33	18.97	16.17	21.77	23.70	19.91	44.68
34	19.12	16.35	21.88	23.84	20.03	44.95
35	19.26	16.53	22.00	23.64	20.09	43.83
36	19.40	16.70	22.10	23.44	20.17	42.44
37	19.54	16.87	22.21	23.53	20.23	42.99
38	19.67	17.03	22.31	23.34	20.28	41.65
39	19.80	17.19	22.41	23.72	20.51	42.30
40	19.92	17.35	22.50	23.71	20.58	42.03
41	20.05	17.50	22.59	23.92	20.75	42.30
42	20.16	17.65	22.68	24.15	20.91	42.74
43	20.28	17.80	22.76	23.94	20.92	41.77
44	20.39	17.94	22.84	24.22	21.10	42.50
45	20.50	18.08	22.92	24.16	21.15	41.99
46	20.61	18.21	23.00	24.33	21.23	42.83
47	20.71	18.35	23.07	24.35	21.30	42.60
48	20.81	18.48	23.14	24.36	21.36	42.37
49	20.91	18.60	23.21	24.33	21.42	41.99
50	21.01	18.73	23.28	24.79	21.65	43.32
51	21.10	18.85	23.35	24.92	21.74	43.37
52	21.19	18.97	23.41	24.76	21.72	42.65
53	21.28	19.09	23.47	24.69	21.76	42.24
54	21.37	19.20	23.53	24.64	21.79	41.85
55	21.45	19.32	23.59	24.73	21.93	41.76
56	21.54	19.43	23.65	24.82	22.01	41.88
57	21.62	19.54	23.70	24.88	22.10	41.88
58	21.70	19.64	23.75	24.88	22.13	41.93
59	21.78	19.75	23.81	25.15	22.28	42.57
60	21.85	19.85	23.86	25.19	22.35	42.66
61	21.93	19.95	23.91	25.17	22.35	42.65
62	22.00	20.05	23.95	25.12	22.42	42.09
63	22.07	20.15	24.00	25.32	22.57	42.38
64	22.15	20.25	24.04	25.38	22.62	42.53
65	22.21	20.34	24.09	25.29	22.66	41.82
66	22.28	20.43	24.13	25.39	22.72	41.95
67	22.35	20.52	24.17	25.60	22.80	42.71
68	22.41	20.61	24.21	25.58	22.86	42.31
69	22.48	20.70	24.25	25.25	22.81	40.90
70	22.54	20.79	24.29	25.51	22.96	41.70
71	22.60	20.87	24.33	25.70	23.06	42.16
72	22.66	20.96	24.37	25.55	23.06	41.42
73	22.72	21.04	24.40	25.53	23.12	40.99
74	22.78	21.12	24.44	25.58	23.18	40.88
75	22.84	21.20	24.47	25.76	23.29	41.36
76	22.89	21.28	24.51	25.70	23.32	40.93
77	22.95	21.35	24.54	25.62	23.34	40.31
78	23.00	21.43	24.57	25.68	23.42	40.37

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
79	23.05	21.50	24.60	25.83	23.52	40.76
80	23.11	21.58	24.64	25.73	23.52	40.41
81	23.16	21.65	24.67	25.68	23.52	40.20
82	23.21	21.72	24.69	25.67	23.56	39.93
83	23.26	21.79	24.72	25.65	23.58	39.65
84	23.30	21.86	24.75	25.57	23.61	39.08
85	23.35	21.93	24.78	25.57	23.63	39.00
86	23.40	21.99	24.81	25.67	23.72	39.18
87	23.44	22.06	24.83	25.81	23.79	39.71
88	23.49	22.12	24.86	25.90	23.85	39.98
89	23.53	22.19	24.88	25.84	23.87	39.64
90	23.58	22.25	24.91	25.96	23.93	40.01
91	23.62	22.31	24.93	25.81	23.93	39.17
92	23.66	22.37	24.95	25.59	23.89	38.18
93	23.70	22.43	24.98	25.51	23.91	37.64
94	23.74	22.49	25.00	25.53	23.96	37.49
95	23.78	22.55	25.02	25.58	24.01	37.58
96	23.82	22.60	25.04	25.73	24.09	37.99
97	23.86	22.66	25.07	25.81	24.13	38.26
98	23.90	22.72	25.09	25.90	24.18	38.48
99	23.94	22.77	25.11	26.01	24.25	38.85
100	23.97	22.82	25.13	26.11	24.30	39.22
101	24.01	22.88	25.15	26.14	24.32	39.39
102	24.05	22.93	25.16	26.23	24.38	39.66
103	24.08	22.98	25.18	26.17	24.39	39.18
104	24.12	23.03	25.20	26.05	24.41	38.36
105	24.15	23.08	25.22	26.11	24.46	38.43
106	24.18	23.13	25.24	26.05	24.50	38.11
107	24.22	23.18	25.25	26.21	24.60	38.55
108	24.25	23.22	25.27	26.27	24.65	38.63
109	24.28	23.27	25.29	26.31	24.69	38.63
110	24.31	23.32	25.30	26.40	24.76	38.80
111	24.34	23.36	25.32	26.44	24.79	38.84
112	24.37	23.41	25.34	26.45	24.80	38.81
113	24.40	23.45	25.35	26.43	24.82	38.67
114	24.43	23.50	25.37	26.45	24.84	38.63
115	24.46	23.54	25.38	26.59	24.90	38.96
116	24.49	23.58	25.40	26.58	24.92	38.83
117	24.52	23.62	25.41	26.50	24.93	38.47
118	24.54	23.66	25.42	26.62	24.99	38.88
119	24.57	23.70	25.44	26.71	25.01	39.26
120	24.60	23.74	25.45	26.82	25.08	39.55
121	24.62	23.78	25.46	26.72	25.06	38.99
122	24.65	23.82	25.48	26.50	25.02	38.11
123	24.67	23.86	25.49	26.52	25.08	38.00
124	24.70	23.90	25.50	26.58	25.13	38.11
125	24.72	23.93	25.51	26.55	25.13	37.86
126	24.75	23.97	25.52	26.64	25.17	38.13
127	24.77	24.00	25.54	26.65	25.18	38.12
128	24.79	24.04	25.55	26.59	25.18	37.83
129	24.82	24.07	25.56	26.60	25.25	37.51
130	24.84	24.11	25.57	26.63	25.30	37.45
131	24.86	24.14	25.58	26.60	25.30	37.23
132	24.88	24.18	25.59	26.64	25.37	37.15
133	24.90	24.21	25.60	26.67	25.38	37.23
134	24.92	24.24	25.61	26.74	25.42	37.54

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
135	24.95	24.27	25.62	26.81	25.46	37.75
136	24.97	24.30	25.63	26.77	25.48	37.47
137	24.99	24.33	25.64	26.73	25.48	37.20
138	25.01	24.36	25.65	26.75	25.50	37.22
139	25.02	24.39	25.66	26.79	25.53	37.30
140	25.04	24.42	25.66	26.79	25.55	37.19
141	25.06	24.45	25.67	26.71	25.57	36.81
142	25.08	24.48	25.68	26.73	25.58	36.88
143	25.10	24.51	25.69	26.82	25.62	37.10
144	25.12	24.54	25.70	26.78	25.61	36.90
145	25.13	24.56	25.71	26.71	25.62	36.53
146	25.15	24.59	25.71	26.64	25.64	36.07
147	25.17	24.62	25.72	26.66	25.67	36.08
148	25.18	24.64	25.73	26.71	25.69	36.22
149	25.20	24.67	25.74	26.74	25.72	36.36
150	25.22	24.69	25.74	26.75	25.74	36.33
151	25.23	24.72	25.75	26.75	25.74	36.32
152	25.25	24.74	25.76	26.73	25.74	36.18
153	25.26	24.76	25.76	26.65	25.74	35.76
154	25.28	24.79	25.77	26.64	25.75	35.61
155	25.29	24.81	25.78	26.60	25.76	35.29
156	25.31	24.83	25.78	26.57	25.76	35.06
157	25.32	24.86	25.79	26.52	25.79	34.71
158	25.34	24.88	25.79	26.50	25.79	34.59
159	25.35	24.90	25.80	26.51	25.81	34.53
160	25.36	24.92	25.81	26.51	25.81	34.49
161	25.38	24.94	25.81	26.61	25.85	34.74
162	25.39	24.96	25.82	26.60	25.85	34.67
163	25.40	24.98	25.82	26.41	25.81	33.87
164	25.42	25.00	25.83	26.41	25.84	33.82
165	25.43	25.02	25.83	26.41	25.84	33.80
166	25.44	25.04	25.84	26.41	25.86	33.68
167	25.45	25.06	25.84	26.42	25.86	33.73
168	25.46	25.08	25.85	26.49	25.87	34.03
169	25.48	25.10	25.85	26.48	25.87	33.95
170	25.49	25.12	25.86	26.42	25.87	33.55
171	25.50	25.14	25.86	26.42	25.88	33.55
172	25.51	25.15	25.86	26.41	25.87	33.49
173	25.52	25.17	25.87	26.42	25.90	33.44
174	25.53	25.19	25.87	26.41	25.92	33.35
175	25.54	25.21	25.88	26.40	25.94	33.16
176	25.55	25.22	25.88	26.39	25.95	33.03
177	25.56	25.24	25.88	26.36	25.97	32.75
178	25.57	25.25	25.89	26.39	25.97	32.93
179	25.58	25.27	25.89	26.39	25.96	32.93
180	25.59	25.29	25.90	26.40	25.96	32.97
181	25.60	25.30	25.90	26.34	25.94	32.65
182	25.61	25.32	25.90	26.38	25.96	32.78
183	25.62	25.33	25.91	26.39	25.96	32.78
184	25.63	25.34	25.91	26.38	25.97	32.65
185	25.64	25.36	25.91	26.32	25.97	32.31
186	25.64	25.37	25.91	26.30	25.96	32.26
187	25.65	25.39	25.92	26.29	25.99	32.05
188	25.66	25.40	25.92	26.32	26.03	32.01
189	25.67	25.41	25.92	26.31	26.03	31.92
190	25.68	25.43	25.93	26.30	26.03	31.87

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
191	25.68	25.44	25.93	26.29	26.05	31.74
192	25.69	25.45	25.93	26.27	26.04	31.55
193	25.70	25.46	25.93	26.27	26.04	31.51
194	25.71	25.48	25.94	26.18	26.03	30.88
195	25.71	25.49	25.94	26.18	26.04	30.82
196	25.72	25.50	25.94	26.17	26.05	30.78
197	25.73	25.51	25.94	26.16	26.07	30.63
198	25.73	25.52	25.95	26.14	26.10	30.38
199	25.74	25.53	25.95	26.13	26.09	30.30
200	25.75	25.54	25.95	26.14	26.08	30.34
201	25.75	25.56	25.95	26.16	26.10	30.37
202	25.76	25.57	25.95	26.14	26.10	30.21
203	25.77	25.58	25.96	26.14	26.10	30.17
204	25.77	25.59	25.96	26.16	26.11	30.25
205	25.78	25.60	25.96	26.14	26.09	30.13
206	25.78	25.61	25.96	26.13	26.08	30.07
207	25.79	25.62	25.96	26.13	26.08	30.05
208	25.79	25.63	25.96	26.14	26.08	30.08
209	25.80	25.63	25.97	26.08	26.08	29.74
210	25.81	25.64	25.97	26.10	26.08	29.77
211	25.81	25.65	25.97	26.11	26.07	29.85
212	25.82	25.66	25.97	26.11	26.08	29.85
213	25.82	25.67	25.97	26.10	26.10	29.70
214	25.83	25.68	25.97	26.10	26.12	29.57
215	25.83	25.69	25.97	26.09	26.11	29.50
216	25.83	25.69	25.97	26.10	26.13	29.47
217	25.84	25.70	25.98	26.10	26.14	29.34
218	25.84	25.71	25.98	26.09	26.15	29.29
219	25.85	25.72	25.98	26.08	26.15	29.18
220	25.85	25.72	25.98	26.08	26.14	29.21
221	25.86	25.73	25.98	26.07	26.13	29.13
222	25.86	25.74	25.98	26.07	26.13	29.14
223	25.86	25.75	25.98	26.07	26.12	29.14
224	25.87	25.75	25.98	26.07	26.11	29.07
225	25.87	25.76	25.98	26.08	26.10	29.19
226	25.88	25.77	25.99	26.05	26.09	29.04
227	25.88	25.77	25.99	26.06	26.10	29.03
228	25.88	25.78	25.99	26.07	26.13	29.05
229	25.89	25.79	25.99	26.08	26.12	29.02
230	25.89	25.79	25.99	26.05	26.11	28.86
231	25.89	25.80	25.99	26.06	26.10	28.92
232	25.90	25.80	25.99	26.06	26.09	28.94
233	25.90	25.81	25.99	26.03	26.09	28.70
234	25.90	25.81	25.99	26.04	26.10	28.73
235	25.91	25.82	25.99	26.04	26.11	28.62
236	25.91	25.83	25.99	26.03	26.12	28.53
237	25.91	25.83	25.99	26.03	26.11	28.52
238	25.91	25.84	25.99	26.03	26.10	28.55
239	25.92	25.84	25.99	26.02	26.10	28.48
240	25.92	25.85	25.99	26.01	26.07	28.38
241	25.92	25.85	25.99	26.02	26.10	28.27
242	25.93	25.86	26.00	26.02	26.10	28.26
243	25.93	25.86	26.00	26.02	26.09	28.27
244	25.93	25.86	26.00	26.01	26.09	28.20
245	25.93	25.87	26.00	26.01	26.08	28.20
246	25.93	25.87	26.00	26.01	26.08	28.20

CONSULTA PÚBLICA

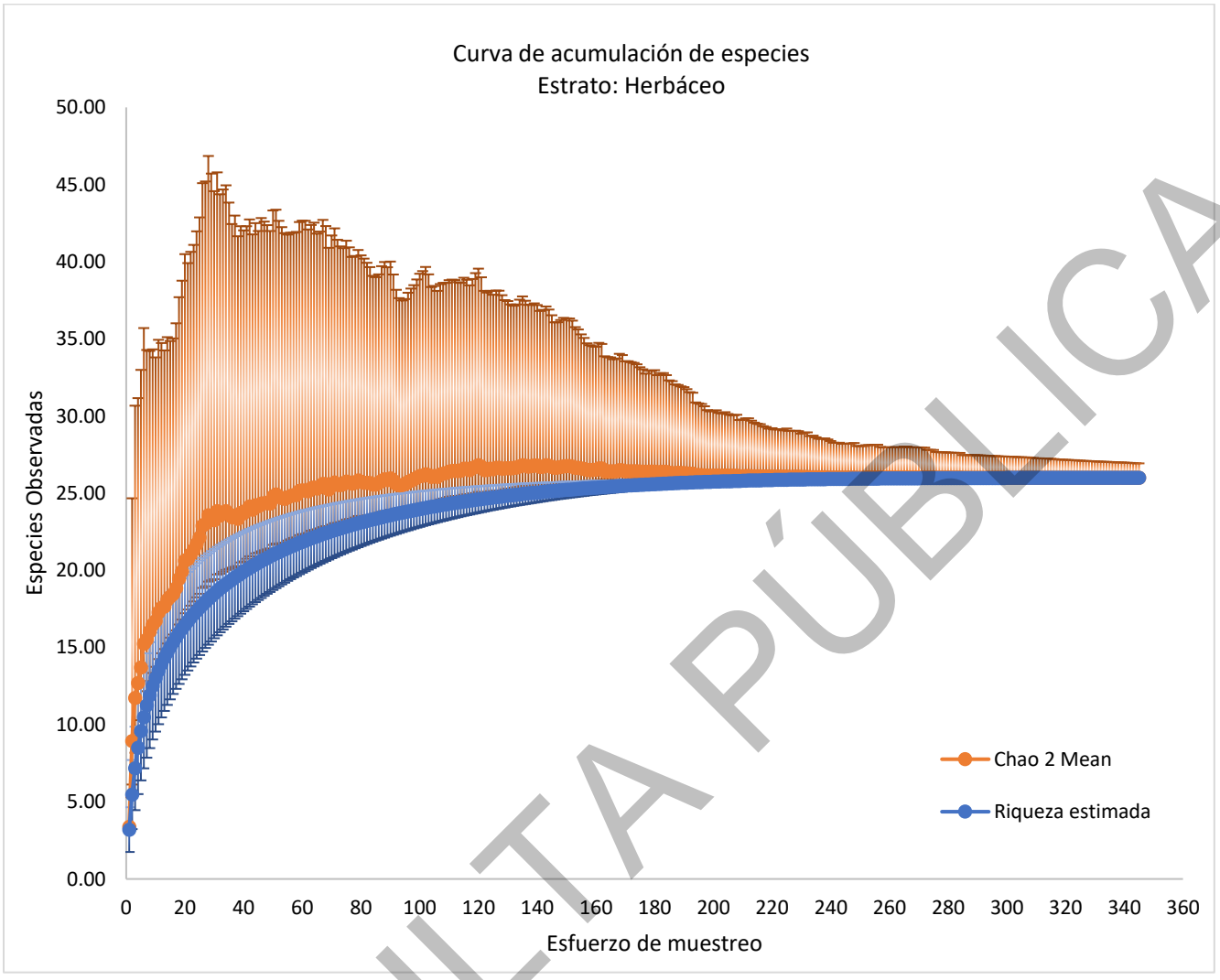
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
247	25.94	25.88	26.00	26.01	26.07	28.23
248	25.94	25.88	26.00	26.02	26.06	28.25
249	25.94	25.88	26.00	26.00	26.07	28.06
250	25.94	25.89	26.00	26.00	26.07	28.05
251	25.95	25.89	26.00	26.00	26.07	28.05
252	25.95	25.90	26.00	26.01	26.07	28.11
253	25.95	25.90	26.00	26.02	26.08	28.12
254	25.95	25.90	26.00	26.02	26.08	28.12
255	25.95	25.91	26.00	26.02	26.07	28.14
256	25.95	25.91	26.00	26.02	26.07	28.14
257	25.96	25.91	26.00	26.01	26.07	28.00
258	25.96	25.92	26.00	26.01	26.08	27.96
259	25.96	25.92	26.00	26.01	26.07	27.97
260	25.96	25.92	26.00	26.01	26.06	27.98
261	25.96	25.93	26.00	26.01	26.06	27.97
262	25.96	25.93	26.00	26.01	26.05	27.98
263	25.97	25.93	26.00	26.01	26.04	27.98
264	25.97	25.93	26.00	26.01	26.04	27.97
265	25.97	25.94	26.00	26.01	26.04	28.02
266	25.97	25.94	26.00	26.01	26.04	28.02
267	25.97	25.94	26.00	26.01	26.04	27.97
268	25.97	25.94	26.00	26.02	26.05	27.98
269	25.97	25.95	26.00	26.02	26.05	27.96
270	25.97	25.95	26.00	26.02	26.04	27.97
271	25.98	25.95	26.00	26.02	26.04	27.96
272	25.98	25.95	26.00	26.02	26.04	27.95
273	25.98	25.95	26.00	26.01	26.04	27.81
274	25.98	25.96	26.00	26.02	26.06	27.81
275	25.98	25.96	26.00	26.02	26.05	27.80
276	25.98	25.96	26.00	26.01	26.05	27.67
277	25.98	25.96	26.00	26.01	26.05	27.66
278	25.98	25.96	26.00	26.01	26.05	27.65
279	25.98	25.97	26.00	26.01	26.05	27.65
280	25.98	25.97	26.00	26.01	26.04	27.63
281	25.98	25.97	26.00	26.01	26.04	27.62
282	25.99	25.97	26.00	26.01	26.04	27.62
283	25.99	25.97	26.00	26.01	26.04	27.61
284	25.99	25.97	26.00	26.01	26.04	27.61
285	25.99	25.97	26.00	26.00	26.04	27.47
286	25.99	25.98	26.00	26.00	26.03	27.47
287	25.99	25.98	26.00	26.00	26.03	27.47
288	25.99	25.98	26.00	26.00	26.03	27.46
289	25.99	25.98	26.00	26.00	26.02	27.47
290	25.99	25.98	26.00	26.00	26.02	27.46
291	25.99	25.98	26.00	26.00	26.02	27.45
292	25.99	25.98	26.00	26.00	26.02	27.44
293	25.99	25.98	26.00	26.00	26.02	27.43
294	25.99	25.98	26.00	26.00	26.02	27.42
295	25.99	25.99	26.00	26.00	26.02	27.41
296	25.99	25.99	26.00	26.00	26.02	27.41
297	25.99	25.99	26.00	26.00	26.02	27.39
298	25.99	25.99	26.00	26.00	26.02	27.38
299	25.99	25.99	26.00	26.00	26.02	27.38
300	26.00	25.99	26.00	26.00	26.02	27.37
301	26.00	25.99	26.00	26.00	26.01	27.37
302	26.00	25.99	26.00	26.00	26.01	27.36

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
303	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.35
304	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.33
305	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.33
306	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.32
307	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.32
308	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.30
309	26.00	25.99	26.00	26.00	26.00	27.28
310	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.26
311	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.26
312	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.25
313	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.25
314	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.24
315	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.23
316	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.21
317	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.19
318	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.18
319	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.17
320	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.16
321	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.15
322	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.14
323	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.14
324	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.12
325	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.11
326	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.09
327	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.09
328	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.08
329	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.07
330	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.06
331	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.05
332	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.04
333	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.03
334	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.03
335	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.02
336	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.01
337	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.00
338	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.99
339	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.99
340	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.98
341	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.97
342	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.96
343	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.95
344	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.94
345	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.93

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



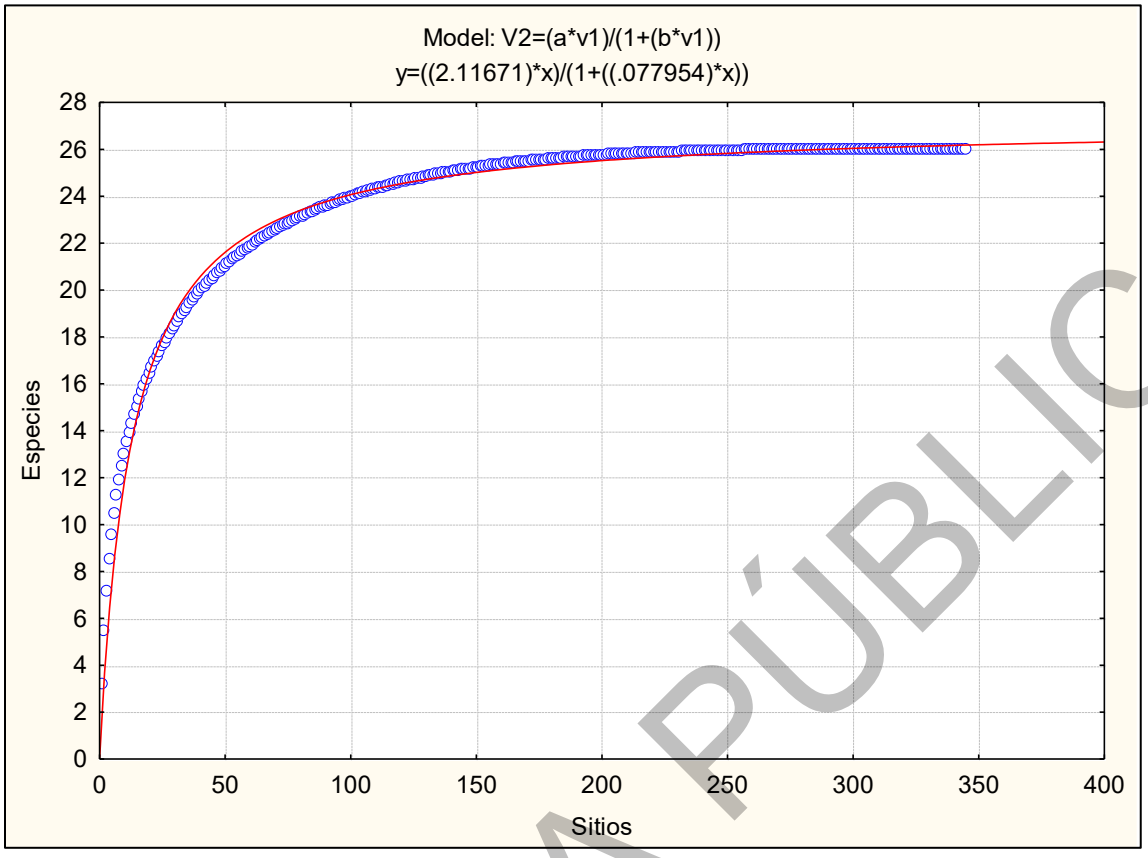
Gráfica. 15. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de Chao 2, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato herbáceo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en 345 sitios de muestreo resultó ser de 26 especies y para los valores de Chao 2 las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son 26 (especies), por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el 100 % de las especies potenciales, por lo que para el estrato herbáceo es estadísticamente suficiente y representativo.

La curva ajustada mediante el modelo de Clench, obteniéndose una pendiente al final de la curva de 0.0027, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es menor 0.1. En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de 26.2 especies. Se concluye que el inventario registra la flora existente, y a su vez el muestreo es el suficiente.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 16. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato herbáceo mediante el Modelo exponencial negativo

* Vegetación secundaria de Bosque de encino

Estrato Arbóreo

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

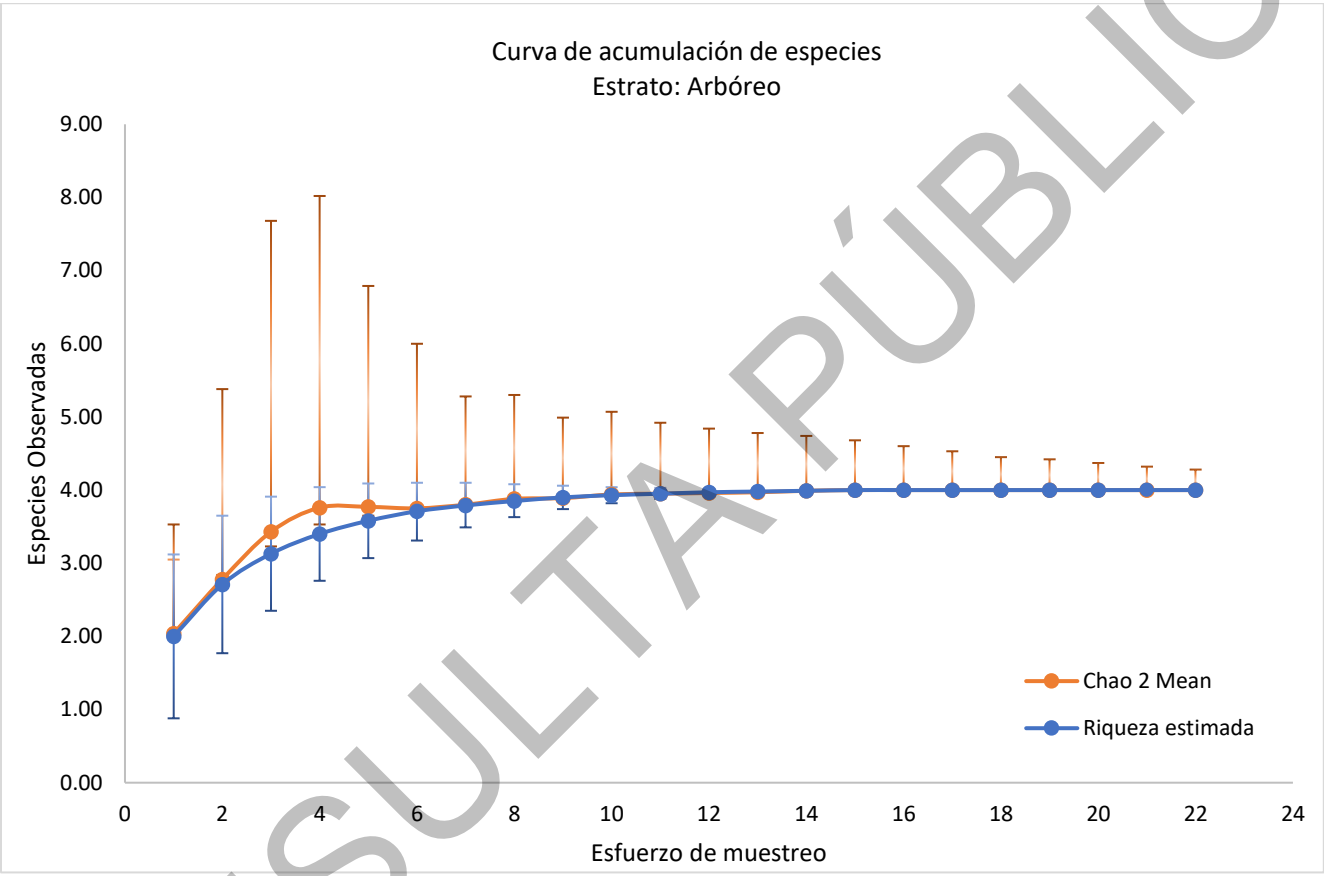
Tabla 121. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.00	0.88	3.12	2.04	3.05	3.53
2	2.71	1.77	3.65	2.78	2.84	5.38
3	3.13	2.35	3.91	3.43	3.23	7.68
4	3.40	2.76	4.04	3.76	3.53	8.02
5	3.58	3.07	4.09	3.77	3.65	6.79
6	3.71	3.31	4.10	3.75	3.69	6.00
7	3.79	3.49	4.10	3.80	3.82	5.28
8	3.85	3.63	4.08	3.88	3.87	5.30
9	3.90	3.74	4.06	3.89	3.91	4.99
10	3.93	3.82	4.04	3.94	3.94	5.07
11	3.95	3.88	4.03	3.95	3.95	4.92
12	3.97	3.92	4.02	3.96	3.96	4.84
13	3.98	3.95	4.01	3.97	3.97	4.78
14	3.99	3.97	4.01	3.99	3.99	4.74
15	4.00	3.99	4.00	4.00	4.00	4.68
16	4.00	3.99	4.00	4.00	4.00	4.60
17	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.53

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
18	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.45
19	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.42
20	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.37
21	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.32
22	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.28

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2**.



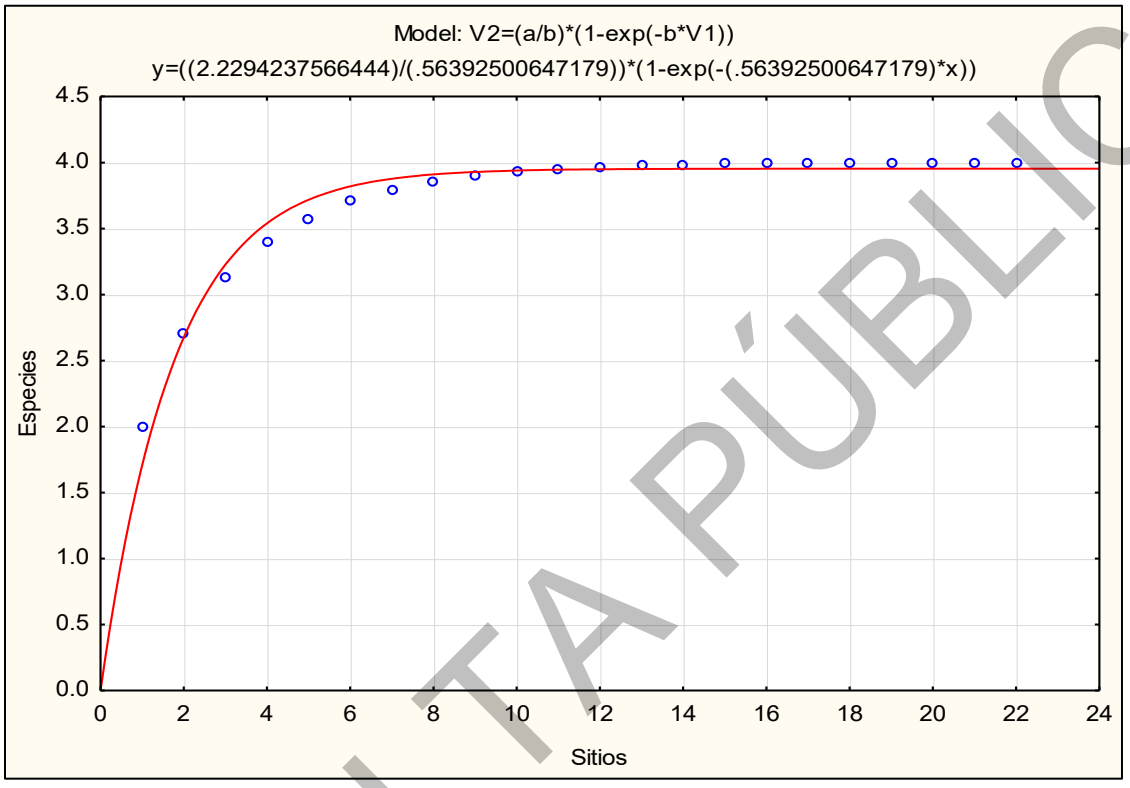
Gráfica. 17. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbóreo analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **4 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **4 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbóreo es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA PÚBLICA

El ajuste de los datos mediante el modelo de Soberón & Llorente, el cual estableció una pendiente de **0.000009**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, además, a su vez, el modelo estima un riqueza de **4 especies**, siendo idéntica a la registrada en el muestreo. En conclusión, de acuerdo al inventario realizado de la comunidad arbórea este registra la totalidad de las especies presentes de este estrato en el SAR.



Gráfica. 18. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato herbáceo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato de regeneración

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

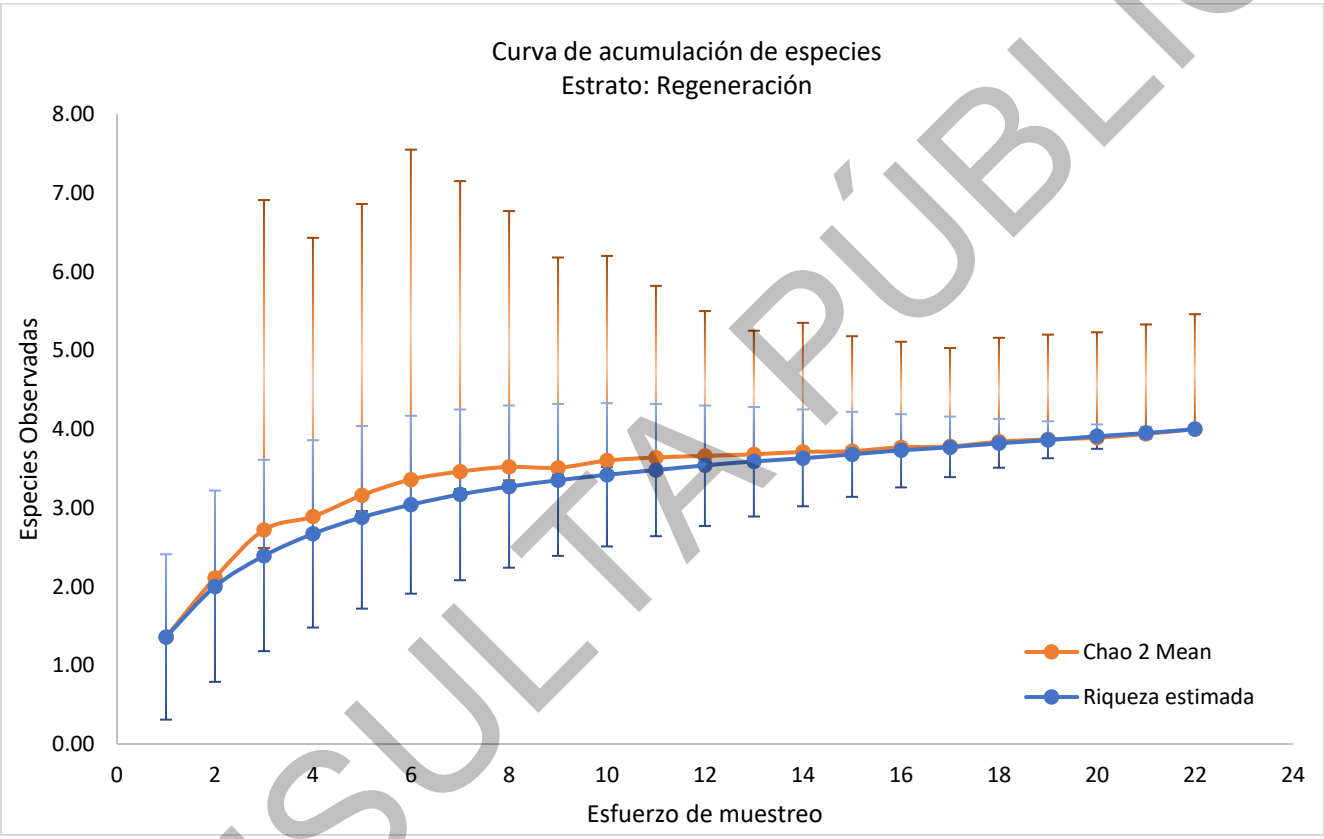
Tabla 122. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.36	0.31	2.41	1.36	0.00	0.00
2	2.00	0.79	3.22	2.11	0.00	0.00
3	2.39	1.18	3.61	2.72	2.49	6.91
4	2.67	1.48	3.86	2.89	2.72	6.43
5	2.88	1.72	4.04	3.16	2.96	6.86
6	3.04	1.91	4.17	3.36	3.08	7.55
7	3.17	2.08	4.25	3.46	3.24	7.15
8	3.27	2.24	4.30	3.52	3.35	6.77
9	3.35	2.39	4.32	3.51	3.42	6.18
10	3.42	2.51	4.33	3.60	3.52	6.20
11	3.48	2.64	4.32	3.64	3.59	5.82
12	3.54	2.77	4.30	3.66	3.63	5.50
13	3.59	2.89	4.28	3.68	3.67	5.25
14	3.63	3.02	4.25	3.71	3.69	5.35
15	3.68	3.14	4.22	3.72	3.71	5.18

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
16	3.73	3.26	4.19	3.77	3.77	5.11
17	3.77	3.39	4.16	3.78	3.78	5.03
18	3.82	3.51	4.13	3.84	3.84	5.16
19	3.86	3.63	4.10	3.87	3.87	5.20
20	3.91	3.75	4.06	3.89	3.89	5.23
21	3.95	3.88	4.03	3.94	3.94	5.33
22	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.46

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2**.



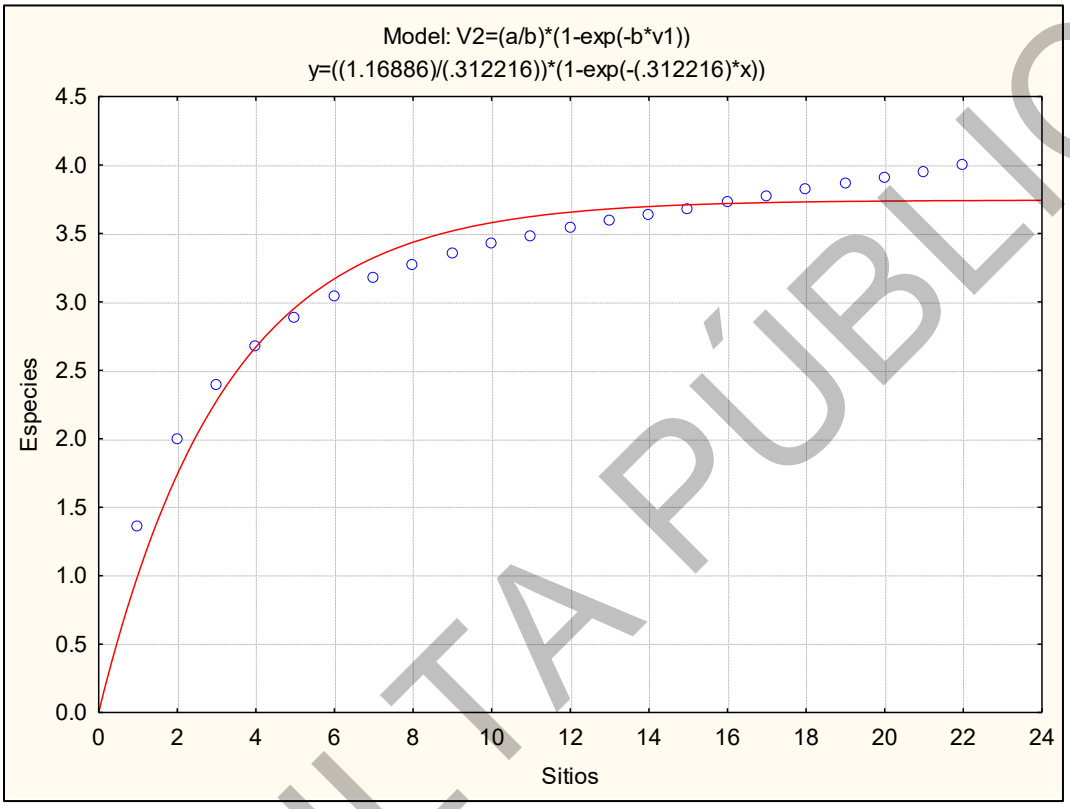
Gráfica. 19. Curva de acumulación de especies para el estrato de regeneración; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de regeneración analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **4 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **4 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de regeneración es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA PÚBLICA

El ajuste de los datos mediante el modelo de Soberón & Llorente, el cual estableció una pendiente de **0.001**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, además, a su vez, el modelo estima un riqueza de **3.7 especies**, siendo menor a la registrada en el muestreo. En conclusión, de acuerdo al inventario realizado de la comunidad arbórea este registra la totalidad de las especies presentes de este estrato en el SAR.



Gráfica. 20. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato de regeneración mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato Arbustivo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

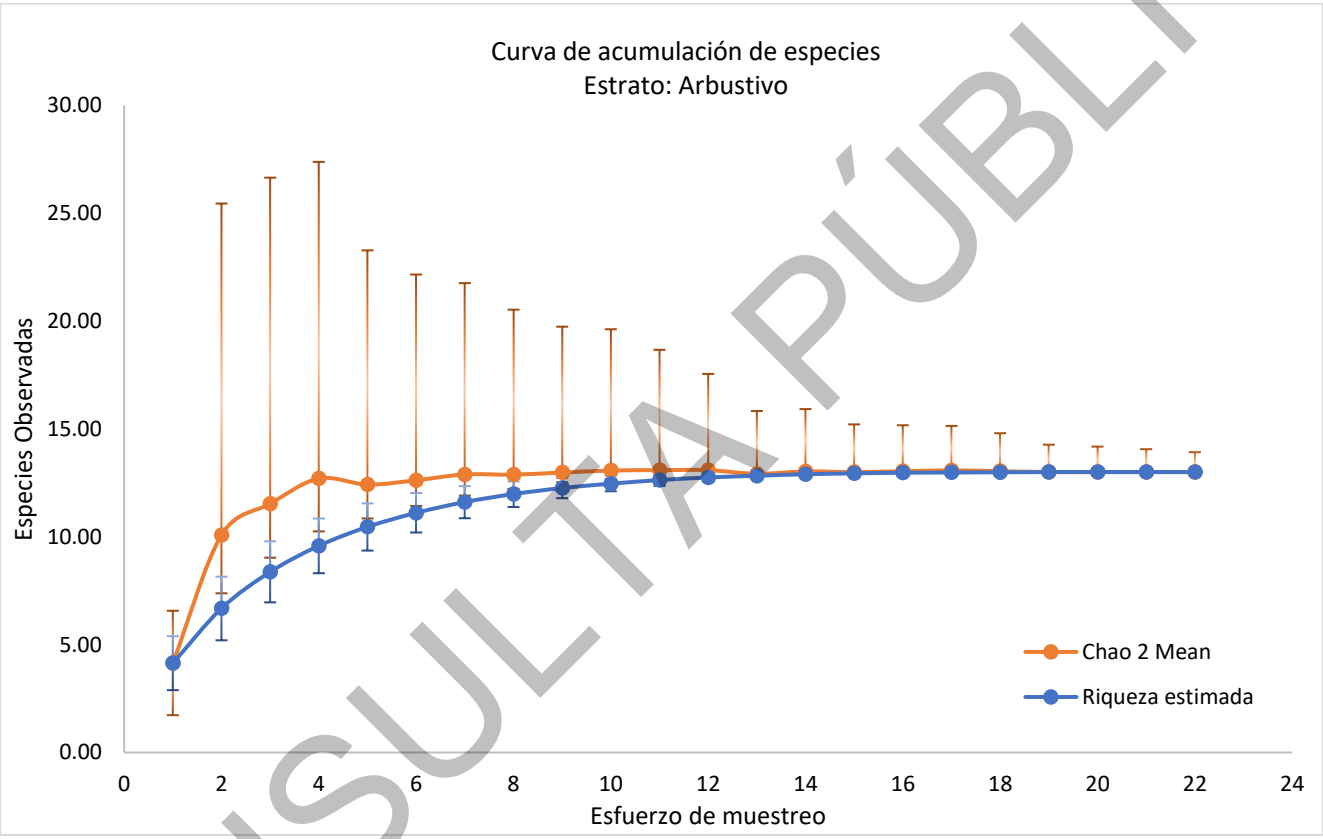
Tabla 123. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	4.14	2.89	5.39	4.15	6.57	6.57
2	6.68	5.20	8.15	10.08	7.38	25.45
3	8.37	6.96	9.79	11.53	9.03	26.65
4	9.58	8.31	10.85	12.70	10.25	27.38
5	10.46	9.36	11.55	12.42	10.85	23.28
6	11.11	10.20	12.03	12.62	11.43	22.16
7	11.61	10.86	12.35	12.89	11.91	21.76
8	11.98	11.38	12.57	12.88	12.22	20.53
9	12.26	11.79	12.72	12.98	12.53	19.74
10	12.46	12.11	12.82	13.07	12.68	19.62
11	12.63	12.36	12.89	13.09	12.84	18.67
12	12.75	12.55	12.94	13.09	13.01	17.55
13	12.83	12.70	12.97	12.92	13.05	15.83
14	12.90	12.81	12.99	13.03	13.12	15.92
15	12.94	12.88	13.00	13.00	13.11	15.21

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
16	12.97	12.94	13.00	13.04	13.11	15.17
17	12.98	12.97	13.00	13.08	13.10	15.14
18	12.99	12.99	13.00	13.04	13.04	14.80
19	13.00	13.00	13.00	13.00	13.02	14.27
20	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.18
21	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.06
22	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.92

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2**.



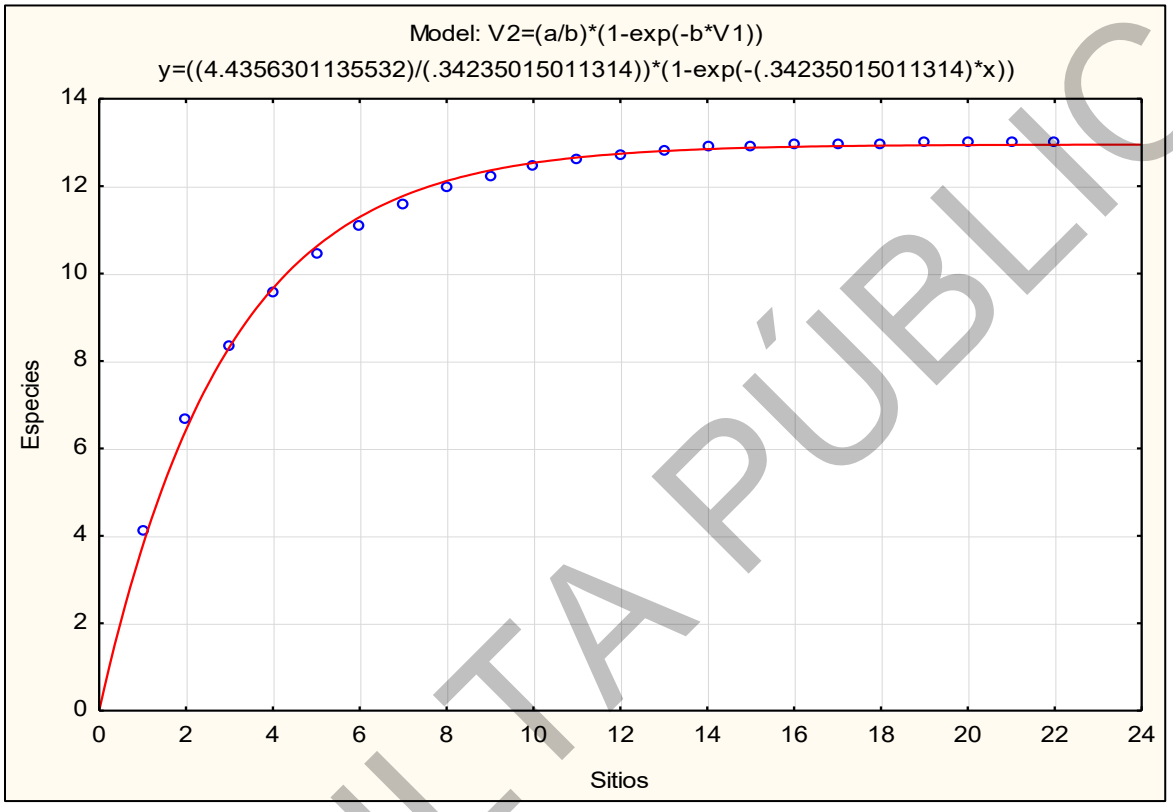
Gráfica. 21. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbustivo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **13 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **13 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbustivo es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA PÚBLICA

El ajuste de los datos se realizó con base al modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose así una pendiente de la curva ajustada de **0.0024**, siendo el muestreo realizado el necesario, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quienes mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1**. De igual manera, el modelo establece una riqueza de **12.9 especies**. Por lo anterior, se llega a la conclusión de que el muestreo realizado en el estrato arbustivo describe la estructura vegetal de manera óptima.



Gráfica. 22. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato arbustivo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato otras especies

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

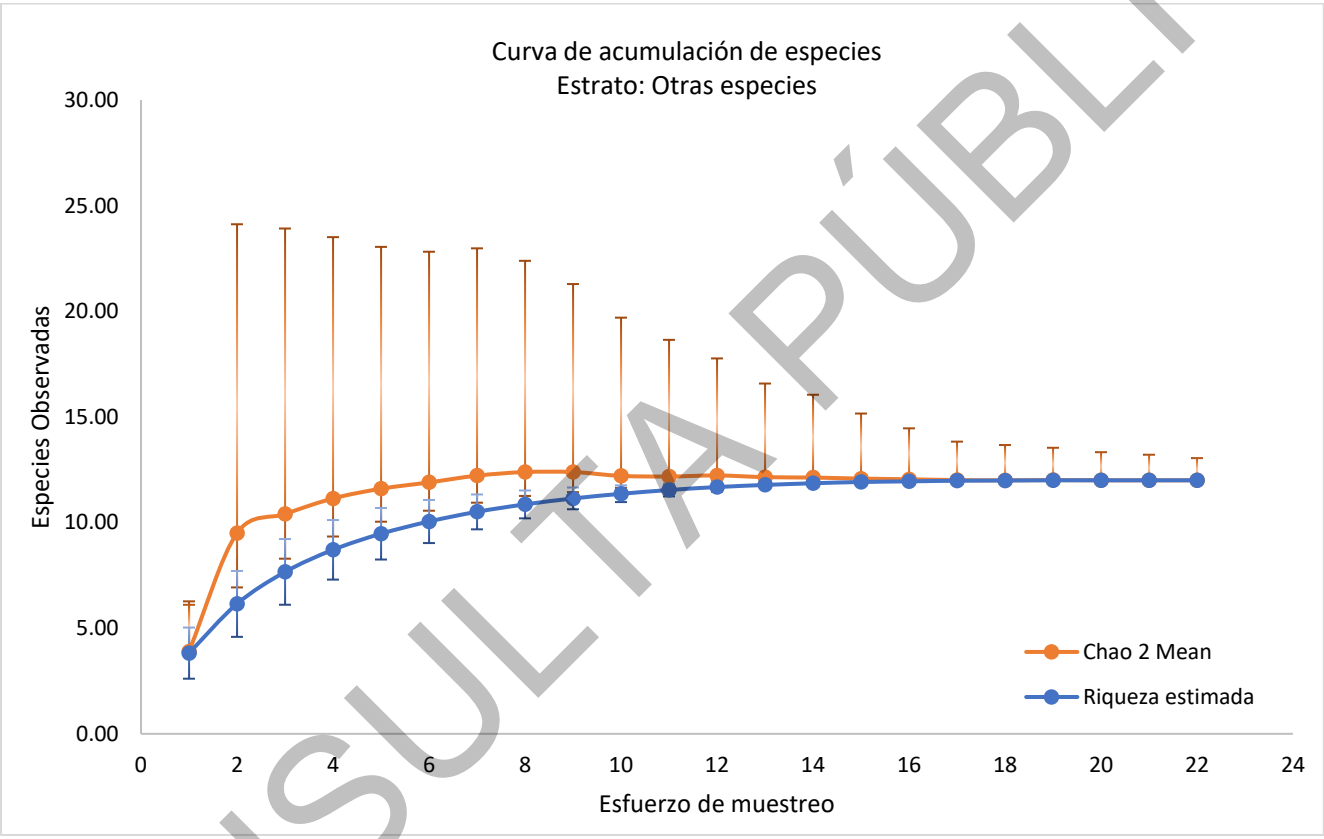
Tabla 124. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	3.82	2.61	5.03	3.90	6.11	6.27
2	6.15	4.59	7.71	9.50	6.93	24.12
3	7.66	6.11	9.22	10.40	8.29	23.92
4	8.71	7.30	10.12	11.14	9.34	23.51
5	9.47	8.25	10.69	11.60	10.04	23.05
6	10.05	9.03	11.07	11.90	10.56	22.82
7	10.51	9.68	11.33	12.22	10.94	22.98
8	10.86	10.20	11.52	12.39	11.26	22.39
9	11.14	10.63	11.66	12.39	11.44	21.29
10	11.36	10.97	11.76	12.21	11.64	19.70
11	11.54	11.24	11.84	12.18	11.81	18.65
12	11.68	11.46	11.90	12.23	11.99	17.77
13	11.78	11.63	11.94	12.15	12.08	16.58
14	11.86	11.76	11.96	12.13	12.09	16.05
15	11.92	11.85	11.98	12.08	12.12	15.16

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
16	11.95	11.92	11.99	12.05	12.16	14.46
17	11.98	11.96	12.00	12.01	12.14	13.83
18	11.99	11.98	12.00	12.00	12.06	13.67
19	12.00	12.00	12.00	12.01	12.04	13.54
20	12.00	12.00	12.00	12.00	12.02	13.33
21	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.21
22	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.05

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2.**



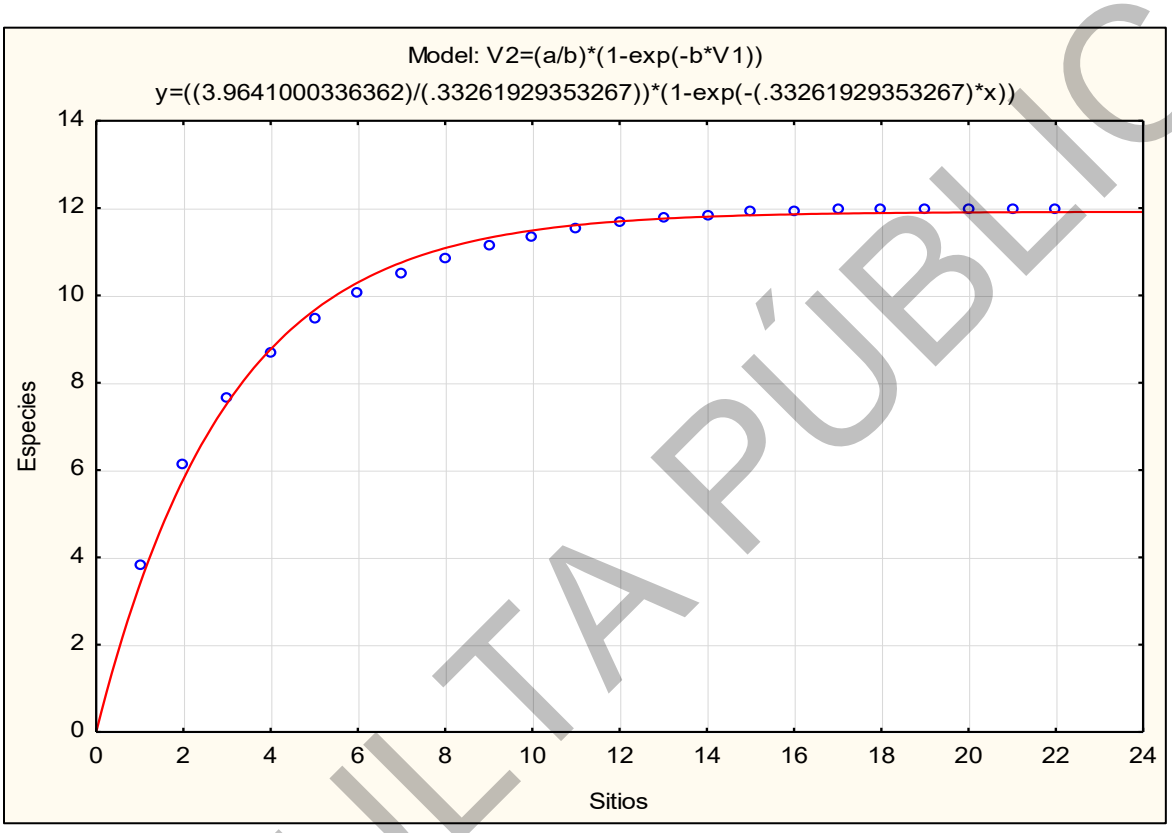
Gráfica. 23. Curva de acumulación de especies para el estrato otras formas especies; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de otras especies analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **12 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **12 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de otras especies es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA PÚBLICA

Los datos se trataron para obtener como producto la curva ajustada mediante el modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose una pendiente al final de la curva de 0.0026, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es menor 0.1. En base al modelo, proyecta una riqueza teórica de especies de 11.9 especies, registrándose así por nuestra parte una porción de flora superior a la estimada. Se concluye que el inventario registra y describe la flora existente en el estrato definido como otras especies.



Gráfica. 24. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato otras especies mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato herbáceo

Aplicando el indicador no paramétrico de Chao 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 125. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	3.08	1.77	4.39	3.01	4.74	4.79
2	5.24	3.22	7.25	8.42	5.88	23.08
3	6.81	4.42	9.21	10.33	7.51	26.57
4	8.01	5.43	10.60	11.11	8.59	26.39
5	8.97	6.29	11.64	12.00	9.53	27.05
6	9.75	7.05	12.46	12.64	10.24	27.75
7	10.42	7.72	13.11	13.40	10.89	29.02
8	10.99	8.33	13.65	14.13	11.53	30.11
9	11.49	8.87	14.11	14.11	11.78	29.01
10	11.94	9.38	14.51	14.67	12.21	30.43
11	12.35	9.84	14.87	15.08	12.63	30.85
12	12.72	10.26	15.18	15.84	13.12	32.85
13	13.06	10.66	15.46	16.16	13.46	33.18

CONSULTA PÚBLICA

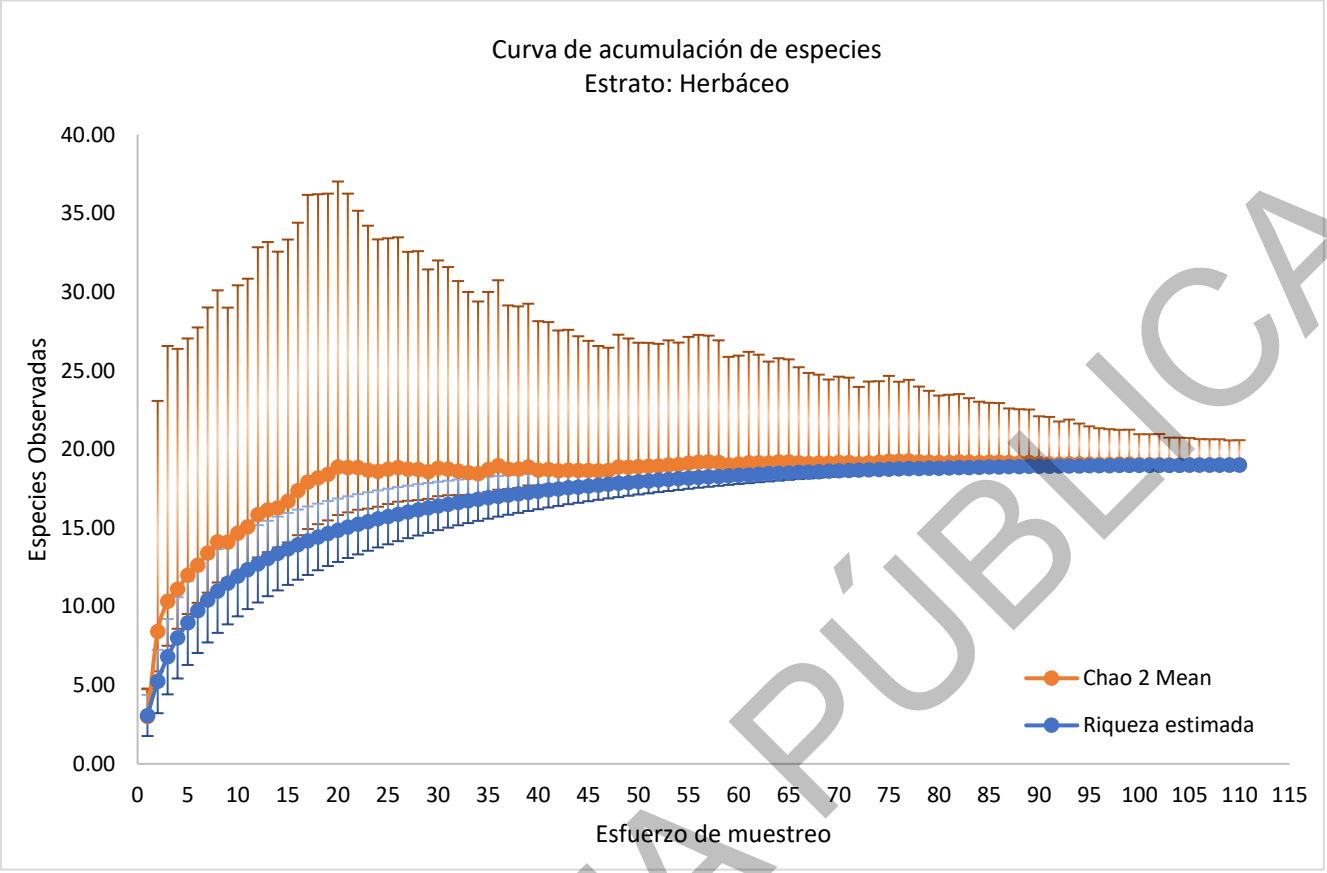
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
14	13.38	11.03	15.72	16.27	13.75	32.57
15	13.67	11.38	15.96	16.70	14.08	33.34
16	13.94	11.71	16.17	17.37	14.54	34.41
17	14.19	12.01	16.37	17.93	14.93	36.18
18	14.43	12.31	16.55	18.20	15.24	36.22
19	14.65	12.58	16.72	18.41	15.48	36.26
20	14.86	12.84	16.87	18.88	15.82	37.03
21	15.05	13.09	17.01	18.85	15.99	36.26
22	15.24	13.32	17.15	18.85	16.16	35.17
23	15.41	13.55	17.27	18.68	16.23	34.22
24	15.58	13.76	17.39	18.60	16.35	33.35
25	15.73	13.96	17.50	18.73	16.52	33.42
26	15.88	14.16	17.60	18.85	16.67	33.48
27	16.02	14.35	17.69	18.73	16.73	32.56
28	16.15	14.52	17.78	18.72	16.77	32.60
29	16.28	14.69	17.86	18.57	16.85	31.44
30	16.40	14.86	17.94	18.80	17.02	32.01
31	16.51	15.02	18.01	18.74	17.08	31.59
32	16.62	15.17	18.08	18.62	17.09	30.70
33	16.73	15.31	18.14	18.52	17.09	30.01
34	16.83	15.45	18.20	18.45	17.12	29.40
35	16.92	15.59	18.26	18.72	17.28	30.01
36	17.01	15.72	18.31	18.97	17.43	30.75
37	17.10	15.84	18.36	18.73	17.47	29.15
38	17.18	15.96	18.40	18.73	17.54	29.09
39	17.26	16.08	18.44	18.88	17.70	29.26
40	17.34	16.19	18.48	18.68	17.68	28.15
41	17.41	16.30	18.52	18.72	17.76	28.09
42	17.48	16.40	18.55	18.63	17.76	27.56
43	17.55	16.51	18.59	18.68	17.81	27.60
44	17.61	16.60	18.62	18.65	17.86	27.19
45	17.67	16.70	18.65	18.66	17.94	26.90
46	17.73	16.79	18.67	18.64	17.98	26.57
47	17.79	16.88	18.70	18.65	18.04	26.46
48	17.84	16.96	18.72	18.88	18.16	27.29
49	17.89	17.05	18.74	18.87	18.18	27.05
50	17.94	17.13	18.76	18.90	18.25	26.78
51	17.99	17.20	18.78	18.93	18.29	26.77
52	18.04	17.28	18.80	18.95	18.32	26.71
53	18.08	17.35	18.82	19.01	18.36	26.93
54	18.13	17.42	18.83	19.03	18.43	26.79
55	18.17	17.49	18.85	19.13	18.49	27.15
56	18.21	17.56	18.86	19.19	18.55	27.28
57	18.25	17.62	18.87	19.21	18.58	27.23
58	18.28	17.68	18.88	19.16	18.57	26.93
59	18.32	17.74	18.89	19.01	18.59	25.88
60	18.35	17.80	18.90	19.07	18.62	25.96
61	18.38	17.85	18.91	19.15	18.64	26.20
62	18.42	17.91	18.92	19.14	18.67	26.02
63	18.45	17.96	18.93	19.12	18.72	25.58
64	18.48	18.01	18.94	19.20	18.78	25.79
65	18.50	18.06	18.95	19.20	18.80	25.72
66	18.53	18.11	18.95	19.15	18.81	25.22
67	18.56	18.15	18.96	19.11	18.84	24.86
68	18.58	18.20	18.96	19.12	18.86	24.75
69	18.61	18.24	18.97	19.12	18.91	24.44

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
70	18.63	18.28	18.97	19.16	18.91	24.62
71	18.65	18.32	18.98	19.16	18.92	24.56
72	18.67	18.36	18.98	19.09	18.92	23.97
73	18.69	18.40	18.99	19.15	18.95	24.31
74	18.71	18.43	18.99	19.18	18.96	24.33
75	18.73	18.47	18.99	19.25	18.99	24.67
76	18.75	18.50	18.99	19.24	19.02	24.30
77	18.77	18.53	19.00	19.27	19.05	24.42
78	18.78	18.56	19.00	19.21	19.06	23.99
79	18.80	18.59	19.00	19.19	19.08	23.72
80	18.81	18.62	19.00	19.16	19.08	23.42
81	18.83	18.65	19.00	19.17	19.07	23.47
82	18.84	18.67	19.00	19.20	19.11	23.51
83	18.85	18.70	19.01	19.18	19.10	23.25
84	18.86	18.72	19.01	19.16	19.11	23.03
85	18.88	18.75	19.01	19.18	19.13	22.96
86	18.89	18.77	19.01	19.18	19.13	22.94
87	18.90	18.79	19.01	19.16	19.13	22.60
88	18.91	18.81	19.01	19.15	19.11	22.55
89	18.92	18.83	19.01	19.16	19.11	22.53
90	18.93	18.84	19.01	19.10	19.10	22.10
91	18.93	18.86	19.01	19.09	19.09	22.06
92	18.94	18.87	19.01	19.06	19.08	21.77
93	18.95	18.89	19.01	19.08	19.09	21.89
94	18.95	18.90	19.01	19.08	19.10	21.64
95	18.96	18.91	19.01	19.06	19.08	21.46
96	18.97	18.93	19.01	19.05	19.08	21.34
97	18.97	18.94	19.01	19.05	19.08	21.28
98	18.98	18.95	19.00	19.07	19.10	21.24
99	18.98	18.96	19.00	19.07	19.08	21.25
100	18.98	18.96	19.00	19.03	19.08	20.96
101	18.99	18.97	19.00	19.03	19.07	20.96
102	18.99	18.98	19.00	19.03	19.05	20.97
103	18.99	18.98	19.00	19.00	19.04	20.74
104	18.99	18.99	19.00	19.00	19.04	20.74
105	19.00	18.99	19.00	19.01	19.02	20.72
106	19.00	19.00	19.00	19.00	19.02	20.65
107	19.00	19.00	19.00	19.00	19.01	20.64
108	19.00	19.00	19.00	19.00	19.01	20.64
109	19.00	19.00	19.00	19.00	19.01	20.57
110	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	20.58

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



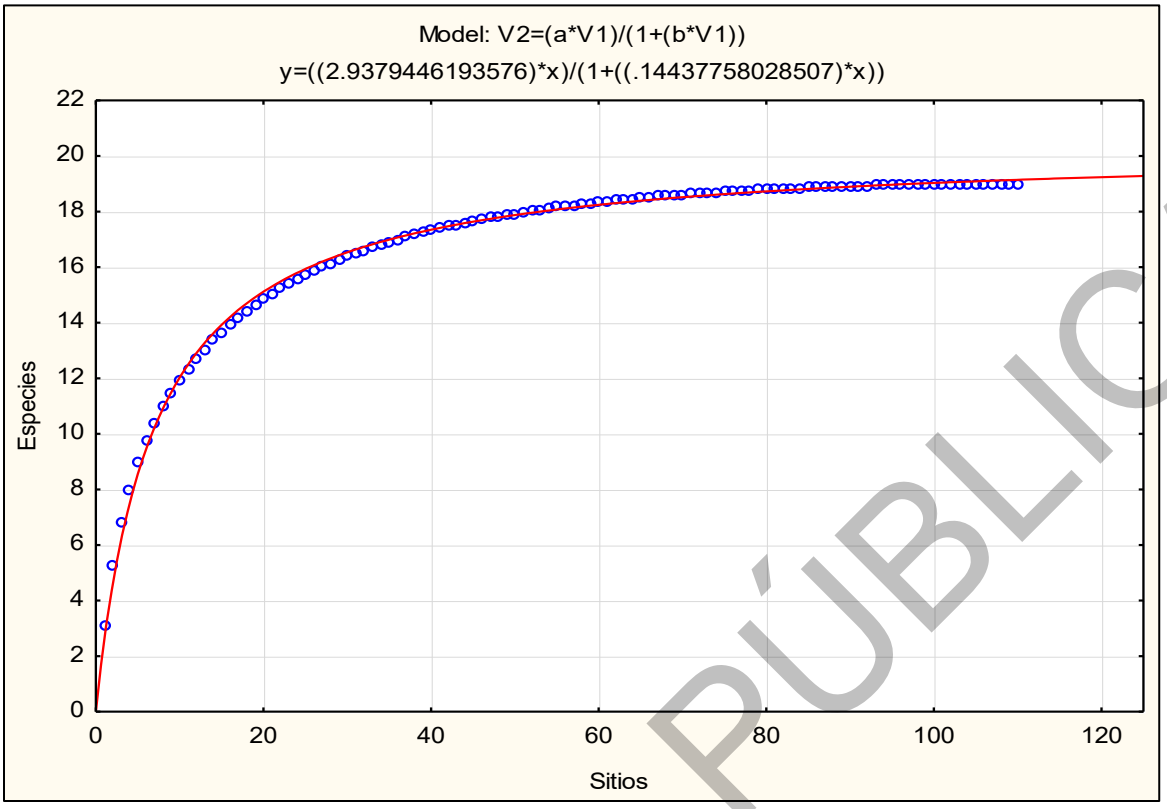
Gráfica. 25. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato herbáceo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **110 sitios de muestreo** resultó ser de **19 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **19 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato herbáceo es estadísticamente suficiente y representativo.

Por consiguiente, los datos se ajustaron en base al modelo de Clench, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.0103**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1.** En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de 10.9 especies, registrándose así por nuestra parte una porción de flora del 99 %. En conclusión, el inventario realizado describe la estructura florística actual de comunidad herbácea.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 26. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato herbáceo mediante el Modelo exponencial negativo

IV.3.2.1.4.2.2 Tamaño de muestra para el AFP

* Vegetación secundaria de Pastizal natural

Estrato Arbóreo

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 126. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

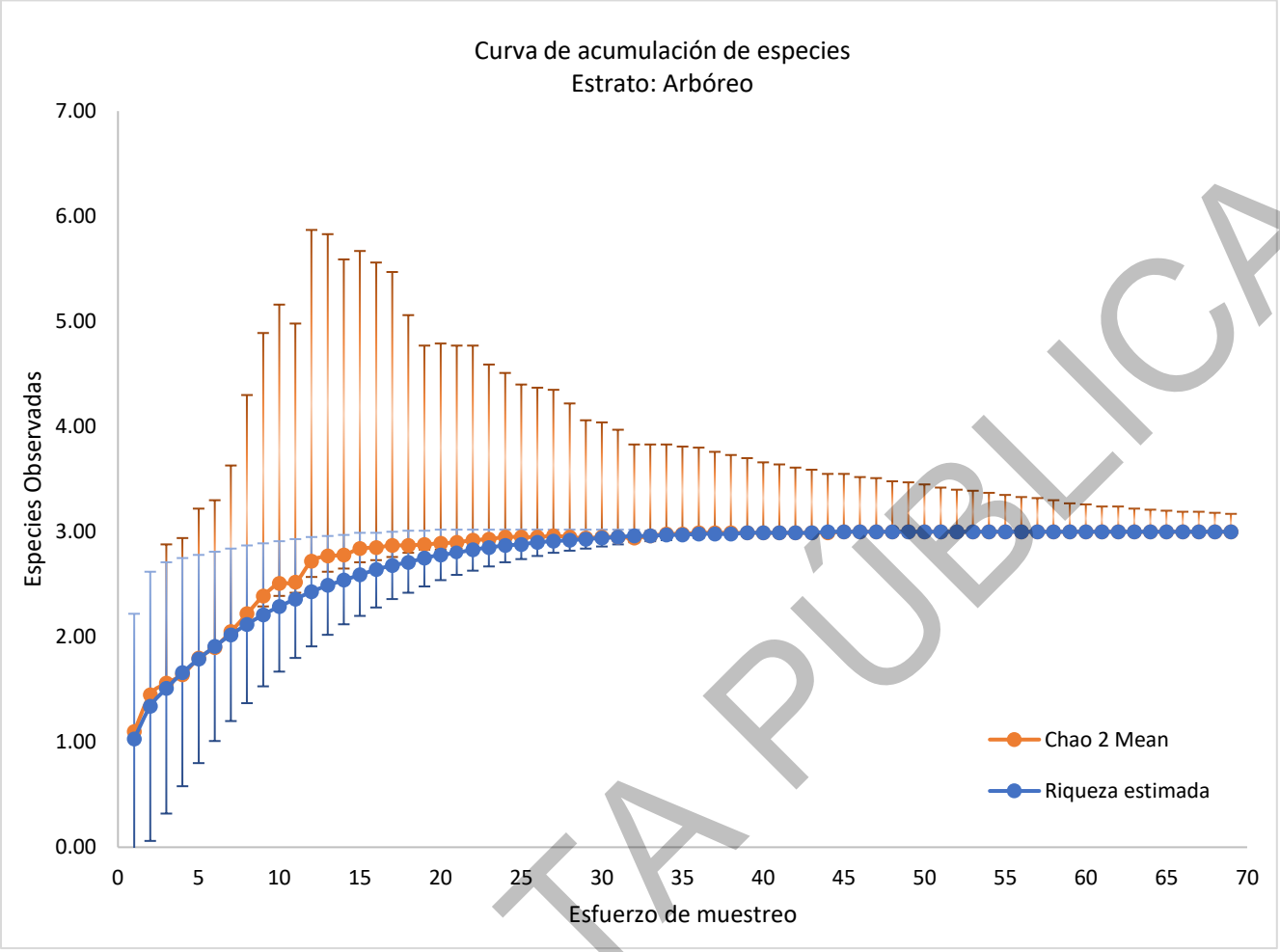
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.03	-0.17	2.22	1.10	0.00	0.00
2	1.34	0.06	2.62	1.45	0.00	0.00
3	1.51	0.32	2.71	1.56	1.57	2.88
4	1.66	0.58	2.75	1.64	1.62	2.94
5	1.79	0.80	2.78	1.80	1.77	3.22
6	1.91	1.01	2.81	1.90	1.89	3.30
7	2.02	1.20	2.84	2.05	2.03	3.63
8	2.12	1.37	2.87	2.22	2.15	4.30
9	2.21	1.53	2.89	2.39	2.29	4.89
10	2.29	1.67	2.91	2.51	2.39	5.16
11	2.36	1.80	2.93	2.52	2.42	4.98
12	2.43	1.91	2.95	2.72	2.57	5.87
13	2.49	2.02	2.96	2.77	2.62	5.83
14	2.54	2.12	2.97	2.78	2.65	5.59
15	2.59	2.20	2.99	2.84	2.71	5.67
16	2.64	2.28	2.99	2.85	2.73	5.56

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
17	2.68	2.36	3.00	2.87	2.76	5.47
18	2.71	2.42	3.01	2.87	2.80	5.06
19	2.75	2.48	3.01	2.88	2.83	4.77
20	2.78	2.54	3.02	2.89	2.83	4.79
21	2.80	2.59	3.02	2.90	2.84	4.77
22	2.83	2.63	3.02	2.92	2.86	4.77
23	2.85	2.67	3.02	2.93	2.89	4.59
24	2.87	2.71	3.02	2.95	2.92	4.51
25	2.88	2.74	3.02	2.95	2.93	4.40
26	2.90	2.77	3.02	2.95	2.92	4.37
27	2.91	2.80	3.02	2.96	2.93	4.35
28	2.92	2.82	3.02	2.95	2.93	4.22
29	2.93	2.84	3.02	2.94	2.93	4.06
30	2.94	2.86	3.02	2.95	2.94	4.04
31	2.95	2.88	3.02	2.95	2.94	3.97
32	2.96	2.90	3.02	2.94	2.94	3.83
33	2.96	2.91	3.01	2.96	2.96	3.83
34	2.97	2.92	3.01	2.98	2.98	3.83
35	2.97	2.94	3.01	2.98	2.98	3.81
36	2.98	2.94	3.01	2.99	2.99	3.80
37	2.98	2.95	3.01	2.99	2.99	3.76
38	2.98	2.96	3.01	2.99	2.99	3.73
39	2.99	2.97	3.01	2.99	2.99	3.70
40	2.99	2.97	3.01	2.99	2.99	3.66
41	2.99	2.98	3.00	2.99	2.99	3.64
42	2.99	2.98	3.00	2.99	2.99	3.61
43	2.99	2.98	3.00	2.99	2.99	3.59
44	3.00	2.99	3.00	2.99	2.99	3.55
45	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.55
46	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.52
47	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.51
48	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.48
49	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.47
50	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.45
51	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.42
52	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.40
53	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.39
54	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.37
55	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.35
56	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.33
57	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.32
58	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30
59	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.27
60	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.26
61	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.24
62	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.24
63	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.22
64	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.21
65	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.20
66	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.19
67	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.19
68	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.18
69	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.17

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PUBLICA



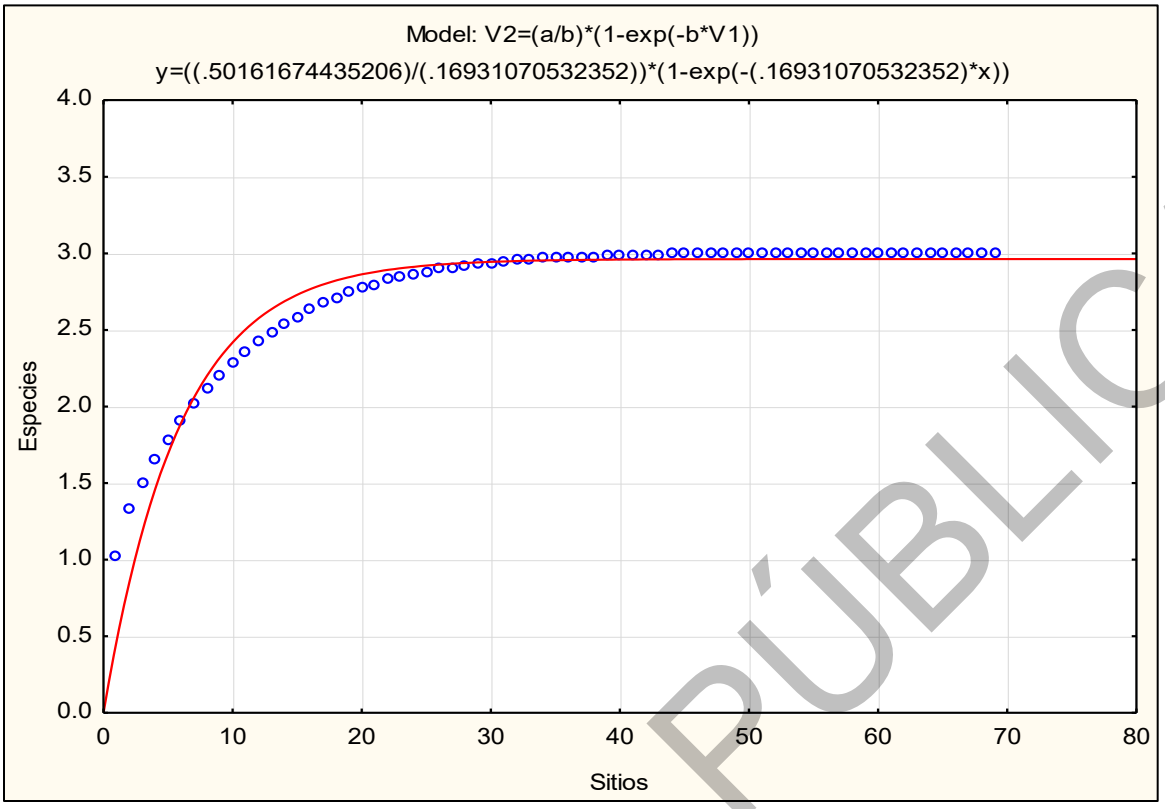
Gráfica. 27. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo ; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbóreo analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **3 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **3 (especie)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbóreo es estadísticamente suficiente y representativo.

Mediante el modelo de Soberón & Llorente, muestra que en el sitio 69 la pendiente es de **0.000004**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, además, el modelo estima un riqueza de **3 especies**, siendo mayor la riqueza obtenida con base al muestreo realizado. Bajo las consideraciones anteriores, el muestreo realizado representa óptimamente y con mayores valores la comunidad arbórea en el AFP.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 28. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato arbóreo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato regeneración

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 127. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

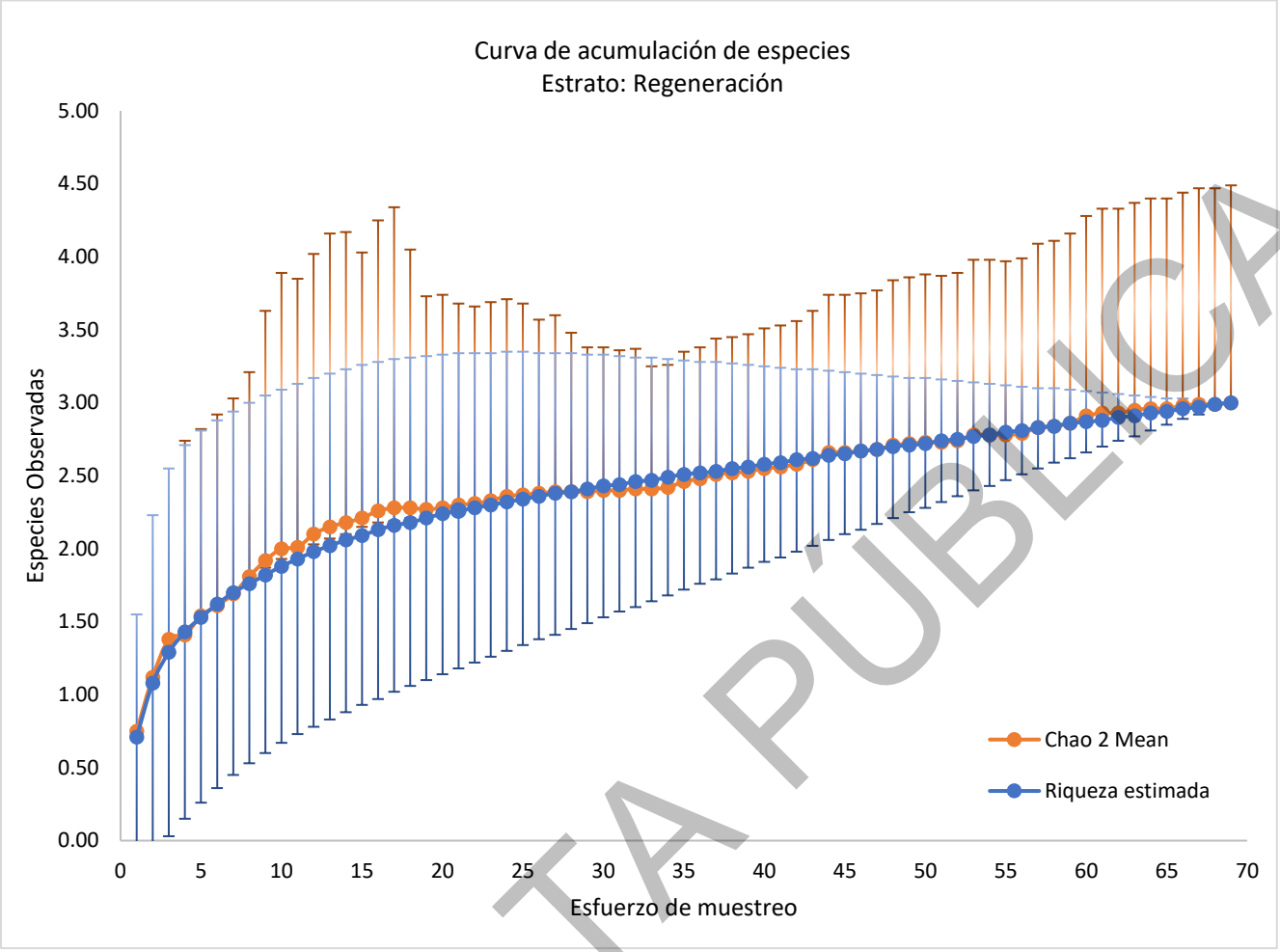
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	0.71	-0.13	1.55	0.75	0.00	0.00
2	1.08	-0.08	2.23	1.12	0.00	0.00
3	1.29	0.03	2.55	1.38	0.00	0.00
4	1.43	0.15	2.71	1.41	1.41	2.74
5	1.53	0.26	2.81	1.54	1.54	2.82
6	1.62	0.36	2.88	1.61	1.59	2.92
7	1.70	0.45	2.94	1.69	1.67	3.03
8	1.76	0.53	3.00	1.81	1.78	3.21
9	1.82	0.60	3.05	1.92	1.87	3.63
10	1.88	0.67	3.09	2.00	1.93	3.89
11	1.93	0.73	3.13	2.01	1.94	3.85
12	1.98	0.78	3.17	2.10	2.03	4.02
13	2.02	0.83	3.20	2.15	2.07	4.16
14	2.06	0.88	3.23	2.18	2.10	4.17
15	2.09	0.93	3.26	2.21	2.15	4.03
16	2.13	0.97	3.28	2.26	2.18	4.25
17	2.16	1.02	3.30	2.28	2.19	4.34
18	2.18	1.06	3.31	2.28	2.21	4.05
19	2.21	1.10	3.32	2.27	2.23	3.73
20	2.24	1.14	3.33	2.28	2.24	3.74
21	2.26	1.18	3.34	2.30	2.27	3.68

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
22	2.28	1.22	3.34	2.31	2.28	3.66
23	2.30	1.26	3.34	2.33	2.30	3.69
24	2.32	1.30	3.35	2.36	2.33	3.71
25	2.34	1.34	3.35	2.37	2.34	3.68
26	2.36	1.38	3.34	2.38	2.36	3.57
27	2.38	1.41	3.34	2.39	2.36	3.60
28	2.39	1.45	3.34	2.39	2.37	3.48
29	2.41	1.49	3.33	2.39	2.38	3.38
30	2.43	1.53	3.33	2.40	2.39	3.38
31	2.44	1.57	3.32	2.40	2.39	3.36
32	2.46	1.60	3.31	2.41	2.40	3.37
33	2.47	1.64	3.31	2.41	2.41	3.25
34	2.49	1.68	3.30	2.42	2.42	3.26
35	2.51	1.72	3.29	2.46	2.46	3.35
36	2.52	1.76	3.28	2.48	2.48	3.38
37	2.53	1.79	3.28	2.51	2.51	3.44
38	2.55	1.83	3.27	2.52	2.52	3.45
39	2.56	1.87	3.26	2.53	2.53	3.47
40	2.58	1.91	3.25	2.55	2.55	3.51
41	2.59	1.94	3.24	2.56	2.56	3.53
42	2.61	1.98	3.23	2.58	2.58	3.56
43	2.62	2.02	3.23	2.61	2.61	3.63
44	2.64	2.06	3.22	2.66	2.66	3.74
45	2.65	2.10	3.21	2.66	2.66	3.74
46	2.67	2.13	3.20	2.67	2.67	3.75
47	2.68	2.17	3.19	2.68	2.68	3.77
48	2.70	2.21	3.18	2.71	2.71	3.84
49	2.71	2.25	3.17	2.72	2.72	3.86
50	2.72	2.28	3.17	2.73	2.73	3.88
51	2.74	2.32	3.16	2.73	2.73	3.87
52	2.75	2.36	3.15	2.74	2.74	3.89
53	2.77	2.40	3.14	2.78	2.78	3.98
54	2.78	2.43	3.13	2.78	2.78	3.98
55	2.80	2.47	3.12	2.78	2.78	3.97
56	2.81	2.51	3.11	2.79	2.79	3.99
57	2.83	2.55	3.10	2.83	2.83	4.09
58	2.84	2.59	3.10	2.84	2.84	4.11
59	2.86	2.62	3.09	2.86	2.86	4.16
60	2.87	2.66	3.08	2.91	2.91	4.28
61	2.88	2.70	3.07	2.93	2.93	4.33
62	2.90	2.74	3.06	2.93	2.93	4.33
63	2.91	2.77	3.05	2.95	2.95	4.37
64	2.93	2.81	3.04	2.96	2.96	4.40
65	2.94	2.85	3.03	2.96	2.96	4.40
66	2.96	2.89	3.03	2.98	2.98	4.44
67	2.97	2.92	3.02	2.99	2.99	4.47
68	2.99	2.96	3.01	2.99	2.99	4.47
69	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.49

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



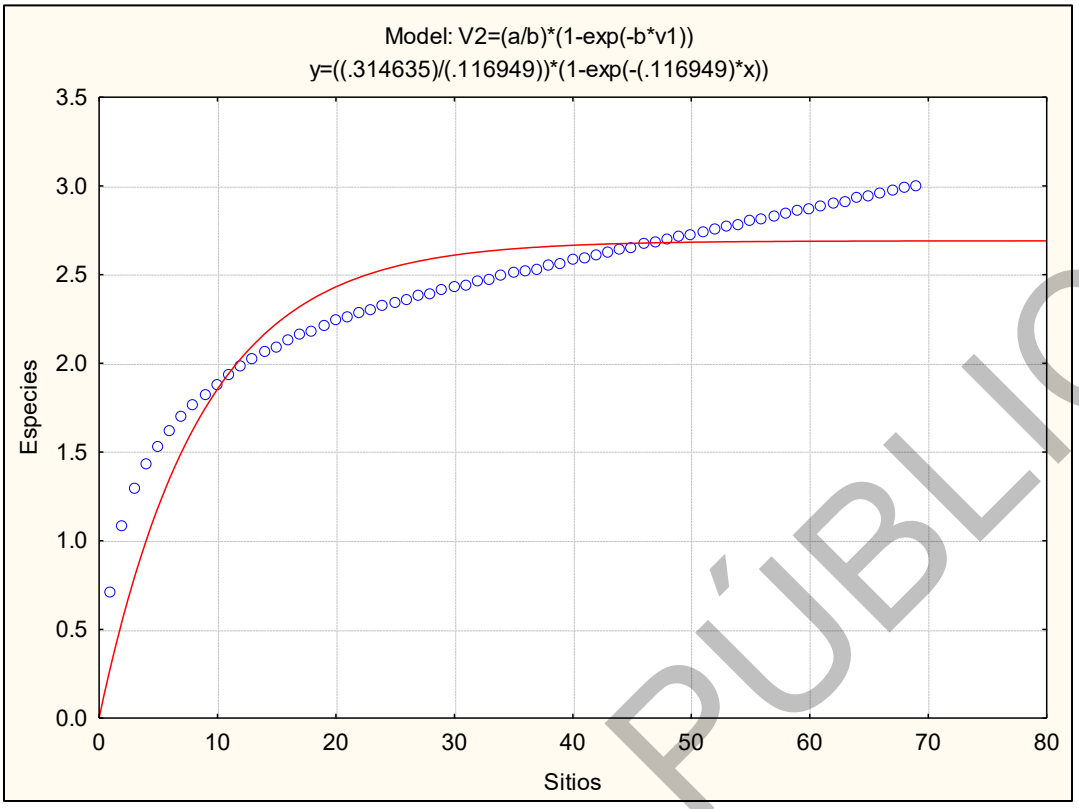
Gráfica. 29. Curva de acumulación de especies para el estrato regeneración ; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de regeneración analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **3 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **3 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de regeneración es estadísticamente suficiente y representativo.

Mediante el modelo de Soberón & Llorente, muestra que en el sitio 69 la pendiente es de **0.0001**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, además, el modelo estima un riqueza de **2.7 especies**, siendo muy similar la riqueza obtenida con base al muestreo realizado. Bajo las consideraciones anteriores, el muestreo realizado representa óptimamente y con mayores valores la comunidad de regeneración en el AFP.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 30. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato de regeneración mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato Arbustivo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 128. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

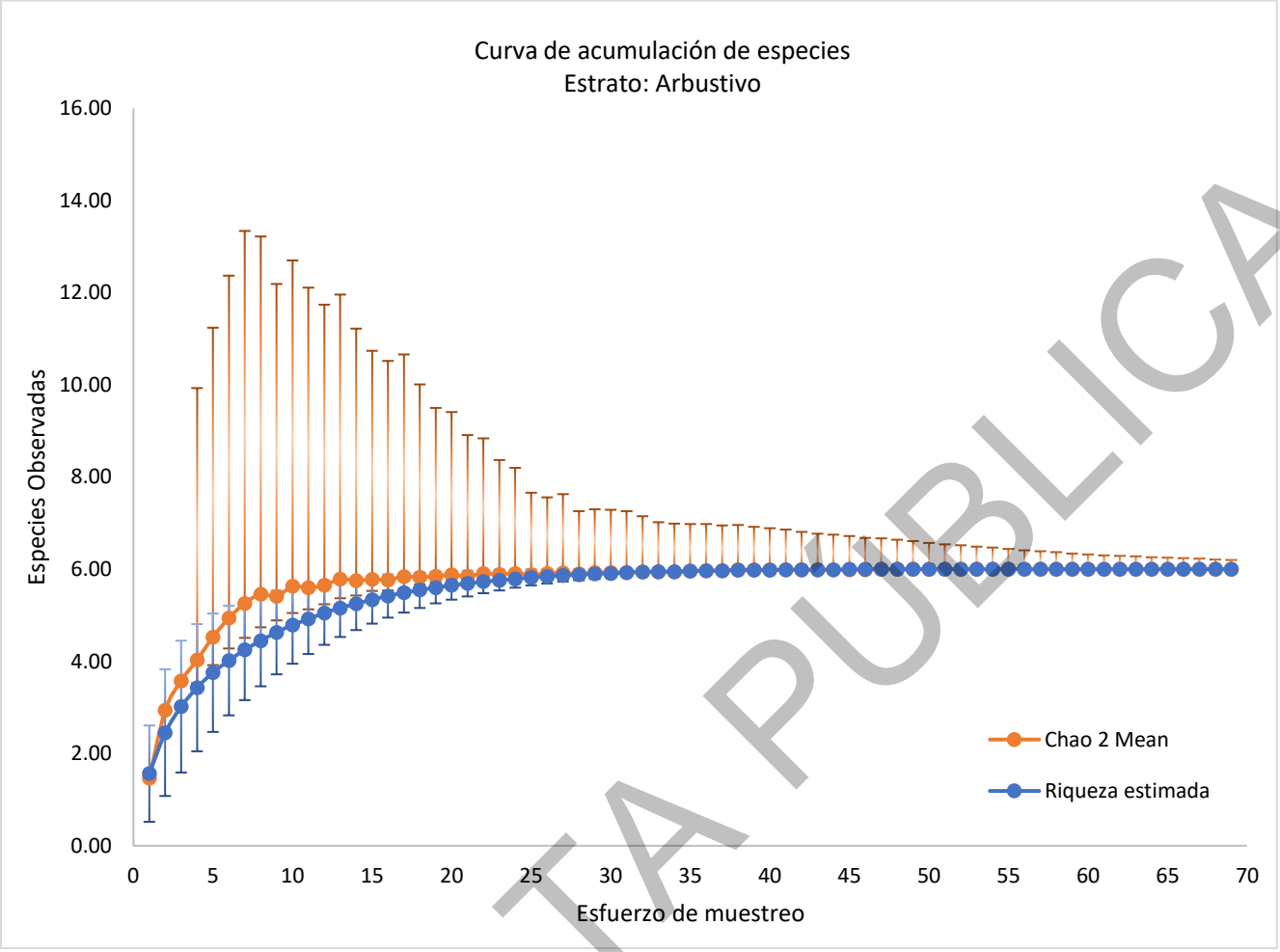
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.57	0.52	2.61	1.47	0.00	0.00
2	2.45	1.08	3.83	2.94	0.00	0.00
3	3.02	1.59	4.45	3.58	0.00	0.00
4	3.43	2.05	4.81	4.03	3.53	9.93
5	3.76	2.47	5.04	4.53	3.92	11.24
6	4.02	2.83	5.21	4.94	4.28	12.37
7	4.25	3.16	5.34	5.26	4.51	13.34
8	4.45	3.46	5.45	5.46	4.74	13.22
9	4.63	3.72	5.54	5.41	4.89	12.19
10	4.79	3.95	5.62	5.63	5.05	12.70
11	4.92	4.16	5.68	5.60	5.13	12.11
12	5.05	4.36	5.74	5.65	5.24	11.74
13	5.16	4.53	5.79	5.79	5.37	11.96
14	5.25	4.68	5.82	5.75	5.43	11.22
15	5.34	4.82	5.86	5.78	5.53	10.74
16	5.42	4.95	5.89	5.77	5.54	10.52
17	5.49	5.06	5.91	5.84	5.58	10.66
18	5.55	5.16	5.93	5.83	5.67	10.01
19	5.60	5.26	5.95	5.85	5.71	9.50
20	5.65	5.34	5.96	5.88	5.76	9.41
21	5.69	5.41	5.97	5.85	5.79	8.91
22	5.73	5.48	5.98	5.91	5.85	8.84
23	5.76	5.54	5.99	5.89	5.85	8.37

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
24	5.79	5.60	5.99	5.91	5.88	8.20
25	5.82	5.65	6.00	5.88	5.90	7.66
26	5.84	5.69	6.00	5.91	5.93	7.56
27	5.87	5.73	6.00	5.92	5.94	7.63
28	5.88	5.76	6.00	5.90	5.94	7.26
29	5.90	5.79	6.00	5.93	5.94	7.30
30	5.91	5.82	6.01	5.93	5.93	7.29
31	5.93	5.85	6.01	5.93	5.93	7.26
32	5.94	5.87	6.01	5.94	5.94	7.15
33	5.95	5.89	6.01	5.94	5.95	7.02
34	5.95	5.90	6.01	5.94	5.95	6.99
35	5.96	5.92	6.01	5.96	5.97	6.98
36	5.97	5.93	6.01	5.97	5.97	6.98
37	5.97	5.94	6.00	5.97	5.97	6.95
38	5.98	5.95	6.00	5.99	5.99	6.96
39	5.98	5.96	6.00	5.99	5.99	6.92
40	5.98	5.97	6.00	5.99	5.99	6.89
41	5.99	5.97	6.00	5.99	5.99	6.86
42	5.99	5.98	6.00	5.99	5.99	6.81
43	5.99	5.98	6.00	5.99	5.99	6.77
44	5.99	5.99	6.00	5.99	5.99	6.75
45	6.00	5.99	6.00	5.99	5.99	6.72
46	6.00	5.99	6.00	5.99	5.99	6.68
47	6.00	5.99	6.00	6.00	6.00	6.67
48	6.00	5.99	6.00	6.00	6.00	6.64
49	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.61
50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.57
51	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.54
52	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.52
53	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.49
54	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.47
55	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.44
56	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.41
57	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.39
58	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.37
59	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.34
60	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.32
61	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.30
62	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.29
63	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.28
64	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.26
65	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.25
66	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.24
67	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.23
68	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.21
69	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.20

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



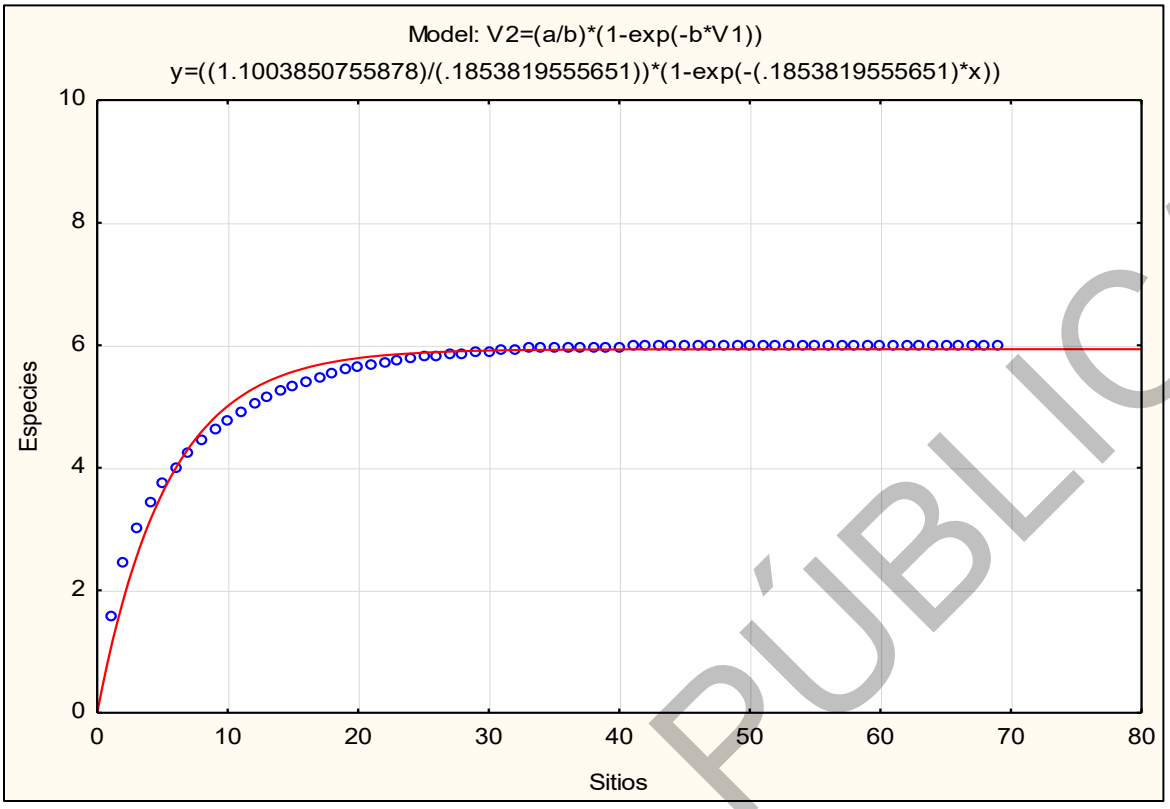
Gráfica. 31. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbustivo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **6 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **6 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbustivo es estadísticamente suficiente y representativo.

El ajuste de los datos se realizó con base al modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose así una pendiente de la curva ajustada de **0.000003**, siendo el muestreo realizado el necesario, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quienes mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1**. El modelo establece una riqueza de **5.9 especies**, mientras que con el muestreo la riqueza registrada es mayor. Se concluye que el muestreo realizado en el estrato arbustivo describe con creces la estructura vegetal.

CONSULTA PUBLICA



Gráfica. 32. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato arbustivo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato otras especies

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 129. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

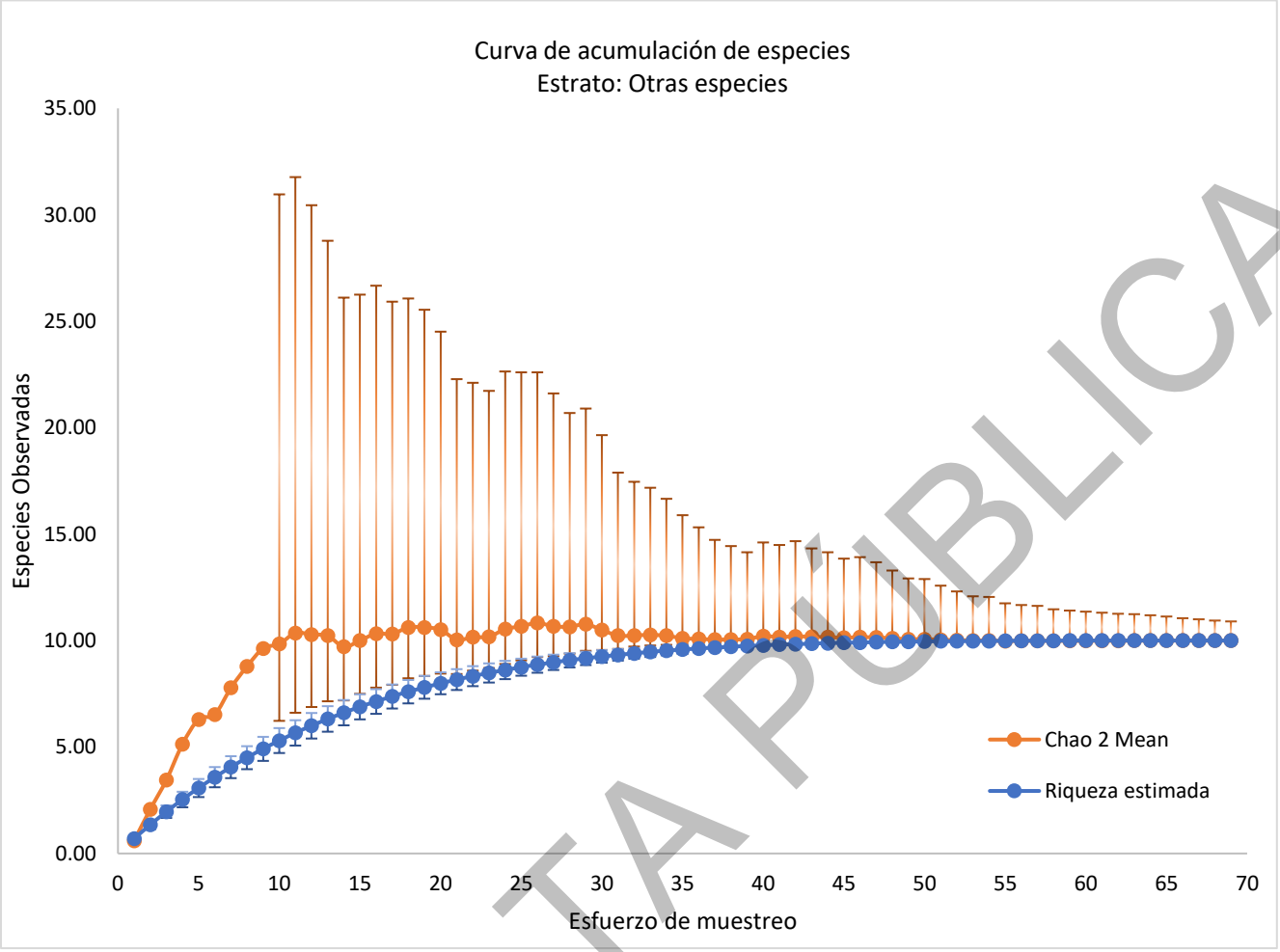
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	0.70	0.58	0.81	0.60	0.00	0.00
2	1.35	1.14	1.56	2.07	0.00	0.00
3	1.96	1.67	2.26	3.45	0.00	0.00
4	2.54	2.17	2.90	5.14	0.00	0.00
5	3.08	2.65	3.50	6.30	0.00	0.00
6	3.58	3.11	4.06	6.53	0.00	0.00
7	4.06	3.54	4.57	7.78	0.00	0.00
8	4.50	3.96	5.04	8.79	0.00	0.00
9	4.92	4.35	5.48	9.63	0.00	0.00
10	5.30	4.72	5.89	9.84	6.23	30.96
11	5.67	5.07	6.26	10.36	6.61	31.77
12	6.00	5.40	6.60	10.28	6.88	30.45
13	6.32	5.72	6.92	10.23	7.15	28.78
14	6.61	6.02	7.21	9.71	7.19	26.11
15	6.89	6.30	7.48	10.00	7.50	26.25
16	7.14	6.56	7.72	10.33	7.79	26.67
17	7.38	6.81	7.94	10.31	7.92	25.92
18	7.60	7.05	8.15	10.62	8.23	26.07
19	7.80	7.27	8.34	10.62	8.34	25.54
20	7.99	7.48	8.51	10.51	8.45	24.51
21	8.17	7.68	8.66	10.04	8.43	22.28
22	8.33	7.86	8.80	10.16	8.59	22.11
23	8.48	8.03	8.93	10.18	8.71	21.73

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
24	8.62	8.19	9.05	10.54	8.90	22.64
25	8.75	8.35	9.15	10.67	9.07	22.60
26	8.87	8.49	9.25	10.83	9.23	22.60
27	8.98	8.62	9.34	10.67	9.27	21.61
28	9.08	8.74	9.41	10.65	9.39	20.69
29	9.17	8.85	9.48	10.77	9.52	20.90
30	9.25	8.96	9.55	10.50	9.56	19.65
31	9.33	9.06	9.60	10.23	9.61	17.89
32	9.40	9.15	9.65	10.24	9.72	17.46
33	9.47	9.23	9.70	10.27	9.77	17.18
34	9.53	9.31	9.74	10.23	9.80	16.66
35	9.58	9.38	9.78	10.11	9.82	15.89
36	9.63	9.45	9.81	10.08	9.89	15.32
37	9.67	9.51	9.84	10.05	10.02	14.73
38	9.71	9.56	9.86	10.05	10.10	14.44
39	9.75	9.61	9.88	10.07	10.16	14.15
40	9.78	9.66	9.90	10.21	10.25	14.61
41	9.81	9.70	9.92	10.17	10.21	14.49
42	9.83	9.74	9.93	10.20	10.16	14.67
43	9.86	9.77	9.94	10.18	10.19	14.33
44	9.88	9.80	9.95	10.16	10.15	14.15
45	9.90	9.83	9.96	10.14	10.15	13.85
46	9.91	9.85	9.97	10.16	10.13	13.92
47	9.93	9.88	9.98	10.15	10.12	13.68
48	9.94	9.89	9.98	10.11	10.11	13.29
49	9.95	9.91	9.99	10.07	10.11	12.92
50	9.96	9.93	9.99	10.07	10.10	12.89
51	9.97	9.94	9.99	10.04	10.07	12.58
52	9.97	9.95	10.00	10.02	10.05	12.31
53	9.98	9.96	10.00	10.01	10.07	12.08
54	9.98	9.97	10.00	10.01	10.05	12.05
55	9.99	9.98	10.00	9.98	10.02	11.75
56	9.99	9.98	10.00	9.99	10.02	11.67
57	9.99	9.99	10.00	9.99	10.01	11.63
58	9.99	9.99	10.00	9.99	10.02	11.47
59	10.00	9.99	10.00	9.99	10.01	11.41
60	10.00	9.99	10.00	9.99	10.01	11.36
61	10.00	10.00	10.00	9.99	10.00	11.31
62	10.00	10.00	10.00	9.99	10.00	11.26
63	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.24
64	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.19
65	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.13
66	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.05
67	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00
68	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.94
69	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.90

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PUBLICA



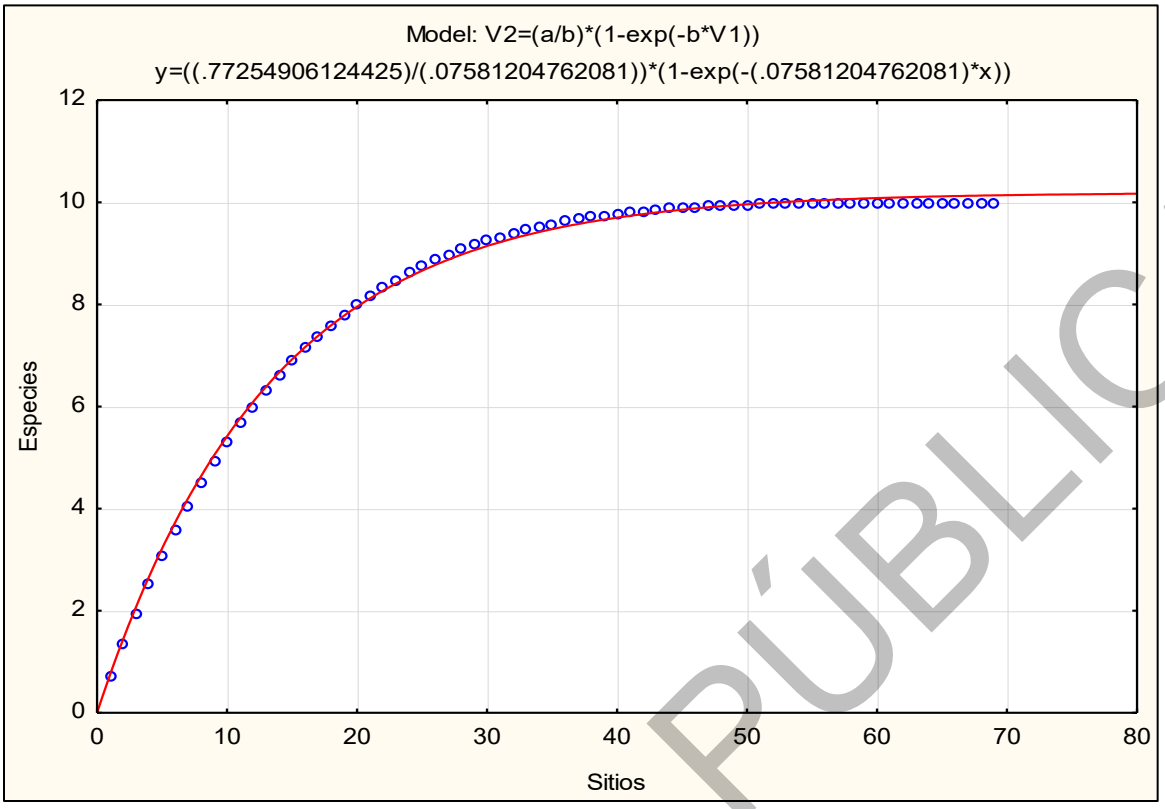
Gráfica. 33. Curva de acumulación de especies para el estrato otras formas especies; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de otras especies analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **69 sitios de muestreo** resultó ser de **10 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **10 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de otras especies es estadísticamente suficiente y representativo.

Posteriormente, los datos se analizaron conforme al modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.0041**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de **10.1 especies**, registrándose por nuestra parte una porción de flora del 98.7 %, En conclusión, con el muestreo realizado se representa una porción de la flora existente sumamente significativa en la vegetación de pastizal natural.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 34. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato otras especies mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato herbáceo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 130. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/PN

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.96	1.67	4.25	3.04	4.77	4.87
2	5.11	3.12	7.11	7.80	5.52	21.75
3	6.76	4.36	9.16	10.15	7.30	26.80
4	8.07	5.43	10.72	12.11	8.84	30.51
5	9.15	6.35	11.95	13.79	10.00	34.67
6	10.06	7.17	12.95	14.69	10.93	35.12
7	10.84	7.90	13.78	15.14	11.73	34.39
8	11.52	8.56	14.48	15.90	12.59	34.50
9	12.12	9.16	15.08	16.45	13.07	34.95
10	12.66	9.72	15.61	16.48	13.49	33.78
11	13.15	10.23	16.06	17.16	14.03	34.92
12	13.59	10.71	16.47	17.91	14.57	36.22
13	14.00	11.16	16.84	17.96	14.86	35.96
14	14.37	11.58	17.16	18.57	15.29	36.84
15	14.72	11.98	17.46	18.93	15.69	36.95
16	15.05	12.36	17.74	18.95	15.92	36.61
17	15.35	12.72	17.99	18.92	16.11	35.97
18	15.64	13.06	18.22	19.44	16.51	36.80
19	15.91	13.39	18.44	20.13	16.92	38.74
20	16.17	13.70	18.64	20.39	17.19	38.95
21	16.41	14.00	18.83	20.37	17.31	38.51
22	16.65	14.28	19.01	20.81	17.61	39.43

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
23	16.87	14.55	19.18	21.54	17.99	41.63
24	17.08	14.82	19.34	21.66	18.12	41.68
25	17.28	15.07	19.50	21.80	18.30	41.45
26	17.48	15.31	19.64	22.28	18.59	42.68
27	17.66	15.54	19.78	21.90	18.56	41.21
28	17.84	15.77	19.91	21.82	18.67	40.38
29	18.01	15.98	20.04	22.12	18.87	40.98
30	18.18	16.19	20.16	22.33	19.03	41.32
31	18.33	16.39	20.27	22.40	19.17	41.01
32	18.48	16.59	20.38	22.17	19.23	39.49
33	18.63	16.77	20.49	22.30	19.36	39.55
34	18.77	16.95	20.59	22.42	19.45	39.62
35	18.91	17.13	20.69	22.43	19.55	39.26
36	19.04	17.30	20.78	22.39	19.67	38.51
37	19.16	17.46	20.87	22.58	19.79	39.07
38	19.28	17.62	20.95	23.03	20.05	40.20
39	19.40	17.77	21.03	22.94	20.14	39.44
40	19.51	17.92	21.11	22.88	20.20	39.06
41	19.62	18.06	21.19	22.95	20.30	39.03
42	19.73	18.20	21.26	22.96	20.35	38.87
43	19.83	18.33	21.33	23.04	20.43	38.76
44	19.93	18.46	21.40	23.05	20.48	38.45
45	20.02	18.58	21.46	22.81	20.43	38.02
46	20.12	18.70	21.53	22.50	20.44	36.52
47	20.20	18.82	21.59	22.63	20.60	36.57
48	20.29	18.94	21.64	22.58	20.65	36.02
49	20.37	19.05	21.70	22.50	20.68	35.44
50	20.45	19.15	21.75	22.48	20.77	34.96
51	20.53	19.26	21.80	22.73	20.89	35.63
52	20.60	19.36	21.85	22.81	20.98	35.59
53	20.68	19.45	21.90	22.88	21.07	35.45
54	20.75	19.55	21.94	22.90	21.15	35.28
55	20.81	19.64	21.99	22.81	21.17	34.65
56	20.88	19.73	22.03	22.72	21.22	34.29
57	20.94	19.81	22.07	22.86	21.32	34.59
58	21.00	19.90	22.11	22.72	21.30	33.81
59	21.06	19.98	22.15	22.67	21.33	33.49
60	21.12	20.06	22.18	22.61	21.36	33.13
61	21.18	20.13	22.22	22.67	21.43	33.24
62	21.23	20.21	22.25	22.49	21.44	32.00
63	21.28	20.28	22.29	22.43	21.45	31.45
64	21.33	20.35	22.32	22.51	21.53	31.48
65	21.38	20.42	22.35	22.66	21.61	31.98
66	21.43	20.48	22.38	22.61	21.61	31.74
67	21.48	20.55	22.40	22.63	21.63	31.61
68	21.52	20.61	22.43	22.63	21.66	31.56
69	21.56	20.67	22.46	22.61	21.69	31.24
70	21.61	20.73	22.48	22.60	21.72	30.99
71	21.65	20.78	22.51	22.61	21.77	30.88
72	21.68	20.84	22.53	22.62	21.79	30.71
73	21.72	20.89	22.55	22.61	21.86	30.44
74	21.76	20.95	22.57	22.60	21.88	30.43
75	21.80	21.00	22.59	22.59	21.94	30.10
76	21.83	21.05	22.61	22.56	21.95	29.88
77	21.86	21.10	22.63	22.56	21.97	29.76
78	21.90	21.14	22.65	22.53	22.00	29.57

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
79	21.93	21.19	22.67	22.61	22.08	29.62
80	21.96	21.23	22.69	22.65	22.13	29.59
81	21.99	21.28	22.70	22.73	22.16	29.88
82	22.02	21.32	22.72	22.67	22.17	29.42
83	22.05	21.36	22.73	22.68	22.20	29.37
84	22.07	21.40	22.75	22.76	22.24	29.62
85	22.10	21.44	22.76	22.80	22.27	29.71
86	22.13	21.47	22.78	22.84	22.36	29.64
87	22.15	21.51	22.79	22.81	22.39	29.31
88	22.17	21.55	22.80	22.93	22.45	29.76
89	22.20	21.58	22.81	22.98	22.45	30.00
90	22.22	21.62	22.83	22.97	22.47	29.90
91	22.24	21.65	22.84	22.89	22.46	29.44
92	22.26	21.68	22.85	22.90	22.47	29.42
93	22.28	21.71	22.86	22.90	22.48	29.37
94	22.31	21.74	22.87	22.89	22.53	29.17
95	22.32	21.77	22.88	22.90	22.55	29.04
96	22.34	21.80	22.89	22.89	22.56	29.04
97	22.36	21.83	22.89	22.98	22.60	29.32
98	22.38	21.86	22.90	22.89	22.60	28.69
99	22.40	21.88	22.91	22.88	22.60	28.60
100	22.41	21.91	22.92	22.86	22.59	28.46
101	22.43	21.94	22.93	22.84	22.60	28.33
102	22.45	21.96	22.93	22.88	22.62	28.42
103	22.46	21.98	22.94	22.95	22.66	28.69
104	22.48	22.01	22.95	22.91	22.66	28.40
105	22.49	22.03	22.95	22.91	22.68	28.28
106	22.51	22.05	22.96	22.91	22.71	28.17
107	22.52	22.08	22.96	22.88	22.72	27.90
108	22.53	22.10	22.97	22.87	22.75	27.61
109	22.55	22.12	22.97	22.94	22.78	27.88
110	22.56	22.14	22.98	22.89	22.77	27.50
111	22.57	22.16	22.98	22.88	22.77	27.47
112	22.58	22.18	22.99	22.92	22.81	27.53
113	22.59	22.20	22.99	22.91	22.81	27.44
114	22.61	22.22	23.00	22.91	22.81	27.38
115	22.62	22.23	23.00	22.93	22.84	27.39
116	22.63	22.25	23.00	22.95	22.84	27.54
117	22.64	22.27	23.01	22.91	22.84	27.28
118	22.65	22.29	23.01	22.90	22.87	27.09
119	22.66	22.30	23.01	22.88	22.88	26.89
120	22.67	22.32	23.01	22.90	22.93	26.65
121	22.68	22.33	23.02	22.88	22.93	26.48
122	22.68	22.35	23.02	22.89	22.92	26.58
123	22.69	22.36	23.02	22.88	22.92	26.50
124	22.70	22.38	23.02	22.90	22.89	26.60
125	22.71	22.39	23.03	22.91	22.89	26.60
126	22.72	22.41	23.03	22.91	22.87	26.67
127	22.73	22.42	23.03	22.93	22.89	26.71
128	22.73	22.43	23.03	22.95	22.89	26.85
129	22.74	22.45	23.03	22.95	22.89	26.73
130	22.75	22.46	23.04	22.92	22.89	26.43
131	22.75	22.47	23.04	22.94	22.89	26.51
132	22.76	22.48	23.04	22.96	22.90	26.69
133	22.77	22.50	23.04	22.97	22.91	26.70
134	22.77	22.51	23.04	22.98	22.91	26.72

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
135	22.78	22.52	23.04	22.96	22.91	26.46
136	22.79	22.53	23.04	22.94	22.88	26.40
137	22.79	22.54	23.04	22.93	22.88	26.24
138	22.80	22.55	23.04	22.93	22.90	26.12
139	22.80	22.56	23.04	22.92	22.90	25.97
140	22.81	22.57	23.05	22.91	22.93	25.73
141	22.81	22.58	23.05	22.91	22.94	25.55
142	22.82	22.59	23.05	22.91	22.92	25.56
143	22.82	22.60	23.05	22.90	22.93	25.44
144	22.83	22.61	23.05	22.88	22.93	25.19
145	22.83	22.62	23.05	22.88	22.93	25.10
146	22.84	22.63	23.05	22.88	22.93	25.10
147	22.84	22.64	23.05	22.89	22.93	25.14
148	22.85	22.65	23.05	22.90	22.93	25.16
149	22.85	22.65	23.05	22.90	22.93	25.08
150	22.85	22.66	23.05	22.90	22.93	25.00
151	22.86	22.67	23.05	22.92	22.94	25.07
152	22.86	22.68	23.05	22.95	22.96	25.20
153	22.87	22.69	23.05	22.96	22.97	25.19
154	22.87	22.69	23.05	22.96	22.97	25.19
155	22.87	22.70	23.05	22.97	22.98	25.16
156	22.88	22.71	23.05	22.97	22.98	25.15
157	22.88	22.71	23.05	22.96	22.98	25.11
158	22.88	22.72	23.05	22.96	22.97	25.11
159	22.89	22.73	23.05	22.94	22.98	24.83
160	22.89	22.73	23.05	22.94	22.97	24.83
161	22.89	22.74	23.05	22.94	22.98	24.81
162	22.90	22.75	23.05	22.94	22.97	24.82
163	22.90	22.75	23.04	22.93	22.96	24.68
164	22.90	22.76	23.04	22.93	22.96	24.67
165	22.90	22.77	23.04	22.93	22.96	24.67
166	22.91	22.77	23.04	22.93	22.95	24.66
167	22.91	22.78	23.04	22.95	22.98	24.61
168	22.91	22.78	23.04	22.95	22.97	24.60
169	22.91	22.79	23.04	22.92	22.97	24.42
170	22.92	22.79	23.04	22.92	22.97	24.42
171	22.92	22.80	23.04	22.92	22.96	24.41
172	22.92	22.80	23.04	22.92	22.96	24.40
173	22.92	22.81	23.04	22.93	22.95	24.47
174	22.93	22.81	23.04	22.93	22.95	24.46
175	22.93	22.82	23.04	22.93	22.95	24.45
176	22.93	22.82	23.04	22.93	22.94	24.43
177	22.93	22.83	23.04	22.94	22.95	24.43
178	22.93	22.83	23.04	22.94	22.95	24.43
179	22.94	22.84	23.04	22.94	22.95	24.43
180	22.94	22.84	23.04	22.93	22.94	24.28
181	22.94	22.84	23.04	22.93	22.94	24.28
182	22.94	22.85	23.03	22.93	22.94	24.28
183	22.94	22.85	23.03	22.93	22.94	24.27
184	22.94	22.86	23.03	22.93	22.94	24.26
185	22.95	22.86	23.03	22.93	22.94	24.26
186	22.95	22.86	23.03	22.93	22.94	24.24
187	22.95	22.87	23.03	22.93	22.94	24.23
188	22.95	22.87	23.03	22.92	22.94	24.09
189	22.95	22.87	23.03	22.92	22.94	24.08
190	22.95	22.88	23.03	22.93	22.94	24.09

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
191	22.95	22.88	23.03	22.93	22.94	24.08
192	22.96	22.88	23.03	22.93	22.94	24.08
193	22.96	22.89	23.03	22.93	22.94	24.07
194	22.96	22.89	23.03	22.93	22.94	24.06
195	22.96	22.89	23.03	22.93	22.94	24.05
196	22.96	22.90	23.03	22.93	22.94	24.05
197	22.96	22.90	23.03	22.93	22.94	24.04
198	22.96	22.90	23.03	22.93	22.94	24.05
199	22.96	22.90	23.02	22.93	22.94	24.04
200	22.97	22.91	23.02	22.93	22.93	24.03
201	22.97	22.91	23.02	22.93	22.93	24.03
202	22.97	22.91	23.02	22.93	22.93	24.02
203	22.97	22.92	23.02	22.93	22.93	24.02
204	22.97	22.92	23.02	22.93	22.93	24.01
205	22.97	22.92	23.02	22.93	22.93	24.00
206	22.97	22.92	23.02	22.93	22.93	23.98
207	22.97	22.92	23.02	22.93	22.93	23.97
208	22.97	22.93	23.02	22.93	22.93	23.96
209	22.97	22.93	23.02	22.93	22.93	23.96
210	22.98	22.93	23.02	22.93	22.93	23.94
211	22.98	22.93	23.02	22.93	22.93	23.93
212	22.98	22.94	23.02	22.93	22.93	23.92
213	22.98	22.94	23.02	22.96	22.95	24.05
214	22.98	22.94	23.02	22.96	22.95	24.05
215	22.98	22.94	23.02	22.96	22.95	24.04
216	22.98	22.94	23.02	22.98	22.96	24.17
217	22.98	22.95	23.02	22.98	22.96	24.16
218	22.98	22.95	23.01	22.98	22.96	24.16
219	22.98	22.95	23.01	22.96	22.96	23.88
220	22.98	22.95	23.01	22.96	22.96	23.87
221	22.98	22.95	23.01	22.96	22.96	23.87
222	22.98	22.95	23.01	22.96	22.96	23.86
223	22.98	22.95	23.01	22.96	22.96	23.85
224	22.98	22.96	23.01	22.96	22.96	23.83
225	22.98	22.96	23.01	22.96	22.96	23.83
226	22.99	22.96	23.01	22.96	22.96	23.82
227	22.99	22.96	23.01	22.97	22.97	23.82
228	22.99	22.96	23.01	22.97	22.97	23.82
229	22.99	22.96	23.01	22.97	22.97	23.81
230	22.99	22.96	23.01	22.97	22.97	23.81
231	22.99	22.97	23.01	22.97	22.97	23.80
232	22.99	22.97	23.01	22.97	22.97	23.79
233	22.99	22.97	23.01	22.97	22.97	23.78
234	22.99	22.97	23.01	22.98	22.98	23.78
235	22.99	22.97	23.01	22.98	22.98	23.76
236	22.99	22.97	23.01	22.99	22.99	23.76
237	22.99	22.97	23.01	22.99	22.99	23.75
238	22.99	22.97	23.01	22.99	22.99	23.75
239	22.99	22.97	23.01	22.99	22.99	23.74
240	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.74
241	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.73
242	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.73
243	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.72
244	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.71
245	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.71
246	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.70

CONSULTA PÚBLICA

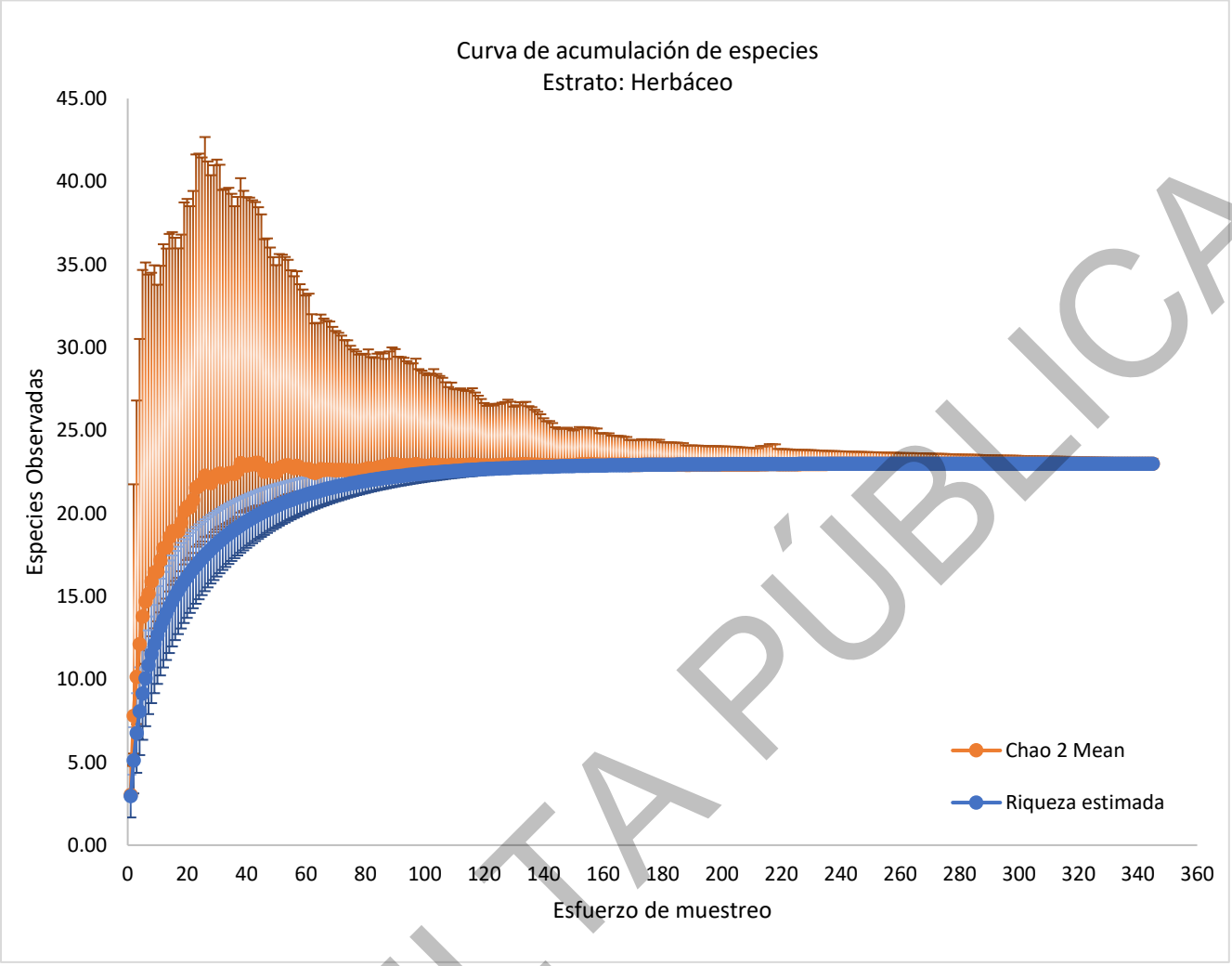
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
247	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.70
248	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.69
249	22.99	22.98	23.01	22.99	22.99	23.69
250	22.99	22.98	23.00	22.99	22.99	23.68
251	22.99	22.98	23.00	22.99	22.99	23.68
252	22.99	22.99	23.00	22.99	22.99	23.68
253	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.67
254	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.67
255	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.66
256	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.65
257	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.65
258	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.65
259	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.64
260	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.64
261	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.63
262	23.00	22.99	23.00	22.99	22.99	23.62
263	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.63
264	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.63
265	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.62
266	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.62
267	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.61
268	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.61
269	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.61
270	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.60
271	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.59
272	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.58
273	23.00	22.99	23.00	23.00	23.00	23.58
274	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.58
275	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.58
276	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.56
277	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.55
278	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.55
279	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.55
280	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.54
281	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.54
282	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.53
283	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.53
284	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.53
285	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.53
286	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.52
287	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.51
288	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.50
289	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.50
290	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.50
291	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.49
292	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.49
293	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.48
294	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.48
295	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.48
296	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.47
297	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.47
298	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.47
299	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.47
300	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.46
301	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.45
302	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.44

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
303	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.44
304	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.44
305	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.44
306	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.43
307	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.43
308	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.43
309	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.42
310	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.42
311	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.41
312	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.41
313	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.41
314	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.41
315	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.40
316	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.40
317	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.40
318	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.40
319	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.39
320	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.39
321	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.39
322	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.38
323	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.37
324	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.37
325	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.36
326	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.36
327	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.35
328	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.35
329	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.35
330	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.35
331	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.34
332	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.34
333	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.33
334	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.33
335	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.32
336	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.32
337	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.32
338	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.32
339	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.31
340	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.31
341	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.31
342	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.31
343	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.30
344	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.30
345	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.29

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



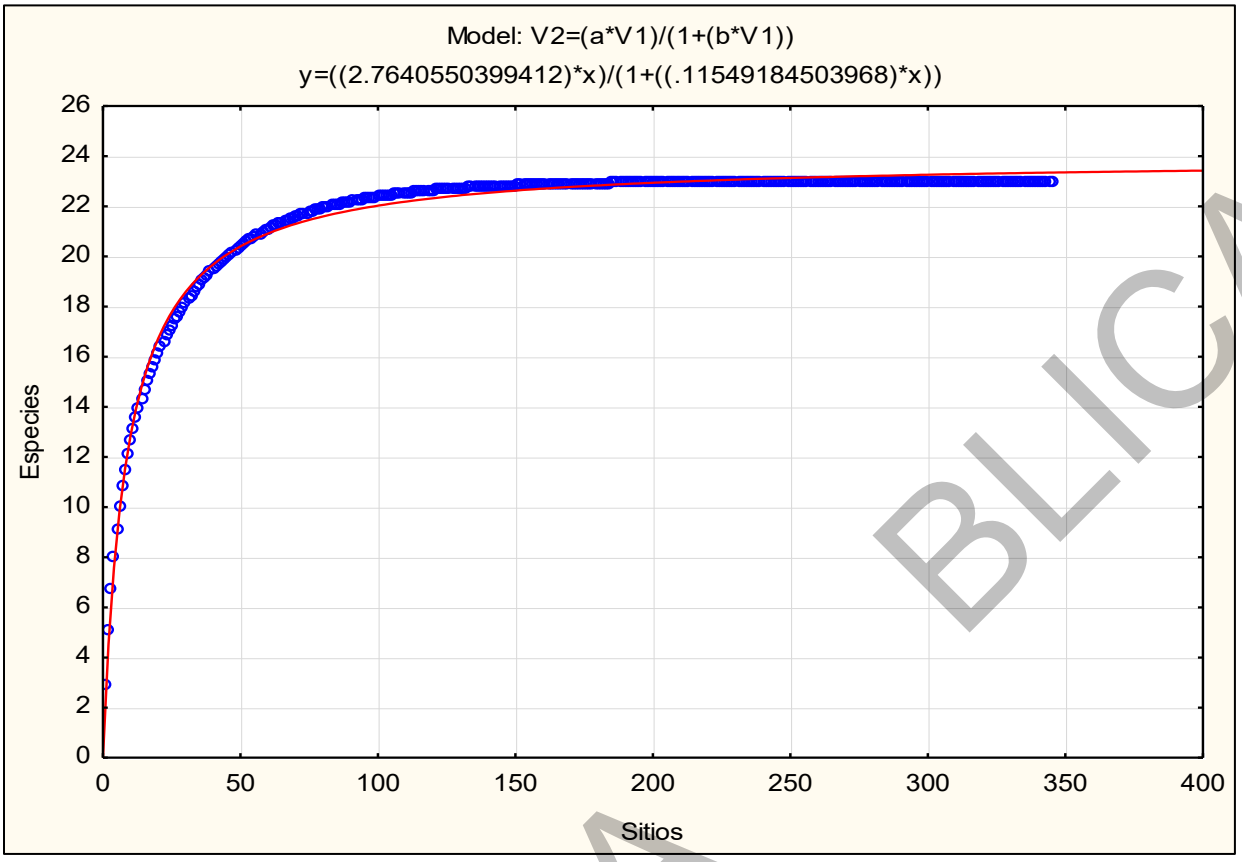
Gráfica. 35. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato herbáceo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **345 sitios de muestreo** resultó ser de **23 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **23 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato herbáceo es estadísticamente suficiente y representativo.

En adición, los datos se ajustaron mediante el modelo de Clench, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.0017**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de **23.3 especies**, registrándose así por nuestra parte una porción de flora del 98.5 %. Se concluye que el inventario registra una porción de la flora significativa.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 36. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato herbáceo mediante el Modelo exponencial negativo

* Vegetación secundaria de Bosque de encino

Estrato Arbóreo

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

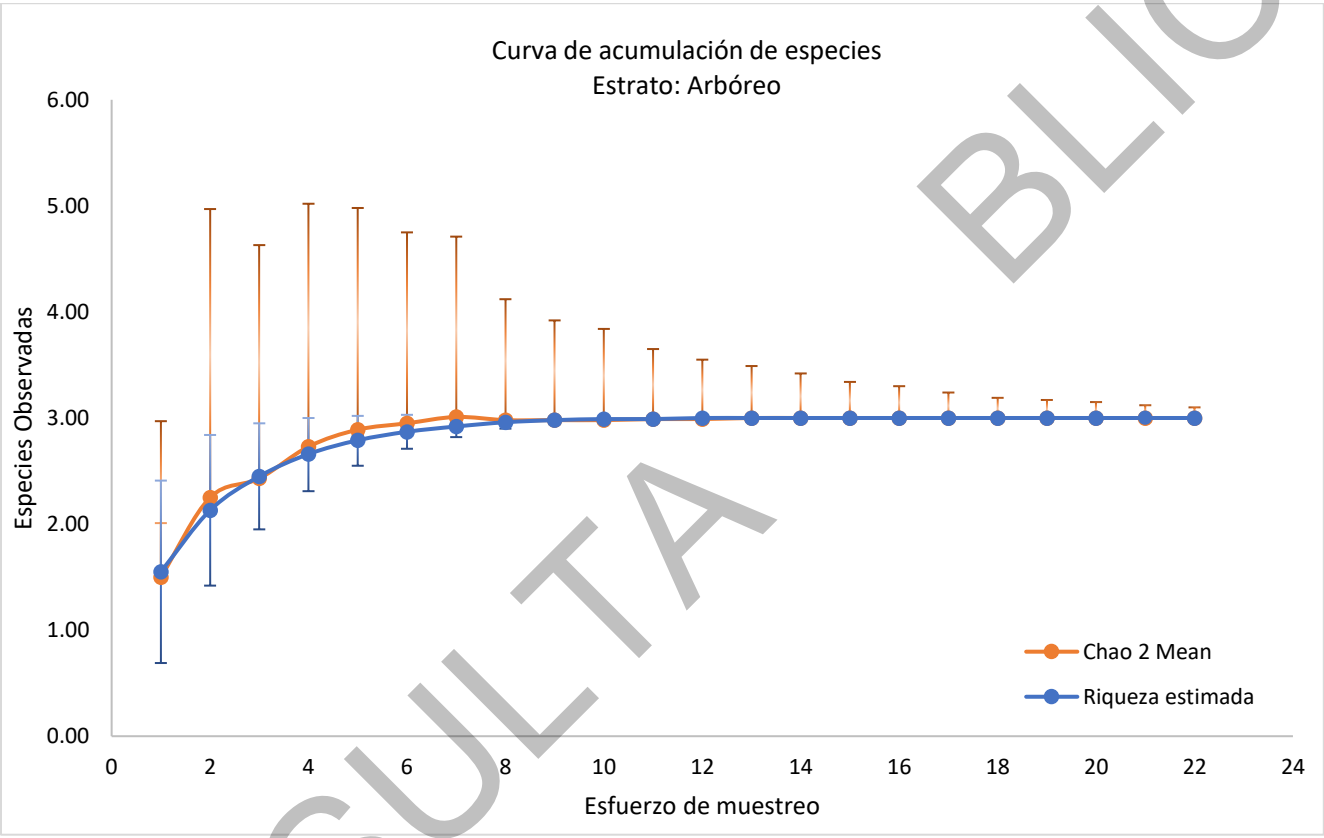
Tabla 131. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.55	0.69	2.41	1.50	2.01	2.97
2	2.13	1.42	2.84	2.25	2.23	4.97
3	2.45	1.95	2.95	2.43	2.43	4.63
4	2.66	2.31	3.00	2.73	2.68	5.02
5	2.79	2.55	3.02	2.89	2.84	4.98
6	2.87	2.71	3.03	2.95	2.91	4.75
7	2.92	2.82	3.02	3.01	2.96	4.71
8	2.96	2.90	3.02	2.98	2.97	4.12
9	2.98	2.94	3.01	2.98	2.98	3.92
10	2.99	2.97	3.01	2.98	2.97	3.84
11	2.99	2.98	3.00	2.99	2.99	3.65
12	3.00	2.99	3.00	2.99	2.99	3.55
13	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.49
14	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.42
15	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.34
16	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30
17	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.24

CONSULTA BLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
18	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.19
19	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.17
20	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.15
21	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.12
22	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.10

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2**.



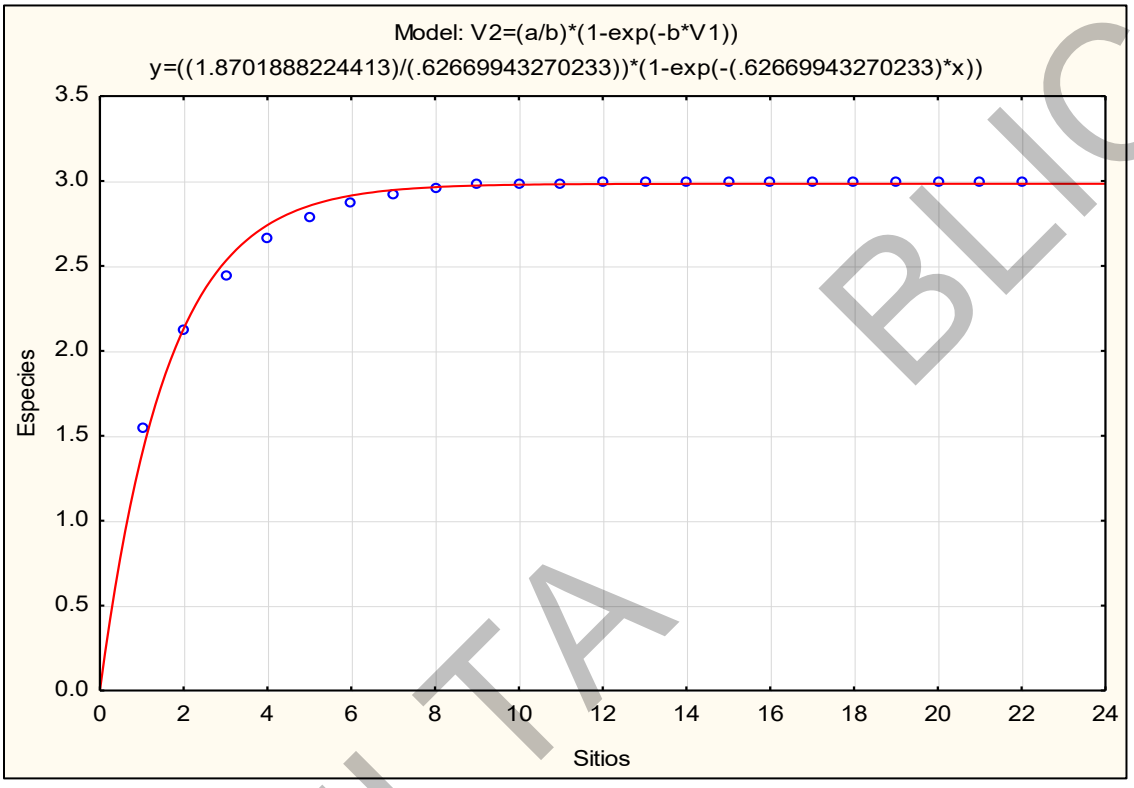
Gráfica. 37. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbóreo analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **3 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **3 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbóreo es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA PÚBLICA

El ajuste de los datos se realizó mediante el modelo de Soberón & Llorente, el cual estableció una pendiente de **0.000002**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**; el modelo estima también una riqueza de **3 especies**, siendo la misma registrada por parte del muestreo realizado. Bajo los términos anteriores, el muestreo registra y describe la totalidad de la comunidad arbórea.



Gráfica. 38. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato herbáceo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato de regeneración

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, y de su acumulación por cada sitio de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

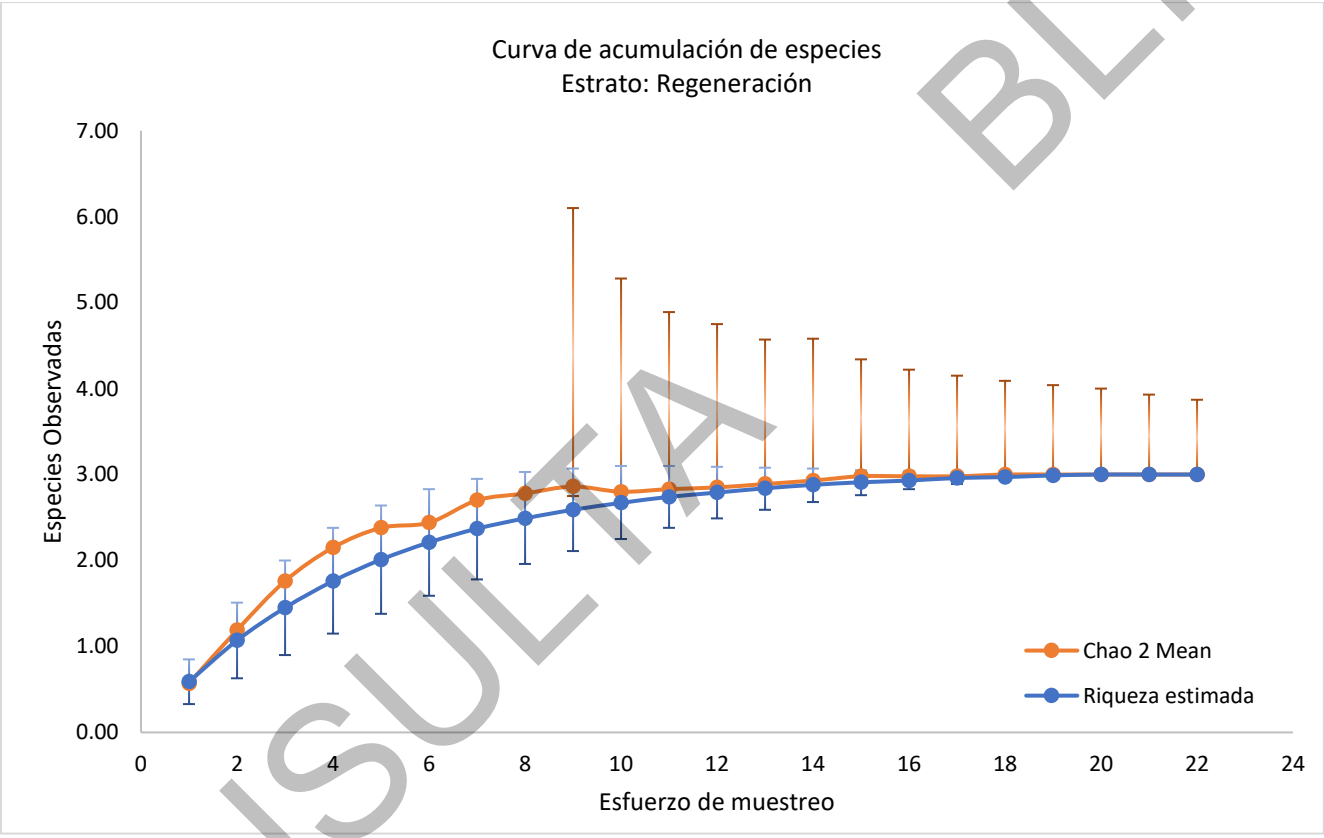
Tabla 132. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	0.59	0.33	0.85	0.57	0.00	0.00
2	1.07	0.63	1.51	1.19	0.00	0.00
3	1.45	0.90	2.00	1.76	0.00	0.00
4	1.76	1.15	2.38	2.15	0.00	0.00
5	2.01	1.38	2.64	2.38	0.00	0.00
6	2.21	1.59	2.83	2.44	0.00	0.00
7	2.37	1.78	2.95	2.70	0.00	0.00
8	2.49	1.96	3.03	2.78	0.00	0.00
9	2.59	2.11	3.07	2.86	2.75	6.10
10	2.67	2.25	3.10	2.80	2.76	5.28
11	2.74	2.38	3.10	2.83	2.82	4.89
12	2.79	2.49	3.09	2.85	2.83	4.75
13	2.84	2.59	3.08	2.89	2.88	4.57
14	2.88	2.68	3.07	2.93	2.91	4.58

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
15	2.91	2.76	3.05	2.98	2.99	4.34
16	2.93	2.83	3.04	2.98	2.99	4.22
17	2.96	2.89	3.03	2.98	2.98	4.15
18	2.97	2.93	3.02	3.00	3.00	4.09
19	2.99	2.97	3.01	3.00	3.00	4.04
20	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	4.00
21	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.93
22	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.87

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2**.



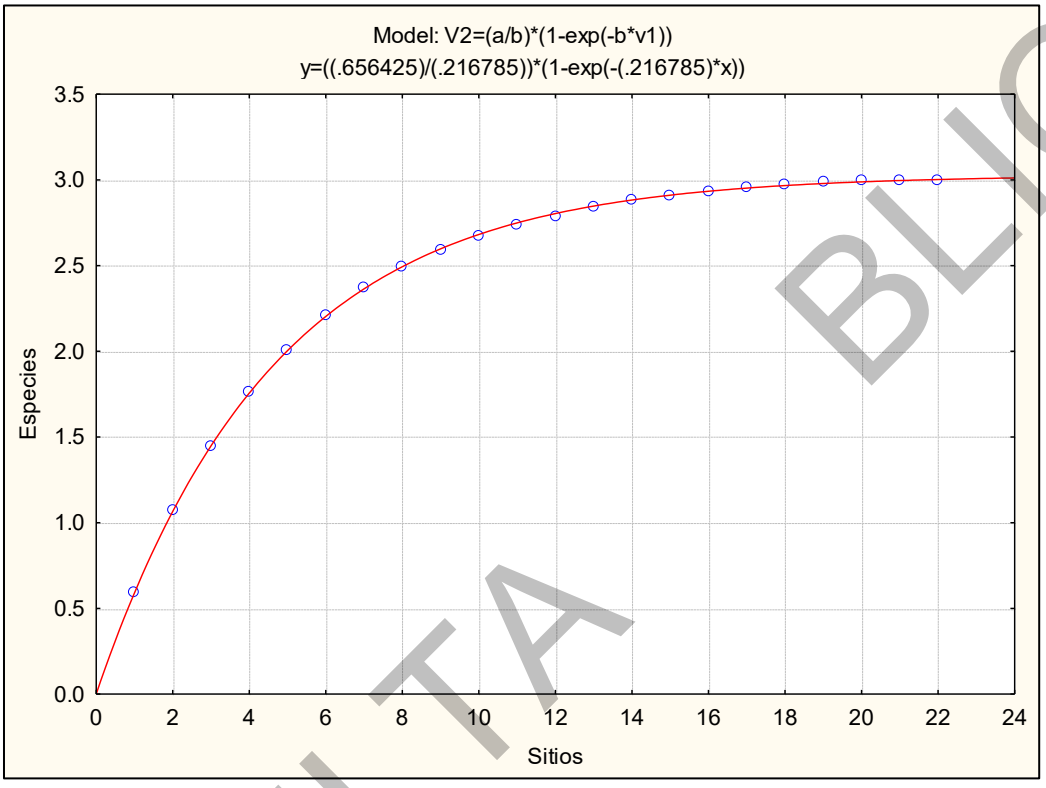
Gráfica. 39. Curva de acumulación de especies para el estrato de regeneración; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de regeneración analizado en la vegetación muestreada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **3 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio es de **3 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de regeneración es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA BLICA

El ajuste de los datos se realizó mediante el modelo de Soberón & Llorente, el cual estableció una pendiente de **0.006**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**; el modelo estima también una riqueza de **3 especies**, siendo la misma registrada por parte del muestreo realizado. Bajo los términos anteriores, el muestreo registra y describe la totalidad de la comunidad.



Gráfica. 40. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato de regeneración mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato Arbustivo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

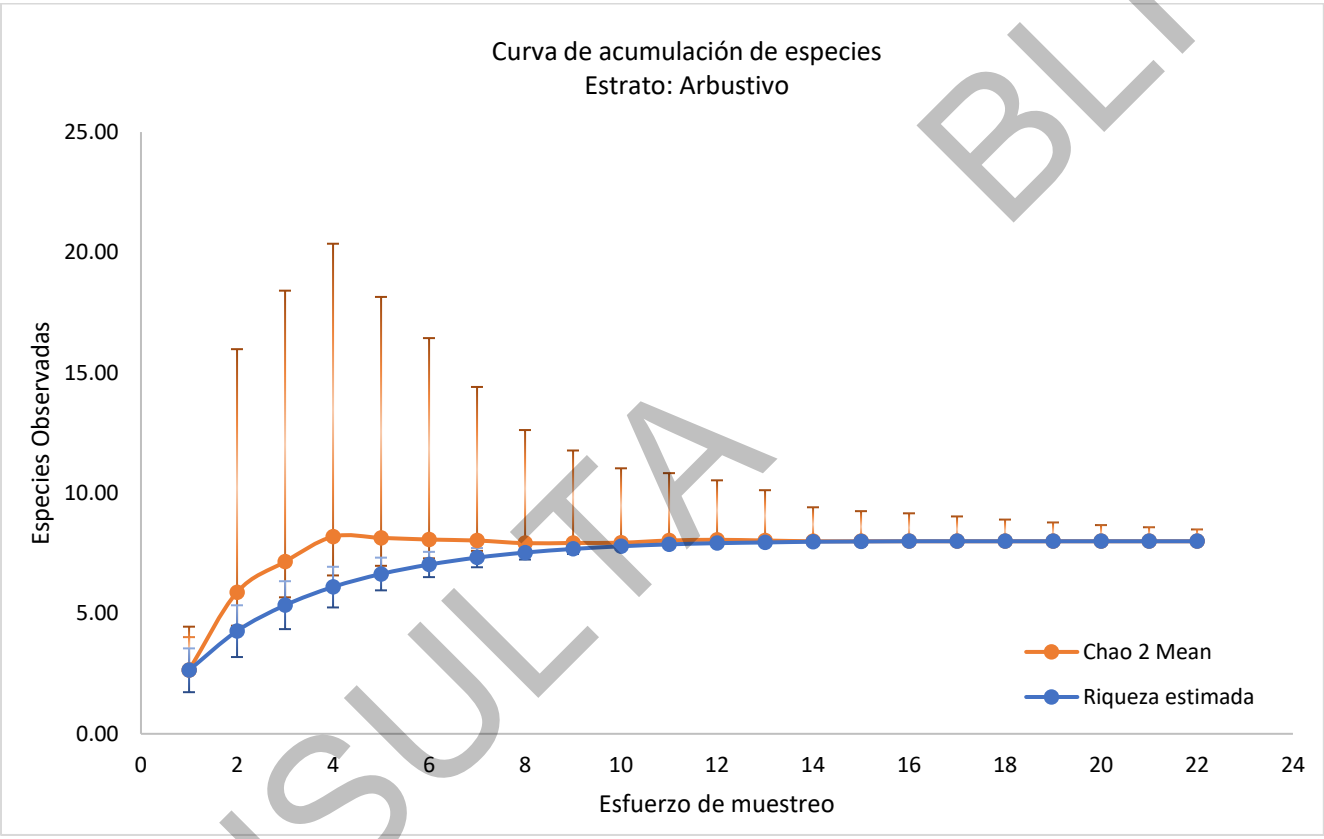
Tabla 133. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.64	1.73	3.55	2.64	4.01	4.45
2	4.27	3.19	5.34	5.88	4.49	15.98
3	5.34	4.35	6.34	7.15	5.67	18.41
4	6.10	5.25	6.94	8.19	6.58	20.36
5	6.64	5.96	7.32	8.14	6.98	18.15
6	7.03	6.51	7.56	8.07	7.29	16.44
7	7.32	6.92	7.72	8.03	7.60	14.41
8	7.53	7.24	7.83	7.92	7.79	12.62
9	7.68	7.47	7.90	7.93	7.92	11.77
10	7.79	7.64	7.94	7.94	7.98	11.03
11	7.87	7.77	7.97	8.03	8.07	10.83
12	7.92	7.86	7.98	8.06	8.09	10.53
13	7.95	7.92	7.99	8.03	8.04	10.12
14	7.98	7.95	8.00	8.00	8.04	9.41
15	7.99	7.98	8.00	8.00	8.01	9.25

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
16	8.00	7.99	8.00	8.00	8.00	9.16
17	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.03
18	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.90
19	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.78
20	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.67
21	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.58
22	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.49

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2**.



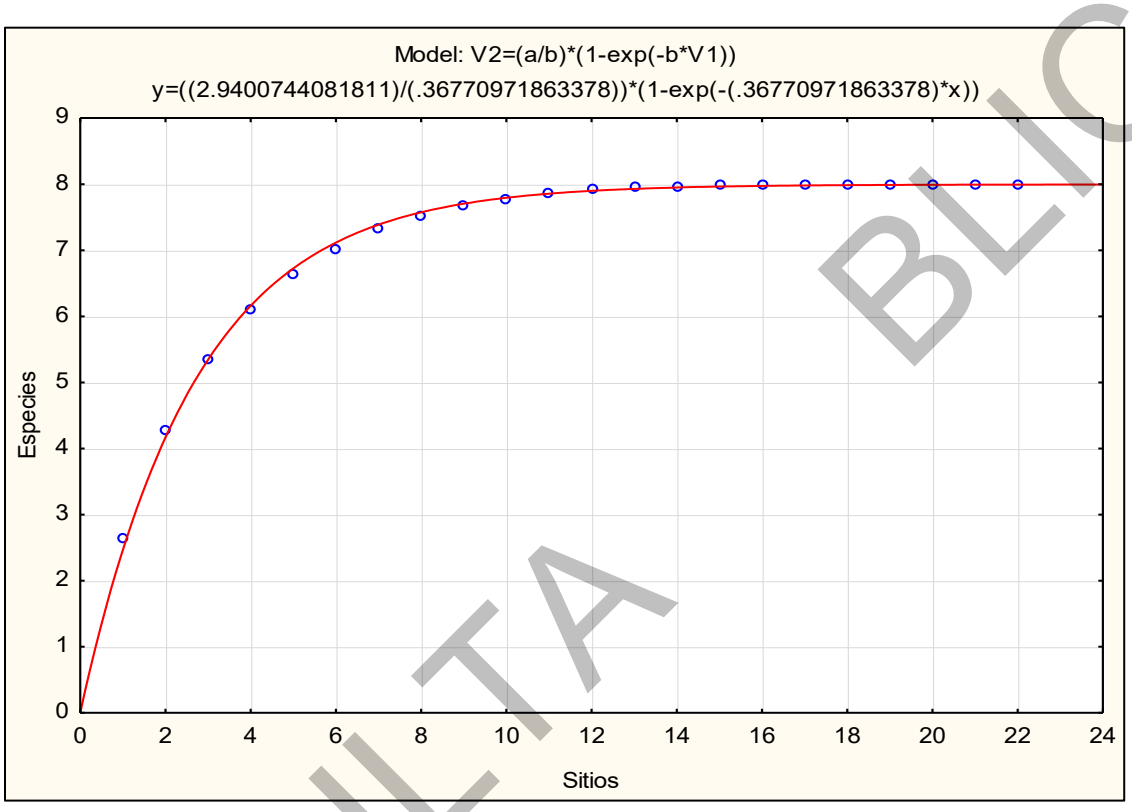
Gráfica. 41. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en s totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato arbustivo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **8 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **8 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato arbustivo es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA PÚBLICA

El ajuste de los datos se realizó con base al modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose así una pendiente de la curva ajustada de **0.0009**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quienes mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1.** Para este caso, el modelo establece una riqueza de **8 especies**, riqueza similar a la registrada con el muestreo. Por lo anterior, se infiere que el muestreo realizado describe la totalidad de las especies, por lo que se considera el necesario para describir la estructura arbustiva actual.



Gráfica. 42. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato arbustivo mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato otras especies

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

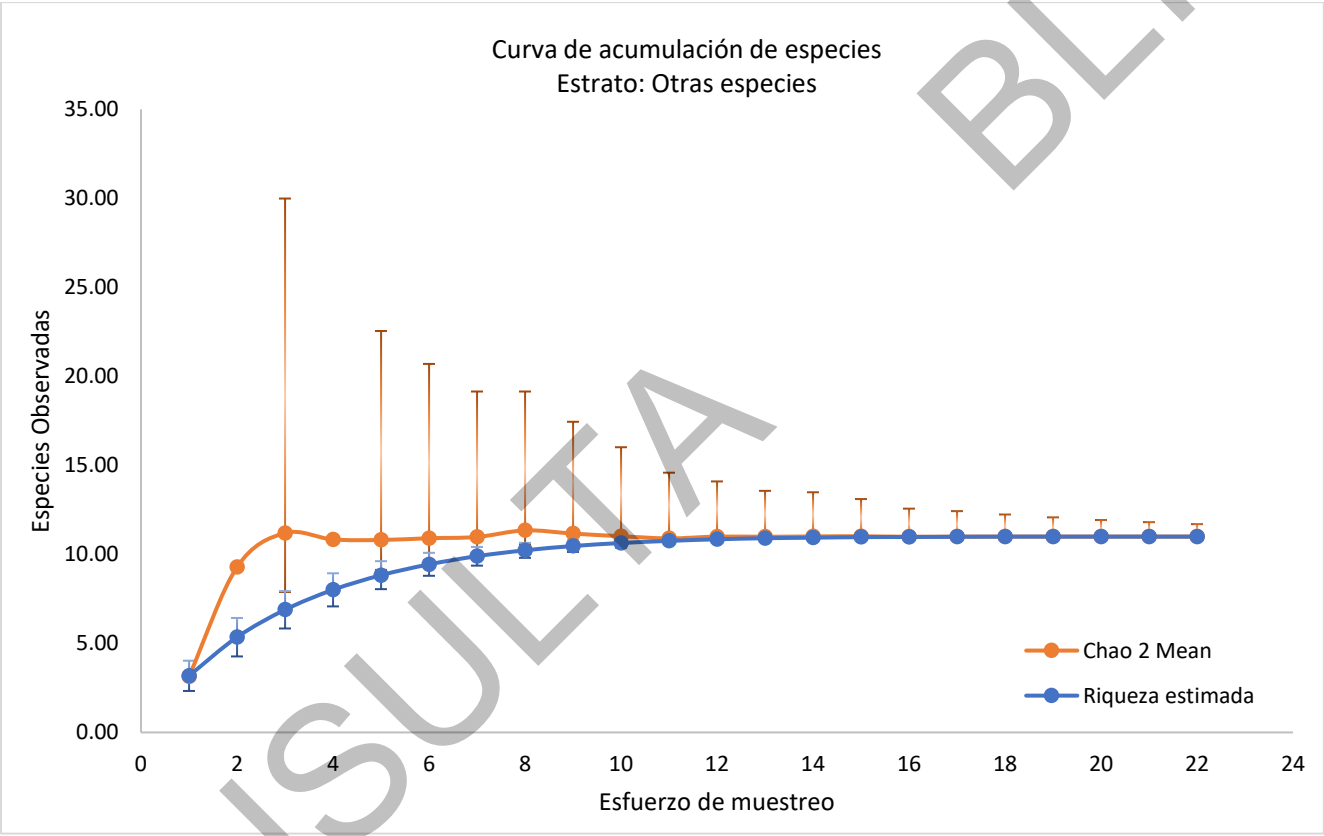
Tabla 134. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	3.18	2.33	4.03	3.14	0.00	0.00
2	5.35	4.27	6.43	9.28	0.00	0.00
3	6.89	5.84	7.94	11.20	7.89	29.99
4	8.01	7.08	8.94	10.84	0.00	0.00
5	8.83	8.05	9.62	10.81	9.13	22.55
6	9.44	8.80	10.09	10.91	9.68	20.70
7	9.90	9.37	10.42	10.98	10.08	19.15
8	10.23	9.81	10.65	11.35	10.55	19.15
9	10.47	10.14	10.80	11.17	10.70	17.45
10	10.64	10.38	10.90	11.02	10.88	16.02
11	10.76	10.57	10.96	10.90	11.00	14.59
12	10.85	10.71	10.99	11.00	11.18	14.10
13	10.91	10.81	11.01	10.99	11.12	13.57
14	10.94	10.88	11.01	11.01	11.07	13.49

CONSULTA BLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
15	10.97	10.93	11.01	11.02	11.06	13.11
16	10.98	10.96	11.01	10.99	11.04	12.57
17	10.99	10.98	11.00	11.00	11.02	12.43
18	11.00	10.99	11.00	11.00	11.00	12.24
19	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.08
20	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.93
21	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.81
22	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.70

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico **Chao 2.**



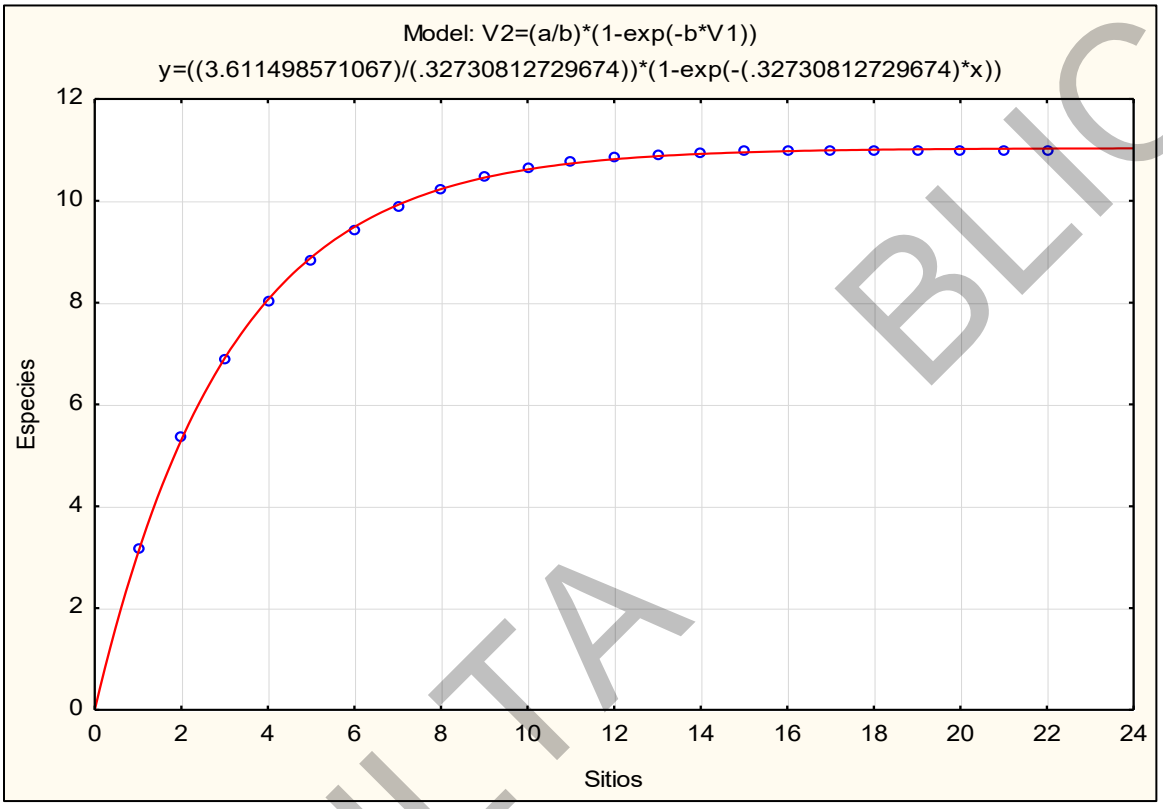
Gráfica. 43. Curva de acumulación de especies para el estrato otras formas especies; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato de otras especies analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **22 sitios de muestreo** resultó ser de **11 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **11 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato de otras especies es estadísticamente suficiente y representativo.

CONSULTA BLICA

Los datos se analizaron para obtener como producto la curva ajustada mediante el modelo de Soberón & Llorente, arrojándose, así como resultado una pendiente al final de la curva de **0.0027**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. En base al modelo, se pretende una riqueza también de **11 especies**. Se concluye que el inventario registra y describe la flora existente en el AFP en el estrato definido como otras especies.



Gráfica. 44. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato otras especies mediante el Modelo exponencial negativo

Estrato herbáceo

Aplicando el indicador no paramétrico de **Chao 2**, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 135. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para VS/BQ

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.02	1.04	3.00	1.97	2.94	3.41
2	3.43	2.01	4.85	5.16	3.82	15.16
3	4.48	2.90	6.06	7.23	5.21	20.72
4	5.30	3.68	6.91	7.83	5.99	20.82
5	5.97	4.39	7.54	8.46	6.55	22.05
6	6.53	5.01	8.05	9.56	7.21	25.08
7	7.01	5.56	8.46	9.43	7.47	23.39
8	7.43	6.06	8.80	9.46	7.82	22.07
9	7.80	6.50	9.09	9.46	8.03	21.25
10	8.12	6.90	9.34	9.64	8.26	20.98
11	8.41	7.26	9.55	10.10	8.63	21.79
12	8.67	7.59	9.74	10.18	8.90	21.11
13	8.89	7.89	9.90	10.42	9.20	21.13
14	9.10	8.16	10.04	10.60	9.40	21.17

CONSULTA BLICA

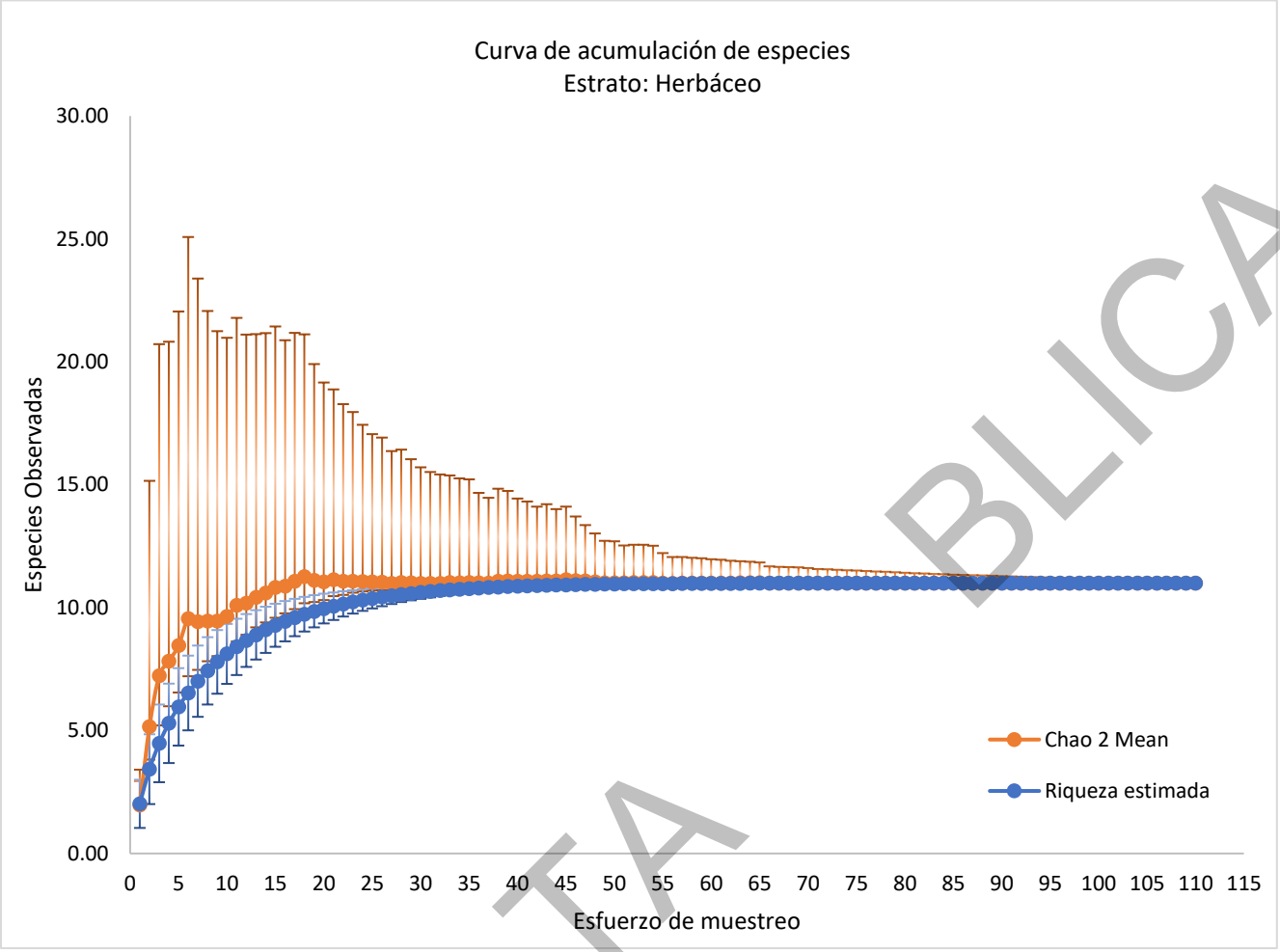
SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
15	9.28	8.41	10.16	10.83	9.59	21.44
16	9.45	8.63	10.27	10.87	9.77	20.88
17	9.60	8.84	10.36	11.07	9.94	21.18
18	9.73	9.03	10.44	11.27	10.18	21.12
19	9.85	9.20	10.51	11.11	10.23	19.91
20	9.96	9.36	10.57	11.05	10.31	19.16
21	10.06	9.50	10.62	11.14	10.47	18.88
22	10.15	9.64	10.67	11.08	10.52	18.28
23	10.23	9.76	10.71	11.08	10.61	17.96
24	10.31	9.87	10.75	11.06	10.66	17.44
25	10.37	9.97	10.78	11.05	10.70	17.06
26	10.43	10.06	10.80	11.04	10.71	16.92
27	10.49	10.15	10.83	10.99	10.72	16.37
28	10.54	10.23	10.85	11.02	10.73	16.43
29	10.58	10.30	10.87	11.01	10.77	16.04
30	10.62	10.36	10.88	10.99	10.77	15.71
31	10.66	10.42	10.90	10.99	10.79	15.52
32	10.70	10.48	10.91	10.99	10.82	15.42
33	10.73	10.53	10.92	11.02	10.84	15.38
34	10.75	10.58	10.93	11.01	10.85	15.26
35	10.78	10.62	10.94	11.02	10.85	15.22
36	10.80	10.66	10.95	11.01	10.86	14.67
37	10.82	10.69	10.96	11.00	10.87	14.47
38	10.84	10.72	10.96	11.07	10.92	14.84
39	10.86	10.75	10.97	11.09	10.93	14.75
40	10.87	10.78	10.97	11.08	10.94	14.44
41	10.89	10.80	10.97	11.08	10.95	14.32
42	10.90	10.82	10.98	11.08	10.95	14.11
43	10.91	10.84	10.98	11.09	10.94	14.21
44	10.92	10.86	10.98	11.09	10.96	14.01
45	10.93	10.87	10.99	11.14	10.99	14.11
46	10.94	10.89	10.99	11.10	11.00	13.71
47	10.95	10.90	10.99	11.09	11.03	13.36
48	10.95	10.91	10.99	11.05	11.02	13.02
49	10.96	10.92	10.99	11.01	11.00	12.72
50	10.96	10.93	10.99	11.01	11.00	12.70
51	10.97	10.94	10.99	11.01	11.01	12.53
52	10.97	10.95	11.00	11.02	11.01	12.56
53	10.98	10.95	11.00	11.02	11.00	12.56
54	10.98	10.96	11.00	11.02	11.00	12.52
55	10.98	10.97	11.00	11.00	11.00	12.22
56	10.98	10.97	11.00	10.99	10.99	12.06
57	10.99	10.97	11.00	11.00	11.00	12.06
58	10.99	10.98	11.00	11.00	11.00	12.03
59	10.99	10.98	11.00	11.00	11.00	12.01
60	10.99	10.98	11.00	11.00	11.00	11.97
61	10.99	10.99	11.00	11.00	11.00	11.95
62	10.99	10.99	11.00	11.00	11.00	11.91
63	10.99	10.99	11.00	11.01	11.01	11.89
64	11.00	10.99	11.00	11.01	11.01	11.87
65	11.00	10.99	11.00	11.01	11.01	11.84
66	11.00	10.99	11.00	11.00	11.01	11.68
67	11.00	10.99	11.00	11.00	11.00	11.66
68	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.65
69	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.64
70	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.61

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
71	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.57
72	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.56
73	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.54
74	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.52
75	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.51
76	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.49
77	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.47
78	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.46
79	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.44
80	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.42
81	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.40
82	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.39
83	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.37
84	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.36
85	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.34
86	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.33
87	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.32
88	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.31
89	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.30
90	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.28
91	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.27
92	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.26
93	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.24
94	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.23
95	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.22
96	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.21
97	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.20
98	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.19
99	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.18
100	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.17
101	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.16
102	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.16
103	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.14
104	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.14
105	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.13
106	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.12
107	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.12
108	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.11
109	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.11
110	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.10

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.

CONSULTA PÚBLICA



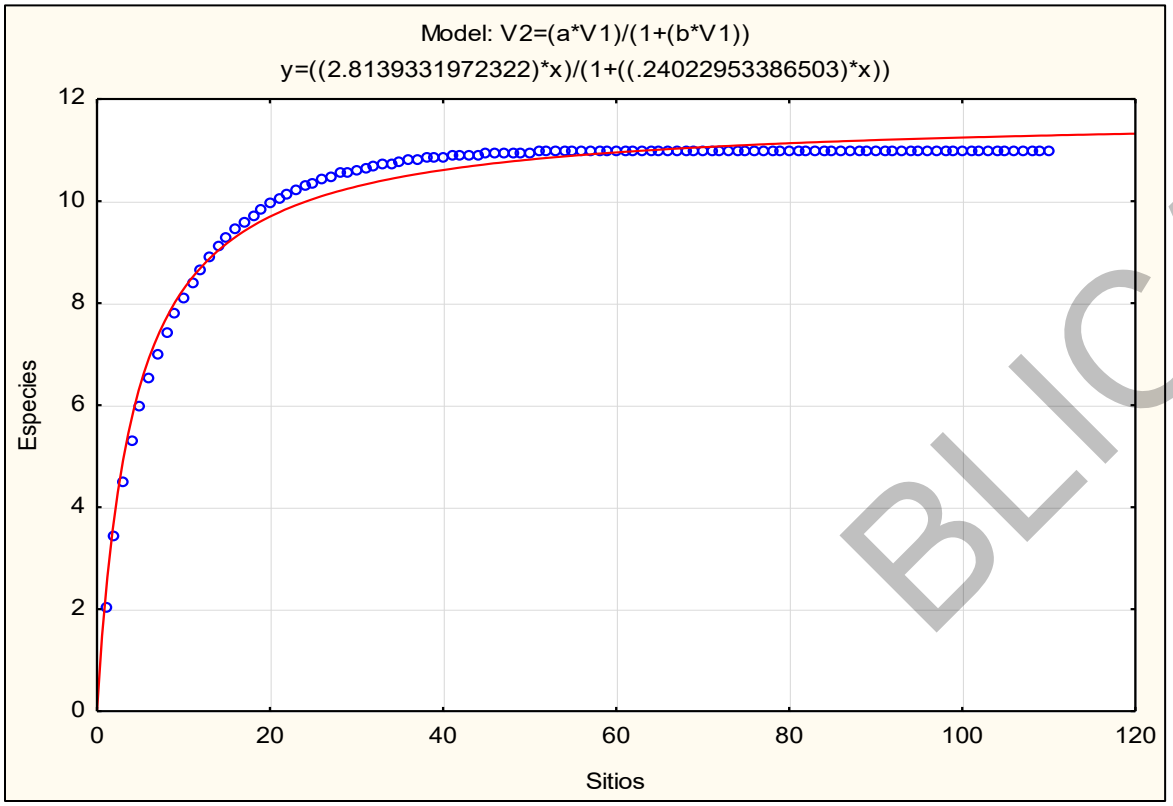
Gráfica. 45. Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el estrato herbáceo analizado en la vegetación estudiada, la riqueza observada en **110 sitios de muestreo** resultó ser de **11 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **11 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el estrato herbáceo es estadísticamente suficiente y representativo.

Por consiguiente, los datos se ajustaron en base al modelo de Clench, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.0037**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de 11.3 especies, registrándose así por nuestra parte una porción de flora del 97.5 %. En conclusión, el inventario realizado describe la estructura florística actual de comunidad herbácea.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 46. Curva de acumulación de especies ajustada para el estrato herbáceo mediante el Modelo exponencial negativo

IV.3.2.1.4.3 Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo está definida como la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n/N)100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje.
n = Número de unidades de la muestra.
N = Número de unidades de toda la población.

Por lo tanto, la intensidad de muestreo para cada tipo de vegetación y por cada estrato en el área del SAR y AFP se obtuvo de la siguiente forma:

$$f = (Sup.\,total\ muestreada\ por\ tipo\ de\ veg./superficie\ total\ por\ tipo\ de\ vegetación)\ X\ 100$$

En referencia a la superficie muestreada, se presenta el número de sitios divididos por tipo de vegetación y por estrato, superficie muestreada y porcentaje respecto a la superficie total del tipo de vegetación que corresponde dentro del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 136. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato en el área del SAR

TIPO DE VEGETACIÓN	ESTRATO	NUMERO DE SITIOS	TAMAÑO DEL SITIO (M²)	ÁREA MUESTREADA (M²)	ÁREA DEL SAR (HA)	PORCENTAJE DE MUESTREO
Vegetación secundaria de Pastizal natural	Arbóreo	69	1,000	69,000	14,733.03	0.04683
	Regeneración		100	6,900		0.00468
	Arbustivo		100			
	Otras especies		100			
	Herbáceo	345	1	345		0.00023
Vegetación secundaria de Bosque de encino	Arbóreo	22	1,000	22,000	9,691.78	0.02270
	Regeneración		100	2,200		0.00227
	Arbustivo		100			
	Otras especies		100			
	Herbáceo	110	1	110		0.00011

De acuerdo con lo anterior, para la vegetación de pastizal natural el estrato arbóreo tiene una intensidad de muestreo del 0.046%, mientras que, para el estrato arbustivo, regeneración y otras especies de 0.0046% y para las herbáceas de 0.00023%, en el caso de la vegetación de bosque de encino el estrato arbóreo presenta una intensidad de muestreo 0.022%, el arbustivo, regeneración y otras especies es de 0.0022% y el herbáceo de 0.00011%; si bien se trata de porcentajes muy bajos, la información recabada es para realizar un contraste de la información recabada en el AFP con los datos del SAR.

A continuación, se integra la intensidad de muestreo aplicada para el AFP.

Tabla 137. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato en el área del AFP

TIPO DE VEGETACIÓN	ESTRATO	NUMERO DE SITIOS	TAMAÑO DEL SITIO (M²)	ÁREA MUESTREADA (M²)	ÁREA DEL AFP (HA)	PORCENTAJE DE MUESTREO
Vegetación secundaria de Pastizal natural	Arbóreo	69	1,000	69,000	561.11	1.2297
	Regeneración		100	6,900		0.1230
	Arbustivo		100			
	Otras especies		100			
	Herbáceo	345	1	345		0.0061
Vegetación secundaria de Bosque de encino	Arbóreo	22	1,000	22,000	51.42	4.2789
	Regeneración		100	2,200		0.4279
	Arbustivo		100			
	Otras especies		100			
	Herbáceo	110	1	110		0.0214

De acuerdo con lo anterior, para la vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural el estrato arbóreo tiene una intensidad de muestreo del 1.23%, mientras que para el estrato arbustivo, regeneración y otras especies de 0.12% y para las herbáceas de 0.01%; mientras que la vegetación secundaria del Bosque de Encino es de 4.28% para el estrato arbóreo, 0.43% para el arbustivo, regeneración y otras especies y el herbáceo es de 0.02%, siendo este muestreo suficiente para estimar las materias primas forestales en la cantidad de volumen de madera a ser removido por la actividad del desmonte.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.4.4 Ubicación de las unidades muestrales

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo que fueron levantados en campo dentro del SAR.

Tabla 138. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora en el SAR

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 14 N			
SITIO	VEGETACIÓN	COORDENADA CENTRAL	
		COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
1	Bosque de encino	533,898.00	3,448,024.00
2	Bosque de encino	533,676.00	3,448,192.00
3	Bosque de encino	533,872.00	3,448,276.00
4	Bosque de encino	533,652.00	3,448,411.00
5	Bosque de encino	533,701.00	3,448,595.00
6	Bosque de encino	534,117.00	3,450,534.00
7	Bosque de encino	534,109.00	3,450,736.00
8	Bosque de encino	533,946.00	3,450,826.00
9	Bosque de encino	533,807.00	3,450,897.00
10	Bosque de encino	533,714.00	3,450,898.00
11	Bosque de encino	533,300.00	3,451,409.00
12	Bosque de encino	533,151.00	3,451,565.00
13	Bosque de encino	532,875.00	3,451,656.00
14	Bosque de encino	533,118.00	3,451,789.00
15	Bosque de encino	533,167.00	3,451,936.00
16	Bosque de encino	533,009.00	3,451,993.00
17	Bosque de encino	532,673.00	3,451,876.00
18	Bosque de encino	532,688.00	3,452,047.00
19	Bosque de encino	532,087.00	3,452,063.00
20	Bosque de encino	532,592.00	3,452,242.00
21	Bosque de encino	533,018.00	3,452,309.00
22	Bosque de encino	532,749.00	3,452,430.00
1	Pastizal natural	532,245.00	3,446,812.00
2	Pastizal natural	532,434.00	3,446,967.00
3	Pastizal natural	532,762.00	3,446,838.00
4	Pastizal natural	533,321.00	3,446,853.00
5	Pastizal natural	533,585.00	3,447,648.00
6	Pastizal natural	533,639.00	3,447,875.00
7	Pastizal natural	533,677.00	3,448,051.00
8	Pastizal natural	533,929.00	3,448,448.00
9	Pastizal natural	533,814.00	3,448,550.00
10	Pastizal natural	533,369.00	3,449,984.00
11	Pastizal natural	533,505.00	3,450,049.00
12	Pastizal natural	533,559.00	3,450,184.00
13	Pastizal natural	533,791.00	3,450,302.00
14	Pastizal natural	533,573.00	3,450,446.00
15	Pastizal natural	533,544.00	3,450,555.00
16	Pastizal natural	533,466.00	3,450,585.00
17	Pastizal natural	533,585.00	3,450,621.00
18	Pastizal natural	533,696.00	3,450,631.00
19	Pastizal natural	533,790.00	3,450,581.00
20	Pastizal natural	533,563.00	3,451,156.00
21	Pastizal natural	533,428.00	3,451,270.00
22	Pastizal natural	533,121.00	3,451,660.00

CONSULTA PÚBLICA

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 14 N			
SITIO	VEGETACIÓN	COORDENADA CENTRAL	
		COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
23	Pastizal natural	531,929.00	3,452,059.00
24	Pastizal natural	532,939.00	3,452,173.00
25	Pastizal natural	533,012.00	3,452,568.00
26	Pastizal natural	532,925.00	3,452,671.00
27	Pastizal natural	532,774.00	3,452,776.00
28	Pastizal natural	532,681.00	3,452,625.00
29	Pastizal natural	530,949.00	3,452,973.00
30	Pastizal natural	530,770.00	3,452,923.00
31	Pastizal natural	530,526.00	3,452,717.00
32	Pastizal natural	530,267.00	3,452,492.00
33	Pastizal natural	530,196.00	3,452,342.00
34	Pastizal natural	530,158.00	3,451,991.00
35	Pastizal natural	530,157.00	3,451,798.00
36	Pastizal natural	530,010.00	3,451,780.00
37	Pastizal natural	529,860.00	3,451,900.00
38	Pastizal natural	529,716.00	3,451,801.00
39	Pastizal natural	529,338.00	3,451,110.00
40	Pastizal natural	528,759.00	3,451,053.00
41	Pastizal natural	528,648.00	3,450,965.00
42	Pastizal natural	528,514.00	3,450,959.00
43	Pastizal natural	528,935.00	3,450,899.00
44	Pastizal natural	529,064.00	3,450,851.00
45	Pastizal natural	528,811.00	3,450,794.00
46	Pastizal natural	528,729.00	3,450,597.00
47	Pastizal natural	529,139.00	3,450,537.00
48	Pastizal natural	529,244.00	3,450,498.00
49	Pastizal natural	529,165.00	3,450,279.00
50	Pastizal natural	530,212.00	3,449,901.00
51	Pastizal natural	529,285.00	3,449,961.00
52	Pastizal natural	529,289.00	3,449,692.00
53	Pastizal natural	528,943.00	3,449,902.00
54	Pastizal natural	528,887.00	3,449,722.00
55	Pastizal natural	528,659.00	3,449,724.00
56	Pastizal natural	527,101.00	3,448,029.00
57	Pastizal natural	527,472.00	3,447,737.00
58	Pastizal natural	527,284.00	3,447,660.00
59	Pastizal natural	527,633.00	3,447,914.00
60	Pastizal natural	533,068.00	3,446,649.00
61	Pastizal natural	528,835.00	3,450,307.00
62	Pastizal natural	527,375.00	3,447,927.00
63	Pastizal natural	533,595.00	3,451,402.00
64	Pastizal natural	529,181.00	3,450,895.00
65	Pastizal natural	528,932.00	3,451,157.00
66	Pastizal natural	528,754.00	3,450,044.00
67	Pastizal natural	532,120.00	3,446,962.00
68	Pastizal natural	533,603.00	3,447,223.00
69	Pastizal natural	533,595.00	3,447,361.00

CONSULTA PÚBLICA

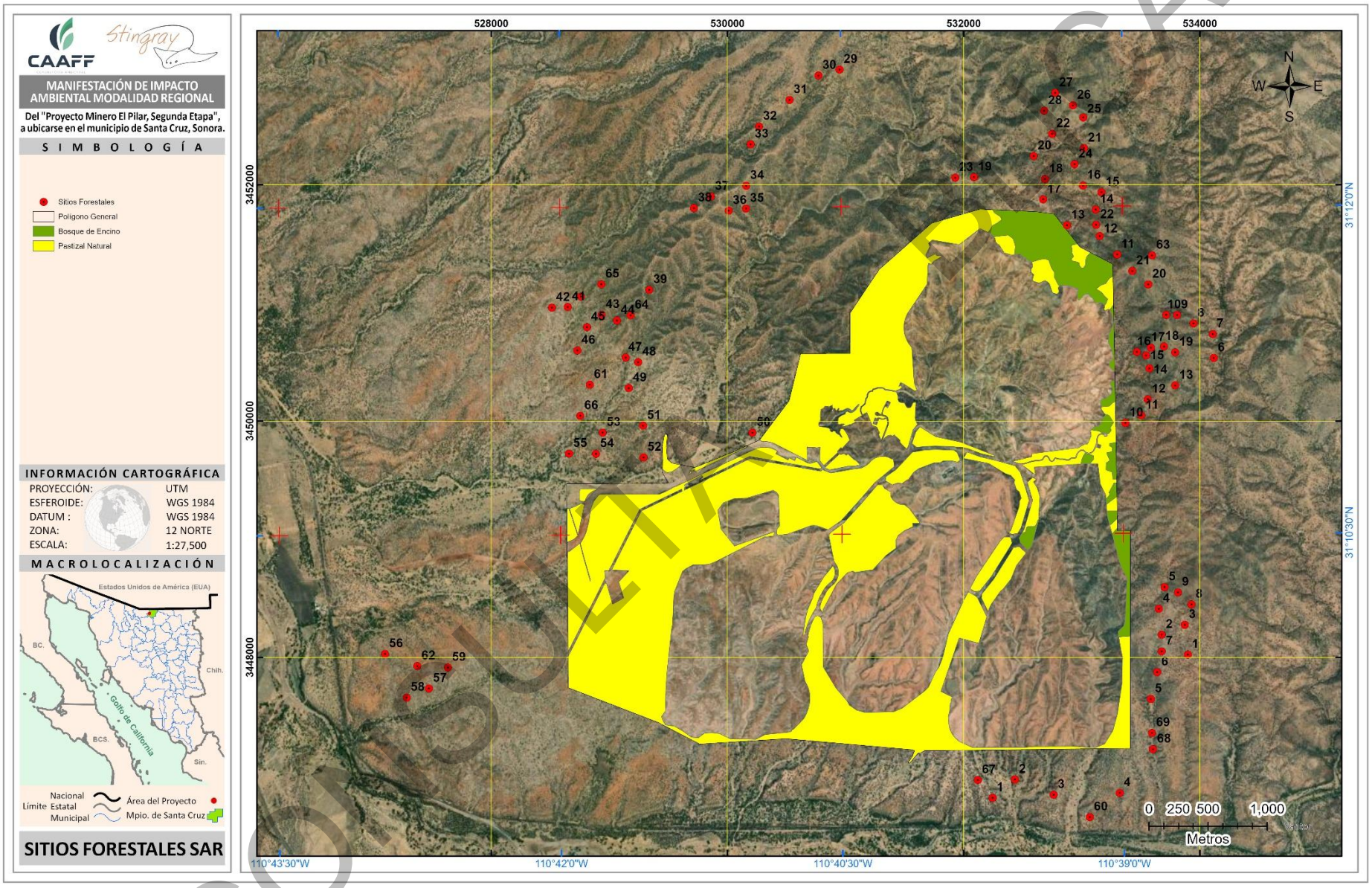


Figura 62. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el sistema ambiental regional

COPIA CONSULTIVA

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo que fueron levantados en campo dentro del AFP.

Tabla 139. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo de flora en el AFP

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 14 N			
SITIO	VEGETACIÓN	COORDENADA CENTRAL	
		COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
1	Bosque de encino	532,457.00	3,451,692.00
2	Bosque de encino	532,472.00	3,451,509.00
3	Bosque de encino	532,550.00	3,451,436.00
4	Bosque de encino	532,593.00	3,451,558.00
5	Bosque de encino	532,704.00	3,451,560.00
6	Bosque de encino	532,626.00	3,451,388.00
7	Bosque de encino	532,777.00	3,451,369.00
8	Bosque de encino	533,079.00	3,451,260.00
9	Bosque de encino	533,207.00	3,451,303.00
10	Bosque de encino	533,069.00	3,451,124.00
11	Bosque de encino	533,153.00	3,451,042.00
12	Bosque de encino	533,256.00	3,450,669.00
13	Bosque de encino	533,206.00	3,450,160.00
14	Bosque de encino	533,203.00	3,449,949.00
15	Bosque de encino	533,055.00	3,449,682.00
16	Bosque de encino	533,260.00	3,449,621.00
17	Bosque de encino	533,263.00	3,449,366.00
18	Bosque de encino	533,273.00	3,449,216.00
19	Bosque de encino	533,366.00	3,448,828.00
20	Bosque de encino	533,390.00	3,448,487.00
21	Bosque de encino	533,396.00	3,448,248.00
22	Bosque de encino	532,536.00	3,449,009.00
1	Pastizal natural	533,234.00	3,451,102.00
2	Pastizal natural	532,966.00	3,451,421.00
3	Pastizal natural	532,694.00	3,451,248.00
4	Pastizal natural	532,355.00	3,451,499.00
5	Pastizal natural	532,050.00	3,451,656.00
6	Pastizal natural	531,689.00	3,451,564.00
7	Pastizal natural	531,605.00	3,451,320.00
8	Pastizal natural	531,262.00	3,451,150.00
9	Pastizal natural	531,418.00	3,450,893.00
10	Pastizal natural	531,197.00	3,450,736.00
11	Pastizal natural	531,468.00	3,450,487.00
12	Pastizal natural	531,249.00	3,450,463.00
13	Pastizal natural	531,028.00	3,450,480.00
14	Pastizal natural	530,767.00	3,450,445.00
15	Pastizal natural	531,263.00	3,450,176.00
16	Pastizal natural	530,978.00	3,450,205.00
17	Pastizal natural	531,022.00	3,450,063.00
18	Pastizal natural	530,712.00	3,450,120.00
19	Pastizal natural	530,524.00	3,449,864.00
20	Pastizal natural	530,899.00	3,449,810.00
21	Pastizal natural	531,470.00	3,449,931.00
22	Pastizal natural	531,666.00	3,449,845.00
23	Pastizal natural	531,541.00	3,449,610.00
24	Pastizal natural	531,298.00	3,449,654.00
25	Pastizal natural	531,241.00	3,449,201.00

CONSULTA BIOCA

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 14 N			
SITIO	VEGETACIÓN	COORDENADA CENTRAL	
		COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
26	Pastizal natural	530,960.00	3,449,287.00
27	Pastizal natural	530,781.00	3,449,413.00
28	Pastizal natural	530,601.00	3,449,291.00
29	Pastizal natural	530,522.00	3,449,590.00
30	Pastizal natural	530,315.00	3,449,588.00
31	Pastizal natural	529,988.00	3,449,525.00
32	Pastizal natural	529,472.00	3,449,627.00
33	Pastizal natural	528,799.00	3,449,376.00
34	Pastizal natural	528,683.00	3,449,030.00
35	Pastizal natural	528,913.00	3,448,762.00
36	Pastizal natural	529,053.87	3,448,957.93
37	Pastizal natural	529,147.00	3,449,349.00
38	Pastizal natural	529,421.88	3,449,274.28
39	Pastizal natural	529,484.00	3,449,137.00
40	Pastizal natural	529,887.00	3,449,116.00
41	Pastizal natural	531,127.00	3,448,829.00
42	Pastizal natural	530,744.00	3,448,516.00
43	Pastizal natural	530,752.00	3,448,232.00
44	Pastizal natural	530,781.00	3,447,800.00
45	Pastizal natural	530,964.00	3,447,369.00
46	Pastizal natural	531,508.00	3,447,521.00
47	Pastizal natural	531,734.00	3,447,629.00
48	Pastizal natural	531,817.00	3,447,313.00
49	Pastizal natural	532,084.00	3,448,343.00
50	Pastizal natural	532,250.00	3,448,588.00
51	Pastizal natural	532,392.32	3,448,824.40
52	Pastizal natural	532,462.00	3,449,455.00
53	Pastizal natural	532,612.00	3,449,636.00
54	Pastizal natural	533,256.00	3,450,075.00
55	Pastizal natural	533,216.00	3,449,475.00
56	Pastizal natural	533,381.00	3,448,060.00
57	Pastizal natural	533,386.00	3,447,705.00
58	Pastizal natural	533,315.00	3,447,315.00
59	Pastizal natural	528,791.00	3,447,879.00
60	Pastizal natural	528,726.00	3,448,622.00
61	Pastizal natural	528,848.00	3,448,207.00
62	Pastizal natural	529,102.00	3,448,282.00
63	Pastizal natural	529,289.00	3,448,691.00
64	Pastizal natural	529,483.00	3,448,838.00
65	Pastizal natural	529,812.00	3,448,933.00
66	Pastizal natural	529,356.00	3,448,358.00
67	Pastizal natural	529,054.00	3,448,048.00
68	Pastizal natural	529,007.00	3,447,778.00
69	Pastizal natural	529,364.00	3,447,985.00

CONSULTA BIC A

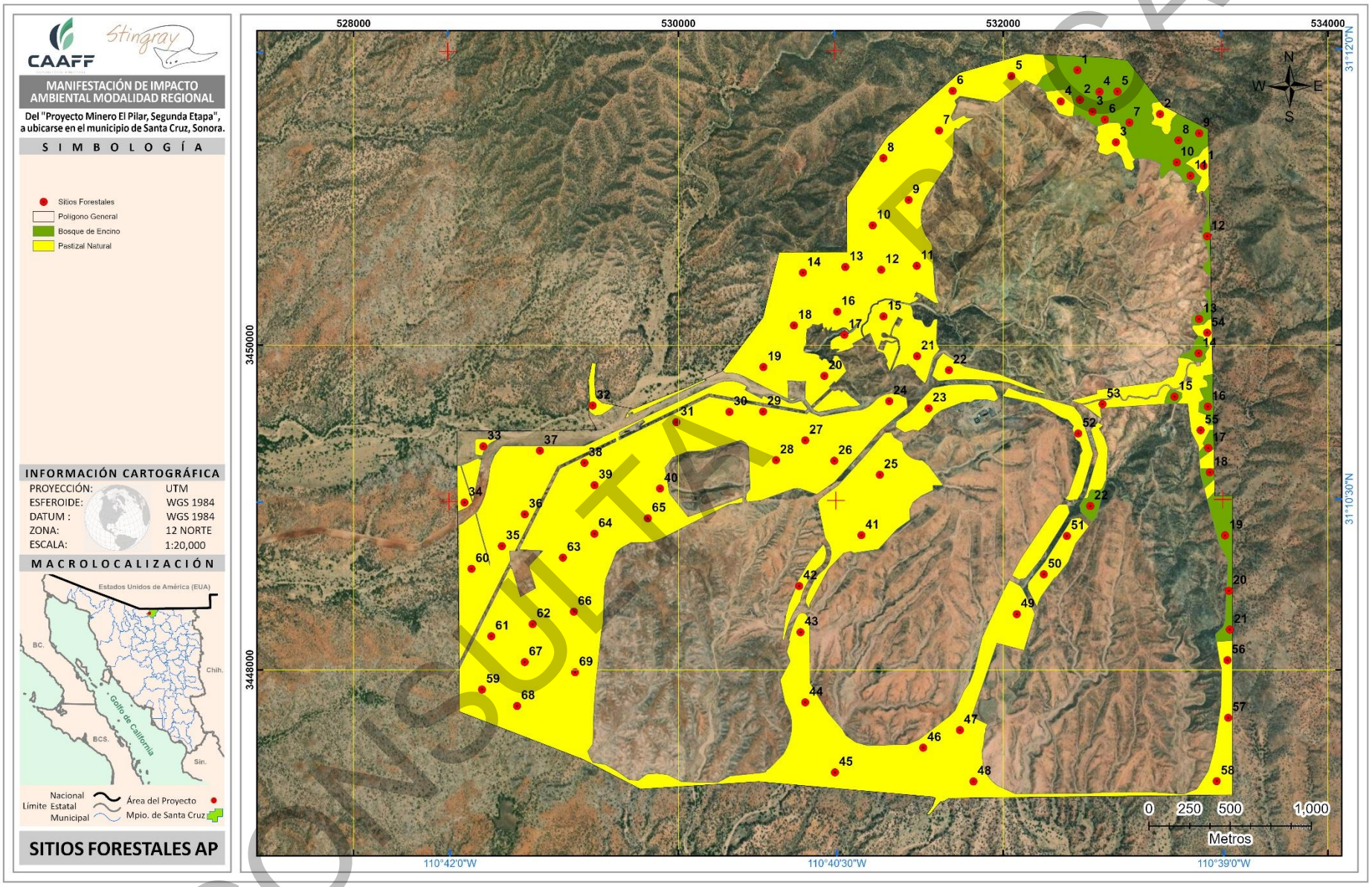


Figura 63. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el área forestal del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.4.5 Variables evaluadas

Las variables evaluadas para el estrato arbóreo, regeneración, arbustivas y otras formas de vida, fueron las siguientes: número de individuos, diámetro (cm) diámetro normal (1.30 m), diámetro basal, altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E-W). Con base en esta información y al uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes por cada tipo de vegetación, densidad, frecuencia y promedio de cobertura (promedio de diámetro de copa 1 y diámetro de copa 2), así mismo se calculó los diferentes índices de diversidad e índice de valor de importancia.

Para el caso del estrato herbáceo, se analizaron dos variables; el número de individuos por especie y la cobertura en % (dominancia), dicha información fue suficiente para poder realizar los cálculos de riqueza de especies, índices de valor de importancia e índices de diversidad.



Figura 64. A) Punto central del sitio de muestreo, B) Toma de datos en formatos de campo, C) Ubicación direccional del sitio, D) Señalamiento de especies de cactáceas

COPIA PÚBLICA



Figura 65. E) Toma de diámetro de copa, F) Toma de altura, G) Toma diámetro normal

IV.3.2.1.4.6 Procesamiento de la información

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del AFP y del SAR, fueron capturados en hojas de cálculo Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices de diversidad que a continuación se presentan.

IV.3.2.1.5 Cálculo y análisis del índice de valor de importancia ecológica en el SAR y AFP

IV.3.2.1.5.1 Metodología utilizada

El índice de valor de importancia ecológico **(IVIE)** es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad. Este valor es resultado de la suma de sus tres componentes ecológicos; **Densidad relativa (Dr)**, **Dominancia Relativa (DR)**, y la **Frecuencia Relativa (FR)**, siendo 300 % el valor máximo (considerando que cada parámetro suma un 100 %); mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes (House P., *et. al*. 2006).

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se establecen las definiciones de los elementos estructurales de la vegetación:

Abundancia. Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie respectivamente con el total de los individuos del ecosistema) (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\textbf{Abundancia por hectárea} = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$\textbf{Densidad relativa} = \frac{Densidad\ por\ hectárea\ por\ especie}{Densidad\ por\ hectárea\ de\ todas\ las\ especies} x100$$

Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas (en este caso sobre la muestra), o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje, la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\textbf{Frecuencia absoluta} = \frac{Núm.de\ sitios\ en\ los\ que\ se\ presenta\ cada\ especie}{n\ (número\ de\ sitios\ muestreados)}$$

$$\textbf{Frecuencia relativa} = \frac{Frecuencia\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ de\ todas\ las\ especies} x100$$

Dominancia. Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de las especies en el suelo (Montes, C.A. *et al*, 2014).

$$\textbf{Cobertura de una especie} = \frac{\pi * (Diámetro\ mayor\ de\ copa + Diámetro\ menor\ de\ copa)2}{4}$$

$$\textbf{Dominancia} = \frac{Cobertura\ de\ una\ especie}{Área\ muestreada}$$

$$\textbf{Dominancia relativa} = \frac{Área\ basal\ total\ de\ una\ especie}{Dominancia\ de\ todas\ las\ espcies} x100$$

Índice de valor de importancia ecológica (IVIE). Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), y se calcula para cada especie a partir de la suma de la Densidad relativa (Dr), Dominancia Relativa (DR), y la Frecuencia Relativa (FR). Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro de una comunidad vegetal. El valor del IVIE similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

IVIE = Dominancia relativa + densidad relativa + frecuencia relativa

CONSULTA PÚBLICA

Los parámetros necesarios para el cálculo del IVIE se describen en la siguiente tabla.

Tabla 140. Listado de parámetros ecológicos para las comunidades vegetales en el SAR y el AFP

PARÁMETROS	ESTRATOS	
	ARBÓREO, REGENERACIÓN, ARBUSTIVO Y OTRAS ESPECIES	HERBÁCEO
Abundancia	Número de individuos por unidad de superficie.	Número de individuos por unidad de superficie. Pastos: número de macollos de cada especie por unidad de superficie.
Densidad relativa	(Individuos por hectárea de una especie / total de individuos por hectárea de todas las especies) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100. Pastos: (Número de macollos de una especie/total de individuos) x 100.
Abundancia por hectárea	Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos.	Número de individuos de una especie / Área muestreada
Frecuencia	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.
Frecuencia relativa	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.
Dominancia	Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie.	Dominancia en estructura vertical: Altura promedio de cada especie.
Dominancia relativa	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo del IVIE para cada estrato para los tipos de vegetación secundaria de Bosque de Encino y para la vegetación de Pastizal natural, cabe mencionar que el IVIE se expresó en una escala del 0 al 300 %. Se anexan hojas de cálculo en formato Excel **(ANEXO 12 y ANEXO 13).**

IV.3.2.1.5.2 Resultados y análisis para el Sistema Ambiental Regional (SAR)

* **Vegetación secundaria de pastizal natural**

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies y sus respectivas familias encontradas en el tipo de vegetación secundaria de pastizal natural.

Tabla 141. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el tipo de vegetación secundaria de pastizal natural

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
1	Arbóreo	Zorro	*Celtis caudata*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Mezquite	*Prosopis velutina*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Encino Prieto	*Quercus emoryi*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Encino Blanco	*Quercus oblongifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Regeneración	Zorro	*Celtis caudata*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Palo dulce	*Eysenhardtia orthocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Mezquite	*Prosopis velutina*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Arbustivo	Gorda dura	*Acourtia thurberi*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Estafiate	*Artemisia ludoviciana*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Baccharis fina	*Baccharis sarothroides*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Vara de angel enano	*Calliandra eriophylla*	No incluida	No incluida	Nativa
5		Engorda cabra	*Dalea bicolor var. argyrea*	No incluida	No incluida	Nativa
6		Colorín arbustivo	*Erythrina flabelliformis*	No incluida	No incluida	Nativa
7		Ocotillo	*Fouquieria splendens*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Jarilla amarilla	*Gymnosperma glutinosum*	No incluida	No incluida	Nativa
9		Vara blanca	*Lasianthaea fruticosa*	No incluida	No incluida	Nativa

CONSULTA PÚBLICA

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
10		Bejuco enrredadera	*Matelea producta*	No incluida	No incluida	Nativa
11		Uña de gato	*Mimosa dysocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
12		Tecoma	*Tecoma stans*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Otras especies	Maguey bravo	*Agave palmeri*	No incluida	No incluida	Endémica
2		Agave de piedra	*Agave wocomahi*	No incluida	No incluida	Endémica
3		Coryphantha	*Coryphantha recurvata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
4		Cardon tunero	*Cylindropuntia imbricata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
5		sotol	*Dasylirion wheeleri*	No incluida	No incluida	Nativa
6		Choya	*Echinocereus fasciculatus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
7		Corifanta fina	*Echinocereus rigidissimus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
8		Mamilaria	*Mammillaria heyderi*	No incluida	Apéndice II	Nativa
9		Nopal espina amarilla	*Opuntia chlorotica*	No incluida	Apéndice II	Nativa
10		Nopal	*Opuntia gosseliniana*	No incluida	Apéndice II	Nativa
11		Nopal redondo	*Opuntia robusta*	No incluida	Apéndice II	Endémica
12		Yucca	*Yucca schottii*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Herbáceo	Bledo	*Amaranthus palmeri*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Tres barbas	*Aristida ternipes*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Aceitilla	*Bidens bigelovii*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Pasto navaja	*Bouteloua gracilis*	No incluida	No incluida	Nativa
5		pasto trigo	*Bouteloua radicosa*	No incluida	No incluida	Endémica
6		Pasto bandera	*Bouteloua reflexa*	No incluida	No incluida	Endémica
7		Frijolillo	*Chamaecrista absus*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Pasto pata de gallo	*Chloris virgata*	No incluida	No incluida	Nativa
9		Pegagosilla	*Cleome viscosa*	No incluida	No incluida	Nativa
10		Cempasuchil	*Cosmos sulphureus*	No incluida	No incluida	Nativa
11		Cascabelillo	*Crotalaria pumila*	No incluida	No incluida	Nativa
12		pasto estrellita	*Cynodon dactylon*	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
13		Pasto plateado	*Digitaria californica*	No incluida	No incluida	Nativa
14		Pasto llanero	*Eragrostis intermedia*	No incluida	No incluida	Nativa
15		Amargosilla	*Galinsoga parviflora*	No incluida	No incluida	Nativa
16		Diente amarillo	*Gomphrena caespitosa*	No incluida	No incluida	Nativa
17		Pasto cordon	*Lycurus phleoides*	No incluida	No incluida	Nativa
18		Diente de oro	*Machaeranthera gracilis*	No incluida	No incluida	Nativa
19		Cola de zorra	*Melinis repens*	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
20		Zacaton	*Panicum coloratum*	No incluida	No incluida	Exótica
21		Romerillo	*Parthenium incanum*	No incluida	No incluida	Nativa
22		Hiedra tronadora	*Sicyos laciniatus*	No incluida	No incluida	Nativa
23		Manca mula	*Solanum rostratum*	No incluida	No incluida	Nativa
24		Pasto alcalino	*Sporobolus airoides*	No incluida	No incluida	Nativa
25		Corrimiento	*Tetramerium nervosum*	No incluida	No incluida	Nativa
26		Zinnia	*Zinnia elegans*	No incluida	No incluida	Nativa

Estrato arbóreo

En lo que respecta el estrato arbóreo, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 258 individuos, integrados en una riqueza especifica de 4 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 142. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

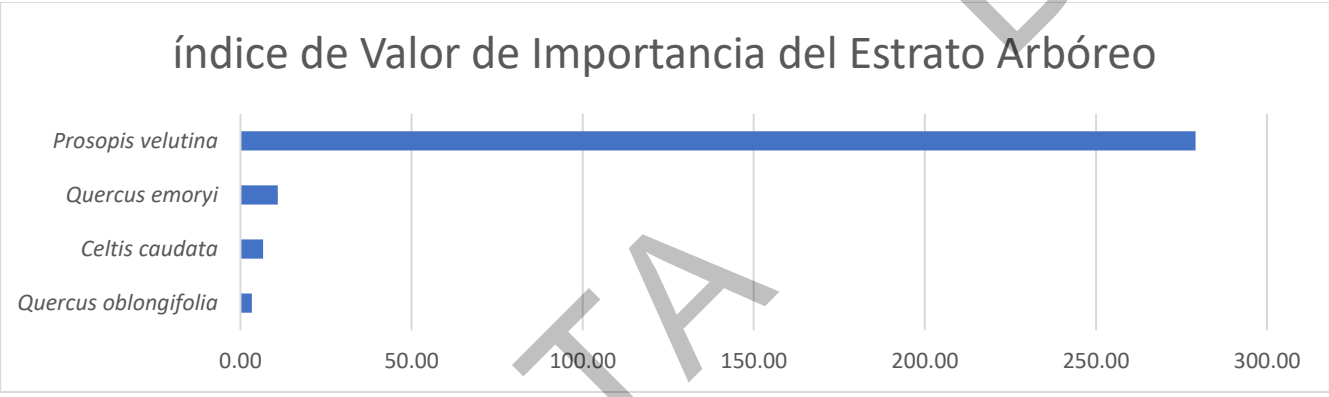
No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Celtis caudata*	Zorro	3	0.4	1.2	5.4	0.1	6.6
2	*Prosopis velutina*	Mezquite	249	36.1	96.5	87.5	95.1	279.1
3	*Quercus emoryi*	Encino Prieto	5	0.7	1.9	5.4	3.6	10.9
4	*Quercus oblongifolia*	Encino Blanco	1	0.1	0.4	1.8	1.1	3.3
TOTAL			258	37.4	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con los resultados anteriores, el estrato arbóreo está fuertemente dominado por *Prosopis velutina* (mezquite), que presenta un IVIE alto (279.1 %), lo que indica que es la especie ecológicamente más influyente del sitio, su alta densidad relativa (96.5 %), frecuencia y dominancia reflejan que esta especie constituye el eje estructural del bosque, actuando como el principal aportador de biomasa, sombra y arquitectura del hábitat, la presencia masiva del mezquite sugiere condiciones de aridez y suelos perturbados donde esta especie prospera y desplaza a otras.

Las otras especies presentes; *Celtis caudata*, *Quercus emoryi* y *Quercus oblongifolia* muestran valores de IVIE bajos en comparación, indicando que cumplen roles ecológicos secundarios. *Celtis caudata* (6.6 %) aporta diversidad, pero con poca influencia estructural debido a su baja densidad. Los encinos (*Quercus emoryi*, 10.9 % y *Quercus oblongifolia*, 3.3 %) aunque ecológicamente relevantes por su aporte de hábitat y alimento, están representados por muy pocos individuos, lo que limita su contribución a la estructura del bosque. En conjunto, la comunidad arbórea es monodominante, fuertemente dominada por *Prosopis velutina*.



Gráfica. 47. Valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

Estrato de regeneración

En lo que respecta el estrato de regeneración, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 189 individuos, integrados en una riqueza especifica de 3 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 143. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Celtis caudata*	Zorro	9	13.0	4.8	8.6	0.2	13.6
2	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	53	76.8	28.0	24.1	13.4	65.6
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	127	184.1	67.2	67.2	86.4	220.9
TOTAL			189	273.9	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

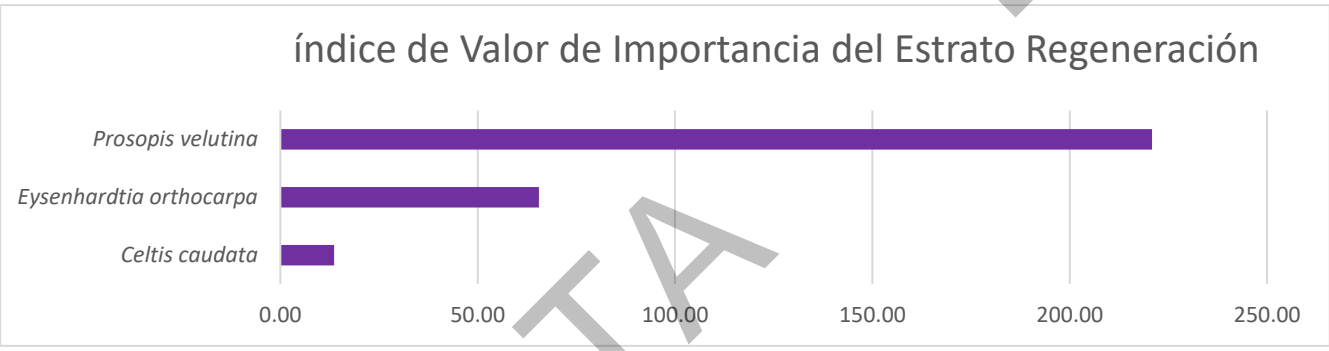
El estrato de regeneración muestra una estructura fuertemente dominada igual que el estrato arbóreo por *Prosopis velutina* (mezquite), que alcanza un IVIE de 220.9 %, posicionándose como la especie más influyente del sitio, su alta densidad relativa (67.2 %), frecuencia (67.2 %) y dominancia (86.4 %) indican que conforma la estructura espacial y funcional del ecosistema, esta dominancia sugiere condiciones ambientales favorables para la especie (aridez, suelos compactados y disturbios previos).

CONSULTA BLICA

La segunda especie en importancia es *Eysenhardtia orthocarpa* (palo dulce), con un IVIE de 65.6 %, aunque su densidad y frecuencia son moderadas, su dominancia es relativamente baja, lo que indica que participa en la estructura del dosel, pero con menor influencia que el mezquite, aporta diversidad y cumple funciones ecológicas complementarias, como refugio y recursos florales.

Por otro lado, *Celtis caudata* (zorro) presenta el IVIE más bajo (13.6 %), su baja densidad y dominancia sugieren que es una especie subordinada dentro del bosque, con un papel ecológico más limitado. Sin embargo, contribuye a la heterogeneidad estructural y funcional del estrato de regeneración.

En conjunto la comunidad presenta una monodominancia evidente, con un solo taxón (*P. velutina*) controlando la mayor parte de la estructura, la presencia de especies secundarias como *E. orthocarpa* indica cierto grado de diversidad, aunque sin suficiente peso ecológico para equilibrar la dominancia del mezquite. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 48. Valores de importancia ecológica del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el SAR

Estrato arbustivo

En lo que respecta el estrato de arbustivo, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 1,442 individuos, integrados en una riqueza especifica de 12 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 144. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Acourtia thurberi*	Gorda dura	5	7.2	0.3	2.8	0.3	3.4
2	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	4	5.8	0.3	2.8	0.2	3.3
3	*Baccharis sarothroides*	Baccharis fina	6	8.7	0.4	2.8	0.4	3.6
4	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	602	872.5	41.7	18.6	6.5	66.8
5	*Dalea bicolor var. argyrea*	Engorda cabra	58	84.1	4.0	5.5	3.4	12.9
6	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	9	13.0	0.6	4.1	0.8	5.6
7	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	195	282.6	13.5	20.7	54.6	88.8
8	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	34	49.3	2.4	2.8	4.3	9.4
9	*Lasianthaea fruticosa*	Vara blanca	97	140.6	6.7	4.8	1.5	13.0
10	*Matelea producta*	Bejuco enrredadera	4	5.8	0.3	2.1	0.4	2.8
11	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	392	568.1	27.2	29.0	24.9	81.1
12	*Tecoma stans*	Tecoma	36	52.2	2.5	4.1	2.7	9.3
TOTAL			1,442	2,089.9	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

CONSULTA BLICA

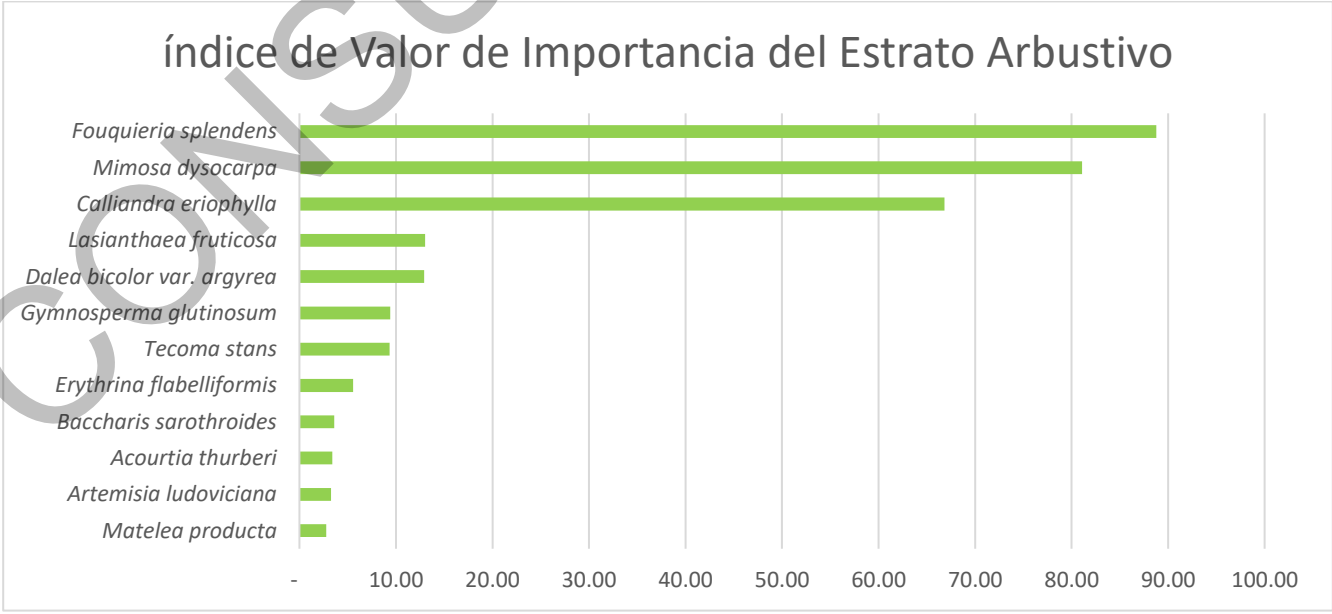
El análisis del IVIE para el estrato arbustivo muestra un dominio claro de *Fouquieria splendens* (88.8 %), *Mimosa dysocarpa* (81.1 %) y *Calliandra eriophylla* (66.8 %), especies que en conjunto definen la estructura general del estrato, la especie *Fouquieria splendens*, con un valor notable de dominancia (54.6 %), refleja una marcada influencia en el volumen y la cobertura del estrato, lo que sugiere un papel fundamental como especie arquitectónica, generadora de microhábitats y adaptada a condiciones xéricas.

Por su parte, *Mimosa dysocarpa* destaca por ser una de las especies más abundantes (27.2 %) y frecuentes (29.0 %), lo que indica una amplia distribución dentro del sitio, su papel como leguminosa contribuye a procesos ecológicos clave como la fijación de nitrógeno, la mejora de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de condiciones favorables para la regeneración vegetal. *Calliandra eriophylla*, con la mayor densidad relativa del estrato (41.7 %), representa una especie de marcada capacidad colonizadora, asociada a condiciones de disturbio.

Especies de importancia intermedia como; *Dalea bicolor var. argyrea* (12.9 %), *Lasianthaea fruticosa* (13.0 %), *Gymnosperma glutinosum* (9.4 %), *Tecoma stans* (9.3 %) y *Erythrina flabelliformis* (5.6 %) complementan la estructura del matorral, aportando diversidad funcional a través de diferentes formas de crecimiento, estrategias reproductivas y contribuciones a la estratificación vegetal, estas especies, aunque no dominantes, son relevantes para mantener la heterogeneidad del hábitat y favorecer la presencia de fauna asociada.

Finalmente, especies con IVIE bajos, como; *Acourtia thurberi* (3.4 %), *Artemisia ludoviciana* (3.3 %), *Baccharis sarothroides* (3.6 %) y *Matelea producta* (2.8 %), representan componentes menos influyentes en términos estructurales, pero importantes para completar la diversidad y aportar resiliencia ecológica, especialmente en microhábitats específicos o condiciones particulares dentro del sitio. En conjunto, el estrato arbustivo se caracteriza por una marcada dominancia de unas pocas especies altamente adaptadas, acompañadas por un conjunto de especies subordinadas que enriquecen la diversidad funcional.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 49. Valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En lo que respecta el estrato de otras especies, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 240 individuos, integrados en una riqueza especifica de 12 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 145. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	15	21.7	6.3	8.1	2.5	16.8
2	*Agave wocomahi*	Agave de piedra	3	4.3	1.3	3.0	0.4	4.6
3	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	42	60.9	17.5	16.2	1.4	35.0
4	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	18	26.1	7.5	12.1	6.7	26.3
5	*Dasylirion wheeleri*	sotol	45	65.2	18.8	14.1	43.4	76.3
6	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	6	8.7	2.5	3.0	0.4	5.9
7	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	31	44.9	12.9	15.2	0.5	28.6
8	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	26	37.7	10.8	10.1	0.3	21.2
9	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	9	13.0	3.8	6.1	4.6	14.4
10	*Opuntia gosseliniana*	Nopal	3	4.3	1.3	2.0	8.7	12.0
11	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	6	8.7	2.5	4.0	3.8	10.4
12	*Yucca schottii*	Yucca	36	52.2	15.0	6.1	27.4	48.4
TOTAL			240	347.8	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El análisis del IVIE para el estrato de otras especies revela un claro predominio de *Dasylirion wheeleri* (76.3 %), especie que presenta la mayor densidad relativa (18.8 %) y una dominancia sobresaliente (43.4 %), su porte y abundancia indican que cumple un papel estructural fundamental dentro de la vegetación, contribuyendo a la retención de suelo, la captación de agua y la provisión de refugio para fauna pequeña, su alta frecuencia además sugiere que se distribuye ampliamente en el sitio, consolidándose como el componente más influyente del estrato.

En segundo lugar, *Yucca schottii* (48.4 %), especie característica de ambientes áridos que, gracias a su porte y sistema radical profundo, participa activamente en la estabilización del terreno y en la formación de microhábitats, su frecuencia moderada y alta dominancia reflejan su importancia en la estructura del paisaje vegetal, las especies; *Coryphantha recurvata* (35.0 %), *Echinocereus rigidissimus* (28.6 %) y *Cylindropuntia imbricata* (26.3 %) representan las especies acompañantes dominantes del estrato, aunque de menor tamaño, su abundancia y amplia distribución indican que contribuyen de manera significativa a la diversidad funcional del área, actuando como recursos alimenticios y como protección para fauna menor, además de intervenir en procesos de retención de humedad en el microhábitat inmediato.

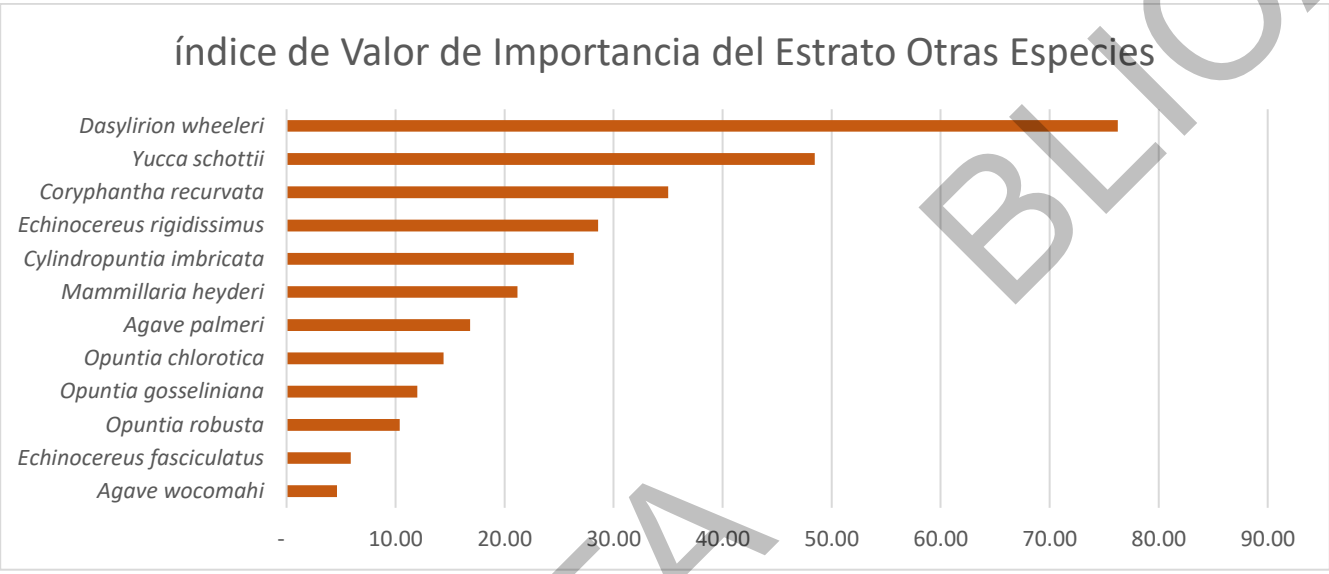
Otras especies como; *Mammillaria heyderi* (21.2 %), *Opuntia chlorotica* (14.4 %) y *Agave palmeri* (16.8 %) complementan la estructura del estrato al aportar variabilidad fisonómica y favorecer la heterogeneidad ambiental, su presencia facilita procesos como la regeneración natural y el soporte de polinizadores especializados.

Las especies con valores de IVIE más bajos, como; *Agave wocomahi* (4.6 %), *Echinocereus fasciculatus* (5.9 %), *Opuntia robusta* (10.4 %) y *Opuntia gosseliniana* (12.0 %), aunque menos influyentes en términos de dominancia y frecuencia, forman parte esencial del ensamblaje ecológico, su contribución radica en complementar la cobertura vegetal, proveer recursos para la fauna y mantener la resiliencia ecosistémica frente a perturbaciones ambientales.

CONSULTA BLCA

En conjunto, este estrato muestra una estructura dominada por pocas especies altamente influyentes y acompañada por un grupo diverso de especies menores que enriquecen la complejidad del ecosistema, este patrón refleja una comunidad vegetal propia de ambientes áridos, donde las adaptaciones morfológicas y fisiológicas determinan la distribución y el funcionamiento ecológico de cada especie.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 50. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el SAR

Estrato herbáceo

En lo que respecta el estrato herbáceo, se realizó un muestreo de 345 sitios, registrando un total de 11,251 individuos, integrados en una riqueza especifica de 26 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 146. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	406	11,768.1	3.6	6.7	3.9	14.2
2	*Aristida ternipes*	Tres barbas	449	13,014.5	4.0	1.8	3.7	9.5
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	348	10,087.0	3.1	6.6	3.5	13.2
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	954	27,652.2	8.5	6.3	9.6	24.3
5	*Bouteloua radicosa*	pasto trigo	65	1,884.1	0.6	1.1	0.9	2.5
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	327	9,478.3	2.9	2.4	2.4	7.7
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	327	9,478.3	2.9	6.8	4.1	13.8
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	847	24,550.7	7.5	8.2	8.1	23.8
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	123	3,565.2	1.1	1.3	0.8	3.2
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	14	405.8	0.1	0.9	0.6	1.6
11	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	19	550.7	0.2	0.5	0.6	1.2
12	*Cynodon dactylon*	pasto estrellita	26	753.6	0.2	0.6	0.4	1.2
13	*Digitaria californica*	Pasto plateado	175	5,072.5	1.6	2.9	1.5	6.0
14	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	2,176	63,072.5	19.3	14.6	16.8	50.7
15	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	9	260.9	0.1	0.4	0.3	0.7
16	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	67	1,942.0	0.6	1.8	1.0	3.4

CONSULTA BLICA

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
17	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	138	4,000.0	1.2	1.8	1.6	4.6
18	*Machaeranthera gracilis*	Diente de oro	13	376.8	0.1	0.3	0.1	0.5
19	*Melinis repens*	Cola de zorra	2,650	76,811.6	23.6	17.0	22.4	63.0
20	*Panicum coloratum*	Zacaton	35	1,014.5	0.3	0.3	0.6	1.2
21	*Parthenium incanum*	Romerillo	205	5,942.0	1.8	5.4	2.2	9.5
22	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	9	260.9	0.1	0.5	0.2	0.7
23	*Solanum rostratum*	Manca mula	10	289.9	0.1	0.4	0.1	0.6
24	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	1,819	52,724.6	16.2	10.7	14.1	41.0
25	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	29	840.6	0.3	0.5	0.3	1.1
26	*Zinnia elegans*	Zinnia	11	318.8	0.1	0.5	0.1	0.7
TOTAL			11,251	326,115.9	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato herbáceo presenta una estructura dominada por unas pocas especies altamente influyentes que definen la fisonomía y funcionamiento del pastizal, acompañadas por un conjunto amplio de especies secundarias que aportan heterogeneidad y estabilidad ecológica.

Las especies con mayor valor de importancia son *Melinis repens* (63.0 %) y *Eragrostis intermedia* (50.7 %), que destacan por su elevada densidad y dominancia relativa. *Melinis repens*, especie introducida ampliamente naturalizada, muestra una presencia masiva en el sitio, lo que sugiere un carácter potencialmente invasivo que puede desplazar a gramíneas nativas y modificar los procesos de regeneración del pastizal, su alta frecuencia indica que está distribuida en la mayoría de las unidades de muestreo, reforzando su influencia estructural. Por su parte, *Eragrostis intermedia*, una gramínea perenne nativa, contribuye notablemente a la cobertura vegetal y la estabilización del suelo, actuando como uno de los elementos funcionales clave del estrato.

Sporobolus airoides (41.0 %) y *Bouteloua gracilis* (24.3 %) también presentan valores altos de IVIE, evidenciando su papel como componentes importantes del pastizal. *Sporobolus airoides* es característica de suelos alcalinos y húmedos temporales, y su abundancia señala microambientes particulares dentro del sitio. *Bouteloua gracilis*, considerada una especie indicadora de pastizales semiáridos, contribuye a la productividad primaria y ofrece recursos alimenticios para la fauna herbívora.

Otras gramíneas de influencia moderada incluyen *Chloris virgata* (23.8 %), *Chamaecrista absus* (13.8 %), *Bidens bigelovii* (13.2 %) y *Amaranthus palmeri* (14.2 %), que aportan diversidad funcional y participan en procesos como la retención de humedad, la protección del suelo y la oferta de recursos alimenticios para insectos y pequeños vertebrados, su distribución relativamente amplia en el sitio indica que son elementos recurrentes del estrato.

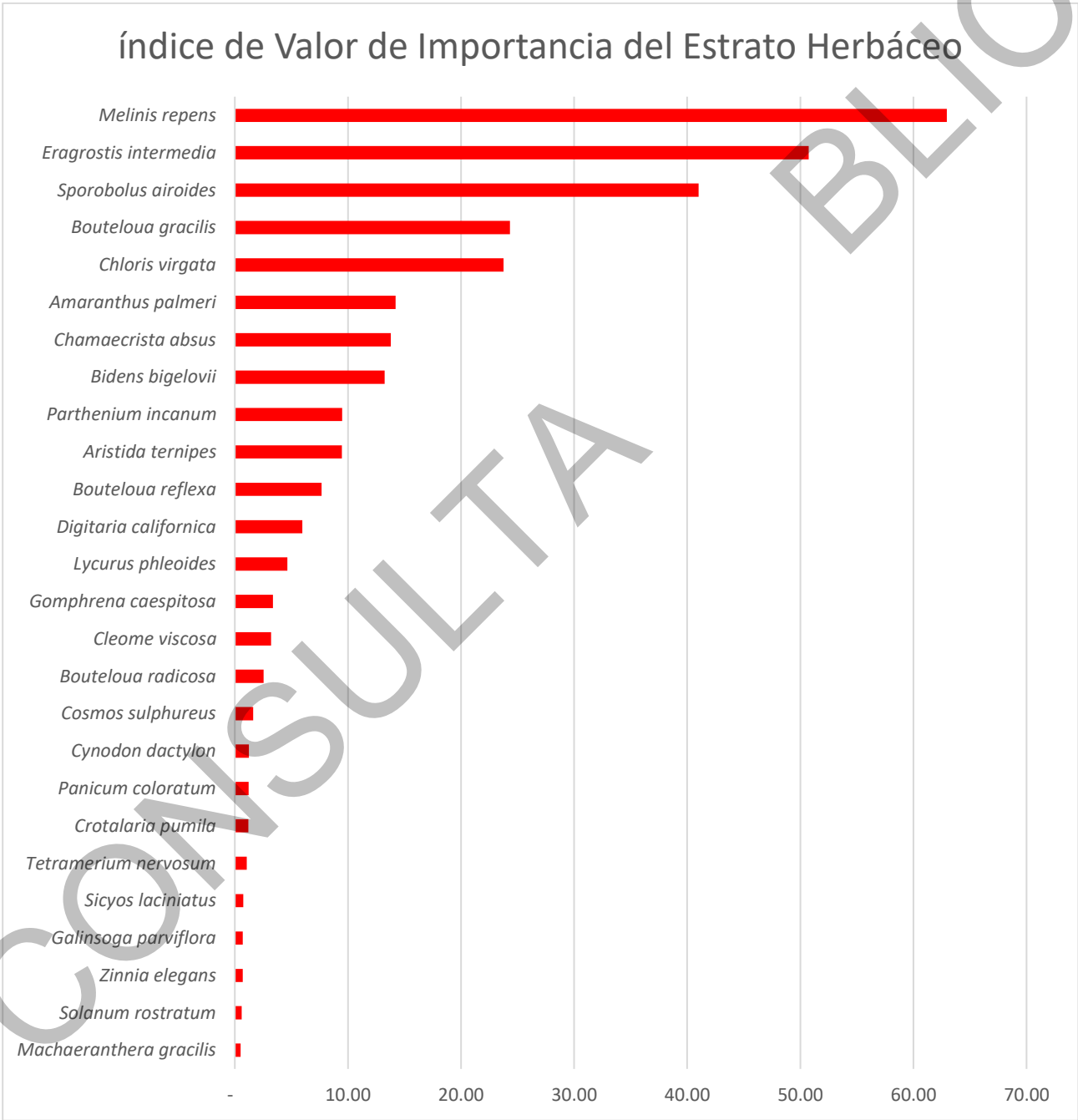
Especies como *Digitaria californica* (6.0 %), *Aristida ternipes* (9.5 %), *Parthenium incanum* (9.5 %), *Bouteloua reflexa* (7.7 %) y *Lycurus phleoides* (4.6 %) fortalecen la heterogeneidad del pastizal al ocupar nichos variados dentro del microambiente herbáceo, aunque su contribución individual es menor comparada con las especies dominantes, colectivamente incrementan la complejidad y resiliencia del sistema ante perturbaciones.

Las especies con valores de IVIE bajos, como *Cosmos sulphureus*, *Crotalaria pumila*, *Cynodon dactylon*, *Panicum coloratum*, *Tetramerium nervosum*, *Zinnia elegans*, entre otras, aunque menos abundantes y dominantes, representan componentes importantes del ensamblaje ecológico. Su presencia aporta diversidad taxonómica y funcional, y sirven como recursos específicos para polinizadores, dispersores y herbívoros especializados.

CONSULTA BLICA

En conjunto, la composición del estrato herbáceo evidencia un pastizal donde coexisten especies nativas clave con taxones naturalizados dominantes. Este patrón sugiere procesos dinámicos de competencia, sucesión y adaptación a las condiciones ambientales locales, destacando la necesidad de evaluar el papel ecológico de gramíneas introducidas y su efecto sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 51. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

CONSULTA BLICA

* Vegetación secundaria de bosque de encino

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies y sus respectivas familias encontradas en el tipo de vegetación secundaria de bosque de encino.

Tabla 147. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el tipo de vegetación secundaria de bosque de encino

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
1	Arbóreo	Palo dulce	*Eysenhardtia orthocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Tascate	*Juniperus deppeana*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Encino prieto	*Quercus emoryi*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Encino blanco	*Quercus oblongifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Regeneración	Palo dulce	*Eysenhardtia orthocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Tascate	*Juniperus deppeana*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Encino prieto	*Quercus emoryi*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Encino blanco	*Quercus oblongifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Arbustivo	Gorda dura	*Acourtia thurberi*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Baccharis lineal	*Archibaccharis serratifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Estafiate	*Artemisia ludoviciana*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Baccharis fina	*Baccharis sarothroides*	No incluida	No incluida	Nativa
5		Vara de angel enano	*Calliandra eriophylla*	No incluida	No incluida	Nativa
6		Engorda cabra	*Dalea bicolor var. argyrea*	No incluida	No incluida	Nativa
7		Colorín arbustivo	*Erythrina flabelliformis*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Ocotillo	*Fouquieria splendens*	No incluida	No incluida	Nativa
9		Jarilla amarilla	*Gymnosperma glutinosum*	No incluida	No incluida	Nativa
10		Vara blanca	*Lasianthaea fruticosa*	No incluida	No incluida	Nativa
11		Girasol rojo	*Melampodium sericeum*	No incluida	No incluida	Nativa
12		Uña de gato	*Mimosa dysocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
13		Arbusto amarillo	*Rhus trilobata*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Otras especies	Maguey bravo	*Agave palmeri*	No incluida	No incluida	Endémica
2		Helecho trifoliado	*Argyrochosma incana*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Helecho dentado	*Astrolepis cochisensis*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Helecho pinado	*Cheilanthes lozanoi*	No incluida	No incluida	Endémica
5		Coryphantha	*Coryphantha recurvata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
6		Cardon tunero	*Cylindropuntia imbricata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
7		sotol	*Dasylirion wheeleri*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Choya	*Echinocereus fasciculatus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
9		Corifanta fina	*Echinocereus rigidissimus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
10		Mamilaria	*Mammillaria heyderi*	No incluida	Apéndice II	Nativa
11		Nopal espina amarilla	*Opuntia chlorotica*	No incluida	Apéndice II	Nativa
12		Nopal redondo	*Opuntia robusta*	No incluida	Apéndice II	Endémica
1	Herbáceo	Girasol peludo	*Acourtia humboldtii*	No incluida	No incluida	Endémica
2		Bledo	*Amaranthus palmeri*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Aceitilla	*Bidens bigelovii*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Pasto navaja	*Bouteloua gracilis*	No incluida	No incluida	Nativa
5		pasto trigo	*Bouteloua radicosa*	No incluida	No incluida	Endémica
6		Pasto bandera	*Bouteloua reflexa*	No incluida	No incluida	Endémica
7		Frijolillo	*Chamaecrista absus*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Pasto pata de gallo	*Chloris virgata*	No incluida	No incluida	Nativa
9		Pegagosilla	*Cleome viscosa*	No incluida	No incluida	Nativa
10		Cempasuchil	*Cosmos sulphureus*	No incluida	No incluida	Nativa
11		Pasto llanero	*Eragrostis intermedia*	No incluida	No incluida	Nativa
12		Diente amarillo	*Gomphrena caespitosa*	No incluida	No incluida	Nativa
13		Pasto cordon	*Lycurus phleoides*	No incluida	No incluida	Nativa
14		Cola de zorra	*Melinis repens*	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
15		Zacaton	*Panicum coloratum*	No incluida	No incluida	Exótica
16		Romerillo	*Parthenium incanum*	No incluida	No incluida	Nativa
17		Plumbago	*Plantago rhodosperma*	No incluida	No incluida	Nativa

CONSULTA PÚBLICA

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
18		Pasto alcalino	*Sporobolus airoides*	No incluida	No incluida	Nativa
19		Zinnia	*Zinnia elegans*	No incluida	No incluida	Nativa

Estrato arbóreo

En lo que respecta el estrato arbóreo, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 246 individuos, integrados en una riqueza especifica de 4 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 148. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	1	0.5	0.4	2.9	0.2	3.4
2	*Juniperus deppeana*	Tascate	5	2.3	2.0	8.6	1.0	11.6
3	*Quercus emoryi*	Encino prieto	210	95.5	85.4	60.0	84.8	230.2
4	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	30	13.6	12.2	28.6	14.1	54.8
TOTAL			246	111.8	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbóreo de la vegetación secundaria del bosque de encino muestra una marcada dominancia por especies del género *Quercus*, lo que refleja la estructura típica de este tipo de comunidad, aun cuando se encuentra en un estado sucesional secundario. La especie con mayor valor de importancia es *Quercus emoryi*, que alcanza un IVIE del 230.2 %, lo cual la posiciona como el elemento estructural fundamental del rodal, su elevada densidad, alta dominancia y amplia frecuencia evidencian que esta especie controla la mayor parte de los recursos del dosel, siendo el componente principal que define la cobertura arbórea y la dinámica ecológica del sitio.

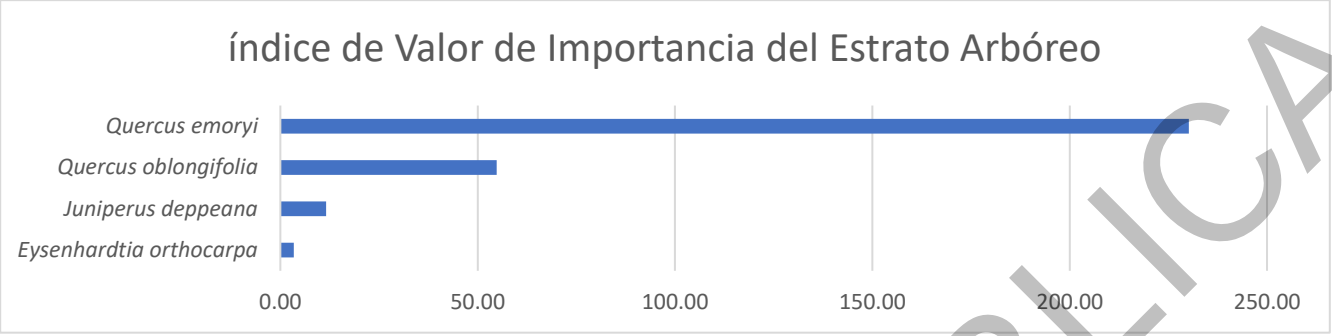
En segundo lugar, se encuentra *Quercus oblongifolia*, con un IVIE de 54.8 %, aunque su participación es mucho menor frente a *Q. emoryi*, su presencia sigue siendo ecológicamente relevante, ya que aporta a la heterogeneidad del dosel y contribuye a la regeneración y estructura vertical del bosque, su frecuencia relativamente alta indica que se distribuye ampliamente dentro del área de muestreo, representando un codominante característico de zonas de transición dentro de bosques de encino.

Juniperus deppeana con IVIE de 11.6 % participa como un elemento secundario dentro del estrato arbóreo, aunque su abundancia es moderada, su presencia es importante en etapas sucesionales intermedias, ya que esta especie puede colonizar rápidamente áreas abiertas con disturbios, favoreciendo procesos de retención de humedad y generación de microhábitats bajo su cobertura, su rol en la comunidad es complementario, pero aporta diversidad estructural y funcional al bosque secundario.

Finalmente, *Eysenhardtia orthocarpa* con el 3.4 % presenta una contribución muy baja al valor de importancia, su escasa densidad y dominancia indican que se trata de un elemento ocasional dentro del estrato arbóreo, sin embargo, su presencia aporta diversidad taxonómica y puede estar asociada a condiciones microambientales específicas, bordes de claros o etapas sucesionales tempranas. En conjunto, la estructura arbórea revela un bosque fuertemente dominado por *Quercus emoryi*, acompañado por *Q. oblongifolia* como codominante, lo cual es característico de comunidades secundarias en recuperación, la presencia de taxones como *Juniperus* y *Eysenhardtia* indica procesos activos de sucesión, heterogeneidad espacial e influencia de disturbios previos.

CONSULTA PÚBLICA

Esta estructura sugiere un sistema en transición, donde las especies dominantes de encino ya se han restablecido, consolidando la identidad florística del bosque de encino secundario. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 52. Valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

Estrato de regeneración

En lo que respecta el estrato de regeneración, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 148 individuos, integrados en una riqueza especifica de 4 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 149. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	50	227.3	33.8	23.3	45.8	102.9
2	*Juniperus deppeana*	Tascate	4	18.2	2.7	3.3	2.6	8.7
3	*Quercus emoryi*	Encino prieto	83	377.3	56.1	56.7	41.0	153.8
4	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	11	50.0	7.4	16.7	10.5	34.6
TOTAL			**148**	**672.7**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El análisis del IVIE para el estrato de renuevos arbóreos muestra una regeneración activa dominada por especies de *Quercus*, lo que indica un proceso sucesional orientado hacia la consolidación del bosque de encino, la especie con mayor valor de importancia es *Quercus emoryi*, con un IVIE de 153.8 %, lo que la posiciona como el principal componente de la regeneración del sitio, su alta densidad relativa (56.1 %) y amplia frecuencia (56.7 %) reflejan una reproducción exitosa y un establecimiento efectivo, asegurando la continuidad del encino prieto como especie dominante del dosel futuro.

Eysenhardtia orthocarpa ocupa el segundo lugar en importancia con el 102.9 %, aunque su contribución al dosel adulto es reducida, su abundancia en el estrato de renuevos indica que la especie encuentra condiciones favorables para germinar y establecerse, posiblemente en microhábitats abiertos o zonas con mayor incidencia lumínica, su alta dominancia relativa (45.8 %) sugiere que, localmente, puede formar pequeños grupos que aportan heterogeneidad estructural y funcional en las etapas tempranas del desarrollo del bosque.

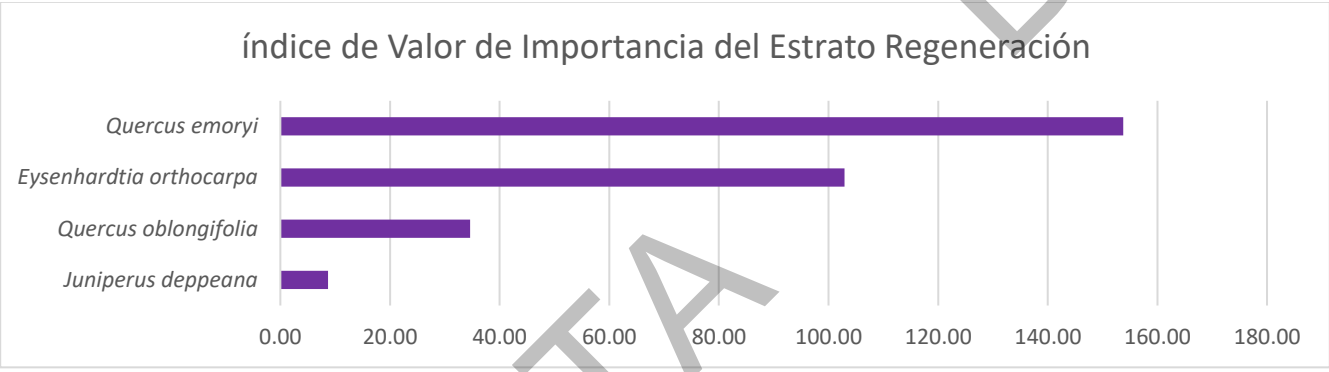
La participación de *Quercus oblongifolia* con el (34.6 %) como tercer elemento más importante refuerza la tendencia hacia una regeneración multispecífica del dosel, característica de bosques de encino en recuperación, aunque su densidad es menor, su frecuencia relativamente alta (16.7 %) indica que su distribución es amplia, lo que favorece la permanencia de esta especie como cdominante en el futuro estrato arbóreo.

CONSULTA BLICA

Finalmente, *Juniperus deppeana* presenta un IVIE de 8.7 %, lo cual evidencia una presencia reducida en el proceso de regeneración, su baja densidad y dominancia sugieren que esta especie se establece de manera más limitada bajo las condiciones actuales del sitio, aun así, su presencia contribuye a la diversidad estructural y puede representar un elemento temprano en zonas más abiertas o perturbadas.

En conjunto, el estrato de renuevos arbóreos denota un proceso de regeneración robusto, fuertemente orientado hacia el restablecimiento de un dosel dominado por *Quercus emoryi*, acompañado por *Q. oblongifolia* y complementado por especies oportunistas como *Eysenhardtia orthocarpa*, esta composición confirma que el bosque de encino secundario mantiene una trayectoria sucesional estable, con capacidad de recuperación y consolidación a largo plazo.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 53. Valores de importancia ecológica del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

Estrato arbustivo

En lo que respecta el estrato de arbustivo, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 386 individuos, integrados en una riqueza especifica de 13 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 150. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Acourtia thurberi*	Gorda dura	43	195.5	11.1	8.8	5.8	25.7
2	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	13	59.1	3.4	4.4	1.2	9.0
3	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	5	22.7	1.3	5.5	0.2	7.0
4	*Baccharis sarothroides*	Baccharis fina	38	172.7	9.8	8.8	6.1	24.7
5	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	24	109.1	6.2	3.3	0.6	10.1
6	*Dalea bicolor var. argyrea*	Engorda cabra	9	40.9	2.3	4.4	0.4	7.1
7	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	19	86.4	4.9	8.8	5.2	18.9
8	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	50	227.3	13.0	9.9	38.2	61.1
9	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	58	263.6	15.0	13.2	11.5	39.7
10	*Lasianthaea fruticosa*	Vara blanca	28	127.3	7.3	6.6	5.2	19.0
11	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	5	22.7	1.3	4.4	0.6	6.3
12	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	77	350.0	19.9	18.7	20.9	59.5
13	*Rhus trilobata*	Arbusto amarillo	17	77.3	4.4	3.3	4.1	11.8
TOTAL			386	1,754.5	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

CONSULTA BLICA

El análisis del IVIE para el estrato arbustivo revela una comunidad diversa, estructurada por especies con distintos roles funcionales y marcada por un claro predominio de elementos característicos de zonas semiáridas y piedemontes de encino, la especie con mayor valor de importancia es *Fouquieria splendens* (61.1 %), cuya alta dominancia relativa (38.2 %) y notable frecuencia (9.9 %) la posicionan como un componente clave de la estructura arbustiva, su porte característico y amplia distribución sugieren que actúa como un elemento arquitectónico relevante, aportando sombra parcial y microhábitats para fauna asociada, además de influir en la distribución de humedad en el sotobosque.

Le sigue *Mimosa dysocarpa*, con un IVIE de 59.5 %, su elevada densidad (19.9 %) y amplia frecuencia (18.7 %) indican una especie altamente exitosa en procesos de establecimiento y regeneración, su presencia dominante sugiere un papel fundamental en la fijación de nitrógeno y en la estructuración de sitios abiertos o perturbados, favoreciendo la sucesión ecológica mediante la mejora de condiciones edáficas.

Gymnosperma glutinosum también destaca con un IVIE de 39.7 %, mostrando alta representatividad tanto en densidad como en dominancia, esta especie es común en suelos bien drenados y ambientes perturbados, donde actúa como colonizadora temprana que estabiliza el suelo y participa en la retención de nutrientes, su abundancia indica que el sitio presenta áreas con apertura de claros o disturbios previos que favorecen su establecimiento.

Otros elementos relevantes son *Erythrina flabelliformis* (18.9 %) y *Lasianthaea fruticosa* (19.0 %), que aportan complejidad estructural mediante combinaciones de sombra, retención de humedad y disponibilidad de recursos florales, su frecuencia moderada y dominancia equilibrada sugieren que actúan como especies acompañantes importantes dentro de la matriz arbustiva.

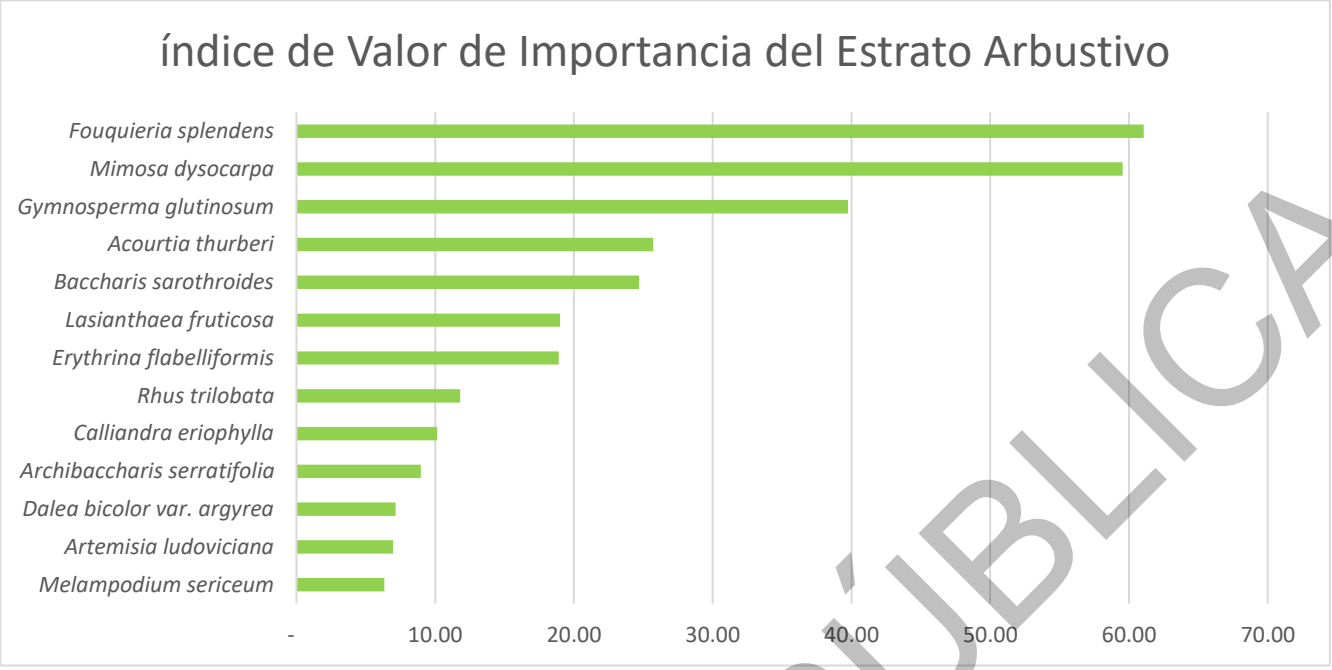
Especies como *Acourtia thurberi* (25.7 %) y *Baccharis sarothroides* (24.7 %) presentan valores significativos de IVIE, resultado de una buena representatividad en términos de densidad y frecuencia, ambas especies funcionan como componentes estabilizadores, favoreciendo la protección del suelo y la cobertura vegetal en zonas abiertas.

Finalmente, especies de menor IVIE, como *Artemisia ludoviciana*, *Melampodium sericeum* y *Dalea bicolor var. argyrea*, aunque menos dominantes, cumplen funciones ecológicas complementarias, especialmente en la retención de suelo, la provisión de recursos para polinizadores y la ocupación de microhábitats específicos, su presencia incrementa la diversidad funcional del estrato arbustivo.

En conjunto, el estrato arbustivo presenta una estructura dominada por especies resistentes a condiciones semiáridas y a disturbios, con una composición que indica un mosaico de microambientes en diferentes etapas sucesionales, la fuerte presencia de *Fouquieria splendens*, *Mimosa dysocarpa* y *Gymnosperma glutinosum* señala una comunidad arbustiva bien establecida, con alta capacidad de resiliencia y contribución significativa en la recuperación y estabilidad del ecosistema de bosque de encino secundario.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 54. Valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

Estrato de otras especies

En lo que respecta el estrato de otras especies, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 696 individuos, integrados en una riqueza especifica de 12 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 151. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	15	68.2	2.2	10.7	4.3	17.2
2	*Argyrochosma incana*	Helecho trifoliado	54	245.5	7.8	3.6	0.7	12.1
3	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	95	431.8	13.6	4.8	1.3	19.7
4	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	421	1,913.6	60.5	13.1	13.1	86.7
5	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	30	136.4	4.3	13.1	1.1	18.5
6	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	16	72.7	2.3	11.9	10.3	24.5
7	*Dasylirion wheeleri*	sotol	37	168.2	5.3	17.9	50.7	73.9
8	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	3	13.6	0.4	3.6	0.6	4.6
9	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	4	18.2	0.6	4.8	0.1	5.4
10	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	7	31.8	1.0	4.8	0.4	6.2
11	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	5	22.7	0.7	3.6	4.5	8.7
12	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	9	40.9	1.3	8.3	12.9	22.5
TOTAL			696	3,163.6	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El análisis del IVIE para el estrato de otras especies muestra una comunidad dominada por elementos característicos de ambientes rocosos y laderas secas, donde convergen plantas suculentas, leñosas y helechos adaptados a condiciones particulares de humedad y sombra, la especie con mayor valor de importancia es *Cheilanthes lozanoi* (86.7 %), la cual alcanza una densidad y dominancia notables (60.5 %), este helecho asociado a microhábitats sombreados y con retención de humedad edáfica, se posiciona como el componente estructural principal del estrato, desempeñando funciones clave en la estabilización del suelo y en la regulación de la humedad.

CONSULTA PÚBLICA

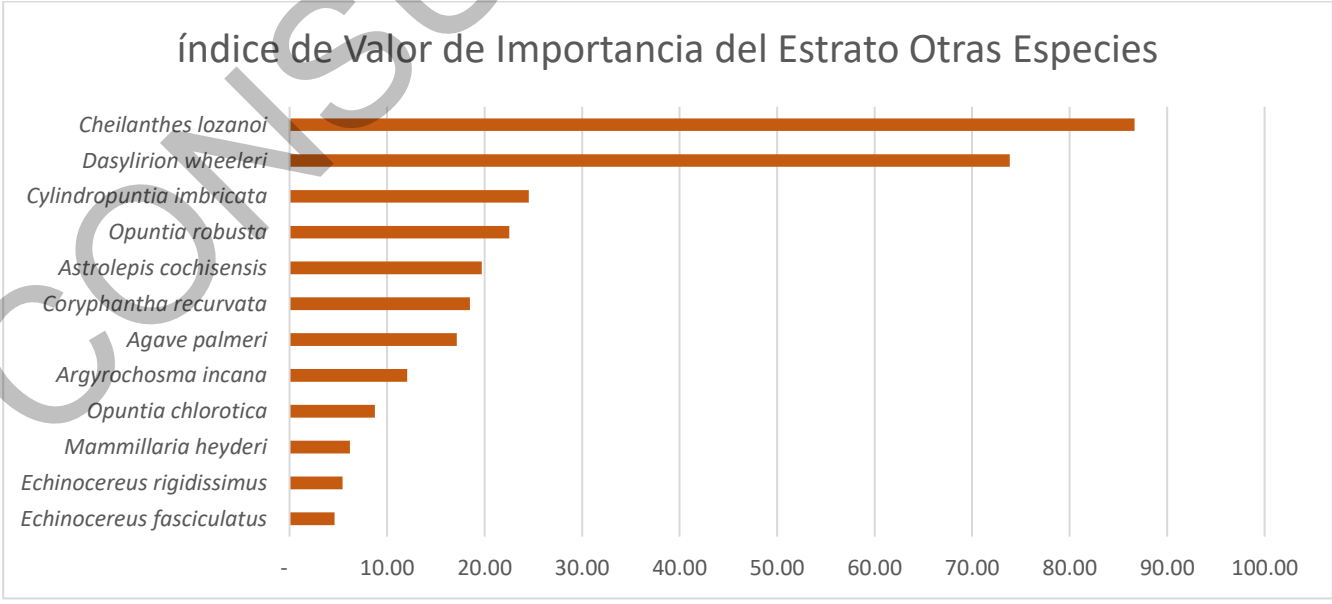
Le siguen en importancia *Dasylirion wheeleri* (73.9 %) y *Cylindropuntia imbricata* (24.5 %), dos especies típicas de zonas semiáridas. *Dasylirion wheeleri*, con elevada dominancia relativa (50.7 %), representa un elemento arquitectónico fundamental, capaz de modificar la disponibilidad de luz y humedad, además de contribuir a la retención de suelo en pendientes, su presencia indica sectores abiertos y bien drenados. Por su parte, *Cylindropuntia imbricata* aporta complejidad física al microhábitat, ofreciendo refugios para fauna y actuando como barrera natural ante la erosión.

Las especies; *Astrolepis cochisensis* (19.7 %) y *Coryphantha recurvata* (18.5 %) muestran valores intermedios de IVIE, reflejo de su buena representación en densidad y frecuencia, estos taxones ocupan preferentemente microambientes semisombreados y rocosos, contribuyendo al recubrimiento vegetal y manteniendo procesos de captura de humedad y estabilización de sustratos fragmentados.

El maguey *Agave palmeri* (17.2 %) y *Opuntia robusta* (22.5 %) desempeñan roles importantes en la estructura del estrato debido a su capacidad para almacenar agua y colonizar sitios expuestos, favoreciendo la estabilización de suelos someros y la formación de islas de fertilidad, su presencia evidencia la coexistencia de condiciones de humedad diferencial y mosaicos de exposición solar.

Especies como; *Argyrochosma incana*, *Echinocereus rigidissimus*, *Mammillaria heyderi*, *Echinocereus fasciculatus* y *Opuntia chlorotica*, aunque con valores de IVIE menores, enriquecen la diversidad estructural y funcional del sitio, estas especies aportan cobertura discontinua, refugio para fauna pequeña, microreservorios de humedad, y diversidad morfológica asociada a ambientes pedregosos y semisecos.

En conjunto, el estrato de otras especies presenta una marcada heterogeneidad ecológica, definida por la coexistencia de helechos de sotobosque, suculentas, agaváceas y cactáceas. La dominancia de *Cheilanthes lozanoi* y *Dasylirion wheeleri* señala condiciones ambientales que favorecen tanto la retención de humedad en sectores sombreados como la presencia de áreas abiertas y bien drenadas. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 55. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

En lo que respecta el estrato herbáceo, se realizó un muestreo de 110 sitios, registrando un total de 2,975 individuos, integrados en una riqueza especifica de 19 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 152. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Acourtia humboldtii*	Girasol peludo	7	636.4	0.2	0.6	0.2	1.0
2	*Amaranthus palmeri*	Bledo	10	909.1	0.3	1.8	0.8	2.9
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	138	12,545.5	4.6	6.5	5.1	16.3
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	470	42,727.3	15.8	11.8	13.8	41.4
5	*Bouteloua radicosa*	pasto trigo	30	2,727.3	1.0	2.7	1.8	5.4
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	382	34,727.3	12.8	10.9	12.0	35.7
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	49	4,454.5	1.6	5.0	3.1	9.7
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	29	2,636.4	1.0	1.8	1.2	4.0
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	16	1,454.5	0.5	2.4	1.2	4.1
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	21	1,909.1	0.7	2.9	2.2	5.9
11	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	454	41,272.7	15.3	13.6	14.9	43.7
12	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	6	545.5	0.2	0.9	0.6	1.6
13	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	256	23,272.7	8.6	11.5	10.5	30.6
14	*Melinis repens*	Cola de zorra	812	73,818.2	27.3	16.8	23.6	67.7
15	*Panicum coloratum*	Zacaton	3	272.7	0.1	0.6	0.2	0.9
16	*Parthenium incanum*	Romerillo	16	1,454.5	0.5	2.4	1.8	4.7
17	*Plantago rhodosperma*	Plumbago	14	1,272.7	0.5	1.2	0.6	2.2
18	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	255	23,181.8	8.6	5.9	6.2	20.6
19	*Zinnia elegans*	Zinnia	7	636.4	0.2	0.9	0.3	1.4
TOTAL			2,975	270,454.5	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato herbáceo muestra una estructura dominada por gramíneas características de zonas abiertas y bien iluminadas, la especie con mayor valor de importancia es *Melinis repens* (67.7 %), cuya elevada densidad (27.3 %) y amplia frecuencia reflejan su notable capacidad colonizadora. Este pasto introducido, común en áreas perturbadas, se convierte en un elemento estructural clave, contribuyendo a la cobertura del suelo, aunque también indicando procesos de alteración o apertura del dosel, su dominancia sugiere un estrato herbáceo fuertemente influido por perturbaciones.

A esta especie le siguen dos gramíneas de amplia distribución: *Eragrostis intermedia* (43.7 %) y *Bouteloua gracilis* (41.4 %), ambas especies presentan altos valores de densidad y frecuencia, lo cual las posiciona como componentes esenciales del pastizal nativo. *Eragrostis intermedia* destaca por su capacidad para colonizar suelos compactados y zonas ligeramente perturbadas, mientras que *Bouteloua gracilis*, especie clave en pastizales áridos, indica estabilidad y resiliencia ecológica, su presencia conjunta sugiere un equilibrio entre especies nativas dominantes y especies oportunistas.

Las especies; *Bouteloua reflexa* (35.7 %) y *Lycurus phleoides* (30.6 %) también muestran una fuerte representación dentro del estrato, contribuyendo de manera importante a la cobertura vegetal y al control de la erosión, estas gramíneas tienden a ocupar zonas de pendiente moderada y sustratos delgados, aportando estructura y continuidad al tapiz herbáceo.

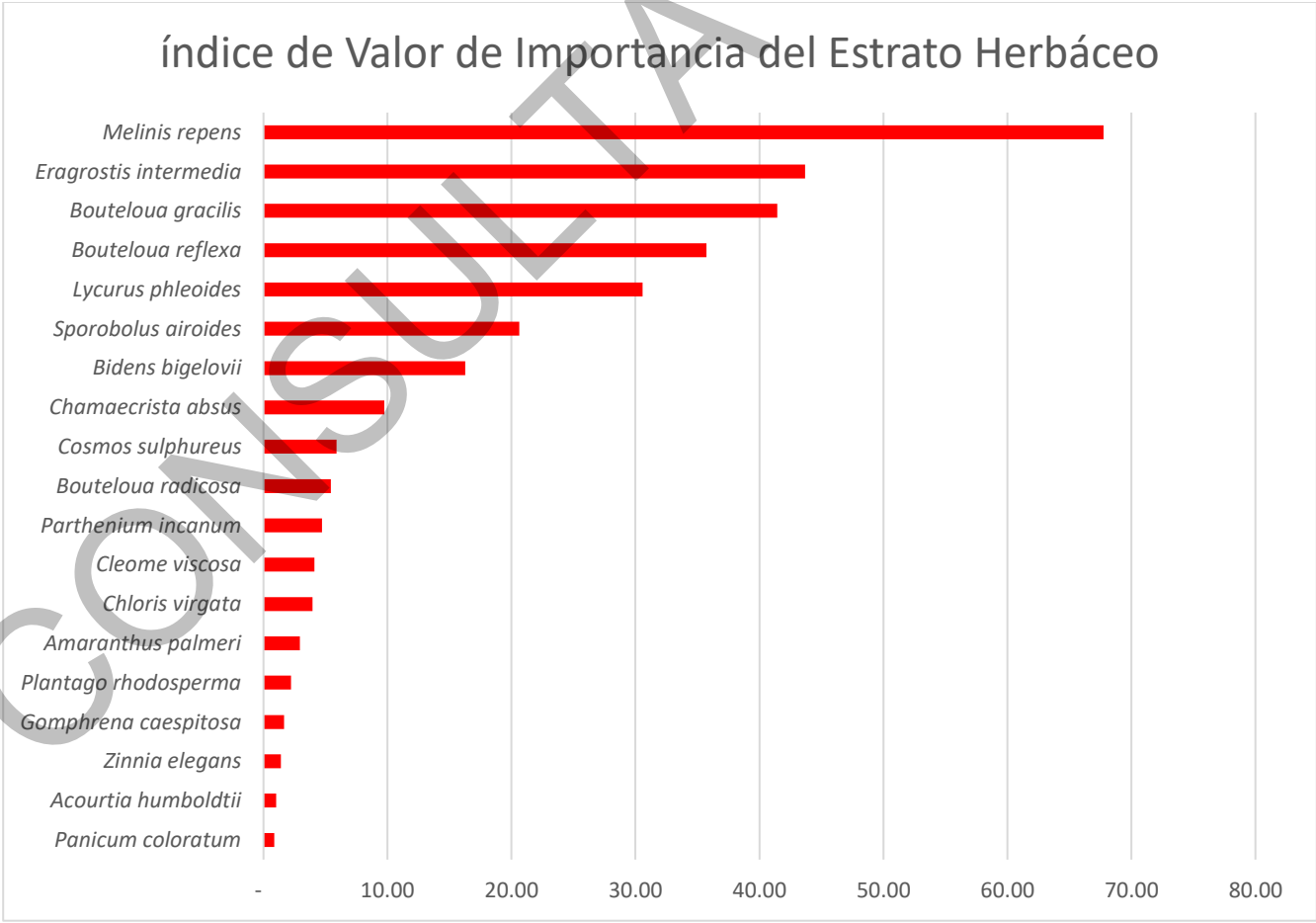
CONSULTA PÚBLICA

Especies como *Bidens bigelovii* (16.3 %), *Chamaecrista absus* (9.7 %), *Sporobolus airoides* (20.6 %) y *Parthenium incanum* (4.7 %) enriquecen la diversidad funcional del estrato, participando en procesos de retención de humedad, ciclado de nutrientes y establecimiento de microhábitats para artrópodos y fauna menor. En particular, *Sporobolus airoides* indica microambientes alcalinos o con cierto grado de compactación, mientras que *Chamaecrista absus* cumple un rol como especie fijadora de nitrógeno, favoreciendo la fertilidad del suelo.

Las especies con valores bajos de IVIE, como; *Acourtia humboldtii*, *Gomphrena caespitosa*, *Zinnia elegans*, *Panicum coloratum* y *Plantago rhodosperma*, aunque menos representativas en términos de abundancia o frecuencia, contribuyen a la heterogeneidad del estrato y desempeñan roles significativos en etapas tempranas de sucesión o como parte del banco de semillas activo.

En conjunto, el estrato herbáceo muestra una composición donde coexisten especies nativas dominantes, pastos oportunistas y herbáceas diversas, el predominio de *Melinis repens* y *Eragrostis intermedia*, junto con la fuerte representación de *Bouteloua gracilis* y *B. reflexa*, sugiere un mosaico vegetal influido por perturbación, abierto, pero con suficiente resiliencia ecológica para mantener funciones esenciales como la protección del suelo, la captura de nutrientes y la provisión de hábitat para fauna asociada.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 56. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.5.3 Resultados y análisis para el Área Forestal del proyecto (AFP)

* **Vegetación secundaria de pastizal natural**

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies y sus respectivas familias encontradas en el tipo de vegetación secundaria de pastizal natural.

Tabla 153. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el tipo de vegetación secundaria de pastizal natural

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
1	Arbóreo	Zorro	*Celtis caudata*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Mezquite	*Prosopis velutina*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Regeneración	Zorro	*Celtis caudata*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Palo dulce	*Eysenhardtia orthocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Mezquite	*Prosopis velutina*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Arbustivo	Estafiate	*Artemisia ludoviciana*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Vara de angel enano	*Calliandra eriophylla*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Ocotillo	*Fouquieria splendens*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Jarilla amarilla	*Gymnosperma glutinosum*	No incluida	No incluida	Nativa
5		Uña de gato	*Mimosa dysocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
6		Tecoma	*Tecoma stans*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Otras especies	Maguey bravo	*Agave palmeri*	No incluida	No incluida	Endémica
2		Coryphantha	*Coryphantha recurvata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
3		Cardon tunero	*Cylindropuntia imbricata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
4		Sotol	*Dasylirion wheeleri*	No incluida	No incluida	Nativa
5		Choya	*Echinocereus fasciculatus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
6		Corifanta fina	*Echinocereus rigidissimus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
7		Mamilaria	*Mammillaria heyderi*	No incluida	Apéndice II	Nativa
8		Nopal espina amarilla	*Opuntia chlorotica*	No incluida	Apéndice II	Nativa
9		Nopal redondo	*Opuntia robusta*	No incluida	Apéndice II	Endémica
10		Yucca	*Yucca schottii*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Herbáceo	Bledo	*Amaranthus palmeri*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Tres barbas	*Aristida ternipes*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Aceitilla	*Bidens bigelovii*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Pasto navaja	*Bouteloua gracilis*	No incluida	No incluida	Nativa
5		Pasto trigo	*Bouteloua radicosa*	No incluida	No incluida	Endémica
6		Pasto bandera	*Bouteloua reflexa*	No incluida	No incluida	Endémica
7		Frijolillo	*Chamaecrista absus*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Pasto pata de gallo	*Chloris virgata*	No incluida	No incluida	Nativa
9		Pegagosilla	*Cleome viscosa*	No incluida	No incluida	Nativa
10		Cempasuchil	*Cosmos sulphureus*	No incluida	No incluida	Nativa
11		Cascabelillo	*Crotalaria pumila*	No incluida	No incluida	Nativa
12		Pasto estrellita	*Cynodon dactylon*	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
13		Pasto llanero	*Eragrostis intermedia*	No incluida	No incluida	Nativa
14		Amargosilla	*Galinsoga parviflora*	No incluida	No incluida	Nativa
15		Diente amarillo	*Gomphrena caespitosa*	No incluida	No incluida	Nativa
16		Pasto cordon	*Lycurus phleoides*	No incluida	No incluida	Nativa
17		Cola de zorra	*Melinis repens*	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
18		Zacaton	*Panicum coloratum*	No incluida	No incluida	Exótica
19		Romerillo	*Parthenium incanum*	No incluida	No incluida	Nativa
20		Hiedra tronadora	*Sicyos laciniatus*	No incluida	No incluida	Nativa
21		Pasto alcalino	*Sporobolus airoides*	No incluida	No incluida	Nativa
22		Corrimiento	*Tetramerium nervosum*	No incluida	No incluida	Nativa
23		Zinnia	*Zinnia elegans*	No incluida	No incluida	Nativa

CONSULTA PÚBLICA

Estrato arbóreo

En lo que respecta el estrato arbóreo, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 230 individuos, integrados en una riqueza especifica de dos especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 154. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Celtis caudata*	Zorro	4	0.6	1.7	6.7	0.6	9.0
2	*Prosopis velutina*	Mezquite	226	32.8	98.3	93.3	99.4	291.0
TOTAL			230	33.3	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbóreo de vegetación secundaria en el pastizal natural presenta una estructura extremadamente simplificada, dominada casi por completo por *Prosopis velutina* (mezquite), esta especie alcanza un IVIE muy elevado (291 %), sustentado por su alta densidad relativa (98.3 %) y su marcada frecuencia dentro del área evaluada, su dominancia refleja un proceso claro de matorralización del pastizal, fenómeno común en sitios sometidos a perturbación continua, ausencia prolongada de fuego o sobrepastoreo. *Prosopis velutina* actúa como un ingeniero ecosistémico, modificando las condiciones microambientales mediante la generación de sombra, la alteración de la infiltración del agua y el incremento del aporte de hojarasca, su predominio absoluto indica un sistema en transición hacia una comunidad leñosa más cerrada.

La única especie acompañante en el estrato es *Celtis caudata* (zorro), con un IVIE muy bajo (9.0 %), lo que la posiciona como un elemento marginal dentro de la estructura vegetal, su escasa representación sugiere la presencia de condiciones favorables únicamente para la expansión de especies tolerantes a disturbio y de carácter pionero como el mezquite, mientras que otras especies leñosas tienen dificultades para establecerse.

Este patrón, caracterizado por la baja riqueza específica, la equidad prácticamente nula y una dominancia extrema, es típico de pastizales que han perdido cobertura herbácea y han permitido la entrada y proliferación de especies leñosas, la estructura resultante evidencia un pastizal abierto que ha sido sustituido progresivamente por elementos arbustivos, lo que puede implicar cambios significativos en la disponibilidad de hábitats para la fauna, la productividad primaria y los procesos de infiltración y retención de humedad.

En conjunto, el estrato arbóreo de vegetación secundaria del pastizal natural refleja un ambiente sometido a disturbios crónicos y en proceso de transición hacia una comunidad matorralizada, la presencia casi exclusiva de *Prosopis velutina* señala una pérdida de funcionalidad propia del pastizal nativo, al tiempo que indica condiciones ecológicas que favorecen la dominancia de especies leñosas oportunistas, esta composición tiene implicaciones importantes sobre la dinámica sucesional, la capacidad de resiliencia del sistema y la disponibilidad de recursos para la biota asociada.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 57. Valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

Estrato de regeneración

En lo que respecta el estrato de regeneración, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 215 individuos, integrados en una riqueza especifica de 3 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 155. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Celtis caudata*	Zorro	1	1.4	0.5	2.0	0.0	2.5
2	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	22	31.9	10.2	16.3	1.8	28.3
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	192	278.3	89.3	81.6	98.2	269.2
TOTAL			**215**	**311.6**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de regeneración muestra una composición fuertemente sesgada hacia la dominancia de *Prosopis velutina* (mezquite), especie que concentra un IVIE extremadamente alto (269.2 %), su elevada densidad relativa (89.3 %) y frecuencia (81.6 %) reflejan una recolonización intensa y una clara capacidad de esta especie para establecerse y expandirse bajo condiciones de perturbación o sobreexplotación del pastizal, la presencia masiva de renuevos indica un proceso activo de matorralización temprana, en el cual el mezquite avanza sobre el espacio previamente ocupado por especies herbáceas o pastos nativos, esta dinámica es típica de sistemas con alteraciones antropogénicas persistentes, reducción de cobertura vegetal baja y ausencia de disturbios reguladores como el fuego.

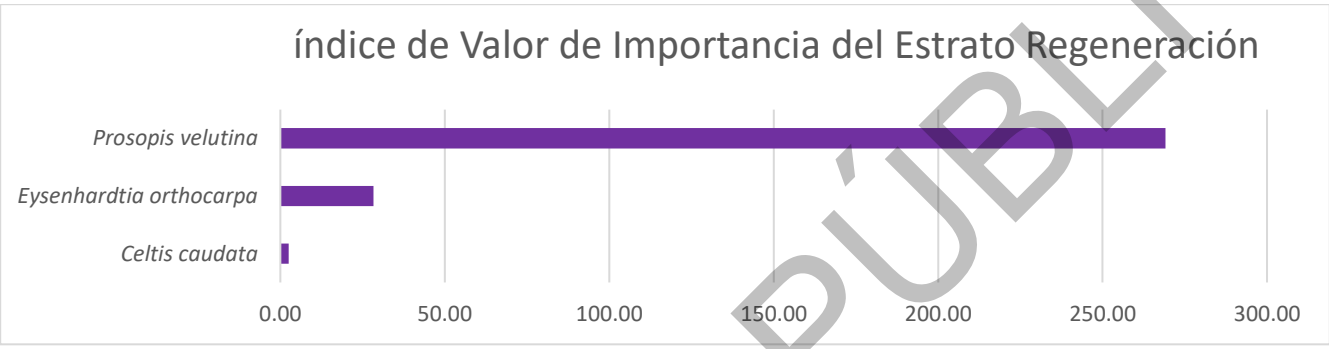
La segunda especie en importancia es *Eysenhardtia orthocarpa* (palo dulce), con un IVIE de 28.3 %, valor bajo, pero suficiente para considerarla un componente secundario dentro de la regeneración, su presencia sugiere condiciones ambientales que permiten el establecimiento de especies leñosas de rápido crecimiento, aunque en proporciones significativamente menores que el mezquite.

Eysenhardtia orthocarpa funciona como un indicador de microhábitats ligeramente más estables o menos compactados, aportando diversidad estructural y funcional al proceso regenerativo. *Celtis caudata* (zorro) aparece con valores muy bajos (2.5 %), actuando como un elemento marginal dentro del estrato, su baja densidad y frecuencia indican que su establecimiento es ocasional y probablemente condicionado por microambientes protegidos o situaciones particulares de dispersión.

CONSULTA PÚBLICA

En conjunto, el estrato de regeneración evidencia un sistema en transición acelerada hacia una comunidad dominada por especies leñosas, particularmente *Prosopis velutina*, cuya abundante de regeneración confirma su papel como especie invasora del espacio abierto del pastizal, la marcada desigualdad entre especies, la baja riqueza y la casi nula equidad sugieren una regeneración poco diversa y fuertemente orientada hacia la consolidación del matorral, un proceso que modifica profundamente la estructura del paisaje, la disponibilidad de recursos para la fauna y el funcionamiento del ecosistema.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 58. Valores de importancia ecológica del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el AFP

Estrato arbustivo

En lo que respecta el estrato de arbustivo, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 1,619 individuos, integrados en una riqueza especifica de 6 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 156. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	19	27.5	1.2	4.6	0.1	5.9
2	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	1,011	1,465.2	62.4	30.6	14.7	107.7
3	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	100	144.9	6.2	11.1	27.8	45.1
4	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	20	29.0	1.2	5.6	1.3	8.1
5	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	452	655.1	27.9	40.7	54.4	123.1
6	*Tecoma stans*	Tecoma	17	24.6	1.1	7.4	1.8	10.2
TOTAL			**1,619**	**2,346.4**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

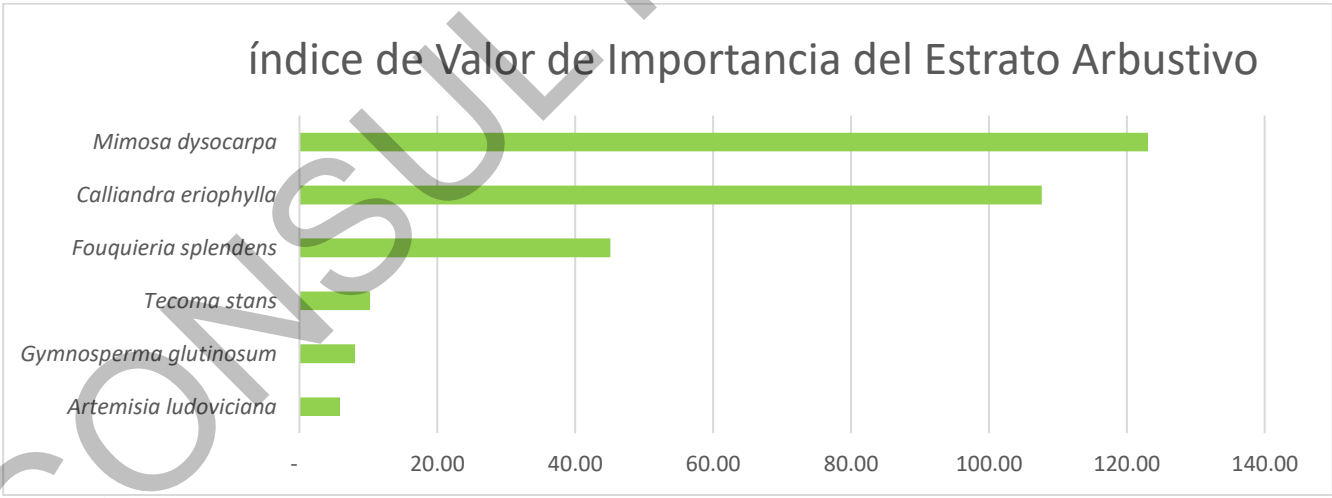
El estrato arbustivo presenta una estructura claramente dominada por *Calliandra eriophylla* (vara de ángel enano) y *Mimosa dysocarpa* (uña de gato), especies que juntas representan la mayor parte de la abundancia y del papel estructural del matorral. *Calliandra eriophylla* es la especie más destacada por densidad (62.4 %) y frecuencia (30.6 %), alcanzando un IVIE de 107.7 %, lo que la convierte en un elemento clave dentro del estrato, su elevada presencia sugiere condiciones de perturbación moderada y disponibilidad de luz, ya que esta especie tiende a prosperar en ambientes abiertos, aportando complejidad estructural y protección al suelo mediante su cobertura densa.

CONSULTA PÚBLICA

La especies *Mimosa dysocarpa* muestra un IVIE aún mayor (123.1 %), debido principalmente a su alto dominio (54.4 %) y una frecuencia notable (40.7 %), ubicándola como la especie fundamental del estrato arbustivo, esta especie es típica de zonas semiáridas tolerante a sequía y asociada con suelos delgados o disturbios recurrentes, su abundancia refleja un proceso de matorralización avanzado, en el cual especies arbustivas espinosas incrementan su presencia y terminan desplazando a herbáceas o pastos nativos. *Fouquieria splendens* (ocotillo), aunque menos abundante en valor ecológico (45.1 %), mantiene una influencia significativa en la estructura del estrato debido a su alta dominancia relativa (27.8 %), su presencia indica microhábitats con suelos bien drenados y exposición solar, esta especie contribuye a la heterogeneidad vertical y proporciona importantes recursos florales para polinizadores durante sus periodos de floración.

Especies de menor importancia relativa como; *Artemisia ludoviciana* (estafiate), *Gymnosperma glutinosum* (jarilla amarilla) y *Tecoma stans* (tecoma), con valores de IVIE entre 5.9 % y 10.2 %, aportan diversidad funcional y estructural sin tener un peso significativo en la dinámica del estrato, estas especies suelen asociarse con microambientes específicos, como zonas de escorrentía, claros entre arbustos dominantes o sitios con perturbación superficial.

En conjunto, el estrato arbustivo evidencia un matorral denso, fuertemente estructurado por especies espinosas y de amplia tolerancia a la sequía, particularmente *Mimosa dysocarpa* y *Calliandra eriophylla*, la marcada dominancia y la baja equidad sugieren un sistema sometido a procesos de apertura y degradación pasados, pero actualmente en consolidación hacia una comunidad arbustiva madura, esta conformación resulta crítica para la provisión de refugio, estabilización del suelo y generación de microhábitats que facilitan la regeneración de otras especies leñosas. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 59. Valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En lo que respecta el estrato de otras especies, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 64 individuos, integrados en una riqueza especifica de 10 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 157. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	7.2	7.8	8.3	3.1	19.2
2	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	7	10.1	10.9	12.5	0.4	23.9
3	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	6	8.7	9.4	12.5	0.6	22.5
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	7	10.1	10.9	14.6	22.9	48.4
5	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	7	10.1	10.9	8.3	0.7	20.0
6	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	8.7	9.4	12.5	0.5	22.4
7	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	5.8	6.3	8.3	0.3	14.9
8	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	5	7.2	7.8	6.3	18.1	32.2
9	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	10	14.5	15.6	8.3	15.1	39.1
10	*Yucca schottii*	Yucca	7	10.1	10.9	8.3	38.3	57.5
TOTAL			64	92.8	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de "otras especies" está compuesto principalmente por cactáceas, agaváceas y suculentas resistentes a la sequía, las cuales desempeñan un papel importante en la estabilidad ecológica de zonas semiáridas, dentro de este conjunto, *Yucca schottii* presenta el mayor valor de importancia de IVIE (57.5 %), debido a su alta frecuencia y especialmente a su elevada dominancia relativa (38.3 %), esta especie funciona como un elemento estructural clave, proporcionando sombra, amortiguando la erosión e influyendo en la retención de humedad en el suelo, su presencia indica condiciones de aridez marcada y terrenos bien drenados, además de una comunidad vegetal en trayectorias sucesionales avanzadas.

En segundo lugar, destaca *Dasylirion wheeleri* (sotol) con un IVIE de 48.4 %, resultado de una dominancia notable (22.9 %) y una alta densidad relativa, esta especie característica de matorrales áridos contribuye significativamente a la fisonomía del sitio y ofrece refugio y sustrato para fauna menor, además de ser un indicador de suelos pedregosos y exposición solar intensa. Las especies *Opuntia robusta* (39.1 %) y *Opuntia chlorotica* (32.2 %) también muestran valores elevados de importancia, su presencia refleja microhábitats con perturbación moderada, apertura del dosel y suelos con buena disponibilidad de luz, estas cactáceas desempeñan funciones claves como proveer alimento y refugio a diversos organismos, además de contribuir a la heterogeneidad estructural del paisaje.

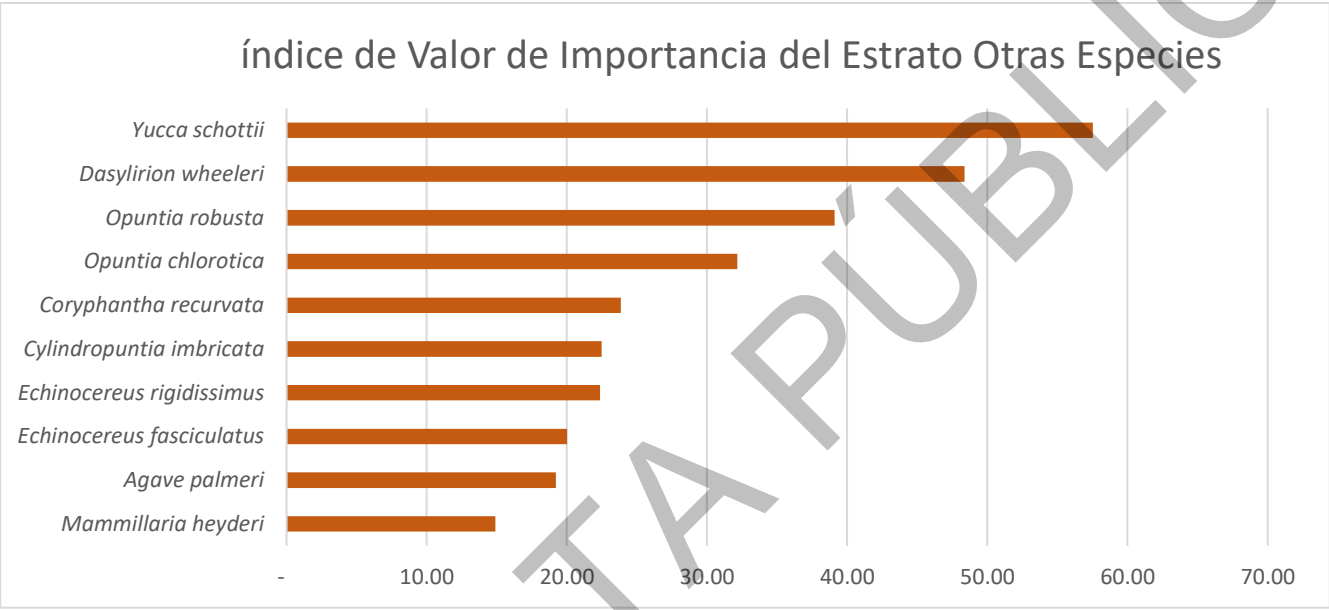
Mientras que las especies; *Coryphantha recurvata*, *Cylindropuntia imbricata* y *Echinocereus rigidissimus* presentan valores intermedios de IVIE (entre 22.4 % y 23.9 %), y aunque no dominan el estrato, aportan diversidad funcional y estructural, estas especies suelen establecerse en zonas rocosas y abiertas, actuando como indicadores de condiciones edáficas particulares y contribuyendo al incremento de la complejidad microambiental.

Por su parte, *Agave palmeri* y *Echinocereus fasciculatus* presentan valores moderados de importancia (entre 19.2 % y 20.0 %), participando activamente en la protección del suelo, la infiltración de agua y la oferta de recursos florales y frutales para la fauna. Finalmente, *Mammillaria heyderi* con el 14.9 %, aunque con baja dominancia y frecuencia, aporta a la diversidad del estrato mediante su presencia en microespacios rocosos y poco competidos.

CONSULTA PÚBLICA

En conjunto, este estrato evidencia una comunidad característica de ambientes áridos y semiáridos, dominada por suculentas y plantas estructurales que soportan condiciones de estrés hídrico, la alta representación de *Yucca schottii*, *Dasylirion wheeleri* y especies del género *Opuntia* indica un ecosistema maduro, estable y adaptado a la limitación de agua, con una estructura vertical y horizontal que favorece la fauna y mantiene la funcionalidad ecológica del sitio.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 60. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el AFP

Estrato herbáceo

En lo que respecta el estrato herbáceo, se realizó un muestreo de 345 sitios, registrando un total de 9,491 individuos, integrados en una riqueza especifica de 23 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 158. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	322	9,333.3	3.4	6.9	4.3	14.7
2	*Aristida ternipes*	Tres barbas	382	11,072.5	4.0	2.0	4.1	10.1
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	176	5,101.4	1.9	2.6	1.9	6.3
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	697	20,202.9	7.3	5.0	7.2	19.5
5	*Bouteloua radicosa*	Pasto trigo	75	2,173.9	0.8	1.0	0.6	2.3
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	830	24,058.0	8.7	7.1	9.6	25.5
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	604	17,507.2	6.4	8.7	5.8	20.9
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	740	21,449.3	7.8	7.6	8.3	23.8
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	30	869.6	0.3	0.7	0.2	1.2
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	44	1,275.4	0.5	1.3	0.8	2.5
11	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	51	1,478.3	0.5	0.8	0.6	1.9
12	*Cynodon dactylon*	Pasto estrellita	72	2,087.0	0.8	1.1	0.5	2.3
13	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	1,948	56,463.8	20.5	18.0	18.4	56.9
14	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	30	869.6	0.3	0.4	0.6	1.3

CONSULTA PÚBLICA

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
15	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	69	2,000.0	0.7	2.1	0.9	3.7
16	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	228	6,608.7	2.4	2.0	2.1	6.4
17	*Melinis repens*	Cola de zorra	632	18,318.8	6.7	5.7	6.2	18.5
18	*Panicum coloratum*	Zacaton	128	3,710.1	1.3	1.3	2.1	4.7
19	*Parthenium incanum*	Romerillo	343	9,942.0	3.6	8.1	4.8	16.6
20	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	15	434.8	0.2	0.9	0.5	1.5
21	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	2,012	58,318.8	21.2	14.9	19.5	55.6
22	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	19	550.7	0.2	1.0	0.4	1.6
23	*Zinnia elegans*	Zinnia	44	1,275.4	0.5	1.0	0.6	2.1
TOTAL			9,491	275,101.4	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato herbáceo presentó una alta riqueza específica dominada principalmente por gramíneas, que concentran los valores más altos de abundancia, dominancia y contribución ecológica dentro del índice de importancia ecológica (IVIE). Las especies con mayor aportación estructural fueron; *Eragrostis intermedia* (56.9 %) y *Sporobolus airoides* (55.6 %), ambas gramíneas ampliamente adaptadas a suelos abiertos y de alta exposición, estas especies presentan las densidades más elevadas (56,463.8 y 58,318.8 ind/ha, respectivamente), lo que refleja su papel dominante en la cobertura herbácea, así como su capacidad competitiva para ocupar grandes áreas del sustrato disponible.

Otras especies importantes en términos de contribución ecológica incluyen; *Bouteloua reflexa* (25.5 %), *Chloris virgata* (23.8 %), *Chamaecrista absus* (20.9 %), *Bouteloua gracilis* (19.5 %), *Melinis repens* (18.5 %) y *Aristida ternipes* (10.1 %), estas especies se distribuyen ampliamente en el sitio, como lo expresan sus valores significativos de frecuencia relativa (FR) y dominancia relativa (DR), formando parte esencial de la estructura y del funcionamiento del estrato herbáceo.

La mayor parte de las especies restantes presenta valores de IVIE inferiores al 10 %, con contribuciones puntuales dentro del ensamblaje herbáceo, entre ellas se incluyen especies como; *Parthenium incanum*, *Amaranthus palmeri*, *Lycurus phleoides*, *Panicum coloratum* y *Gomphrena caespitosa*, cuya presencia aporta diversidad, aunque con menor influencia estructural. Finalmente, especies con baja abundancia y limitada frecuencia, como *Cleome viscosa*, *Galinsoga parviflora*, *Sicyos laciniatus* y *Tetramerium nervosum*, representan elementos escasos o de distribución restringida, pero que contribuyen a la heterogeneidad florística del sitio.

En conjunto, el estrato herbáceo se caracteriza por una fuerte dominancia de gramíneas perennes y anuales, alta cobertura y una distribución relativamente homogénea, lo que indica condiciones ambientales favorables para especies de crecimiento rápido y buena tolerancia a la perturbación.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 61. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

* Vegetación secundaria de bosque de encino

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies y sus respectivas familias encontradas en el tipo de vegetación secundaria de bosque de encino.

Tabla 159. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el tipo de vegetación secundaria de bosque de encino

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
1	Arbóreo	Encino prieto	*Quercus emoryi*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Encino blanco	*Quercus oblongifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Regeneración	Palo dulce	*Eysenhardtia orthocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Encino prieto	*Quercus emoryi*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Encino blanco	*Quercus oblongifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Arbustivo	Baccharis lineal	*Archibaccharis serratifolia*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Estafiate	*Artemisia ludoviciana*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Vara de angel enano	*Calliandra eriophylla*	No incluida	No incluida	Nativa

CONSULTA PÚBLICA

NO.	ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM-059	CITES	DISTRIBUCIÓN
4		Colorín arbustivo	*Erythrina flabelliformis*	No incluida	No incluida	Nativa
5		Ocotillo	*Fouquieria splendens*	No incluida	No incluida	Nativa
6		Jarilla amarilla	*Gymnosperma glutinosum*	No incluida	No incluida	Nativa
7		Girasol rojo	*Melampodium sericeum*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Uña de gato	*Mimosa dysocarpa*	No incluida	No incluida	Nativa
1	Otras especies	Maguey bravo	*Agave palmeri*	No incluida	No incluida	Endémica
2		Helecho dentado	*Astrolepis cochisensis*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Helecho pinado	*Cheilanthes lozanoi*	No incluida	No incluida	Endémica
4		Coryphantha	*Coryphantha recurvata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
5		Cardon tunero	*Cylindropuntia imbricata*	No incluida	Apéndice II	Nativa
6		Sotol	*Dasylirion wheeleri*	No incluida	No incluida	Nativa
7		Choya	*Echinocereus fasciculatus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
8		Corifanta fina	*Echinocereus rigidissimus*	No incluida	Apéndice II	Nativa
9		Mamilaria	*Mammillaria heyderi*	No incluida	Apéndice II	Nativa
10		Nopal espina amarilla	*Opuntia chlorotica*	No incluida	Apéndice II	Nativa
11		Nopal redondo	*Opuntia robusta*	No incluida	Apéndice II	Endémica
1	Herbáceo	Bledo	*Amaranthus palmeri*	No incluida	No incluida	Nativa
2		Aceitilla	*Bidens bigelovii*	No incluida	No incluida	Nativa
3		Pasto navaja	*Bouteloua gracilis*	No incluida	No incluida	Nativa
4		Pasto bandera	*Bouteloua reflexa*	No incluida	No incluida	Endémica
5		Frijolillo	*Chamaecrista absus*	No incluida	No incluida	Nativa
6		Pasto pata de gallo	*Chloris virgata*	No incluida	No incluida	Nativa
7		Pasto llanero	*Eragrostis intermedia*	No incluida	No incluida	Nativa
8		Pasto cordon	*Lycurus phleoides*	No incluida	No incluida	Nativa
9		Cola de zorra	*Melinis repens*	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
10		Romerillo	*Parthenium incanum*	No incluida	No incluida	Nativa
11		Pasto alcalino	*Sporobolus airoides*	No incluida	No incluida	Nativa

Estrato arbóreo

En lo que respecta el estrato arbóreo, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 203 individuos, integrados en una riqueza especifica de dos especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 160. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Quercus emoryi*	Encino prieto	176	80.0	86.7	67.9	81.4	236.0
2	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	27	12.3	13.3	32.1	18.6	64.0
TOTAL			203	92.3	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbóreo de la vegetación secundaria de bosque de encino está conformado únicamente por dos especies del género *Quercus*, lo que refleja una baja riqueza arbórea, pero con una estructura fuertemente dominada por una de ellas, e registró un total de 203 individuos, equivalentes a 92.3 ind/ha, lo que indica una cobertura moderada típica de áreas en recuperación o con antecedentes de disturbio selectivo.

La especie dominante es *Quercus emoryi* (encino prieto), que concentra el 86.7 % de la densidad relativa y destaca por sus altos valores tanto en frecuencia relativa (67.9 %) como en dominancia relativa (81.4 %), lo que se refleja en su aporte ecológico total mediante un IVIE de 236 %, este comportamiento indica que *Q. emoryi* es la especie estructuradora del estrato arbóreo, formando la mayor parte del dosel y ejerciendo un control significativo sobre la disponibilidad de luz, espacio y recursos.

CONSULTA PÚBLICA

Por su parte, *Quercus oblongifolia* (encino blanco) presenta una participación mucho menor dentro del ensamblaje arbóreo, con 13.3 % de la densidad relativa, pero con una frecuencia relativamente alta (32.1 %), lo cual sugiere que, aunque menos abundante su distribución es amplia dentro del sitio, su contribución ecológica es moderada, reflejada en un IVIE de 64 %, lo que la posiciona como una especie acompañante importante en el dosel secundario.

En conjunto, la estructura arbórea muestra una dominancia clara de *Quercus emoryi*, característica común en etapas sucesionales intermedias de bosques de encino perturbados, donde esta especie tiende a regenerarse con mayor vigor, la presencia secundaria de *Q. oblongifolia* contribuye a la heterogeneidad del dosel, aunque sin competir directamente con la especie dominante. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 62. Valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

Estrato de regeneración

En lo que respecta el estrato de regeneración, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 3 individuos, integrados en una riqueza especifica de 3 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 161. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	46	209.1	71.9	46.2	76.9	194.9
2	*Quercus emoryi*	Encino prieto	16	72.7	25.0	38.5	19.6	83.1
3	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	2	9.1	3.1	15.4	3.5	22.0
TOTAL			**64**	**290.9**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de regeneración está conformado por tres especies leñosas, sumando 64 individuos (290.9 ind/ha), lo cual representa una regeneración moderada del bosque. Este estrato muestra una estructura claramente dominada por una especie pionera, acompañada por la regeneración incipiente de los encinos característicos del dosel.

La especie con mayor representatividad es *Eysenhardtia orthocarpa* (palo dulce), que aporta 71.9 % de la densidad relativa, además de presentar una frecuencia relativa del 46.2 % y una dominancia relativa de 76.9 %, lo que se traduce en un IVIE de 194.9 %, estos valores indican que *E. orthocarpa* es la especie más exitosa en la regeneración, probablemente favorecida por su capacidad de establecerse rápidamente en áreas abiertas y con suelo perturbado, típico de ambientes secundarios.

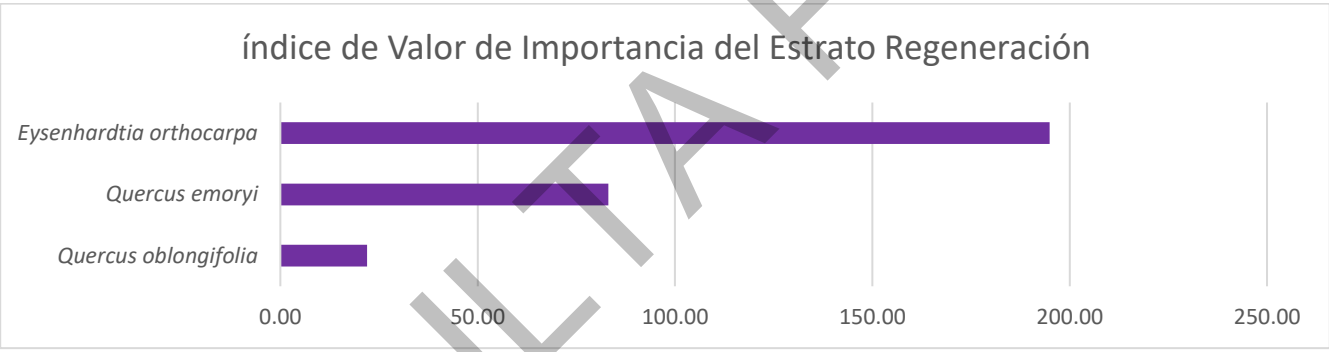
CONSULTA PÚBLICA

En segundo lugar, se encuentra *Quercus emoryi* (encino prieto), con una densidad relativa del 25 % y una frecuencia relativa del 38.5 %, reflejando un buen nivel de reclutamiento, aunque significativamente menor respecto a la especie pionera, su dominancia relativa del 19.6 % y su IVIE de 83.1 % indican que esta especie se está regenerando activamente y podría, a mediano plazo, restablecer su papel como especie dominante del dosel, tal como ocurre en el estrato arbóreo.

Finalmente, *Quercus oblongifolia* (encino blanco) presenta una regeneración escasa, con solo 3.1 % de la densidad relativa y un IVIE de 22 %, lo cual sugiere un reclutamiento limitado, su baja presencia podría deberse a condiciones menos favorables para su germinación o establecimiento, o a una competencia inicial desfavorable frente a *E. orthocarpa*.

En conjunto, la composición del estrato de regeneración indica una fase temprana a intermedia de recuperación, dominada por especies pioneras como *E. orthocarpa*, pero con presencia clara de regeneración de *Q. emoryi*, lo que asegura un eventual retorno a una estructura más típica del bosque de encino conforme avance la sucesión.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 63. Valores de importancia ecológica del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

Estrato arbustivo

En lo que respecta el estrato de arbustivo, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 307 individuos, integrados en una riqueza especifica de 8 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 162. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	10	45.5	3.3	8.6	3.1	14.9
2	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	31	140.9	10.1	6.9	3.2	20.2
3	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	28	127.3	9.1	10.3	2.5	21.9
4	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	29	131.8	9.4	17.2	9.5	36.2
5	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	23	104.5	7.5	15.5	13.7	36.7
6	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	28	127.3	9.1	6.9	14.2	30.2
7	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	27	122.7	8.8	8.6	0.8	18.2
8	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	131	595.5	42.7	25.9	53.1	121.6
TOTAL			307	1,395.5	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

CONSULTA PÚBLICA

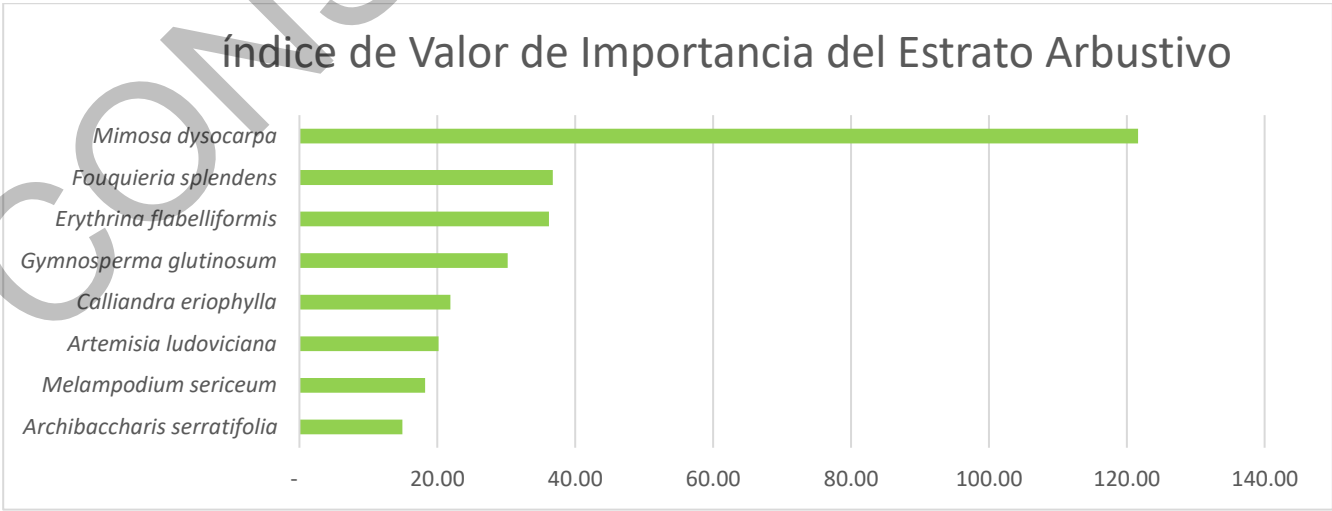
El estrato arbustivo está compuesto por 307 individuos, con una densidad total de 1,395.5 ind/ha, lo cual refleja una estructura bien desarrollada y con participación de diversas especies típicas de ambientes abiertos y de ecotonos entre encinares y matorrales, la composición muestra un claro patrón de dominancia hacia una especie clave, aunque existe una representación equilibrada de taxas secundarios.

La especie claramente dominante es *Mimosa dysocarpa* (uña de gato), que aporta 42.7 % de la densidad relativa, además de poseer la frecuencia relativa más alta (53.1 %) y una dominancia relativa de 25.9 %, lo que se refleja en un IVIE de 121.6 %, estos valores demuestran que *M. dysocarpa* es el elemento estructural principal del estrato arbustivo, probablemente favorecida por su resistencia a la sequía y capacidad de rebrote, características que le permiten una presencia constante en el sotobosque del encinar secundario.

Otras especies con aportes significativos son; *Erythrina flabelliformis* (colorín arbustivo) y *Fouquieria splendens* (ocotillo). *E. flabelliformis* presenta un IVIE de 36.2 %, con alta frecuencia relativa (17.2 %), indicando que está bien distribuida y cumple un papel relevante en la estructura intermedia. por su parte, *F. splendens* posee un IVIE de 36.7 %, destacando principalmente por su dominancia relativa (15.5 %), evidenciando individuos de mayor tamaño o proyección espacial que contribuyen de manera notable al estrato.

Asimismo, *Gymnosperma glutinosum* (jarilla amarilla) participa con un IVIE de 30.2 %, mostrando una combinación equilibrada entre densidad y dominancia, las especies *Artemisia ludoviciana* (estafiate), *Calliandra eriophylla* (vara de ángel enano) y *Melampodium sericeum* (girasol rojo) muestran valores intermedios, aportando entre 8 % y 10 % de la densidad relativa cada una, actuando como componentes secundarios pero constantes dentro del estrato.

Finalmente, *Archibaccharis serratifolia* (baccharis lineal), aunque menos abundante, mantiene una presencia importante en términos de frecuencia (8.6 %) y contribuye a la heterogeneidad estructural del sotobosque. En conjunto, el estrato arbustivo presenta una estructura compleja y diversa, dominada por *M. dysocarpa*, pero acompañada por un grupo de especies bien representadas que contribuyen a la heterogeneidad del encinar secundario, esta composición es indicativa de un ecosistema en recuperación, donde especies propias de matorrales y áreas perturbadas coexisten con taxas más asociados a condiciones de sotobosque.
Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 64. Valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En lo que respecta el estrato de otras especies, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 375 individuos, integrados en una riqueza especifica de 11 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 163. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	22.7	1.3	5.7	0.5	7.6
2	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	55	250.0	14.7	7.1	17.9	39.7
3	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	230	1,045.5	61.3	15.7	30.2	107.2
4	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	9	40.9	2.4	8.6	1.2	12.1
5	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	6	27.3	1.6	7.1	2.9	11.6
6	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	38	172.7	10.1	18.6	36.7	65.4
7	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	6	27.3	1.6	7.1	1.7	10.5
8	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	27.3	1.6	7.1	0.7	9.4
9	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	18.2	1.1	4.3	0.4	5.7
10	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	8	36.4	2.1	8.6	3.3	14.0
11	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	8	36.4	2.1	10.0	4.5	16.7
TOTAL			375	1,704.5	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de otras especies, compuesto principalmente por cactáceas, suculentas y helechos, presenta una estructura diversa, este conjunto aporta elementos estructurales y funcionales clave dentro del ecosistema, especialmente en zonas rocosas, laderas y claros del encinar. La especie más representativa es *Cheilanthes lozanoi* (helecho pinado), que alcanza un IVIE de 107.2 %, resultado de su alta densidad relativa (61.3 %) y amplia frecuencia (30.2 %), su abundancia sugiere condiciones favorables de humedad edáfica y microambientes sombreados entre rocas o bajo el dosel, donde los helechos suelen proliferar, este taxón constituye un componente esencial para la retención de suelo y humedad en microcuencas del sotobosque.

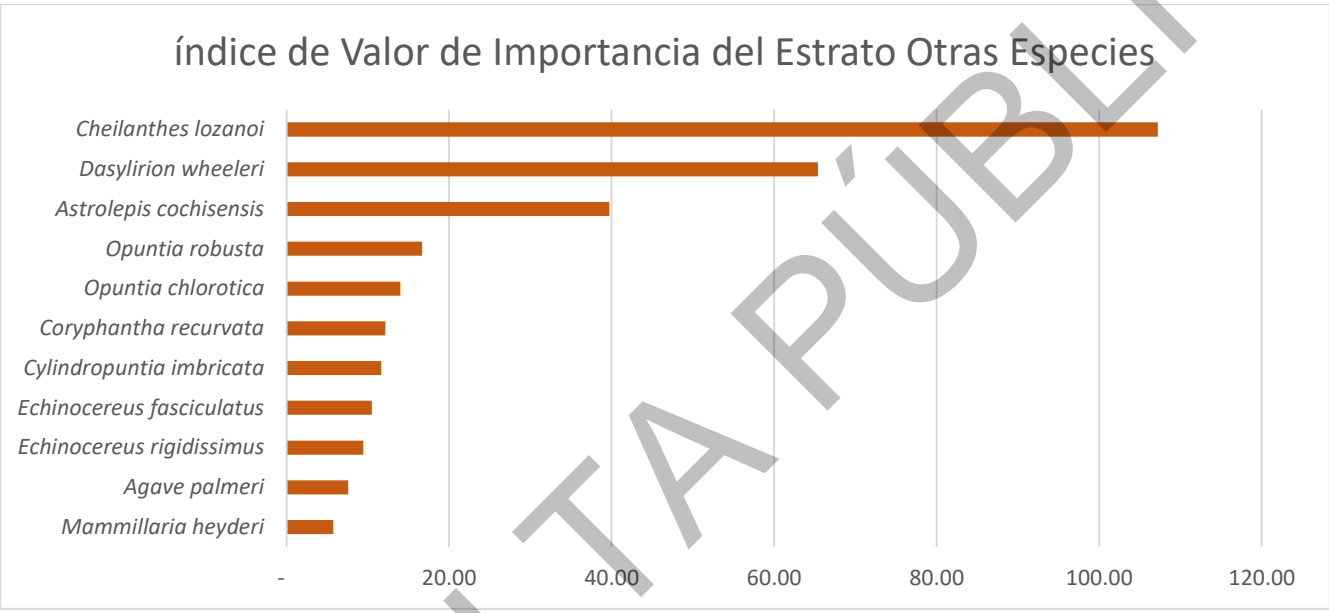
En segundo lugar, *Dasylirion wheeleri* (sotol) presenta un IVIE de 65.4 %, con una destacada dominancia relativa (36.7 %) debido al tamaño y volumen que sus individuos aportan al paisaje, la frecuencia elevada (18.6 %) confirma que es un elemento estructural sólido del ecotono entre encinar y matorral xerófilo, favorecido por su resistencia a sequías prolongadas. También sobresale *Astrolepis cochisensis* (helecho dentado), con un IVIE de 39.7 %, caracterizado por una combinación equilibrada de densidad relativa (14.7 %) y dominancia (17.9 %), su presencia refuerza la importancia de los helechos en este estrato, indicando sitios con retención de humedad y sustratos rocosos estables.

Las cactáceas como; *Coryphantha recurvata*, *Cylindropuntia imbricata*, *Echinocereus fasciculatus*, *E. rigidissimus*, *Mammillaria heyderi* y *Opuntia chlorotica*, junto con *Opuntia robusta*, presentan valores de IVIE que oscilan entre 5.7 % y 16.7 %, aunque sus densidades y frecuencias son menores en comparación con los helechos, constituyen componentes relevantes en microhábitats xerofíticos, aportando estructura, cobertura baja y recursos esenciales para fauna polinizadora y dispersora. *Opuntia robusta* y *O. chlorotica*, en particular, muestran frecuencias relativamente altas, lo que sugiere una distribución amplia en áreas expuestas o con mayor radiación solar.

CONSULTA PÚBLICA

Finalmente, *Agave palmeri* (maguey bravo), con un IVIE de 7.6 %, aunque menos abundante, cumple un rol importante en áreas secas y pedregosas, contribuyendo a la estabilidad del suelo y actuando como un recurso clave para fauna nectarívora. En conjunto, este estrato refleja una alta heterogeneidad ecológica, donde coexisten especies de helechos con suculentas y cactáceas propias de ambientes más secos, esta combinación indica un mosaico ambiental característico de encinares secundarios con microrelieves variables, proporcionando diversidad funcional y hábitats esenciales para una amplia gama de organismos.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 65. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

Estrato herbáceo

En lo que respecta el estrato herbáceo, se realizó un muestreo de 110 sitios, registrando un total de 1,751 individuos, integrados en una riqueza especifica de 11 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 164. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	9	818.2	0.5	3.2	2.0	5.7
2	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	21	1,909.1	1.2	3.2	2.6	7.0
3	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	107	9,727.3	6.1	7.2	6.2	19.5
4	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	249	22,636.4	14.2	11.3	12.9	38.4
5	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	33	3,000.0	1.9	3.6	3.2	8.7
6	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	54	4,909.1	3.1	5.9	5.2	14.1
7	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	500	45,454.5	28.6	24.3	24.2	77.0
8	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	139	12,636.4	7.9	8.6	8.2	24.7
9	*Melinis repens*	Cola de zorra	492	44,727.3	28.1	23.9	27.5	79.5
10	*Parthenium incanum*	Romerillo	34	3,090.9	1.9	3.6	2.6	8.1
11	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	113	10,272.7	6.5	5.4	5.4	17.2
TOTAL			1,751	159,181.8	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

CONSULTA PÚBLICA

El estrato herbáceo muestra una estructura dominada por gramíneas perennes y anuales propias de áreas abiertas dentro del encinar secundario, este estrato desempeña un papel clave en la cobertura del suelo, regulación microclimática y en la provisión de recursos para insectos, pequeños mamíferos y aves granívoras.

Las especies con mayor valor de importancia son; *Melinis repens* (79.5 %) y *Eragrostis intermedia* (77.0 %), que juntas representan una proporción sustancial de la estructura herbácea. *Melinis repens*, conocida por su carácter oportunista y su afinidad por sitios perturbados o con suelos removidos, muestra la mayor dominancia relativa (27.5%) y una frecuencia elevada (23.9%), su prevalencia sugiere condiciones de perturbación reciente o continua, favoreciendo su propagación. Por otra parte, *Eragrostis intermedia* refleja un componente más estable dentro del pastizal del encinar, dado su carácter nativo y su capacidad para colonizar suelos compactados o con moderada alteración, su alta densidad relativa (28.6 %) evidencia su función estructural como uno de los pastos dominantes en claros y bordes del bosque.

En posiciones intermedias se encuentran; *Bouteloua reflexa* (38.4 %) y *Lycurus phleoides* (24.7 %), especies que contribuyen significativamente a la continuidad del tapiz herbáceo, ambas gramíneas indican suelo bien drenado, buena exposición solar y zonas de transición entre matorral y encinar. *Bouteloua reflexa*, con alta densidad y representatividad, participa en la estabilización del suelo y en el mantenimiento de la productividad primaria del ecosistema. Otros pastos como *Bouteloua gracilis* (19.5 %) y *Chloris virgata* (14.1 %) complementan la estructura del estrato herbáceo. *B. gracilis*, característica de pastizales semiáridos, señala microambientes más abiertos y con posible presión por pastoreo, mientras que *Chloris virgata* suele asociarse a sitios moderadamente perturbados y suelos removidos.

La presencia de especies como; *Chamaecrista absus* (8.7 %), *Parthenium incanum* (8.1 %) y *Sporobolus airoides* (17.2 %) aporta diversidad funcional al estrato. *C. absus*, como leguminosa fijadora de nitrógeno, contribuye al mejoramiento del suelo; *P. incanum* está asociado a áreas con ligera perturbación y suelos pedregosos; *S. airoides*, por su parte, denota microambientes alcalinos o con mayor compactación. Finalmente, especies de baja representación como; *Amaranthus palmeri* y *Bidens bigelovii* cumplen funciones complementarias como componentes de las etapas tempranas de sucesión o como elementos temporales tras eventos de disturbio.

En conjunto, el estrato herbáceo del encinar secundario evidencia un mosaico vegetal influido por la apertura del dosel y por procesos de perturbación, donde gramíneas dominantes especialmente *Melinis repens* y *Eragrostis intermedia* conviven con pastos nativos y herbáceas diversas, este patrón sugiere un sistema dinámico que mantiene su funcionalidad ecológica, a la vez que refleja señales de alteración y regeneración propias de vegetación secundaria.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 66. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.1.6 Cálculo y análisis de las diferentes métricas de diversidad

La diversidad alfa representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (es este caso por tipo de vegetación), y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies, y la abundancia relativa de especies. Existen muchos índices para calcular diversidad alfa, la gran mayoría de estos índices de diversidad utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa, solamente que las operaciones matemáticas de estos valores se organizan de diferentes formas.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el SAR y en el AFP se utilizó las diferentes métricas de diversidad que se describen posteriormente.

IV.3.2.1.6.1 Metodologías utilizadas

1) Riqueza especifica

Por lo general es la manera más sencilla para poder medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en una comunidad particular, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.

2) Índice de Margalef

El índice de Margalef se considera uno de los índices más simples para poder medir la riqueza de especies, este índice se basa en el número total de especies con relación al total de individuos observados, el resultado nos expresa la alta o baja diversidad que el ecosistema presenta (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{ln\,(N)}$$

Dónde:

DMg = índice de riqueza de Margalef.
S = número de especies.
N = número total de individuos.

De acuerdo con Campo y Duval en el 2014, una comunidad o área ecológica integra una baja diversidad cuando los valores obtenidos mediante este índice tienden ser inferiores a 2, una diversidad media cuando los valores corresponden de 2 a 5, y una alta diversidad si los valores son superiores a 5.

CONSULTA PÚBLICA

3) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon-Wiener es el más utilizado en ecología para el análisis de comunidades, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (House P., *et. al*. 2006). Este índice nos da como resultado la diversidad existente para una determinada área de estudio, es decir, entre mayor sea el grado de incertidumbre mayor será la diversidad.

$$\boldsymbol{H = -\sum p_i ln(p_i)}$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.
Pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
LnPi= logaritmo natural de Pi.

El Índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S (Riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988). El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0 a 5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, de 0 a 2 refiere que la muestra obtiene una diversidad baja, valores entre 2 a 3 refiere una diversidad media y valores mayores a 3 describe una diversidad alta.

4) Diversidad Máxima

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Hmax = ln(S)}$$

5) Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$\boldsymbol{J = \frac{H'}{ln(S)}}$$

Donde:

J= Equitatividad de Pielou.
H = Índice de diversidad de Shannon.
Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Los rangos para medir la significancia de este índice se basan entre 0-1, una baja equidad (heterogéneo) cuando el índice adquiere valores de 0 a 0.35, una equidad media al comprender valores de 0.36 a 0.70, y una alta equidad (Homogéneo) cuando el valor obtenido es mayor a 0.71, (Aguirre, 2013).

CONSULTA PÚBLICA

6) Índice de Berger-Parker

Este índice nos expresa la proporción que representa la especie más dominante, en relación con el resto de las especies, este índice adolece de un bajo poder discriminante, es poco sensible al tamaño muestral y cuanto más alto es su valor, menor equitatividad presentará la muestra analizada, (Magurran, 1988).

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

d = Índice de Berger-Parker
N_{max} = Número de individuos de la especie más dominante.
N = Número de individuos de toda la muestra.

Los resultados obtenidos de los índices antes descritos se presentan a continuación para cada tipo de vegetación, por estrato (arbóreo, regeneración, arbustivo, otras formas de vida y herbáceo). Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (**ANEXO 12 y ANEXO 13**).

IV.3.2.1.6.2 Resultados y análisis para el Sistema Ambiental Regional (SAR)

* **Vegetación secundaria de pastizal natural**

<u>Estrato arbóreo</u>

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbóreo.

Tabla 165. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Celtis caudata*	Zorro	3	0.4	0.012	-4.454	0.1
2	*Prosopis velutina*	Mezquite	249	36.1	0.965	-0.036	0.0
3	*Quercus emoryi*	Encino Prieto	5	0.7	0.019	-3.944	0.1
4	*Quercus oblongifolia*	Encino Blanco	1	0.1	0.004	-5.553	0.0
TOTAL			**258**	**37.4**			**0.2**
				Riqueza específica (S)			**4**
				Índice de Margalef (SMg)			**0.54**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**0.18**
				Diversidad máxima (H max)			**1.39**
				Equidad de Pielou (J)			**0.13**
				Índice de Berger-Parker			**0.9651**

Para el estrato arbóreo se determinó una abundancia de 258 individuos y una riqueza especifica total de 4 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.54, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad al comprender un valor de 0.18 con relación al 1.39 de la diversidad máxima esperada, estos valores se ven reflejados en la baja equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.13, siendo la especie dominante *Prosopis velutina* (Mezquite) representando el 96.51 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de regeneración

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de regeneración.

Tabla 166. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Celtis caudata*	Zorro	9	13.0	0.048	-3.045	0.1
2	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	53	76.8	0.280	-1.271	0.4
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	127	184.1	0.672	-0.398	0.3
TOTAL			189	273.9			0.8
				Riqueza específica (S)			3
				Índice de Margalef (SMg)			0.38
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.77
				Diversidad máxima (H max)			1.10
				Equidad de Pielou (J)			0.70
				Índice de Berger-Parker			0.6720

Para el estrato de regeneración se determinó una abundancia de 189 individuos y una riqueza especifica total de 3 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.38, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad al comprender un valor de 0.77 con relación al 1.10 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.70 con tendencia próxima cercana a alta, siendo la especie relativamente dominante *Prosopis velutina* (Mezquite) representando el 67.20 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbustivo.

Tabla 167. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Acourtia thurberi*	Gorda dura	5	7.2	0.003	-5.664	0.0
2	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	4	5.8	0.003	-5.887	0.0
3	*Baccharis sarothroides*	Baccharis fina	6	8.7	0.004	-5.482	0.0
4	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	602	872.5	0.417	-0.874	0.4
5	*Dalea bicolor var. argyrea*	Engorda cabra	58	84.1	0.040	-3.213	0.1
6	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	9	13.0	0.006	-5.077	0.0
7	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	195	282.6	0.135	-2.001	0.3
8	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	34	49.3	0.024	-3.747	0.1
9	*Lasianthaea fruticosa*	Vara blanca	97	140.6	0.067	-2.699	0.2
10	*Matelea producta*	Bejuco enrredadera	4	5.8	0.003	-5.887	0.0
11	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	392	568.1	0.272	-1.303	0.4
12	*Tecoma stans*	Tecoma	36	52.2	0.025	-3.690	0.1
TOTAL			1,442	2,089.9			1.6
				Riqueza específica (S)			12
				Índice de Margalef (SMg)			1.51
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.59
				Diversidad máxima (H max)			2.48
				Equidad de Pielou (J)			0.64
				Índice de Berger-Parker			0.4175

CONSULTA PÚBLICA

Para el estrato arbustivo se determinó una abundancia de 1,442 individuos y una riqueza especifica total de 12 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.51, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad al comprender un valor de 1.59 con relación al 2.48 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.64 con tendencia próxima a ser alta, siendo la especie relativamente dominante *Calliandra eriophylla* (Vara de ángel enano) representando el 41.75 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato de otras especies

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de otras especies.

Tabla 168. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	15	21.7	0.063	-2.773	0.2
2	*Agave wocomahi*	Agave de piedra	3	4.3	0.013	-4.382	0.1
3	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	42	60.9	0.175	-1.743	0.3
4	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	18	26.1	0.075	-2.590	0.2
5	*Dasylirion wheeleri*	sotol	45	65.2	0.188	-1.674	0.3
6	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	6	8.7	0.025	-3.689	0.1
7	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	31	44.9	0.129	-2.047	0.3
8	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	26	37.7	0.108	-2.223	0.2
9	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	9	13.0	0.038	-3.283	0.1
10	*Opuntia gosseliniana*	Nopal	3	4.3	0.013	-4.382	0.1
11	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	6	8.7	0.025	-3.689	0.1
12	*Yucca schottii*	Yucca	36	52.2	0.150	-1.897	0.3
TOTAL			240	347.8			2.2

Riqueza específica (S)	12
Índice de Margalef (SMg)	2.01
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.19
Diversidad máxima (H max)	2.48
Equidad de Pielou (J)	0.88
Índice de Berger-Parker	0.1875

De acuerdo con la tabla que antecede para este estrato se determinó una abundancia de 240 individuos y una riqueza especifica total de 12 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.01, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.19 con relación al 2.48 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.88, siendo la especie de predominancia *Dasylirion wheeleri* (sotol) representando el 18.75 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de herbáceo.

Tabla 169. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	406	11,768.1	0.036	-3.322	0.1
2	*Aristida ternipes*	Tres barbas	449	13,014.5	0.040	-3.221	0.1
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	348	10,087.0	0.031	-3.476	0.1
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	954	27,652.2	0.085	-2.468	0.2
5	*Bouteloua radicosa*	pasto trigo	65	1,884.1	0.006	-5.154	0.0
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	327	9,478.3	0.029	-3.538	0.1
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	327	9,478.3	0.029	-3.538	0.1
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	847	24,550.7	0.075	-2.587	0.2
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	123	3,565.2	0.011	-4.516	0.0
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	14	405.8	0.001	-6.689	0.0
11	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	19	550.7	0.002	-6.384	0.0
12	*Cynodon dactylon*	pasto estrellita	26	753.6	0.002	-6.070	0.0
13	*Digitaria californica*	Pasto plateado	175	5,072.5	0.016	-4.163	0.1
14	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	2,176	63,072.5	0.193	-1.643	0.3
15	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	9	260.9	0.001	-7.131	0.0
16	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	67	1,942.0	0.006	-5.124	0.0
17	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	138	4,000.0	0.012	-4.401	0.1
18	*Machaeranthera gracilis*	Diente de oro	13	376.8	0.001	-6.763	0.0
19	*Melinis repens*	Cola de zorra	2,650	76,811.6	0.236	-1.446	0.3
20	*Panicum coloratum*	Zacaton	35	1,014.5	0.003	-5.773	0.0
21	*Parthenium incanum*	Romerillo	205	5,942.0	0.018	-4.005	0.1
22	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	9	260.9	0.001	-7.131	0.0
23	*Solanum rostratum*	Manca mula	10	289.9	0.001	-7.026	0.0
24	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	1,819	52,724.6	0.162	-1.822	0.3
25	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	29	840.6	0.003	-5.961	0.0
26	*Zinnia elegans*	Zinnia	11	318.8	0.001	-6.930	0.0
TOTAL			**11,251**	**326,115.9**			**2.3**
				Riqueza específica (S)			**26**
				Índice de Margalef (SMg)			**2.68**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**2.32**
				Diversidad máxima (H max)			**3.26**
				Equidad de Pielou (J)			**0.71**
				Índice de Berger-Parker			**0.2355**

Para este estrato se determinó una abundancia de 11,251 individuos y una riqueza especifica total de 26 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.68, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.32 con relación al 3.26 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.71, siendo la especie de predominancia *Melinis repens* (Cola de zorra) representando el 23.55 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

* Vegetación secundaria de bosque de encino

Estrato arbóreo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbóreo.

Tabla 170. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	1	0.5	0.004	-5.505	0.0
2	*Juniperus deppeana*	Tascate	5	2.3	0.020	-3.896	0.1
3	*Quercus emoryi*	Encino prieto	210	95.5	0.854	-0.158	0.1
4	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	30	13.6	0.122	-2.104	0.3
TOTAL			246	111.8			0.5
				Riqueza específica (S)			4
				Índice de Margalef (SMg)			0.54
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.49
				Diversidad máxima (H max)			1.39
				Equidad de Pielou (J)			0.36
				Índice de Berger-Parker			0.8537

El estrato arbóreo registra una abundancia de 246 individuos y una riqueza especifica total de cuatro especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.54, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.49 con relación al 1.39 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una baja equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.36, siendo la especie dominante *Quercus emoryi* (Encino prieto) representando el 85.37 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato de regeneración

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de regeneración.

Tabla 171. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	50	227.3	0.338	-1.085	0.4
2	*Juniperus deppeana*	Tascate	4	18.2	0.027	-3.611	0.1
3	*Quercus emoryi*	Encino prieto	83	377.3	0.561	-0.578	0.3
4	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	11	50.0	0.074	-2.599	0.2
TOTAL			148	672.7			1.0
				Riqueza específica (S)			4
				Índice de Margalef (SMg)			0.60
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.98
				Diversidad máxima (H max)			1.39
				Equidad de Pielou (J)			0.71
				Índice de Berger-Parker			0.5608

CONSULTA PÚBLICA

El estrato de regeneración registra una abundancia de 148 individuos y una riqueza especifica total de cuatro especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.60, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.98 con relación al 1.39 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, para este estrato se registra una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.71, siendo la especie relativamente dominante *Quercus emoryi* (Encino prieto) representando el 56.08 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbustivo.

Tabla 172. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Acourtia thurberi*	Gorda dura	43	195.5	0.111	-2.195	0.2
2	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	13	59.1	0.034	-3.391	0.1
3	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	5	22.7	0.013	-4.346	0.1
4	*Baccharis sarothroides*	Baccharis fina	38	172.7	0.098	-2.318	0.2
5	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	24	109.1	0.062	-2.778	0.2
6	*Dalea bicolor var. argyrea*	Engorda cabra	9	40.9	0.023	-3.759	0.1
7	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	19	86.4	0.049	-3.011	0.1
8	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	50	227.3	0.130	-2.044	0.3
9	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	58	263.6	0.150	-1.895	0.3
10	*Lasianthaea fruticosa*	Vara blanca	28	127.3	0.073	-2.624	0.2
11	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	5	22.7	0.013	-4.346	0.1
12	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	77	350.0	0.199	-1.612	0.3
13	*Rhus trilobata*	Arbusto amarillo	17	77.3	0.044	-3.123	0.1
TOTAL			**386**	**1,754.5**			**2.3**
				Riqueza específica (S)			**13**
				Índice de Margalef (SMg)			**2.01**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**2.31**
				Diversidad máxima (H max)			**2.56**
				Equidad de Pielou (J)			**0.90**
				Índice de Berger-Parker			**0.1995**

Para este estrato se determinó una abundancia de 386 individuos y una riqueza especifica total de 13 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.01, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.31, en relación al 2.56 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.90, siendo la especie relativamente dominante *Mimosa dysocarpa* (Uña de gato) representando el 19.95 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de otras especies.

Tabla 173. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	15	68.2	0.022	-3.837	0.1
2	*Argyrochosma incana*	Helecho trifoliado	54	245.5	0.078	-2.556	0.2
3	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	95	431.8	0.136	-1.991	0.3
4	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	421	1,913.6	0.605	-0.503	0.3
5	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	30	136.4	0.043	-3.144	0.1
6	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	16	72.7	0.023	-3.773	0.1
7	*Dasylirion wheeleri*	sotol	37	168.2	0.053	-2.934	0.2
8	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	3	13.6	0.004	-5.447	0.0
9	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	4	18.2	0.006	-5.159	0.0
10	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	7	31.8	0.010	-4.599	0.0
11	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	5	22.7	0.007	-4.936	0.0
12	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	9	40.9	0.013	-4.348	0.1
TOTAL			696	3,163.6			1.4
				Riqueza específica (S)			12
				Índice de Margalef (SMg)			1.68
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.43
				Diversidad máxima (H max)			2.48
				Equidad de Pielou (J)			0.57
				Índice de Berger-Parker			0.6049

Para el estrato de otras especies se determinó una abundancia de 696 individuos y una riqueza especifica total de 12 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.68, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 1.43 con relación al 2.48 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.57, siendo la especie relativamente dominante *Cheilanthes lozanoi* (Helecho pinado) representando el 60.49 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de herbáceo.

Tabla 174. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Acourtia humboldtii*	Girasol peludo	7	636.4	0.002	-6.052	0.0
2	*Amaranthus palmeri*	Bledo	10	909.1	0.003	-5.695	0.0
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	138	12,545.5	0.046	-3.071	0.1
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	470	42,727.3	0.158	-1.845	0.3
5	*Bouteloua radicosa*	pasto trigo	30	2,727.3	0.010	-4.597	0.0
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	382	34,727.3	0.128	-2.053	0.3
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	49	4,454.5	0.016	-4.106	0.1
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	29	2,636.4	0.010	-4.631	0.0
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	16	1,454.5	0.005	-5.225	0.0
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	21	1,909.1	0.007	-4.953	0.0

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
11	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	454	41,272.7	0.153	-1.880	0.3
12	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	6	545.5	0.002	-6.206	0.0
13	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	256	23,272.7	0.086	-2.453	0.2
14	*Melinis repens*	Cola de zorra	812	73,818.2	0.273	-1.298	0.4
15	*Panicum coloratum*	Zacaton	3	272.7	0.001	-6.899	0.0
16	*Parthenium incanum*	Romerillo	16	1,454.5	0.005	-5.225	0.0
17	*Plantago rhodosperma*	Plumbago	14	1,272.7	0.005	-5.359	0.0
18	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	255	23,181.8	0.086	-2.457	0.2
19	*Zinnia elegans*	Zinnia	7	636.4	0.002	-6.052	0.0
TOTAL			2,975	270,454.5			2.1
				Riqueza específica (S)			19
				Índice de Margalef (SMg)			2.25
				Índice de Shannon-Wiener (H)			2.10
				Diversidad máxima (H max)			2.94
				Equidad de Pielou (J)			0.71
				Índice de Berger-Parker			0.2729

Para el estrato herbáceo se determinó una abundancia de 2,975 individuos y una riqueza especifica total de 19 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.25, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.10 con relación al 2.94 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.71, siendo la especie relativamente dominante *Melinis repens* (Cola de zorra) representando el 27.29 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

IV.3.2.1.6.3 Resultados y análisis para el Área Forestal del proyecto (AFP)

A continuación, se presentan los índices de diversidad para cada estrato y tipos de vegetación.

* **Vegetación secundaria de pastizal natural**

<u>Estrato arbóreo</u>

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbóreo.

Tabla 175. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Celtis caudata*	Zorro	4	0.6	0.017	-4.052	0.1
2	*Prosopis velutina*	Mezquite	226	32.8	0.983	-0.018	0.0
TOTAL			230	33.3			0.1
				Riqueza específica (S)			2
				Índice de Margalef (SMg)			0.18
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.09
				Diversidad máxima (H max)			0.69
				Equidad de Pielou (J)			0.13
				Índice de Berger-Parker			0.9826

CONSULTA PÚBLICA

Para este estrato en específico se obtuvo una abundancia de 230 individuos y una riqueza especifica total de dos especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.18, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.09 con relación al 0.69 de la diversidad máxima esperada, de igual manera se registra una baja equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.13, siendo la especie dominante *Prosopis velutina* (Mezquite) representando el 98.26 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato de regeneración

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de regeneración.

Tabla 176. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Celtis caudata*	Zorro	1	1.4	0.005	-5.371	0.0
2	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	22	31.9	0.102	-2.280	0.2
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	192	278.3	0.893	-0.113	0.1
TOTAL			**215**	**311.6**			**0.4**
				Riqueza específica (S)			**3**
				Índice de Margalef (SMg)			**0.37**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**0.36**
				Diversidad máxima (H max)			**1.10**
				Equidad de Pielou (J)			**0.33**
				Índice de Berger-Parker			**0.8930**

Para este estrato en específico se obtuvo una abundancia de 230 individuos y una riqueza especifica total de tres especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.37, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.36 con relación al 1.10 de la diversidad máxima esperada, de igual manera se registra una baja equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.33, siendo la especie dominante *Prosopis velutina* (Mezquite) representando el 89.30 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbustivo.

Tabla 177. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	19	27.5	0.012	-4.445	0.1
2	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	1,011	1,465.2	0.624	-0.471	0.3
3	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	100	144.9	0.062	-2.784	0.2
4	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	20	29.0	0.012	-4.394	0.1
5	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	452	655.1	0.279	-1.276	0.4
6	*Tecoma stans*	Tecoma	17	24.6	0.011	-4.556	0.0
TOTAL			**1,619**	**2,346.4**			**1.0**
				Riqueza específica (S)			**6**
				Índice de Margalef (SMg)			**0.68**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**0.98**
				Diversidad máxima (H max)			**1.79**
				Equidad de Pielou (J)			**0.55**
				Índice de Berger-Parker			**0.6245**

Para el estrato arbustivo se determinó una abundancia de 1,619 individuos y una riqueza especifica total de 6 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.68, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.98 con relación al 1.79 de la diversidad máxima esperada, registra una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.55, siendo la especie dominante *Calliandra eriophylla* (Vara de ángel enano) representando el 62.45 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de otras especies.

Tabla 178. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	7.2	0.078	-2.549	0.2
2	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
3	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	6	8.7	0.094	-2.367	0.2
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
5	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
6	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	8.7	0.094	-2.367	0.2
7	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	5.8	0.063	-2.773	0.2
8	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	5	7.2	0.078	-2.549	0.2
9	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	10	14.5	0.156	-1.856	0.3
10	*Yucca schottii*	Yucca	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
TOTAL			**64**	**92.8**			**2.3**
				Riqueza específica (S)			**10**
				Índice de Margalef (SMg)			**2.16**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**2.27**
				Diversidad máxima (H max)			**2.30**
				Equidad de Pielou (J)			**0.99**
				Índice de Berger-Parker			**0.1563**

De acuerdo con la tabla que antecede para este estrato se determinó una abundancia de 64 individuos y una riqueza especifica total de 10 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.16, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.27 con relación al 2.30 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.99, siendo la especie relativamente dominante *Opuntia robusta* (Nopal redondo) representando el 15.63 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de herbáceo.

Tabla 179. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	322	9,333.3	0.034	-3.384	0.1
2	*Aristida ternipes*	Tres barbas	382	11,072.5	0.040	-3.213	0.1
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	176	5,101.4	0.019	-3.988	0.1
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	697	20,202.9	0.073	-2.611	0.2
5	*Bouteloua radicosa*	Pasto trigo	75	2,173.9	0.008	-4.841	0.0
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	830	24,058.0	0.087	-2.437	0.2
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	604	17,507.2	0.064	-2.755	0.2
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	740	21,449.3	0.078	-2.551	0.2
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	30	869.6	0.003	-5.757	0.0
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	44	1,275.4	0.005	-5.374	0.0
11	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	51	1,478.3	0.005	-5.226	0.0
12	*Cynodon dactylon*	Pasto estrellita	72	2,087.0	0.008	-4.881	0.0
13	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	1,948	56,463.8	0.205	-1.584	0.3
14	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	30	869.6	0.003	-5.757	0.0
15	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	69	2,000.0	0.007	-4.924	0.0
16	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	228	6,608.7	0.024	-3.729	0.1
17	*Melinis repens*	Cola de zorra	632	18,318.8	0.067	-2.709	0.2
18	*Panicum coloratum*	Zacaton	128	3,710.1	0.013	-4.306	0.1
19	*Parthenium incanum*	Romerillo	343	9,942.0	0.036	-3.320	0.1
20	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	15	434.8	0.002	-6.450	0.0
21	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	2,012	58,318.8	0.212	-1.551	0.3
22	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	19	550.7	0.002	-6.214	0.0
23	*Zinnia elegans*	Zinnia	44	1,275.4	0.005	-5.374	0.0
TOTAL			**9,491**	**275,101.4**			**2.4**

Riqueza específica (S)	**23**
Índice de Margalef (SMg)	**2.40**
Índice de Shannon-Wiener (H)	**2.45**
Diversidad máxima (H max)	**3.14**
Equidad de Pielou (J)	**0.78**
Índice de Berger-Parker	**0.2120**

Para este estrato se determinó una abundancia de 9,491 individuos y una riqueza especifica total de 23 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.40, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.45 con relación al 3.14 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.78, siendo la especie relativamente dominante *Sporobolus airoides* (Pasto alcalino) representando el 21.20 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

* Vegetación secundaria de bosque de encino

Estrato arbóreo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbóreo.

Tabla 180. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Quercus emoryi*	Encino prieto	176	80.0	0.867	-0.143	0.1
2	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	27	12.3	0.133	-2.017	0.3
TOTAL			203	92.3			0.4
				Riqueza específica (S)			2
				Índice de Margalef (SMg)			0.19
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.39
				Diversidad máxima (H max)			0.69
				Equidad de Pielou (J)			0.57
				Índice de Berger-Parker			0.8670

El estrato arbóreo registra una abundancia de 203 individuos y una riqueza especifica total de dos especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.19, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.39 con relación al 0.69 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.57, siendo la especie dominante *Quercus emoryi* (Encino prieto) representando el 86.70 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato de regeneración

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de regeneración.

Tabla 181. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	46	209.1	0.719	-0.330	0.2
2	*Quercus emoryi*	Encino prieto	16	72.7	0.250	-1.386	0.3
3	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	2	9.1	0.031	-3.466	0.1
TOTAL			64	290.9			0.7
				Riqueza específica (S)			3
				Índice de Margalef (SMg)			0.48
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.69
				Diversidad máxima (H max)			1.10
				Equidad de Pielou (J)			0.63
				Índice de Berger-Parker			0.7188

Para este estrato se registra una abundancia de 64 individuos y una riqueza especifica total de tres especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.48, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.69 con relación al 1.10 de la diversidad máxima esperada, se registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.63, siendo la especie dominante *Eysenhardtia orthocarpa* (Palo dulce) representando el 86.70 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbustivo.

Tabla 182. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	10	45.5	0.033	-3.424	0.1
2	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	31	140.9	0.101	-2.293	0.2
3	*Calliandra eriophylla*	Vara de angel enano	28	127.3	0.091	-2.395	0.2
4	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	29	131.8	0.094	-2.360	0.2
5	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	23	104.5	0.075	-2.591	0.2
6	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	28	127.3	0.091	-2.395	0.2
7	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	27	122.7	0.088	-2.431	0.2
8	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	131	595.5	0.427	-0.852	0.4
TOTAL			307	1,395.5			1.8
				Riqueza específica (S)			8
				Índice de Margalef (SMg)			1.22
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.77
				Diversidad máxima (H max)			2.08
				Equidad de Pielou (J)			0.85
				Índice de Berger-Parker			0.4267

Para este estrato se determinó una abundancia de 307 individuos y una riqueza especifica total de 8 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.22, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad baja de especies al comprender un valor de 1.77, en relación al 2.08 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.85, siendo la especie relativamente dominante *Mimosa dysocarpa* (Uña de gato) representando el 42.67 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de otras especies.

Tabla 183. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	22.7	0.013	-4.317	0.1
2	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	55	250.0	0.147	-1.920	0.3
3	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	230	1,045.5	0.613	-0.489	0.3
4	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	9	40.9	0.024	-3.730	0.1
5	*Cylindropuntia imbricata*	Cardon tunero	6	27.3	0.016	-4.135	0.1
6	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	38	172.7	0.101	-2.289	0.2
7	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	6	27.3	0.016	-4.135	0.1
8	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	27.3	0.016	-4.135	0.1
9	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	18.2	0.011	-4.541	0.0
10	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	8	36.4	0.021	-3.847	0.1
11	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	8	36.4	0.021	-3.847	0.1
TOTAL			375	1,704.5			1.4
				Riqueza específica (S)			11
				Índice de Margalef (SMg)			1.69
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.37
				Diversidad máxima (H max)			2.40
				Equidad de Pielou (J)			0.57
				Índice de Berger-Parker			0.6133

Para el estrato de otras especies se determinó una abundancia de 375 individuos y una riqueza especifica total de 11 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.69, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 1.37 con relación al 2.40 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.57, siendo la especie relativamente dominante *Cheilanthes lozanoi* (Helecho pinado) representando el 61.33 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de herbáceo.

Tabla 184. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	9	818.2	0.005	-5.271	0.0
2	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	21	1,909.1	0.012	-4.423	0.1
3	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	107	9,727.3	0.061	-2.795	0.2
4	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	249	22,636.4	0.142	-1.950	0.3
5	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	33	3,000.0	0.019	-3.971	0.1
6	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	54	4,909.1	0.031	-3.479	0.1
7	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	500	45,454.5	0.286	-1.253	0.4
8	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	139	12,636.4	0.079	-2.533	0.2
9	*Melinis repens*	Cola de zorra	492	44,727.3	0.281	-1.269	0.4
10	*Parthenium incanum*	Romerillo	34	3,090.9	0.019	-3.942	0.1
11	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	113	10,272.7	0.065	-2.741	0.2
TOTAL			1,751	159,181.8			1.9
				Riqueza específica (S)			11
				Índice de Margalef (SMg)			1.34
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.88
				Diversidad máxima (H max)			2.40
				Equidad de Pielou (J)			0.78
				Índice de Berger-Parker			0.2856

Para el estrato herbáceo se determinó una abundancia de 1,751 individuos y una riqueza especifica total de 11 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.34, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 1.88 con relación al 2.40 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.78, siendo las especies relativamente dominante *Eragrostis intermedia* (Pasto llanero) y *Melinis repens* (Cola de zorra) representando independientemente el 28.56 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2 Fauna

De acuerdo con INEGI, en el área de estudio presenta una temperatura media anual 22°C, la temperatura máxima promedio es de 38°C y se presenta en los meses de junio y julio, la temperatura mínima promedio es de 5°C y se presenta en el mes de enero, la precipitación media estatal es de 450 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de julio y agosto.

La avifauna conocida de Sonora incluye 556 especies, que representan 52% de las 1 070 que se han registrado en México (Howell y Webb, 1995), estas especies pertenecen a 73 familias de 20 órdenes. De acuerdo con su estatus estacional, 227 especies (40.8%) son residentes permanentes, 46 (8.3%) son residentes de verano que se reproducen en la región pero que pasan el invierno en otra área y 233 (41.9%) son migratorias que pasan el invierno en Sonora. Después de la época reproductiva en el norte, algunas poblaciones migran de sus territorios de verano y llegan a unirse a las poblaciones residentes en el sur de su rango de distribución. La fauna de mamíferos terrestres en el estado de Sonora comprende 126 especies. La herpetofauna de Sonora incluye a 35 especies de anfibios y 140 de reptiles de ambientes terrestres y dulceacuícolas.

IV.3.2.2.1 Especies potenciales por localizarse en el Sistema Ambiental Regional y Área Forestal del Proyecto

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada en las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la fauna potencial que puede distribuirse en el AFP y el SAR se compone principalmente de especies pertenecientes al grupo de aves con 368 especies, seguido por el grupo de mamíferos y reptiles con 69 y, por último, el de anfibios con 50 especies. A continuación, se muestra un resumen de la fauna silvestre potencial presente en las áreas de análisis.

Tabla 185. Representatividad de los principales ejemplares terrestres, cuya distribución potencial corresponde al AFP y SAR

GRUPO FAUNISTICO	ESPECIES	FAMILIAS	NOM-059
Anfibios	50	11	15
Aves	367	59	35
Mamíferos	69	20	9
Reptiles	69	17	23
TOTAL	**556**	**107**	**83**

De acuerdo a lo anterior, la información de campo se complementó con la proveniente de diversas fuentes especializadas que incluyen datos sobre la ocurrencia de las especies, tipo de hábitat y hábitos y así como los mapas de la distribución de las mismas en la región del golfo de México y la región de interés. La estimación de las especies dentro de la zona de estudio se basó en las especies observadas en campo durante este estudio y se ha complementado con la revisión de diversas fuentes de información (literatura y sitios de internet) sobre la biodiversidad de la región para determinar otras especies registradas en la zona, por lo que el listado final de especies contiene especies observadas (en campo) y registradas (en las fuentes consultadas).

Los sitios virtuales son las del IUCN (http://www.iucnredlist.org/), amphibian global assessment (www.amphibiaweb.org), AmphibiaWeb (http://amphibiaweb.org) the reptile database (http://www.reptile-database.org/),mammal species of the world (http://www.bucknell.edu/msw3/) y de la CONABIO (avesmx.conabio.gob.mx) y http://www.conabio.gob.mx/299nformación/gis/).

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.1.1 Riqueza potencial de anfibios

La riqueza específica potencial de anfibios está representada por 50 especies; esta riqueza se distribuye en 11 familias taxonómicas, de las cuales 115 de ellas se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 186. Lista de anfibios que potencialmente ocurre en el SAR y el AFP

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
ANFIBIOS						
Phyllomedusidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	Endémica,Nativa	-	LC	-
Ambystomatidae	*Ambystoma mavortium*	Ajolote tigre rayado	Nativa	-	LC	-
Ambystomatidae	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra de la Sierra Madre Occidental	Endémica,Nativa	Pr	LC	-
Ambystomatidae	*Ambystoma tigrinum*	Ajolote atigrado	Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas	Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Anaxyrus compactilis*	Sapo de la meseta	Endémica,Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Anaxyrus debilis*	Sapo verde	Nativa	Pr	LC	-
Bufonidae	*Anaxyrus kelloggi*	Sapito mexicano	Endémica,Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Anaxyrus punctatus*	Sapo de puntos rojos	Nativa	-	DD	-
Bufonidae	*Anaxyrus retiformis*	Sapo verde sonorense	Nativa	Pr	DD	-
Bufonidae	*Anaxyrus woodhousii*	Sapo chihuahuense	Nativa	-	LC	-
Craugastoridae	*Craugastor augusti*	Rana ladradora amarilla	Nativa	-	LC	-
Craugastoridae	*Craugastor mexicanus*	Rana ladradora mexicana	Endémica,Nativa	-	LC	-
Craugastoridae	*Craugastor occidentalis*	Rana ladradora costeña	Endémica,Nativa	-	LC	-
Craugastoridae	*Craugastor tarahumaraensis*	Rana ladradora tarahumara	Endémica,Nativa	Pr	LC	-
Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	Nativa	-	LC	-
Hylidae	*Dryophytes eximius*	Rana de árbol de montaña	Endémica,Nativa	-	LC	-
Hylidae	*Dryophytes wrightorum*	Mountain treefrog	Nativa	-	LC	-
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus interorbitalis*	Rana chirriadora anteojuda	Endémica,Nativa	Pr	DD	-
Microhylidae	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	Nativa	Pr	LC	-
Microhylidae	*Gastrophryne mazatlanensis*	Sapo boca angosta de Mazatlán	Nativa	-	LC	-
Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Sapo boca angosta oliváceo	Nativa	Pr	LC	-
Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo boca angosta huasteco	Nativa	Pr	LC	-
Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera	Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Incilius alvarius*	Sapo del desierto de Sonora	Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	Endémica,Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
ANFIBIOS						
Bufonidae	*Incilius mazatlanensis*	Sapito pinto de Mazatlán	Endémica,Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	Endémica,Nativa	-	LC	-
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	Nativa	-	LC	-
Plethodontidae	*Isthmura bellii*	Tlaconete pinto	Endémica,Nativa	A	LC	-
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	Nativa	-	LC	-
Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Nativa	Pr	LC	-
Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	Rana toro	Nativa	-	LC	-
Ranidae	*Lithobates chiricahuensis*	Rana leopardo Chiricahua	Nativa	A	DD	-
Ranidae	*Lithobates forreri*	Rana Leopardo de Forrer	Nativa	Pr	LC	-
Ranidae	*Lithobates lemosespinali*	Rana leopardo	Endémica,Nativa	-	DD	-
Ranidae	*Lithobates magnaocularis*	Rana leopardo del noreste	Endémica,Nativa	-	LC	-
Ranidae	*Lithobates montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	Endémica,Nativa	Pr	LC	-
Ranidae	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Endémica,Nativa	Pr	LC	-
Ranidae	*Lithobates tarahumarae*	Rana tarahumara	Nativa	-	VU	-
Ranidae	*Lithobates yavapaiensis*	Rana leopardo de Yavapai	Nativa	Pr	DD	-
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	Nativa	-	-	-
Bufonidae	*Rhinella marina*	Sapo gigante	Nativa	-	LC	-
Scaphiopodidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador	Nativa	-	LC	-
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	Nativa	-	DD	-
Hylidae	*Smilisca fodiens*	Rana de árbol de tierras bajas	Nativa	-	LC	-
Scaphiopodidae	*Spea bombifrons*	Sapo de espuelas de las planicies	Nativa	-	LC	-
Scaphiopodidae	*Spea hammondii*	Sapo de espuelas occidental	Nativa	-	NT	-
Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela	Nativa	-	LC	-
Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	Endémica,Nativa	-	LC	-

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - = sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] UICN: **EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

[3] CITES: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.1.2 Riqueza potencial de aves

La riqueza específica potencial de aves está representada por 367 especies; esta riqueza se distribuye en 59 familias taxonómicas, de las cuales 35 de ellas se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 187. Lista de aves que potencialmente ocurre en el SAR y el AFP

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	MI,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Accipiter gentilis*	Gavilán azor	R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	MI,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	MI	Nativa	-	LC	-
Podicipedidae	*Aechmophorus clarkii*	Achichilique pico naranja	R,MI	Nativa	-	LC	-
Podicipedidae	*Aechmophorus occidentalis*	Achichilique pico amarillo	R,MI	Nativa	-	LC	-
Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco	R	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	R,MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	R	Nativa	-	LC	-
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	MI,R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Amphispiza quinquestriata*	Zacatonero Cinco Rayas	R	SE	-	LC	-
Passerellidae	*Amphispizopsis quinquestriata*	Zacatonero cinco rayas	R	Nativa	-	-	-
Anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Anas diazi*	Pato mexicano	R,MI	Nativa	-	-	-
Anatidae	*Anas platyrhynchos*	Pato norteño	MI,R	Nativa	-	LC	-
Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita Norteamericana	MI	Nativa	-	LC	-
Motacillidae	*Anthus spragueii*	Bisbita llanera	MI	Nativa	-	VU	-
Caprimulgidae	*Antrostomus arizonae*	Tapacaminos Cuerporruín Mexicano	R,MV	Nativa	-	LC	-
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	R,MV	Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Aphelocoma californica*	Chara californiana	R	Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Aphelocoma ultramarina*	Chara Transvolcánica	R	Endémica,Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	R	Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	R	Nativa	-	-	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila real	MI,R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	MV,MI	Nativa	-	LC	Apéndice II
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	MI,R	Nativa	-	LC	-
Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	MI,R	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Arenaria melanocephala*	Vuelvepiedras negro	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Artemisiospiza nevadensis*	Zacatonero de Artemisas	MI	Nativa	-	LC	-
Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Strigidae	*Asio otus*	Búho Cara Canela	MI,R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	R,MI	Nativa	-	LC	Apéndice II
Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	R	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Aythya collaris*	Pato pico anillado	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Aythya valisineria*	Pato coacoxtle	MI	Nativa	-	LC	-
Paridae	*Baeolophus inornatus*	Carbonero Encinero	R	Nativa	-	LC	-
Paridae	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	R	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Bartramia longicauda*	Zarapito ganga	T	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Basileuterus lachrymosus*	Pavito de Rocas	R	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Zafiro oreja blanca	R	Nativa	-	LC	-
Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	MI	Nativa	-	LC	-
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza Ganadera	R,MI	Exótica-Invasora	-	LC	-
Anatidae	*Bucephala albeola*	Pato monja	MI	Nativa	-	LC	-
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	MI,MV,R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	R,MI	Nativa	-	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteo lagopus*	Aguililla ártica	MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteo regalis*	Aguililla real	MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	T,MV	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	R,MV	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	R,MI	Nativa	-	-	-
Passerellidae	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión Alas Blancas	MI	Nativa	-	LC	-
Calcariidae	*Calcarius ornatus*	Escribano collar castaño	MI	Nativa	-	VU	-
Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	MI,T	Nativa	A	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	MI	Nativa	-	LC	-
Odontophoridae	*Callipepla douglasii*	Codorniz cresta dorada	R	Nativa,Endémica	-	LC	-
Odontophoridae	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel	R	Nativa	-	LC	-
Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Calothorax lucifer*	Colibrí lucifer	MV,MI,R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Trochilidae	*Calypte anna*	Colibrí cabeza roja	MI,R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Trochilidae	*Calypte costae*	Colibrí cabeza violeta	R,MI	Nativa	-	LC	Apéndice II
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	R	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	R	Nativa	-	LC	-
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara Quebrantahuesos	R	-	-	LC	Apéndice II
Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos	R	-	-	-	-
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Cardellina rubrifrons*	Chipe cara roja	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	R	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal Desértico	R	Nativa	-	LC	-
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	R	Nativa	-	LC	-
Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	MI	Nativa	-	LC	-
Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	T,MI	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Centronyx bairdii*	Gorrión de Baird	MI	Nativa	-	-	-
Certhiidae	*Certhia americana*	Trepadorcito Americano	R,MI	Nativa	-	LC	-
Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	R,T	Nativa	-	LC	-
Charadriidae	*Charadrius montanus*	Chorlo llanero	MI	Nativa	A	NT	-
Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	MI,MV,R	Nativa	A	NT	-
Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	MI	Nativa	-	LC	-
Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	R,MI	Nativa	-	LC	-
Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	T,MI	Nativa	-	LC	-
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	MI,R	Nativa	-	LC	-
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	MV,MI,R	Nativa	-	LC	-
Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbón	MV,T	Nativa	-	LC	-
Laridae	*Chroicocephalus philadelphia*	Gaviota de Bonaparte	MI	Nativa	-	-	-
Cinclidae	*Cinclus mexicanus*	Mirlo Acuático Norteamericano	R	Nativa	Pr	LC	-
Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	MI,R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Troglodytidae	*Cistothorus palustris*	Saltapared Pantanero	MI,R	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo pico amarillo	MV,T	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	R,MI	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Colaptes chrysoides*	Carpintero de Pechera del Noroeste	R	Nativa	-	LC	-
Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	R	Nativa	-	NT	-
Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	R	Exótica-Invasora	-	LC	-
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	R	Nativa	-	LC	-
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	R	Nativa	-	LC	-
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	T,MI,MV	Nativa	-	NT	-
Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	MV,T	Nativa	-	LC	-
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	R	Nativa	-	LC	-
Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	MI	Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo Común	R	Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Corvus cryptoleucus*	Cuervo llanero	R,MI	Nativa	-	LC	-
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	R	Nativa	-	LC	-
Corvidae	*Cyanocitta stelleri*	Chara Copetona	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	R	Nativa	Pr	LC	-
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	R	Nativa	-	LC	Apéndice III
Picidae	*Dryobates arizonae*	Carpintero de Arizona	R	Nativa	-	-	-
Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	R	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Dryobates stricklandi*	Carpintero de Strickland	R	Endémica,Nativa	-	-	-
Picidae	*Dryobates villosus*	Carpintero velloso	R	Nativa	-	-	-
Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garceta Azul	MI,R	Nativa	-	LC	-
Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	MI,R	Nativa	P	NT	-
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	MI,R	Nativa	-	LC	-
Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacífico	MI,R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Empidonax fulvifrons*	Papamoscas Pecho Canela	R,MI,MV	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Empidonax hammondii*	Papamoscas de Hammond	MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Empidonax oberholseri*	Papamoscas Matorralero	MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Empidonax occidentalis*	Papamoscas Amarillo Barranqueño	R,MI,MV	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Empidonax traillii*	Papamoscas Saucero	MI	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Tyrannidae	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	MI	Nativa	-	LC	-
Alaudidae	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Eugenes fulgens*	Colibrí Magnífico	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Icteridae	*Euphagus cyanocephalus*	Tordo Ojos Amarillos	MI,R	Nativa	-	LC	-
Trogonidae	*Euptilotis neoxenus*	Quetzal Orejón	R	Nativa	A	LC	-
Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	MI	Nativa	-	LC	Apéndice II
Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón fajado	R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	R,MI	Nativa	A	LC	Apéndice II
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	R,MI	Nativa	Pr	LC	Apéndice I
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	R,MI	Nativa	-	LC	Apéndice II
Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	R,MI	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	MI	Nativa	-	LC	-
Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	R,MI	Nativa	-	LC	-
Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	R	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	MI	Nativa	A	LC	-
Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	MI,R	Nativa	-	LC	-
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Strigidae	*Glaucidium gnoma*	Tecolote serrano	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Corvidae	*Gymnorhinus cyanocephalus*	Chara piñonera	R	Nativa	-	VU	-
Fringillidae	*Haemorhous cassinii*	Pinzón Serrano	MI,R	Nativa	-	LC	-
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	R	Nativa	-	LC	-
Accipitridae	*Haliaeetus leucocephalus*	Águila cabeza blanca	MI,R	Nativa	P	LC	Apéndice II
Trochilidae	*Heliomaster constantii*	Colibrí Picudo Occidental	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	R,MI	Nativa	-	-	-
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	MV,MI,R,T	Nativa	-	LC	-
Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio	MI,R	Nativa	-	LC	-
Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	MI,MV	Nativa	-	-	-
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	MI,MV,R	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	MI	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria Tunera	R,MV,MI	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	R	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	R	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Passerellidae	*Junco hyemalis*	Junco Ojos Negros	MI,R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Junco phaeonotus*	Junco Ojos de Lumbre	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	R,MI	Nativa	-	NT	-
Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	MI	Nativa	-	LC	-
Laridae	*Larus glaucescens*	Gaviota Alas Blancas	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	MI,R	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de Virginia	MI	Nativa	-	LC	-
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Leucolia violiceps*	Colibrí corona violeta	D	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	MI	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Lophodytes cucullatus*	Mergo cresta blanca	MI	Nativa	-	LC	-
Fringillidae	*Loxia curvirostra*	Picotuerto rojo	R	Nativa	-	LC	Apéndice III
Anatidae	*Mareca americana*	Pato chalcuán	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Mareca strepera*	Pato friso	MI	Nativa	-	LC	-
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	MI	Nativa	-	LC	-
Strigidae	*Megascops asio*	Tecolote del Este	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Strigidae	*Megascops kennicottii*	Tecolote del Oeste	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Strigidae	*Megascops trichopsis*	Tecolote rítmico	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	R	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	R	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Melanerpes lewis*	Carpintero de Lewis	MI	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	R	Nativa	-	LC	-
Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Pavo	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Melospiza georgiana*	Gorrión pantanero	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Melospiza melodia*	Gorrión cantor	R,MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Melozone aberti*	Rascador Enmascarado	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	R	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Mergus merganser*	Mergo mayor	MI	Nativa	-	LC	-
Strigidae	*Micrathene whitneyi*	Tecolote enano	MI,R,MV	Nativa	-	LC	Apéndice II
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	R,MI	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Papamoscas Copetón	R	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	MI	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	R,MV	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	R,MI	Nativa	-	LC	-
Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	R	Nativa	Pr	LC	-
Turdidae	*Myadestes townsendi*	Clarín norteño	MI,R	Nativa	Pr	LC	-
Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	MI,MV,R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Myiarchus nuttingi*	Papamoscas Huí	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	R,MV	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Myioborus pictus*	Pavito Alas Blancas	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	MV	Nativa	-	LC	-
Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo	MI,R	Nativa	-	-	-
Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán oliváceo	R	Nativa	-	-	-
Corvidae	*Nucifraga columbiana*	Cascanueces americano	R	Nativa	P	LC	-
Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo	MI	Nativa	-	LC	-
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	R,MI	Nativa	-	LC	-
Mimidae	*Oreoscoptes montanus*	Cuicacoche Chato	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Oreothlypis superciliosa*	Chipe Cejas Blancas	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero Serrano	R	Nativa,Endémica	-	LC	-
Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	Pato tepalcate	MI,R	Nativa	-	LC	-
Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	R	Nativa	-	LC	-
Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	MI,R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	R	Nativa	Pr	LC	Apéndice II
Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	MI	Nativa	-	LC	-
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	R	Exótica-Invasora	-	LC	-
Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	MI,R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Passerella iliaca*	Gorrión rascador	MI	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Passerina amoena*	Colorín Pecho Canela	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	MI,R,MV	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	MI,MV	Nativa	Pr	LC	-
Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	MI	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado	R,MV	Nativa	-	LC	-
Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Paloma Encinera	R,MI	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	R	Nativa	-	LC	-
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	R,MI	Nativa	-	LC	-
Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	MV,T	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Peucaea carpalis*	Zacatonero Hombros Canela	R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	R,MI	Nativa	-	LC	-
Peucedramidae	*Peucedramus taeniatus*	Ocotero enmascarado	R	Nativa	-	LC	-
Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	MI,R	Nativa	-	LC	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán Orejón	MI,R	-	-	-	-
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán Neotropical	R	-	-	-	-
Caprimulgidae	*Phalaenoptilus nuttallii*	Tapacaminos Pandeagua	R	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Phalaropus lobatus*	Falaropo cuello rojo	MI	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo	T,MI	Nativa	-	-	-
Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	R,MI,MV	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	R	Nativa,Endémica	-	LC	-
Passerellidae	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	MI,R	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Pipilo erythrophthalmus*	Toquí pinto	D	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	R,MI	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Piranga bidentata*	Piranga Dorso Rayado	R	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Piranga flava*	Piranga Encinera	R	Nativa	-	-	-
Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	MI	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Piranga olivacea*	Piranga escarlata	T	Nativa	-	LC	-
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	MI,R	Nativa	-	LC	-
Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	MI,R	Nativa	-	LC	-
Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	R,MI	Nativa	-	LC	-
Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	R	Nativa	-	LC	-
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	MI,R	Nativa	-	LC	-
Polioptilidae	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto	R	Nativa	-	LC	-
Polioptilidae	*Polioptila nigriceps*	Perlita sinaloense	R	Nativa,Endémica	-	LC	-
Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	MI	Nativa	-	LC	-
Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela Sora	MI,R	Nativa	-	LC	-
Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina azulnegra	T,MV	Nativa	-	LC	-
Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	R	Nativa	-	LC	-
Strigidae	*Psiloscops flammeolus*	Tecolote Ojos Oscuros	R,MV,MI	Nativa	-	LC	Apéndice II

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Psittacidae	*Psittacara holochlorus*	Perico Mexicano	R	Nativa	A	LC	Apéndice II
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	R,MI	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	R	Nativa	-	LC	-
Rallidae	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	MI,R	Nativa	A	LC	-
Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	MI,R	Nativa	-	LC	-
Regulidae	*Regulus calendula*	Reyezuelo Matraquita	MI	-	-	-	-
Regulidae	*Regulus satrapa*	Reyezuelo Corona Amarilla	R,MI	Nativa	-	LC	-
Calcariidae	*Rhynchophanes mccownii*	Escribano de pico grueso	MI	Nativa	-	LC	-
Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorra serrana occidental	MV,MI	Nativa,Endémica	P	EN	Apéndice I
Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	T,MI,MV	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	R	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibrí berilo	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	R,MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	R,MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe suelero	MI	Nativa	-	LC	-
Trochilidae	*Selasphorus calliope*	Zumbador Garganta Rayada	MI,MV	Nativa	-	LC	Apéndice II
Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	R,MI,MV	Nativa	-	LC	Apéndice II
Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador Canelo	MI	Nativa	-	NT	Apéndice II
Trochilidae	*Selasphorus sasin*	Zumbador de Allen	MI,MV	Nativa	-	LC	Apéndice II
Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	MI,R	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe garganta naranja	T	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga graciae*	Chipe Cejas Amarillas	R,MV	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogrís	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga occidentalis*	Chipe cabeza amarilla	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe playero	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	MI,MV,T,R	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	Chipe Tropical	R,MV	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend	MI	Nativa	-	LC	-
Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe dorso verde	MI	Nativa	-	LC	-
Turdidae	*Sialia currucoides*	Azulejo pálido	MI	Nativa	-	LC	-
Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	R,MI	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	MI,R	Nativa	-	LC	-
Sittidae	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	R	Nativa	-	LC	-
Sittidae	*Sitta pygmaea*	Bajapalos Enano	R	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	MI	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela	MI,R	Nativa	-	LC	-
Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	MI	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Sphyrapicus nuchalis*	Carpintero Nuca Roja	MI	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Sphyrapicus thyroideus*	Carpintero Elegante	MI,R	Nativa	-	LC	-
Picidae	*Sphyrapicus varius*	Carpintero Moteado	MI	Nativa	-	LC	-
Fringillidae	*Spinus lawrencei*	Jilguerito Cara Negra	MI,R	Nativa	-	LC	-
Fringillidae	*Spinus pinus*	Jilguerito Pinero	R,MI	Nativa	-	LC	-
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	R	Nativa	-	LC	-
Fringillidae	*Spinus tristis*	Jilguero canario	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	R,MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Spizella breweri*	Gorrión de Brewer	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	R,MI	Nativa	-	LC	-
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	R,MI	Nativa	-	LC	-
Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	R,MV	Nativa	Pr	LC	-
Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	R	Exótica-Invasora	-	LC	-
Strigidae	*Strix occidentalis*	Búho Moteado	R	Nativa	A	NT	Apéndice II
Icteridae	*Sturnella lilianae*	Sin nombre común	R	Nativa	-	-	-
Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	R	Nativa	-	NT	-
Icteridae	*Sturnella neglecta*	Pradero del Oeste	R,MI	Nativa	-	LC	-
Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	R	Exótica-Invasora	-	LC	-
Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	MI	Nativa	-	LC	-
Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	R,MI	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	R	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	R	Nativa,Endémica	-	LC	-
Mimidae	*Toxostoma bendirei*	Cuicacoche pico corto	R	Nativa	-	VU	-
Mimidae	*Toxostoma crissale*	Cuicacoche crisal	R	Nativa	-	LC	-
Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	R	Nativa	-	LC	-
Mimidae	*Toxostoma rufum*	Cuicacoche castaño	A	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	MI	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	MI	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(DISTRIBUCIÓN)[4]	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
AVES							
Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	MI	Nativa	-	LC	-
Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	MI	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	R,MI,T	Nativa	-	LC	-
Troglodytidae	*Troglodytes pacificus*	Saltapared Cholino del Oeste	A	Nativa	-	LC	-
Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	R	Nativa	-	LC	-
Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	R,MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	R,MV,MI	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	R	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	MI,T,MV	Nativa	-	LC	-
Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	R,MI	Nativa	-	LC	-
Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	R	Nativa	-	LC	Apéndice II
Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo cassinii*	Vireo de Cassin	MI,MV,R	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	MV	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	MI,R	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	R	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	T	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	MI,R,MV	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo solitarius*	Vireo anteojillo	MI	Nativa	-	LC	-
Vireonidae	*Vireo vicinior*	Vireo gris	MI,MV	Nativa	-	LC	-
Icteridae	*Xanthocephalus xanthocephalus*	Tordo cabeza amarilla	MI	Nativa	-	LC	-
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	R,MI	Nativa	-	LC	-
Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	R,MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Zonotrichia albicollis*	Gorrión garganta blanca	MI	Nativa	-	LC	-
Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	MI	Nativa	-	LC	-

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - = sin categoría Pr= Sujetas a Protección Especial; A= Amenazada; P= En peligro de extinción.

[2] UICN: EX= Extinta, EW= Extinta en estado silvestre, CR= En peligro crítico, EN= En peligro, VU= Vulnerable, NT= Casi amenazada, LC= Preocupación menor, DD= Datos insuficientes.

[3] CITES: Apéndice I= Especies que se encuentran en peligro de extinción; Apéndice II=Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; Apéndice III = Especies amenazadas en al menos un país.

[4] DISTRIBUCIÓN: P= Residencia permanente, T= Transitorio, I= Invierno permanece en el área, O= Oceánica, MV= Migratorio en verano, MI= Migratorio en invierno, V= Verano permanece en el área, R= Residente en época de reproducción.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.1.3 Riqueza potencial de mamíferos

La riqueza de mamíferos está representada por 69 especies distribuidas en 20 familias taxonómicas de las cuales 9 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 188. Lista de mamíferos que potencialmente ocurre en el SAR y el AFP

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
MAMÍFEROS						
Sciuridae	*Ammospermophilus harrisii*	Ardilla antílope de Sonora	Nativa	-	DD	-
Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	Nativa	-	LC	-
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	Nativa	-	LC	-
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	-	LC	-
Canidae	*Canis lupus*	Lobo gris	Nativa	-	LC	Apéndice I/II
Canidae	*Canis lupus subsp. baileyi*	Lobo Mexicano	Nativa	P	-	-
Heteromyidae	*Chaetodipus artus*	Ratón de abazones cabeza angosta	Endémica,Nativa	-	LC	-
Heteromyidae	*Chaetodipus baileyi*	Ratón de abazones sonorense	Nativa	-	LC	-
Heteromyidae	*Chaetodipus goldmani*	Ratón de abazones de Goldman	Endémica,Nativa	-	NT	-
Heteromyidae	*Chaetodipus hispidus*	Ratón-de abazones crespo	Nativa	-	LC	-
Heteromyidae	*Chaetodipus intermedius*	Ratón-de abazones de roca	Nativa	-	LC	-
Heteromyidae	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	Nativa	-	LC	-
Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	Nativa	A	NT	-
Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	Nativa	-	LC	-
Sciuridae	*Cynomys ludovicianus*	Perrito llanero cola negra	Nativa	P	LC	-
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	Nativa	-	LC	-
Didelphidae	*Didelphis virginiana subsp. Californica*	Tlacuache norteño	Nativa	-	-	-
Heteromyidae	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	Nativa	-	LC	-
Heteromyidae	*Dipodomys ordii*	Rata canguro común	Nativa	-	LC	-
Heteromyidae	*Dipodomys spectabilis*	Rata-canguro cola de bandera	Nativa	-	NT	-
Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	Nativa	-	LC	-
Vespertilionidae	*Lasiurus blossevillii*	Murciélago cola peluda de Blossevil	Nativa	-	DD	-
Vespertilionidae	*lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo	Nativa	-	LC	-
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	Nativa	P	LC	Apéndice I
Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre antílope	Nativa	-	LC	-
Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
MAMÍFEROS						
Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	Nativa	-	LC	Apéndice II
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	Nativa	-	LC	-
Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo listado norteño	Nativa	-	LC	-
Muridae	*Mus musculus*	Ratón casero eurasiático	Exótica-Invasora	-	LC	-
Vespertilionidae	*Myotis californicus*	Miotis californiano	Nativa	-	DD	-
Vespertilionidae	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	Nativa	-	LC	-
Vespertilionidae	*Myotis yumanensis*	Miotis de Yuma	Nativa	-	LC	-
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	Nativa	-	LC	Apéndice III
Natalidae	*Natalus mexicanus*	Murciélago orejas de embudo	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Neotoma albigula*	Rata-cambalachera garganta blanca	Nativa	-	LC	-
Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	Nativa	A	LC	-
Cervidae	*Odocoileus hemionus*	Venado bura	Nativa	-	LC	-
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	Nativa	-	LC	-
Cervidae	*Odocoileus virginianus subsp. couesi*	Venado cola blanca de Sonora	Nativa	-	-	-
Cricetidae	*Onychomys leucogaster*	Ratón chapulinero norteño	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Onychomys torridus*	Ratón-saltamontes sureño	Nativa	-	LC	-
Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	Nativa	-	LC	-
Bovidae	*Ovis canadensis*	Borrego cimarrón	Nativa	Pr	LC	Apéndice II/NC
Vespertilionidae	*Parastrellus hesperus*	Pipistrelo del oeste americano	Nativa	-	LC	-
Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	Nativa	-	LC	-
Tayassuidae	*Pecari tajacu subsp. sonoriensis*	Kabalín	Nativa	-	-	-
Heteromyidae	*Perognathus flavus*	Ratón-de abazones sedoso	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Peromyscus eremicus*	Ratón de cactus	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Peromyscus merriami*	Ratón de Merriam	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Peromyscus Sonoriensis*	Sin nombre común	Nativa	-	-	-
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Nativa	-	LC	-
Felidae	*Puma concolor*	Puma	Nativa	-	LC	Apéndice I/II
Cricetidae	*Reithrodontomys fulvescens*	Ratón-cosechero leonado	Nativa	-	LC	-
Cricetidae	*Reithrodontomys megalotis*	Ratón cosechero común	Nativa	-	LC	-
Sciuridae	*Sciurus arizonensis*	Ardilla de Arizona	Nativa	A	DD	-
Cricetidae	*Sigmodon fulviventer*	Rata-algodonera vientre leonado	Nativa	-	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
MAMÍFEROS						
Mephitidae	*Spilogale gracilis*	Zorrillo manchado occidental	Nativa	-	LC	-
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Nativa	-	LC	-
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Nativa	-	LC	-
Mustelidae	*Taxidea taxus*	Tlalcoyote	Nativa	A	LC	-
Geomyidae	*Thomomys bottae*	Tuza norteña	Nativa	-	DD	-
Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Tuza mexicana	Endémica,Nativa	-	LC	-
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Nativa	-	LC	-
Ursidae	*Ursus americanus*	Oso negro americano	Nativa	P	LC	Apéndice II
Sciuridae	*Xerospermophilus spilosoma*	Ardillón punteado	Nativa	-	LC	-

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - = sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] UICN: **EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

[3] CITES: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

IV.3.2.2.1.4 Riqueza potencial de reptiles

La riqueza de reptiles está representada por 69 especies distribuidas en 17 familias taxonómicas de las cuales 23 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 189. Lista de reptiles que potencialmente ocurre en el SAR y el AFP

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
REPTILES						
Trionychidae	*Apalone spinifera*	Tortuga de concha blanda	Nativa	Pr	LC	Apéndice I/II
Teiidae	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	Nativa	-	LC	-
Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	Nativa	-	DD	-
Teiidae	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano	Nativa	-	-	-
Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado	Endémica,Nativa	-	LC	-
Teiidae	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	Nativa	-	DD	-
Teiidae	*Aspidoscelis stictogrammus*	Sin nombre común	Nativa	-	-	-
Teiidae	*Aspidoscelis uniparens*	Huico del pastizal del desierto	Nativa	-	DD	-
Boidae	*Boa imperator*	Mazacuata	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora Arenera	Nativa	A	LC	-

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
REPTILES						
Phrynosomatidae	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	Nativa	A	LC	-
Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Nativa	Pr	DD	-
Viperidae	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Nativa	Pr	LC	-
Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Nativa	Pr	DD	-
Viperidae	*Crotalus molossus subsp. molossus*	Cascabel de cola negra norteña	Nativa	-	-	-
Viperidae	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Nativa	Pr	LC	-
Viperidae	*Crotalus scutulatus*	Cascabel del Altiplano	Nativa	Pr	LC	-
Viperidae	*Crotalus tigris*	Cascabel tigre	Nativa	Pr	LC	-
Viperidae	*Crotalus triseriatus*	Cascabel transvolcánica	Endémica,Nativa	-	LC	-
Viperidae	*Crotalus willardi*	Cascabel de nariz surcada de la Sierra Madre Occidental	Nativa	Pr	LC	-
Crotaphytidae	*Crotaphytus collaris*	Lagartija de collar del altiplano	Nativa	A	LC	-
Dipsadidae	*Diadophis punctatus*	Culebra de collar	Nativa	-	LC	-
Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	Nativa	Pr	LC	-
Testudinidae	*Gopherus morafkai*	Tortuga del desierto de Sonora	Nativa	-	-	Apéndice II
Helodermatidae	*Heloderma suspectum*	Monstruo de Gila	Nativa	A	NT	Apéndice II
Dipsadidae	*Heterodon kennerlyi*	Culebra nariz de cerdo mexicana	Nativa	-	-	-
Phrynosomatidae	*Holbrookia approximans*	Cachorita	Endémica,Nativa	-	-	-
Phrynosomatidae	*Holbrookia elegans*	Lagartija sorda elegante	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	Nativa	-	LC	-
Dipsadidae	*Hypsiglena chlorophaea*	Culebra nocturna del desierto	Nativa	Pr	LC	-
Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna del Pacífico	Endémica,Nativa	Pr	LC	-
Kinosternidae	*Kinosternon sonoriense*	Tortuga pecho quebrado sonorense	Nativa	-	NT	Apéndice II
Colubridae	*Lampropeltis knoblochi*	Falsa coralillo real de Chihuahua	Nativa	-	LC	-
Colubridae	*Lampropeltis pyromelana*	Falsa coralillo real de Sonora	Nativa	A	LC	-
Colubridae	*Lampropeltis splendida*	Falsa coralillo real del desierto	Nativa	-	DD	-
Colubridae	*Masticophis bilineatus*	Culebra chirriadora sonorense	Nativa	-	LC	-
Colubridae	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	Nativa	-	LC	-
Elapidae	*Micruroides euryxanthus*	Serpiente coralillo sonorense	Nativa	A	LC	-
Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Sin nombre común	Nativa	-	-	-
Phrynosomatidae	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	Nativa	-	LC	Apéndice II
Phrynosomatidae	*Phrynosoma ditmarsi*	Lagartija cornuda de roca	Endémica,Nativa	-	DD	Apéndice II
Phrynosomatidae	*Phrynosoma hernandesi*	Camaleón de montaña de cuernos cortos	Nativa	-	LC	Apéndice II
Phrynosomatidae	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin	Nativa	-	LC	Apéndice II
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	Endémica,Nativa	A	LC	Apéndice II

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	(NOM-059)[1]	(IUCN)[2]	(CITES)[3]
REPTILES						
Phrynosomatidae	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	Nativa	-	LC	Apéndice II
Colubridae	*Pituophis catenifer*	Topera	Nativa	-	LC	-
Colubridae	*Pituophis catenifer subsp. Affinis*	Topera Sonorense	Nativa	-	-	-
Colubridae	*Pituophis melanoleucus*	Culebra sorda oriental estadounidense	Nativa	-	LC	-
Scincidae	*Plestiodon callicephalus*	Eslizón de la Sierra Madre Occidental	Nativa	-	LC	-
Scincidae	*Plestiodon tetragrammus*	Eslizón cuatro líneas del noreste	Nativa	-	LC	-
Leptotyphlopidae	*Rena humilis*	Culebrilla ciega de occidente	Nativa	-	DD	-
Colubridae	*Salvadora deserticola*	Culebra del desierto de Big Bend	Nativa	-	-	-
Colubridae	*Salvadora grahamiae*	Culebra chata oriental	Nativa	-	DD	-
Colubridae	*Salvadora hexalepis*	Culebra chata occidental	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	Nativa	-	DD	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija espinosa de la Sierra Madre Occidental	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus magister*	Lagartija espinosa del desierto	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus minor*	Lagartija espinosa menor	Endémica,Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus scalaris*	Lagartija espinosa de pastizal	Endémica,Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus slevini*	Lagartija espinosa de pastizal	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Sceloporus undulatus*	Lagartija espinosa de pradera	Nativa	-	DD	-
Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera	Nativa	-	LC	-
Emydidae	*Terrapene ornata*	Tortuga apestosa	Nativa	Pr	NT	Apéndice II
Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	Nativa	A	LC	-
Natricidae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	Nativa	A	LC	-
Natricidae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	Nativa	A	DD	-
Colubridae	*Trimorphodon lambda*	Sonoran Lyre Snake	Nativa	-	LC	-
Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	Nativa	-	DD	-
Phrynosomatidae	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	Nativa	A	DD	-

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - = sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] UICN: **EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

[3] CITES: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.2 Fauna potencial enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En las siguientes tablas se presentan las especies potenciales por grupo faunístico que se encuentra en alguna categoría de riesgo, así también se hace una descripción de las causas por las cuales se encuentran en algún estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Cabe señalar que, de las especies registradas dentro del SAR, se identificaron cinco especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), mientras que para el área del proyecto se identificaron dos especies, no obstante, para el presente proyecto se contempla llevar a cabo el ahuyentamiento de las especies que posiblemente regresen al área del proyecto.

Tabla 190. Especies de fauna potencial del SAR identificadas en alguna categoría de riesgo de acuerda a la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019). En celeste se presentan las especies que coinciden con las registradas en el SAR y AFP

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(NOM-059)
ANFIBIOS			
Ambystomatidae	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra de la Sierra Madre Occidental	Pr
Bufonidae	*Anaxyrus debilis*	Sapo verde	Pr
Bufonidae	*Anaxyrus retiformis*	Sapo verde sonorense	Pr
Craugastoridae	*Craugastor tarahumaraensis*	Rana ladradora tarahumara	Pr
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus interorbitalis*	Rana chirriadora anteojuda	Pr
Microhylidae	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	Pr
Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Sapo boca angosta oliváceo	Pr
Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo boca angosta huasteco	Pr
Plethodontidae	*Isthmura bellii*	Tlaconete pinto	A
Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr
Ranidae	*Lithobates chiricahuensis*	Rana leopardo Chiricahua	A
Ranidae	*Lithobates forreri*	Rana Leopardo de Forrer	Pr
Ranidae	*Lithobates montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	Pr
Ranidae	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Pr
Ranidae	*Lithobates yavapaiensis*	Rana leopardo de Yavapai	Pr
AVES			
Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr
Accipitridae	*Accipiter gentilis*	Gavilán azor	A
Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr
Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila real	A
Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	Pr
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr
Accipitridae	*Buteo lagopus*	Aguililla ártica	Pr
Accipitridae	*Buteo regalis*	Aguililla real	Pr
Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr
Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A
Charadriidae	*Charadrius montanus*	Chorlo llanero	A
Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	A
Cinclidae	*Cinclus mexicanus*	Mirlo Acuático Norteamericano	Pr
Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	Pr
Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P
Trogonidae	*Euptilotis neoxenus*	Quetzal Orejón	A
Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón fajado	A
Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	A
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr

CONSULTA PÚBLICA

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	(NOM-059)
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr
Accipitridae	*Haliaeetus leucocephalus*	Águila cabeza blanca	P
Strigidae	*Megascops asio*	Tecolote del Este	Pr
Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	Pr
Turdidae	*Myadestes townsendi*	Clarín norteño	Pr
Corvidae	*Nucifraga columbiana*	Cascanueces americano	P
Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr
Psittacidae	*Psittacara holochlorus*	Perico Mexicano	A
Rallidae	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	A
Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorra serrana occidental	P
Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr
Strigidae	*Strix occidentalis*	Búho Moteado	A
	MAMÍFEROS		
Canidae	*Canis lupus subsp. baileyi*	Lobo Mexicano	P
Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	A
Sciuridae	*Cynomys ludovicianus*	Perrito llanero cola negra	P
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P
Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A
Bovidae	*Ovis canadensis*	Borrego cimarrón	Pr
Sciuridae	*Sciurus arizonensis*	Ardilla de Arizona	A
Mustelidae	*Taxidea taxus*	Tlalcoyote	A
Ursidae	*Ursus americanus*	Oso negro americano	P
	REPTILES		
Trionychidae	*Apalone spinifera*	Tortuga de concha blanda	Pr
Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora Arenera	A
Phrynosomatidae	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	A
Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr
Viperidae	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Pr
Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Pr
Viperidae	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr
Viperidae	*Crotalus scutulatus*	Cascabel del Altiplano	Pr
Viperidae	*Crotalus tigris*	Cascabel tigre	Pr
Viperidae	*Crotalus willardi*	Cascabel de nariz surcada de la Sierra Madre Occidental	Pr
Crotaphytidae	*Crotaphytus collaris*	Lagartija de collar del altiplano	A
Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	Pr
Helodermatidae	*Heloderma suspectum*	Monstruo de Gila	A
Dipsadidae	*Hypsiglena chlorophaea*	Culebra nocturna del desierto	Pr
Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna del Pacífico	Pr
Colubridae	*Lampropeltis pyromelana*	Falsa coralillo real de Sonora	A
Elapidae	*Micruroides euryxanthus*	Serpiente coralillo sonorense	A
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	A
Emydidae	*Terrapene ornata*	Tortuga apestosa	Pr
Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	A
Natricidae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	A
Natricidae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A
Phrynosomatidae	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - = sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 191. Especies del grupo faunístico de anfibios

ANFIBIOS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Ambystomatidae	*Ambystoma rosaceum*	Salamandra de la Sierra Madre Occidental	Pr	Los peces depredadores introducidos son uno de los problemas que amenazan a esta especie. Además, la expansión de la agricultura podría representar una amenaza importante para esta especie.	(Lemos-Espinal 2001).
Bufonidae	*Anaxyrus debilis*	Sapo verde	Pr	El poco conocimiento que se tiene de la historia natural de este sapo, debido principalmente al poco periodo de actividad que tiene en la superficie, principalmente para aparearse. Así como sus poblaciones poco numerosas, de las cuales no se tienen estudios de su dinámica, hacen que esta especie sea particularmente suceptible a la destrucción de sus hábitats naturales, causados principalmente por el desarrollo agrícola e industrial de las poblaciones del norte del país. Aparentemente está libre de problemas en cuanto a su cacería o captura para el comercio como mascota.	CONABIO.
Bufonidae	*Anaxyrus retiformis*	Sapo verde sonorense	Pr	Al tener un rango de distribución muy pequeño, esta especie es susceptible a los cambios que se dan en su entorno, aunque para esta especie no se tienen datos de factores que la amenacen directamente, otras especies de anuros en zonas desérticas están experimentando declinaciones en sus poblaciones debido a diferentes factores como competencia con especies exóticas (Rana catesbiana, Bufo marinus), agentes patógenos (nemátodos, hongos, etc.), degradación y desaparición de sus hábitats naturales, así como toxinas contaminantes en el ambiente.	(CITES COP 11, 2000).
Craugastoridae	*Craugastor tarahumaraensis*	Rana ladradora tarahumara	Pr	La principal amenaza de esta especie es la deforestación de su hábitat para aprovechamiento forestal y para prácticas agrícolas y ganaderas.	(IUCN 2020).
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus interorbitalis*	Rana chirriadora anteojuda	Pr	El hábitat de esta especie se encuentra alterado y degradado	CONABIO.
Microhylidae	*Gastrophryne elegans*	Sapo boca angosta elegante	Pr	Los factores de riesgo para *G. elegans* son en primera estancia el cambio de uso del suelo para la agricultura o la ganadería; la reducción y fragmentación del hábitat.	CONABIO
Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Sapo boca angosta oliváceo	Pr	Destrucción de selva baja caducifolia, bosques de encino, pastizales y matorrales de ambientes semidesérticos, por incendios, sobre pastoreo, cambio de uso de suelo por motivos agrícolas o industriales, constituyen las principales amenazas para esta especie, así como el uso de pesticidas que posiblemente afectan al los huevos, renacuajos e	(CONABIO, 2001; NMDGF, 2000).

CONSULTA PÚBLICA

ANFIBIOS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				impactan en los recursos alimenticios de los adultos.	
Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo boca angosta huasteco	Pr	La conversión de bosques y vegetación natural a agricultura, ganadería y uso urbano reduce las áreas adecuadas para la especie (sale del sotobosque y las zonas de humedales temporales donde se reproduce). Esta es citada como la principal amenaza en revisiones regionales.	IUCN
Plethodontidae	*Isthmura bellii*	Tlaconete pinto	A	La causa de su declive no está clara. La tala de bosque para la agricultura, la urbanización y la extracción de madera que se están llevando a cabo en muchas partes de su área de distribución, podrían explicar el declive de sus poblaciones. Sin embargo, esto no parece explicar el nivel de disminución que se ha observado.	(Parra-Olea *et al*., 2010).
Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	En la mayoría del área de distribución de esta especie, el ambiente natural está siendo disminuido drásticamente, por lo que, los cuerpos de agua donde se reproduce esta especie, están desapareciendo, así que toda esta modificación del ambiente, representa un grave factor de riesgo para el futuro de la especie	(Ramírez-Bautista, 2001, personal).
Ranidae	*Lithobates chiricahuensis*	Rana leopardo Chiricahua	A	Numerosos estudios indican que la disminución y la extirpación de la rana de Chiricahua son causadas en parte debido a su depredación por organismos no nativos y a la posible competencia con ellos, incluyendo peces, la Rana catesbeiana, así como la salamandra tigre y el cangrejo de río	(Rorabaugh, 2002), (Fernández y Bagnara, 1996).
Ranidae	*Lithobates forreri*	Rana Leopardo de Forrer	Pr	Es una especie que se utiliza para consumo humano, sin embargo, no ha sido explotada a tal grado para afectar a sus poblaciones por esta práctica y se ha registrado su venta como mascota con ejemplares de vida libre en un mercado del Distrito Federal.	(Arias Balderas 2004), (Ruíz Boites 2008).
Ranidae	*Lithobates montezumae*	Rana leopardo de Moctezuma	Pr	Destrucción de los bosques, y el poco conocimiento que se tiene acerca de la especie.	(Ramírez-Bautista, 2001).
Ranidae	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Pr	Esta especie parece ser muy resistente a los impactos humanos en su hábitat y otras actividades relacionadas. No se han identificado amenazas importantes para esta especie.	CONABIO.
Ranidae	*Lithobates yavapaiensis*	Rana leopardo de Yavapai	Pr	Su hábitat original se ha visto afectado en las últimas décadas por problemas de inundaciones y un incremento en los niveles de salinidad del agua, los cuales destruyen su limitado hábitat y no permiten su reproducción.	(Jennings and Hayes, 1994).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 192. Especies del grupo faunístico de aves

AVES					
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	La destrucción de hábitat, el uso de pesticidas, la cacería y captura de ejemplares para cetrería son factores de riesgo para los gavilanes de Cooper.	(Rosenfield y Bielefeldt, 1993).
Accipitridae	*Accipiter gentilis*	Gavilán azor	A	Sus factores de riesgo son la pérdida de hábitat, la caza ilegal y la colecta ilegal de huevos y pollos por cetreros.	CONABIO.
Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	El declive de las poblaciones del gavilán pecho rufo en Estados Unidos, en los años 1960 y 1970, se atribuyó al efecto del DDT, el cual provoca adelgazamiento en cáscaras de los huevos.	(Terres 1980, Elliott y Martin 1994, Elliott y Shutt 1993).
Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	Fuerte presión de comercio al ser la única especie del género Amazona que queda en números considerables como para solicitar aprovechamientos comerciales. Poblaciones declinando en diferentes regiones del país, especialmente en la costa de Guerrero y Oaxaca.	CONABIO
Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila real	A	Amenazada por la fragmentación de su hábitat, el tráfico ilegal y el cambio climático	CONABIO.
Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	Pr	Un depredador potencial de pollos son las zorras, mientras que los cuervos son depredadores de huevos y pollos de este búho. En Alemania se observó a una cigüeña consumir un juvenil del búho cuerno corto.	(Voous 1989).
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	Se ha establecido que la población de esta especie disminuyó drásticamente durante la última década, a causa de la pérdida de hábitats, la caza y la destrucción de huevos.	(Mundiaves 2023).
Accipitridae	*Buteo lagopus*	Aguililla ártica	Pr	Históricamente, los disparos o trampas por parte de ganaderos y agricultores fueron una amenaza importante, pero ahora parece serlo menos.	(Bechard *et al*. 2020).
Accipitridae	*Buteo regalis*	Aguililla real	Pr	Las amenazas incluyen el cultivo, el pastoreo excesivo y la degradación del hábitat por incendios en toda su área de distribución, y el control de las poblaciones de pequeños mamíferos (ciudades de perritos de las praderas y poblaciones de tuzas) que limitan los recursos alimentarios.	CONABIO.
Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	La principal causa de esta preocupación es la matanza masiva de más de 20.000 gavilanes de Swainson por los plaguicidas utilizados en las zonas agrícolas de Argentina.	(Brown 1996, Line 1996).
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	La especie está experimentando un pequeño declive. Se cree que esta disminución se debe a la destrucción de los hábitats de los bordes de los humedales en toda su área de distribución.	(Partners in Flight 2019, Ferguson-Lees y Christie 2001).

CONSULTA PÚBLICA

AVES					
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	En sus sitios de parada migratoria y alimentación, podrían estar expuestos a contaminantes: desechos, derrames, químicos agrícolas. En general, para aves limícolas, la contaminación del agua y del sedimento es una amenaza potencial.	IUCN.
Charadriidae	*Charadrius montanus*	Chorlo llanero	A	A principio de 1800 las poblaciones de Charadrius montanus comenzaron a declinar a causa de la cacería, tanto de tipo deportiva como para el comercio; el agruparse en grandes parvadas la llevo a ser considerada como una especie fácil de cazar.	(Piersma 1996, Knopf 1996).
Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo nevado	A	La presencia de especies invasoras (plantas o animales) puede modificar el hábitat costero, haciéndolo menos apto para anidar. Por ejemplo, plantas que estabilizan demasiado la duna pueden cambiar la estructura del hábitat que el chorlo necesita.	IUCN.
Cinclidae	*Cinclus mexicanus*	Mirlo Acuático Norteamericano	Pr	El mirlo-acuático es muy sensible a declinar o a desaparecer en áreas donde los cuerpos de agua estén contaminados por materia fecal, pesticidas y otros compuestos, afectando sus poblaciones, así como su distribución	(Archuleta *et al*. 2001, Strom *et al*. 2002).
Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	Pr	Enfrenta problemas de reducción de su hábitat ocasionada por la expansión agrícola y urbana, la contaminación industrial y el sobrepastoreo por ovinos, el cual ejerce un impacto serio sobre la especie ya que anida en el suelo y comúnmente sus huevos.	CONABIO.
Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P	Al parecer en las Antillas Occidentales se le sigue cazando para subsistencia al igual que el consumo de sus huevos. Se detectaron residuos de compuestos de la familia del DDT (2.52 ppm de peso húmedo +- 0.60 SE) en huevos de Texas, en 1970. El desarrollo costero en Florida ha disminuido la cantidad y la calidad del hábitat adecuado para la especie. La presencia humana cerca de los nidos puede ocasionar que los padres abandonen el nido.	(Paul 1991), (King *et al*. 1978), (Lowther y Paul 2002).
Trogonidae	*Euptilotis neoxenus*	Quetzal Orejón	A	Destrucción de bosques de coníferas por incendios forestales, conversión de cañadas para potreros y plantaciones, agricultura y como explotación forestal. Aparentemente, la especie no está sujeta a cacería o captura para su comercio como mascota.	CONABIO.
Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón fajado	A	Grave adelgazamiento de las cáscaras de huevo y la contaminación por pesticidas de las poblaciones de halcones del oriente de México.	CONABIO.
Falconidae	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	A	Entre los principales riesgos que amenazan a la especie se encuentran la	UICN.

CONSULTA PÚBLICA

AVES					
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				degradación de su hábitat, la urbanización, extracción excesiva de ejemplares para cetrería y cacería de estos halcones, uso de pesticidas y otros agroquímicos.	
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	En la actualidad la mayor amenaza es el expolio de pollos y huevos para su uso y comercio en cetrería.	(Allavena, S. 1988, Halimann, B. 1985, Newton. 1. 1988).
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	Es considerada una especie bajo amenaza de extinción, debido a la pérdida de su hábitat.	CONABIO.
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	Es considerada una especie bajo amenaza de extinción, debido a la pérdida de su hábitat por deforestación.	(Jorge Obando 2017).
Accipitridae	*Haliaeetus leucocephalus*	Águila cabeza blanca	P	Uno de los principales factores afectando (o potencialmente afectando) al águila calva es la contaminación química por los efectos que ciertos pesticidas tienen en el adelgazamiento de los cascarones de sus huevos, particularmente compuestos organoclorados como el DDT.	(Wiemeyer *et al*., 1972; Grubb *et al*., 1990; Johnsgard, 1990; David y Nancy, 1997).
Strigidae	*Megascops asio*	Tecolote del Este	Pr	Aunque los individuos pueden adaptarse bien a áreas urbanas y suburbanas como parques y jardines, una amenaza para esta especie son las colisiones con automóviles y trenes.	(Loos y Kerlinger 1993).
Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	Pr	Los principales riesgos que amenazan a la especie son la tala inmoderada, principalmente por apertura de tierras para agricultura, actividades ganaderas y expansión de centros urbanos. Aunado a la pérdida de hábitat se debe considerar que la especie es utilizada como ave de ornato y la extracción de ejemplares del medio silvestre puede tener un impacto considerable en sus poblaciones.	(Del Hoyo 2005).
Turdidae	*Myadestes townsendi*	Clarín norteño	Pr	a destrucción de hábitat y/o modificación de hábitats en las zonas de reproducción y no reproducción por actividades ganaderas, de extracción forestal, agrícolas e incendios pueden constituir un factor de riesgo, sin embargo, no hay efectos a largo plazo documentados; la fragmentación de hábitat puede influir en la selección de sitios de anidación, pero no se sabe el área mínima necesaria para anidar.	(Bowen 1997).
Corvidae	*Nucifraga columbiana*	Cascanueces americano	P	Sus principales amenazas son los cambios del uso de los suelos.	CONABIO.
Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	Los búhos cornudos (*Bubo virginianus*) representan la mayor amenaza de depredación para esta especie, pero los coyotes (*Canis latrans*) y los cuervos comunes (*Corvus corax*) también amenazan a los halcones jóvenes.	(Dawson y Mannan, 1991).

CONSULTA PÚBLICA

AVES					
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	Los datos del Estudio de aves reproductoras sugieren que ha sufrido una disminución pequeña o estadísticamente insignificante en las últimas tres generaciones (alrededor de 13 años).	(Sauer *et al*. 2017).
Psittacidae	*Psittacara holochlorus*	Perico Mexicano	A	Esta especie se encuentra protegida por La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en los artículos 79 y 87, que resaltan la necesidad de preservar las especies de flora y fauna silvestres amenazadas, condenan el tráfico y explotación de las mismas y dictan las bases para su extracción y aprovechamiento comercial y de conservación, siempre y cuando éste no afecte su supervivencia.	(LGEEPA, 1988).
Rallidae	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	A	La cantidad de ejemplares ha disminuido en muchas áreas debido a la pérdida del hábitat del pantano; la especie todavía está ampliamente expandida y su presencia suele ser frecuente.	CONABIO.
Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorra serrana occidental	P	La destrucción, modificación, conversión del Estatus, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas.	CONABIO.
Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	Predadores naturales y no naturales afectan a huevos, polluelos y adultos. Pro Esteros lista depredadores como cuervos, garzas, halcones, así como gatos, perros y ratas.	IUCN.
Strigidae	*Strix occidentalis*	Búho Moteado	A	Actualmente, existe más conocimiento sobre los factores que están limitando las poblaciones del búho manchado en Norteamérica. La distribución de esta especie en parches en todo su rango de distribución sugiere que el hábitat apropiado para esta especie está limitado.	(Meyer *et al*. 1988).

Tabla 193. Especies del grupo faunístico mamíferos

MAMÍFEROS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Canidae	*Canis lupus subsp. baileyi*	Lobo Mexicano	P	Debido a que los lobos han sido repudiados por los ganaderos, quienes argumentaban que perdían sus becerros, vacas, caballos y burros por los ataques de estos cánidos, en los años 1950 hizo que se le condenara al exterminio.	CONABIO.
Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	A	El cambios en el uso del suelo (agricultura, expansión urbana) afectan sus fuentes de alimento y hábitats de forrajeo. Además, la destrucción o perturbación de sus refugios (cuevas, minas, construcciones abandonadas) es un problema señalado.	CONABIO.

CONSULTA PÚBLICA

MAMÍFEROS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Sciuridae	*Cynomys ludovicianus*	Perrito llanero cola negra	P	El hábitat del Perrito Llanero fue transformado de pastizales a praderas debido a actividades humanas; de 1918 a 1972 las poblaciones fueron gradualmente exterminadas por controles químicos para reducir la competencia con el ganado. El Perrito Llanero ha sufrido de la plaga endémica rural, una enfermedad que puede contagiar al hombre y que fue introducida accidentalmente a principios del siglo pasado.	CONABIO.
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	En la actualidad, las principales amenazas para la especie son la pérdida y fragmentación del hábitat, la matanza en represalia debido a la depredación de aves de corral y el comercio ilegal de mascotas y pieles. Persiste en parches boscosos cerca de asentamientos humanos. Sin embargo, la abundancia de ocelotes se ve afectada negativamente por efectos antropogénicos como la caza furtiva y la tala. Aunque las cosechas comerciales generalizadas para el comercio de pieles cesaron hace décadas, aún persiste cierto comercio ilegal.	(Sunquist y Sunquiest 2002, Di Bitetti *et al*. 2008).
Soricidae	*Notiosorex crawfordi*	Musaraña desértica norteña	A	La principales amenazas para su conservación son la pérdida de hábitat, el avance de la frontera agrícola y ganadera, y la salinización de los suelos.	(Arriaga *et al*., 2000).
Bovidae	*Ovis canadensis*	Borrego cimarrón	Pr	Tanto en EE. UU. como en México, las principales amenazas son cantidades pequeñas (< 100) en muchos rebaños y patógenos de ovejas domésticas. Las amenazas adicionales en México incluyen la degradación, fragmentación y pérdida del hábitat resultante de la competencia con el ganado nacional y exótico, y la caza furtiva.	(Cassirer *et al*. 2018).
Sciuridae	*Sciurus arizonensis*	Ardilla de Arizona	A	La destrucción del hábitat por incendios forestales y presiones antropogénicas son las principales amenazas para esta especie. Esta especie parece responder negativamente a niveles elevados de daño por incendio, pero positivamente a niveles modestos.	(Ceballos 2014), (Wilson *et al*. 2016).
Mustelidae	*Taxidea taxus*	Tlalcoyote	A	Es considerada una especie amenazada debido a la reducción de su hábitat, introducción de ganado, envenenamiento secundario, caza furtiva e incendios forestales. La caza furtiva tiene fin económico en la industria de belleza, ya que su pelaje es usado para brochas ya abrigos.	CONABIO.
Ursidae	*Ursus americanus*	Oso negro americano	P	Unas pocas poblaciones pequeñas y aisladas de osos negros americanos pueden estar amenazadas de	(Larkin *et al*. 2004).

CONSULTA PÚBLICA

MAMÍFEROS					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				extirpación, simplemente debido al pequeño tamaño de la población, los efectos de la fluctuación de los recursos alimentarios (y en algunos casos hídricos) o la mortalidad causada directamente por el hombre.	

Tabla 194. Especies del grupo faunístico de reptiles

REPTILES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Trionychidae	*Apalone spinifera*	Tortuga de concha blanda	Pr	Los principales problemas son la destrucción de la vegetación, la contaminación del Río Bravo y su asolve, el uso de artes de pesca primitivas muy dañinas y la ganadería extensiva, además. Existen problemas de contaminación en el uso de plaguicidas y salinización por fertilizantes.	(Arriaga *et al*. 2000).
Phrynosomatidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora Arenera	A	No se han identificado amenazas importantes. A nivel local, la especie se ha visto afectada negativamente por la destrucción y degradación del hábitat como resultado de la conversión de la tierra para usos humanos (por ejemplo, agricultura, desarrollo residencial y comercial). Existe un pequeño comercio de mascotas, pero en general no es una especie objetivo y el comercio no constituye una amenaza para la especie.	UICN.
Phrynosomatidae	*Cophosaurus texanus*	Lagartija sorda mayor	A	Se menciona que hay cacería de organismos en diversos lugares, por lo que *Cophosaurus texanus* está expuesto a ser un blanco para los cazadores, además también se menciona que es fácil acercárseles para poder dispararles, esto se refiere a aquellos coleccionistas ilegales que los cazan desmedidamente.	(Arriaga *et al*, 2000), (Smith, 1971).
Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	Los principales riesgos para esta especie son la destrucción de los bosques de pino, pino-encino, encino, y bosque de *Juniperus*, la fragmentación de áreas de matorral xerófilo donde habita, que pese a habitar dentro de áreas naturales protegidas, esto no salva a la especie de ser amenazada por las razones antes mencionadas.	(CONABIO, 2001; Ramírez-Bautista, 1999; Ramírez-Bautista, 2001, personal).
Viperidae	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Pr	No se conocen amenazas importantes. En Arizona, esta especie prácticamente no está amenazada; las amenazas menores o locales incluyen la minería, el pastoreo, la construcción de carreteras, la recolección y el desarrollo urbano y recreativo; en algunos casos,	(Johnson y Mills citados por Ernst 1992).

CONSULTA PÚBLICA

REPTILES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				la minería puede ser favorable al crear condiciones de hábitat adecuadas.	
Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Pr	Las especies se enumeran como tales debido a su amplia distribución, presunta población grande, o porque es poco probable que disminuyan lo suficientemente rápido como para calificar para su inclusión en una categoría más amenazada.	UICN.
Viperidae	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr	Entre los principales riesgos que le amenazan se encuentran la agresión humana al ser una especie venenosa, la depredación por especies ofidiófagas y la tala inmoderada de los bosques de pino-encino en que habita.	CONABIO.
Viperidae	*Crotalus scutulatus*	Cascabel del Altiplano	Pr	Entre los riesgos que amenazan a la especie se encuentran la agresión humana por ser una especie venenosa y por la creencia de que su carne y grasa corporal son medicinales. Asimismo, la destrucción del bosque de pino-encino donde habita y la fragmentación y sobrepastoreo del matorral xerófilo y áreas de mezquital.	UICN.
Viperidae	*Crotalus tigris*	Cascabel tigre	Pr	Destrucción de su hábitat por el desarrollo de caza furtiva, deforestación, sobrepastoreo, ganadería extensiva y transformación del hábitat por introducción de pasto buffel, e incluso mineras a baja escala, así como el crecimiento de la población, y consecuentemente de los asentamientos humanos en zona de distribución de esta especie	(Gonzalez y Hollingsworth, 2000; Biopark, 2001).
Viperidae	*Crotalus willardi*	Cascabel de nariz surcada de la Sierra Madre Occidental	Pr	Al igual que la mayoría de las serpientes, esta especie es atacada por el hombre. En la localidad de Río Gavilán/Pacheco algunos de los pobladores comentan que en cuanto ve una víbora de cascabel la matan por el peligro que representa.	(Harris y Simmons, 1976, Lemos-Espinal, 2002 personal).
Crotaphytidae	*Crotaphytus collaris*	Lagartija de collar del altiplano	A	Extracción de leña y el sobre pastoreo caprino y vacunos. El lugar donde habita *Crotaphytus collaris* tiene varios problemas como Tráfico de especies y extracción de cactáceas.	CONABIO.
Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	Pr	Cambio de uso de suelo para la realización de actividades agrícolas y ganaderas. Aparentemente esta especie no es capturada para su venta como mascota.	(Schmidt, 2001, personal).
Helodermatidae	*Heloderma suspectum*	Monstruo de Gila	A	Los factores de riesgo que le amenazan son principalmente la transformación y fragmentación de su hábitat y el comercio ilegal. Aunque la especie es venenosa, su naturaleza pasiva hace que represente poca amenaza para los humanos; sin embargo, se ha ganado	NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONSULTA PÚBLICA

REPTILES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				una reputación temible y es matada a menudo.	
Dipsadidae	*Hypsiglena chlorophaea*	Culebra nocturna del desierto	Pr	No se han identificado amenazas importantes. En muchas zonas el hábitat rocoso tiende a ser inadecuado para usos humanos incompatibles.	UICN.
Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna del Pacífico	Pr	Entre los principales riesgos que le amenazan se encuentra la sobreexplotación de recursos naturales, en especial los forestales, la invasión de asentamientos humanos en su hábitat y el desconocimiento de muchos aspectos de su biología.	NOM-059-SEMARNAT-2010, UICN.
Colubridae	*Lampropeltis pyromelana*	Falsa coralillo real de Sonora	A	En general, se infiere un impacto leve que ya empieza a alterar los ecosistemas de la región que habita *L. pyromelana*, ocasionados por la minería, el sobrepastoreo en los pastizales, contaminación de los arroyos por aguas negras y desechos de las minas de Cananea.	(Arriaga *et al*. 2000. RTP-41).
Elapidae	*Micruroides euryxanthus*	Serpiente coralillo sonorense	A	Como otras serpientes de coralillo, esta puede verse agredida, principalmente por ser una especie venenosa. Un problema que presenta *M. euryxanthus* es que no se sabe nada de su biología, principalmente para las poblaciones mexicanas. Hace falta evaluar el estado del hábitat con relación al estado de las poblaciones donde habita la especie.	(Ramírez-Bautista, 2002, personal).
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	A	Destrucción del hábitat por la conversión a zonas de cultivo, pastoreo y urbanización, estas lagartijas son consideradas como especie altamente sujeta a captura para su comercio como mascota.	(Rodríguez-Romero, Hernández-Gallegos y Méndez de la Cruz, 2002, personal).
Emydidae	*Terrapene ornata*	Tortuga apestosa	Pr	Las tortugas del género *Terrapene* son comúnmente recolectadas como mascotas temporales, para después ser liberadas fuera de su rango distribucional	(Conant y Collins, 1998).
Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	A	Una de las principales amenazas en el estado de Sinaloa es la desecación de pantanos, canales para aprovechamiento agrícola, así como el desarrollo de proyectos de acuacultura, también aquí se ve afectado el lugar con el desmonte a causa de la agricultura, y existe un manejo inadecuado en la actividad acuícola.	(CONABIO, 2000).
Natricidae	*Thamnophis eques*	Culebra de agua nómada mexicana	A	Se considera que algunas de las poblaciones de *Tamnophis eques* se encuentran en una posición frágil debido a varios factores. Entre las causas más importantes se incluyen	(Rosen y Schwalbe, 1988).

CONSULTA PÚBLICA

REPTILES					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				modificación del hábitat y predación por rana toro introducida	
Natricidae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A	El principal factor de riesgo para esta especie es la falta de información sobre el estado de sus poblaciones en México. Se sabe que la reducción y fragmentación del hábitat afecta a la mayor parte de las especies en estado natural, sin embargo, la falta de información biológica y ecológica del taxón hace difícil estimar las respuestas que puede tener la especie a los diferentes cambios que ocurren en el país actualmente.	CONABIO.
Phrynosomatidae	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A	Consideramos que los principales factores de riesgo para esta especie es la introducción de depredadores exóticos (p. ej. gatos domésticos) y la alteración del hábitat por la actividad humana en las islas que habita este saurio, así como la actividad de pastoreo en algunos sitios de la Reserva de la Biosfera Desierto del Vizcaíno. Es necesario monitorear las poblaciones de *U. stansburiana* y lograr diferenciar lo que puede ser una fluctuación natural de ellas, de una declinación por causas de la actividad humana.	(Galina-Tessaro *et al*. 2002).

Las especies potenciales que se encontraron en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), tienen probabilidad de desplazarse hacia el área del proyecto así como a los sitios aledaños al predio, no obstante, las actividades del proyecto en ningún momento afectarán las especies de fauna ya que no tiene el fin de aprovechar, cazar o capturar las especies, por el contrario se realizará el ahuyentamiento durante la etapa de construcción del proyecto así como el rescate y la reubicación de los ejemplares en zonas similares al sitio de extracción, tal como se desarrollara en el Programa de Rescate y Reubicación de fauna (ANEXO 18), además de que se implementara el Programa de Reforestación (ANEXO 19) en una superficie mayor al que estará sujeta a remoción de vegetación utilizando especies representativas de la vegetación que será afectada, esperando que a corto plazo esta superficie provea de sitios de alimentación, refugio y anidación de la fauna silvestre.

IV.3.2.2.3 Composición de las comunidades de fauna presentes en el Sistema Ambiental Regional y Área Forestal del Proyecto

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente en el Sistema Ambiental Regional y Área Forestal del Proyecto, para la cual a continuación se presenta una descripción de dicha metodología.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.3.1 Diseño de muestreo

IV.3.2.2.3.1.1 Método utilizado

La metodología utilizada para determinar la riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres dentro del área forestal del proyecto y el SAR, se basó en observaciones directas e indirectas en transectos ubicados en áreas y donde de acuerdo a la experiencia previa se conoce que la fauna puede tener preferencia en cuerpos de agua.

A continuación, se describe el método de muestreo realizado:

* Muestreo de transecto en franja

En cuanto al método de muestreo a continuación se señala el respaldo de la literatura especializada.

- Gallina, S. (ed.) 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Bautista, F. (ed.) 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
- Gallina, S. & López, C. (ed.) 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Querétaro, Qro., México.

De acuerdo con la literatura antes mencionada a continuación se justifica y se describe detalladamente la metodología y técnica utilizada para el muestreo de Fauna.

Los transectos y cuadrantes constituyen las principales herramientas ecológicas que permiten cuantificar la riqueza y abundancia relativa de las especies en un área en particular. Sin embargo, los transectos son mejores para muestrear áreas más grandes y relativamente más rápido que los cuadrantes. De esta manera, si bien los cuadrantes podrían proporcionar información más detallada de un área en particular, los transectos permiten recorrer más distancia a través del área de interés y recabar más información de la variación espacial en la distribución de microhábitats y las especies ahí presentes, lo que es de especial relevancia durante los estudios de inventarios de vertebrados que incluyen especies de movilidad constante o de distribución amplia. En el caso particular de este estudio, el uso de transecto es aún más adecuado pues se ajusta a la forma rectangular que tiene el área del proyecto.

Para estimar la riqueza específica y abundancia relativa de las especies de fauna silvestre, existen diversos métodos para el inventario o registro directo o indirecto de individuos. Los métodos de registro directo se pueden agrupar en tres categorías: Registros visuales mediante el recorrido de transectos, registro a través de transectos de búsqueda intensiva, registro mediante estudios de captura y recaptura, así como la reconstrucción de la posible estructura de población con base a datos de cacería. Los métodos de registro indirecto basan en las evidencias de la presencia de las especies de interés tales como el registro y conteo de huellas, de excrementos, madrigueras, cantos, o presencia de marcas de garras en los árboles, entre otras.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con Gallina, S. & López, C. (2011), este método consiste en una modificación del muestreo de cuadrante que facilita la tarea de contar todos los individuos en la unidad de muestreo. El **"cuadrante"** es una franja angosta y larga en forma de rectángulo que es recorrida por el (los) observador(es) a través de la línea central, contando todos los individuos dentro de la franja muestral de anchura 2W (ancho efectivo), esto último se refiere a la anchura en ambos lados de la línea del transecto. La visibilidad es afectada por los siguientes factores: cobertura vegetal, relieve, hora y técnica de muestreo (a pie, caballo, vehículo terrestre o aéreo).

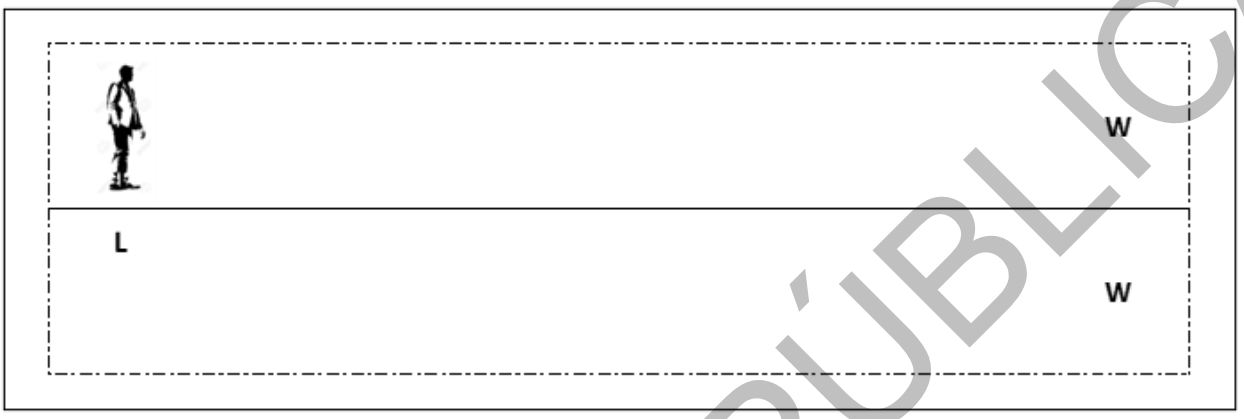


Figura 66. Diagrama de un transecto en franja. El largo (L) y ancho (2w) son establecidos desde el inicio del muestreo

Las consideraciones usadas para este tipo de muestreo son las siguientes:

1. Todos los individuos contenidos en el área muestreada tienen la misma probabilidad de ser detectados (p = 1.0).
2. Cualquiera de los individuos está aleatoriamente distribuido sobre el área muestreada, o el transecto fue ubicado de manera aleatoria en el área.
3. Todos los individuos (ambos sexos y todas las edades) son igualmente probables a ser ahuyentadas.
4. Ningún individuo es contado más de una vez.

Este procedimiento de muestreo puede ser aplicado a individuos de todos los tamaños, en una variedad de hábitat. Incluso individuos que ordinariamente están ocultos pueden ser contados si ellos son ahuyentados por el observador. Este método aporta información bastante confiable para estimar índices de densidad poblacional.

No obstante, los principales factores que pueden afectar la aplicación de esta metodología son los siguientes:

1. Que tan conspicuos o visibles son los individuos.
2. Condiciones meteorológicas.
3. Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
4. Conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados.
5. Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detección de los individuos.
6. Distancia desde el individuo o grupo avistado.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con las técnicas mencionadas, en el AFP y SAR se consideró un método directo mediante el conteo a través de transectos, combinado con un método indirecto mediante la identificación de huellas y cantos de aves en el mismo transecto, esto fue para anfibios, reptiles y mamíferos. Para el caso del registro de aves, se realizó un conteo visual desde el centro del transecto.

Temporalidad:

Para que los estudios de fauna tengan validez deben ser representativos de la zona en que se encuentran y señalar la época del año en que fue realizado, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos; en este sentido los estudios realizados para efectos de presente estudio se realizaron en la época de otoño-invierno, la cual es marcada en la zona, específicamente en los meses de noviembre y diciembre.

IV.3.2.2.3.1.2 Tamaño de muestra

Para tener un comparativo de la riqueza y abundancia de especies de fáuna en el área de estudio, se delimitaron y recorrieron 55 transectos de 100 m de largo. De esta manera, el diseño de muestreo empleado fue de tipo sistemático, es decir la cercanía de los transectos, el tamaño del área junto con la naturaleza móvil de la fauna permite considerar que cubrimos toda el área y que en realidad estamos trabajando en cierta manera dentro de una gradilla.

Para determinar la confiabilidad del muestreo se hizo uso de las curvas de acumulación de especies las cuales representan gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos; cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo; las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada (Moreno & Halffter, 2000).

En consecuencia, para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su rareza, para lo cual se utilizó el software *EstimateSwin versión 9.1*, sistema que realiza el análisis estadístico para la extrapolación del número de especies en función de la abundancia y la rareza de los sitios levantados.

En el sistema estadístico para biodiversidad *EstimateS* se extrapoló el análisis para obtener el máximo valor que se puede obtener para cada grupo faunístico con la cantidad de transectos realizados, para ello se obtuvieron los límites de confianza con una confiablidad del 95% mismos que se presentan en las siguientes tablas.

CONSULTA PÚBLICA

* MODELO NO PARAMÉTRICO

Indicador no paramétrico Chao 2

El indicador no paramétrico **Chao 2** utiliza los datos obtenidos en el muestreo para estimar el número de especies que no fueron detectadas durante el muestreo, así como el total de las especies mediante el número de individuos capturados en el muestreo o el número de muestras tomadas en la comunidad objeto; la formula del indicador es la siguiente:

$$S\ Chao2 = S_{obs} + \frac{Q1^2}{Q2^2}$$

En donde:

Sobs = Riqueza de especies capturada mediante el muestreo.
Q1= Número de especies que fueron registradas solamente en una muestra del muestreo (Singletes).
Q2= Número de especies que fueron registradas en dos muestras del muestreo (Dobletes).

Modelo exponencial negativo

Posteriormente, los datos obtenidos en el *EstimateSwin versión 9.1*, se ajustaron mediante el programa *Statistica* utilizando la estimación "no lineal" y mediante el modelo exponencial negativo establecido por Soberón-Mainero & Llorente-Bousquets (1993), mencionado por Ávalos-Hernández, 2007[89], y que a continuación se señala:

$$S(t)= (a/b)*(1-exp(-b*n))$$

Donde $S_{(t)}$ es el número de especies estimado, **a** es la tasa de incremento de especies al inicio del muestreo, **b** la pendiente de la curva y **t** el número acumulativo de muestras (esfuerzo de muestreo). Es conveniente mencionar que existen otros modelos de ajuste como los logarítmicos y la ecuación de Clench, sin embargo, el modelo exponencial negativo se ajustó mejor a nuestros datos obtenidos. A continuación, se utilizó el método de estimación simplex and quasi-newton como lo recomienda Jiménez-Valverde & Hortal (2003)[90].

Por lo tanto, para Justificar el tamaño de la muestra se hizo uso de las curvas de acumulación de especies y el indicador **Chao 2** así como el **Modelo exponencial negativo** para los grupos de; **anfibios, aves, mamíferos y reptiles**; a continuación, se presentan los resultados y el análisis estadístico por grupo.

[89] Ávalos-Hernández, O. 2007. Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamula en el área de Reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. UNAM, Facultad de Ciencia. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 23(1): 139-169 p.
[90] Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revta. Ibér. Aracnol., 8: 151-161.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.3.1.2.1 Tamaño de muestra para el SAR

Grupo de anfibios

Debido al registro de una sola especie no se realizaron los análisis para este grupo en específico.

Grupo de aves

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, por cada transecto de muestreo y del indicador Chao2 calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

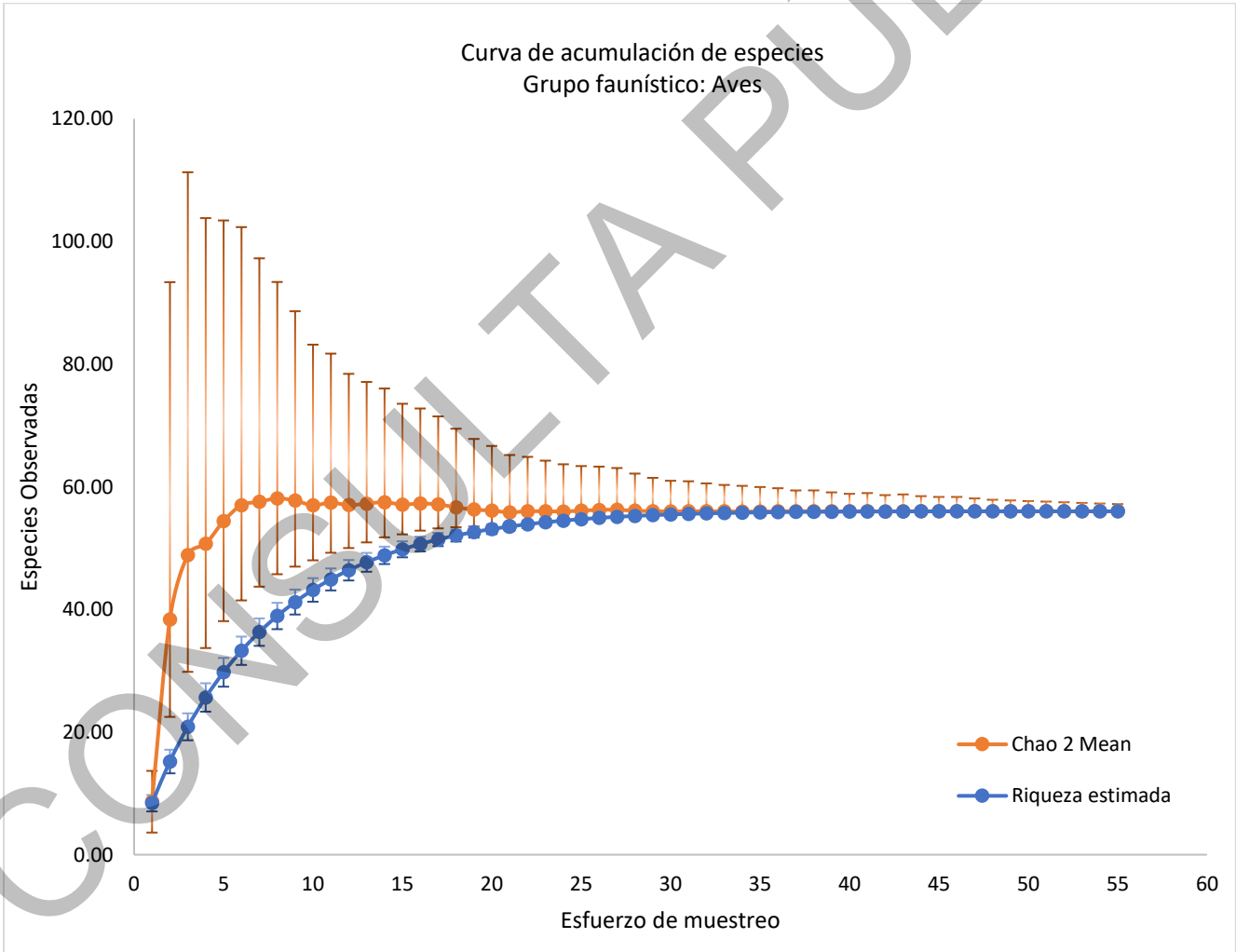
Tabla 195. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para aves

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	8.40	7.06	9.74	8.64	13.67	13.67
2	15.20	13.27	17.12	38.36	22.47	93.37
3	20.86	18.66	23.06	48.87	29.82	111.30
4	25.65	23.33	27.96	50.70	33.70	103.82
5	29.74	27.40	32.09	54.39	38.09	103.44
6	33.26	30.95	35.57	57.00	41.47	102.35
7	36.30	34.06	38.54	57.55	43.71	97.26
8	38.93	36.78	41.08	58.11	45.74	93.40
9	41.20	39.17	43.24	57.75	46.98	88.63
10	43.18	41.26	45.10	56.99	48.01	83.18
11	44.90	43.10	46.69	57.42	49.24	81.72
12	46.39	44.72	48.06	57.01	50.01	78.42
13	47.69	46.15	49.23	57.25	50.93	77.10
14	48.82	47.40	50.24	57.49	51.76	76.03
15	49.80	48.50	51.11	57.10	52.24	73.54
16	50.66	49.47	51.85	57.28	52.85	72.77
17	51.40	50.32	52.49	57.12	53.22	71.48
18	52.05	51.07	53.03	56.65	53.41	69.47
19	52.61	51.72	53.50	56.28	53.56	67.80
20	53.10	52.30	53.90	56.11	53.79	66.66
21	53.52	52.81	54.24	55.83	53.97	65.18
22	53.89	53.25	54.53	56.01	54.37	64.88
23	54.21	53.64	54.78	56.00	54.65	64.26
24	54.48	53.97	54.99	55.98	54.76	63.67
25	54.72	54.27	55.17	56.11	55.03	63.38
26	54.92	54.53	55.32	56.23	55.23	63.29
27	55.10	54.75	55.44	56.25	55.35	63.06
28	55.24	54.94	55.55	56.09	55.53	62.15
29	55.37	55.11	55.64	56.03	55.63	61.46
30	55.48	55.25	55.71	55.98	55.89	60.98
31	55.57	55.38	55.77	56.02	55.99	60.90
32	55.65	55.48	55.82	56.01	56.09	60.55
33	55.72	55.57	55.86	56.00	56.15	60.30
34	55.77	55.65	55.89	55.96	56.21	60.15
35	55.82	55.72	55.92	55.97	56.28	59.96
36	55.86	55.77	55.94	56.02	56.30	59.76
37	55.89	55.82	55.96	56.02	56.42	59.40
38	55.91	55.85	55.97	56.02	56.37	59.41
39	55.93	55.89	55.98	55.99	56.34	59.09
40	55.95	55.91	55.99	55.99	56.36	58.85
41	55.96	55.93	55.99	56.02	56.26	58.97
42	55.97	55.95	56.00	55.98	56.18	58.64

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
43	55.98	55.96	56.00	56.01	56.12	58.75
44	55.99	55.97	56.00	56.01	56.12	58.47
45	55.99	55.98	56.00	56.01	56.07	58.34
46	55.99	55.99	56.00	56.02	56.03	58.34
47	56.00	55.99	56.00	56.01	56.03	58.10
48	56.00	56.00	56.00	56.00	56.01	57.88
49	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.77
50	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.67
51	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.58
52	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.47
53	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.37
54	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.27
55	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	57.18

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



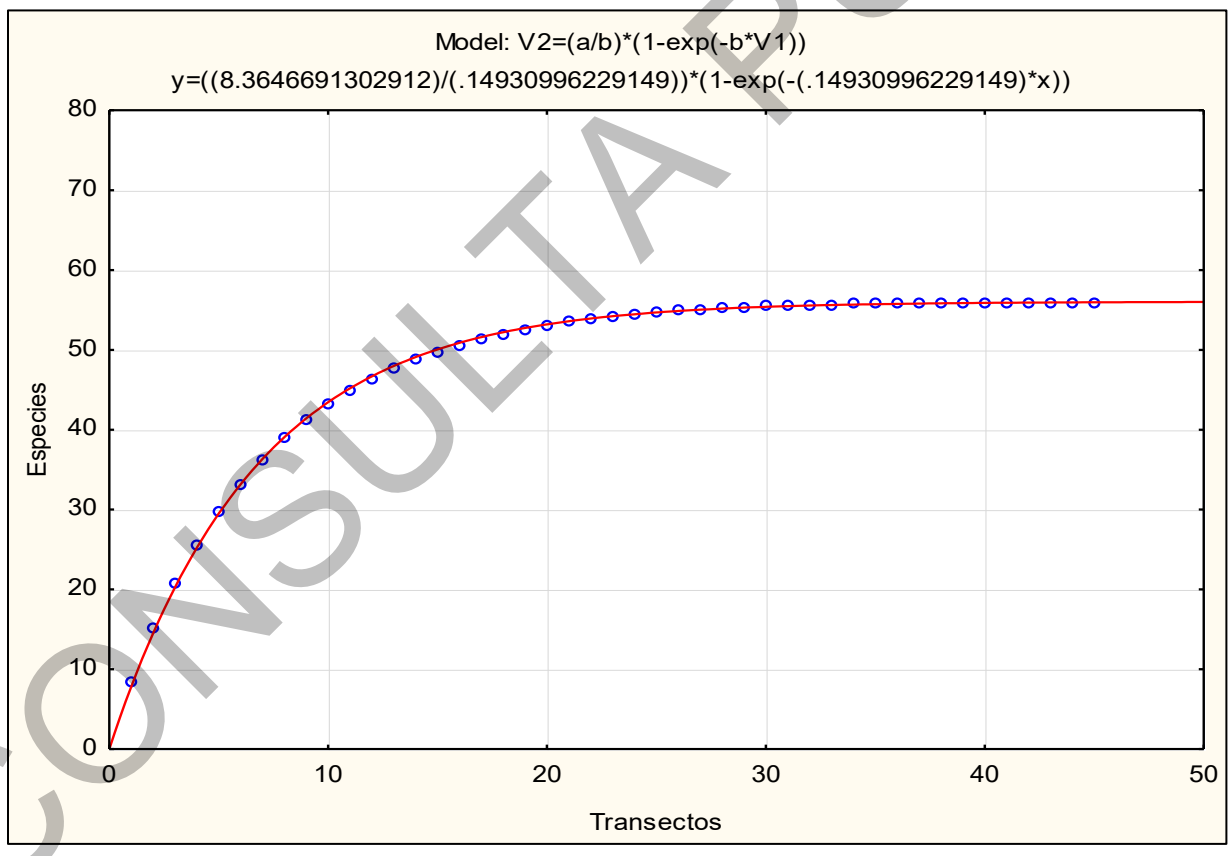
Gráfica. 67. Curva de acumulación de especies para el grupo de aves; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%.

CONSULTA PÚBLICA

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado la totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de aves, la riqueza observada en 55 transectos de muestreo resultó ser de **56 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio son **56 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el grupo de aves es estadísticamente suficiente y representativo.

El ajuste de los datos con base al modelo de Soberón & Llorente registra una pendiente de la curva ajustada de **0.0023**, siendo el muestreo realizado el necesario, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quienes mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1.** El modelo establece una riqueza también de **56 especies** mismo valor obtenido conforme al muestreo realizado. Por lo anterior, se concluye que el muestreo realizado en el grupo de las aves es el necesario para describir la estructura biótica de esta comunidad.



Gráfica. 68. Curva de acumulación de especies ajustada para el grupo de aves mediante el Modelo exponencial negativo

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de mamíferos

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, por cada transecto de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

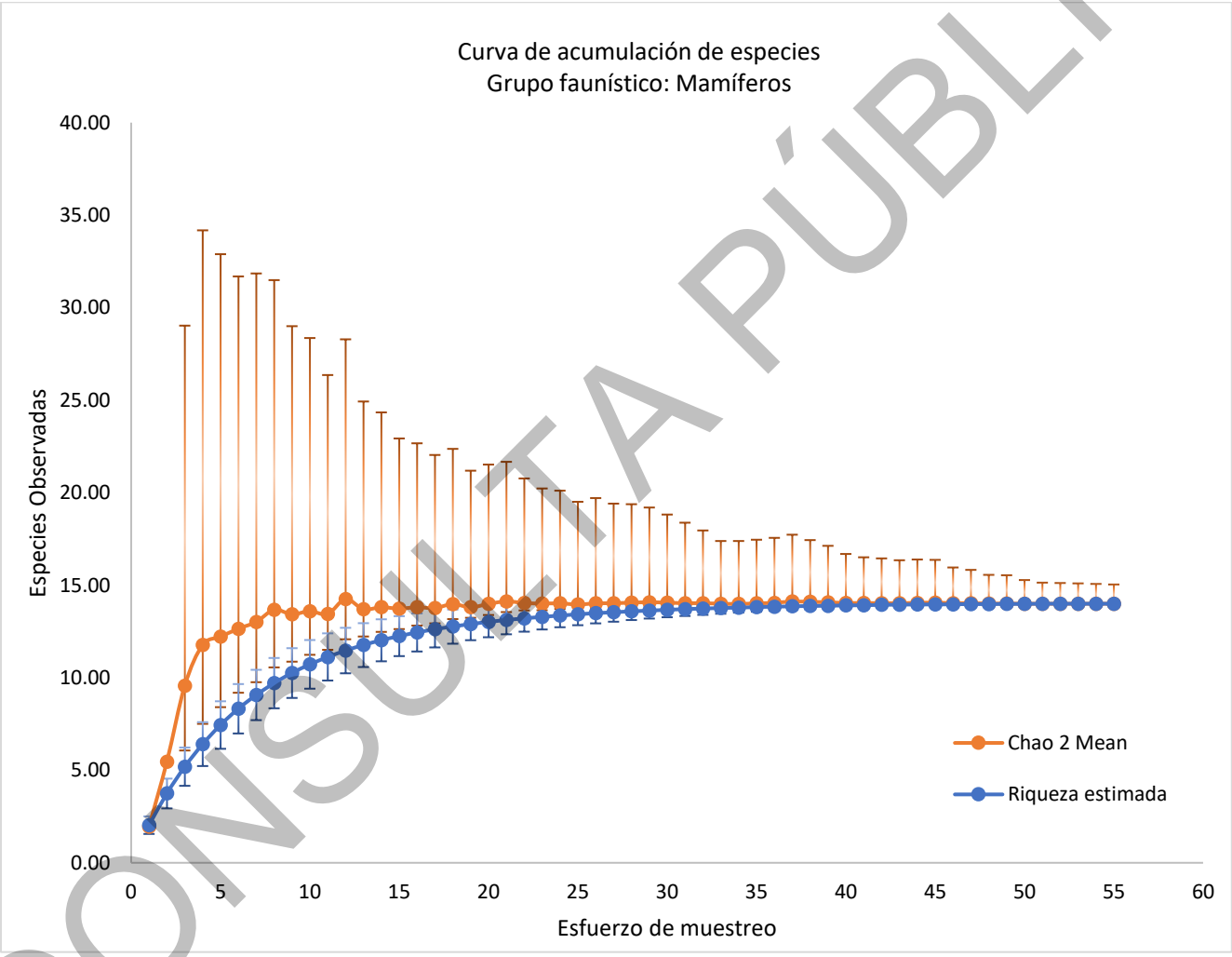
Tabla 196. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para mamíferos

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.04	1.56	2.51	1.96	0.00	0.00
2	3.75	2.94	4.55	5.47	0.00	0.00
3	5.19	4.16	6.23	9.57	6.07	29.03
4	6.41	5.23	7.60	11.77	7.51	34.18
5	7.45	6.16	8.73	12.22	8.41	32.89
6	8.33	6.99	9.66	12.65	9.19	31.69
7	9.07	7.71	10.43	13.02	9.76	31.85
8	9.71	8.35	11.07	13.67	10.56	31.49
9	10.26	8.91	11.60	13.43	10.87	29.00
10	10.72	9.41	12.04	13.60	11.24	28.36
11	11.12	9.85	12.40	13.45	11.51	26.36
12	11.47	10.24	12.70	14.25	12.08	28.29
13	11.77	10.58	12.95	13.71	12.23	24.93
14	12.03	10.89	13.16	13.81	12.48	24.34
15	12.25	11.17	13.33	13.74	12.63	22.93
16	12.45	11.42	13.48	13.81	12.82	22.67
17	12.62	11.64	13.60	13.77	12.94	22.04
18	12.77	11.84	13.69	13.98	13.17	22.37
19	12.90	12.03	13.77	13.81	13.24	21.19
20	13.02	12.19	13.84	13.99	13.39	21.52
21	13.12	12.35	13.89	14.13	13.55	21.67
22	13.21	12.49	13.93	14.04	13.64	20.77
23	13.29	12.61	13.97	14.01	13.65	20.23
24	13.36	12.73	14.00	14.02	13.72	20.11
25	13.43	12.84	14.02	13.96	13.78	19.51
26	13.49	12.94	14.04	14.02	13.78	19.71
27	13.54	13.03	14.05	14.03	13.82	19.41
28	13.59	13.12	14.06	14.06	13.84	19.38
29	13.63	13.20	14.06	14.08	13.88	19.20
30	13.67	13.27	14.07	14.06	13.90	18.82
31	13.71	13.34	14.07	14.03	13.90	18.38
32	13.74	13.40	14.07	14.03	13.94	17.96
33	13.77	13.46	14.07	14.00	13.97	17.39
34	13.79	13.52	14.07	13.99	13.95	17.39
35	13.82	13.57	14.07	14.02	13.96	17.46
36	13.84	13.62	14.06	14.05	13.99	17.56
37	13.86	13.66	14.06	14.12	14.04	17.73
38	13.88	13.70	14.05	14.10	14.02	17.44
39	13.89	13.74	14.05	14.08	14.01	17.13
40	13.91	13.78	14.04	14.04	14.00	16.69
41	13.92	13.81	14.04	14.04	14.00	16.51
42	13.94	13.84	14.04	14.03	13.99	16.45
43	13.95	13.86	14.03	14.03	13.98	16.35
44	13.96	13.89	14.03	14.05	13.99	16.39
45	13.96	13.91	14.02	14.06	13.99	16.37
46	13.97	13.93	14.02	14.03	13.99	15.96
47	13.98	13.94	14.01	14.03	14.00	15.83
48	13.98	13.96	14.01	14.01	13.99	15.56

CONSULTA PUBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
49	13.99	13.97	14.01	14.01	13.99	15.54
50	13.99	13.98	14.01	14.00	14.00	15.28
51	14.00	13.99	14.00	14.00	14.01	15.14
52	14.00	13.99	14.00	14.00	14.00	15.12
53	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.10
54	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.07
55	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.04

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



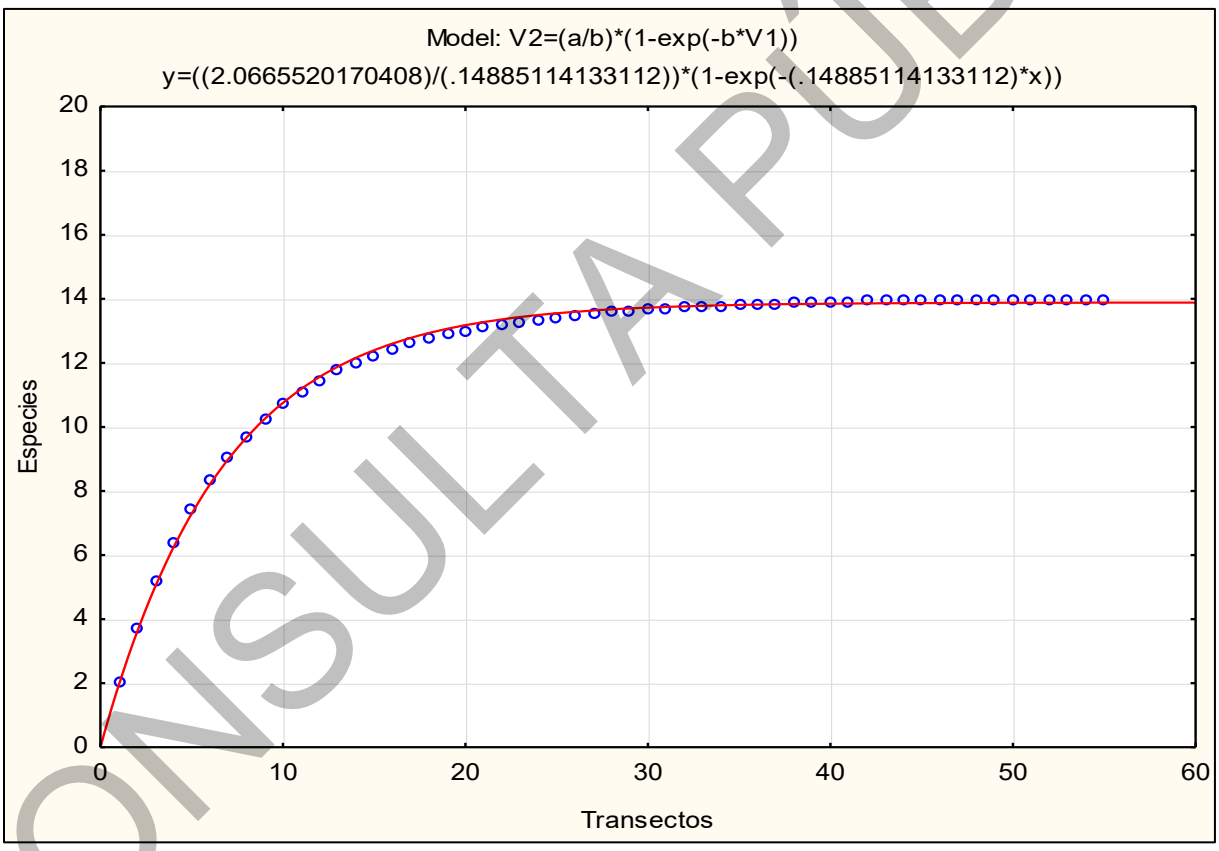
Gráfica. 69. Curva de acumulación de especies para el grupo de mamíferos; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%.

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de Chao 2, indicando que se ha registrado la totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

Para el grupo de mamíferos, la riqueza observada en 55 transectos de muestreo resultó ser de **14 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio son **14 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el grupo de mamíferos es estadísticamente suficiente y representativo.

Posteriormente los datos se concertaron para obtener como producto la curva ajustada mediante el modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.00058**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1.** En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de **13.9 especies**, registrándose así por nuestra parte la mayor proporción de la fauna. Se concluye que el inventario registra una porción de la fauna existente sumamente significativa, y a su vez el muestreo es el suficiente para describir la estructura biótica de la comunidad de los mamíferos.



Gráfica. 70. Curva de acumulación de especies ajustada para el grupo de mamíferos mediante el Modelo exponencial negativo

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de reptiles

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, por cada transecto de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

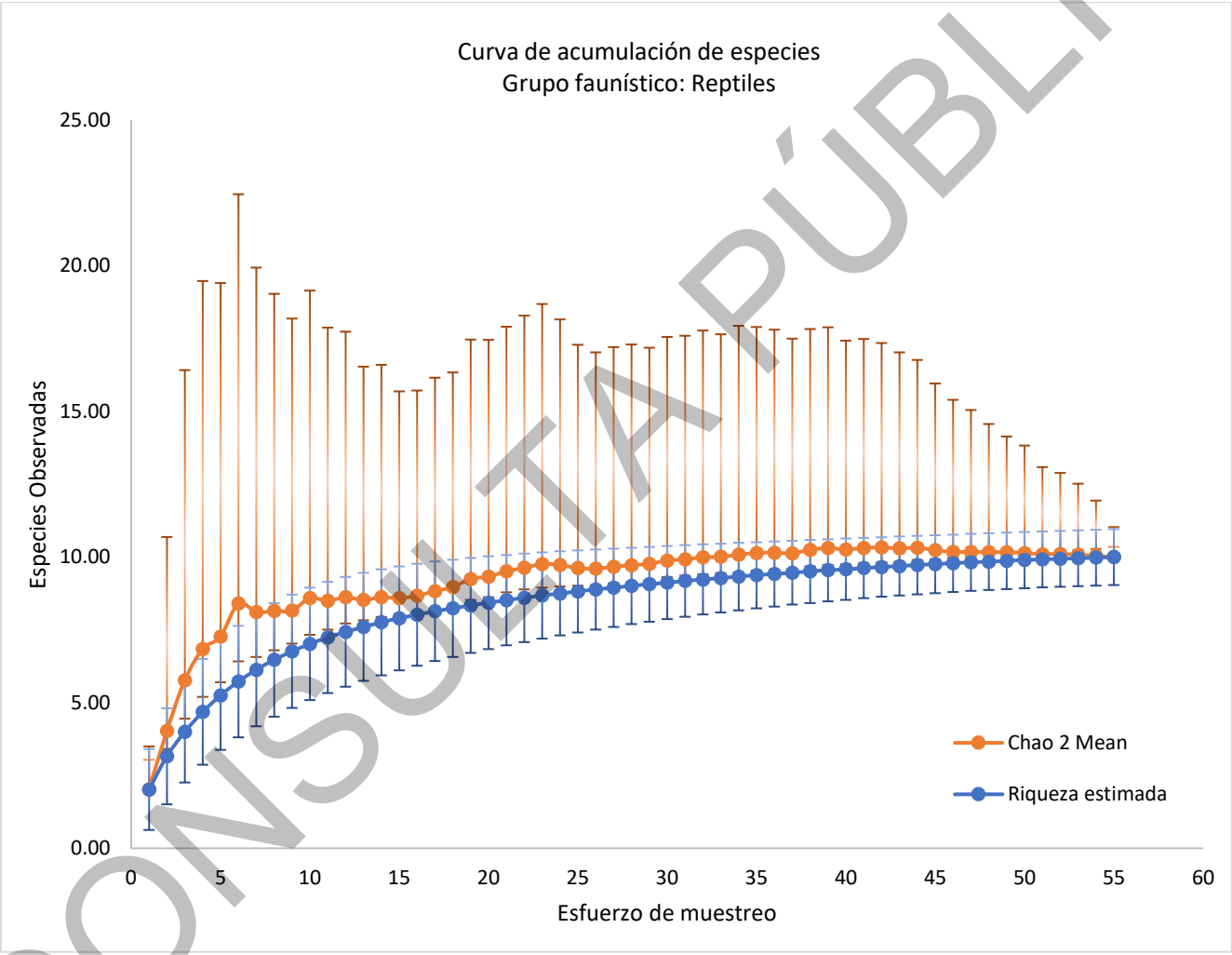
Tabla 197. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para reptiles

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	2.02	0.63	3.41	2.03	3.04	3.50
2	3.16	1.51	4.81	4.03	3.41	10.69
3	4.00	2.26	5.75	5.77	4.45	16.42
4	4.68	2.87	6.50	6.84	5.20	19.48
5	5.25	3.38	7.12	7.27	5.70	19.41
6	5.73	3.81	7.64	8.41	6.42	22.46
7	6.13	4.19	8.07	8.11	6.57	19.94
8	6.47	4.52	8.42	8.15	6.80	19.04
9	6.76	4.82	8.71	8.16	7.03	18.19
10	7.02	5.09	8.95	8.59	7.33	19.15
11	7.24	5.33	9.15	8.50	7.51	17.88
12	7.43	5.55	9.32	8.62	7.72	17.74
13	7.60	5.75	9.46	8.53	7.83	16.54
14	7.76	5.94	9.58	8.62	7.94	16.60
15	7.90	6.11	9.68	8.59	8.04	15.69
16	8.02	6.27	9.77	8.67	8.12	15.72
17	8.14	6.43	9.85	8.83	8.23	16.16
18	8.24	6.57	9.91	8.97	8.37	16.34
19	8.34	6.71	9.97	9.25	8.53	17.47
20	8.43	6.84	10.03	9.33	8.62	17.46
21	8.52	6.97	10.07	9.51	8.79	17.91
22	8.60	7.08	10.12	9.63	8.89	18.29
23	8.68	7.20	10.16	9.76	8.95	18.69
24	8.75	7.31	10.20	9.73	8.99	18.16
25	8.82	7.41	10.23	9.62	9.02	17.29
26	8.89	7.51	10.26	9.60	9.04	17.03
27	8.95	7.60	10.29	9.67	9.10	17.21
28	9.01	7.70	10.32	9.72	9.14	17.30
29	9.07	7.78	10.35	9.77	9.20	17.19
30	9.12	7.87	10.38	9.88	9.31	17.56
31	9.18	7.95	10.41	9.92	9.36	17.60
32	9.23	8.03	10.44	9.99	9.41	17.78
33	9.28	8.10	10.46	10.01	9.45	17.65
34	9.33	8.17	10.49	10.08	9.47	17.94
35	9.38	8.24	10.51	10.14	9.54	17.90
36	9.42	8.30	10.54	10.15	9.57	17.81
37	9.46	8.37	10.56	10.13	9.59	17.50
38	9.51	8.42	10.59	10.25	9.68	17.83
39	9.55	8.48	10.61	10.31	9.73	17.89
40	9.58	8.53	10.64	10.26	9.75	17.43
41	9.62	8.59	10.66	10.31	9.79	17.49
42	9.66	8.64	10.68	10.33	9.82	17.35
43	9.69	8.68	10.71	10.30	9.84	17.03
44	9.73	8.72	10.73	10.32	9.90	16.77
45	9.76	8.76	10.75	10.24	9.92	15.96
46	9.79	8.80	10.77	10.18	9.97	15.40
47	9.82	8.84	10.80	10.18	10.01	15.05
48	9.84	8.87	10.82	10.17	10.07	14.57

CONSULTA PUBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
49	9.87	8.90	10.84	10.17	10.13	14.14
50	9.90	8.93	10.86	10.14	10.13	13.83
51	9.92	8.96	10.88	10.10	10.19	13.09
52	9.94	8.98	10.90	10.11	10.22	12.89
53	9.96	9.00	10.92	10.08	10.24	12.52
54	9.98	9.02	10.94	10.04	10.28	11.94
55	10.00	9.04	10.96	10.00	10.35	11.03

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



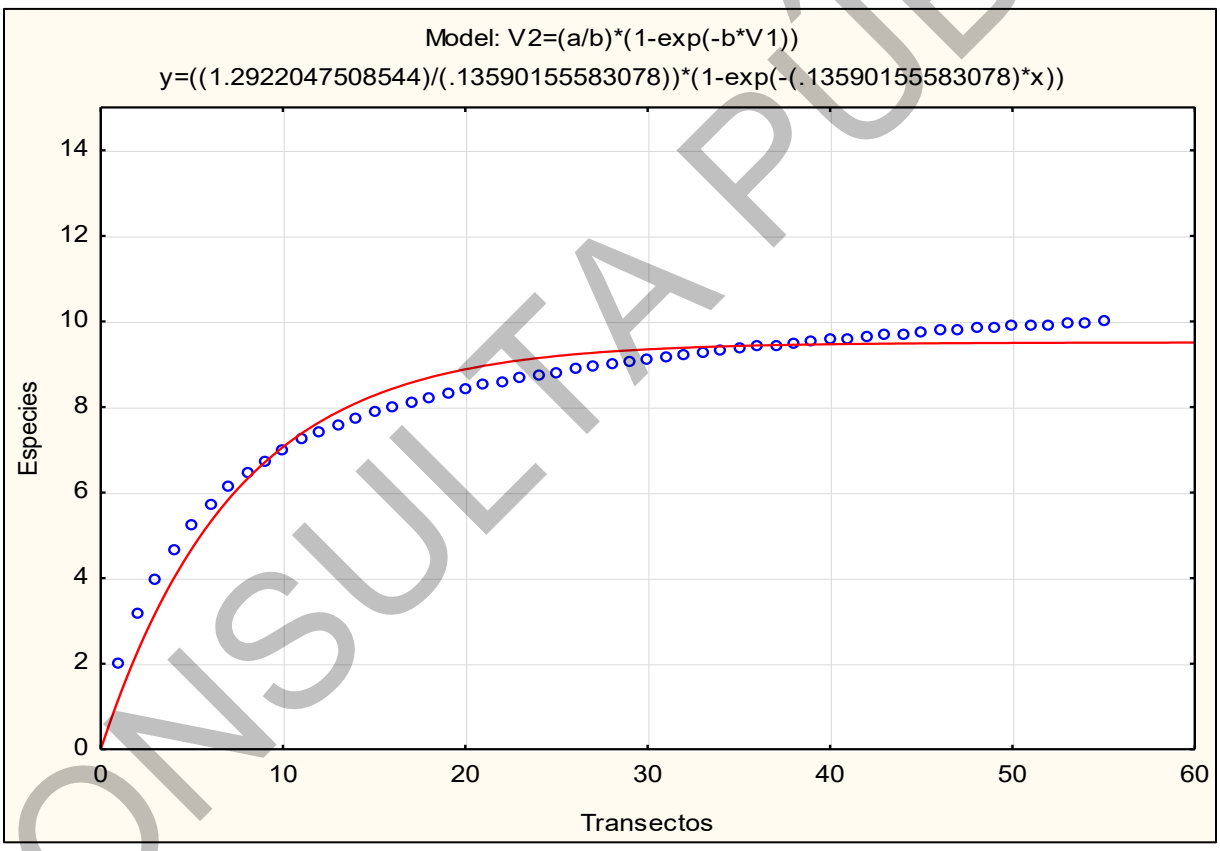
Gráfica. 71. Curva de acumulación de especies para el grupo de reptiles; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%.

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de Chao 2, indicando que se ha registrado la totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

Para el grupo de reptiles, la riqueza observada en 55 transectos de muestreo resultó ser de **10 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio son **10 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el grupo de reptiles es estadísticamente suficiente y representativo.

Los datos se analizaron para obtener como producto la curva ajustada mediante el modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.00073**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. En base al modelo, la curva ajustada reporta una riqueza teórica de especies de **9.5 especies**, registrándose así por nuestra parte la mayor proporción de la fauna. Se concluye que el inventario registra una porción de la fauna existente sumamente significativa, y a su vez el muestreo es el suficiente para describir la estructura biótica de la comunidad de los reptiles.



Gráfica. 72. Curva de acumulación de especies ajustada para el grupo de reptiles mediante el Modelo exponencial negativo

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.3.1.2.2 Tamaño de muestra para el AFP

Grupo de anfibios

Debido al registro de una sola especie no se realizaron los análisis para este grupo en específico.

Grupo de aves

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, por cada transecto de muestreo y del indicador Chao2 calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

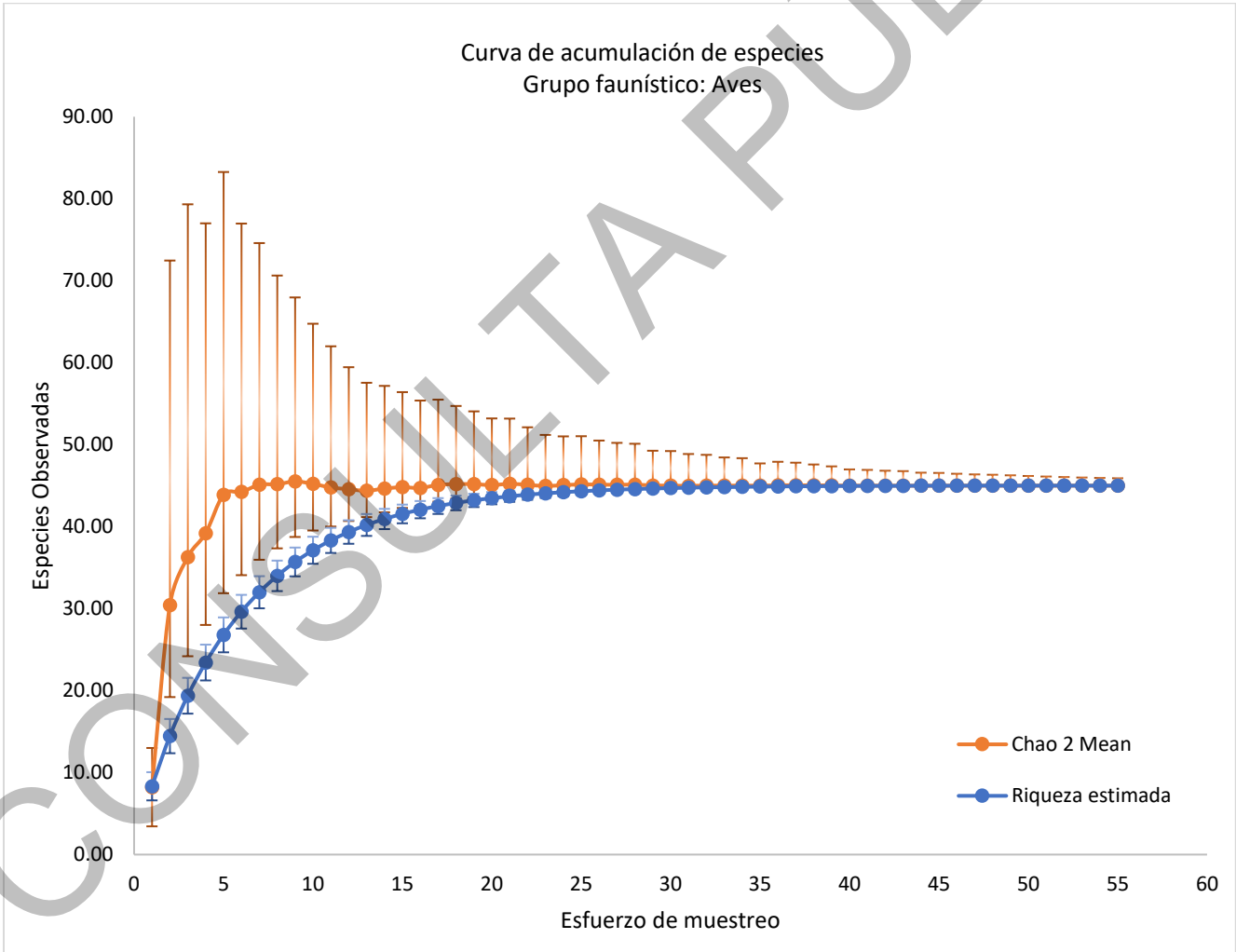
Tabla 198. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para aves

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	8.33	6.61	10.05	8.22	13.00	13.00
2	14.45	12.36	16.54	30.42	19.21	72.46
3	19.37	17.19	21.56	36.27	24.19	79.32
4	23.42	21.24	25.61	39.19	28.01	77.00
5	26.80	24.67	28.93	43.89	31.88	83.26
6	29.63	27.57	31.68	44.23	34.08	76.97
7	32.00	30.04	33.96	45.11	35.96	74.59
8	34.00	32.14	35.86	45.17	37.35	70.63
9	35.69	33.94	37.45	45.52	38.74	67.96
10	37.12	35.47	38.77	45.22	39.53	64.75
11	38.32	36.79	39.86	44.78	40.01	62.00
12	39.34	37.91	40.78	44.57	40.69	59.45
13	40.21	38.87	41.54	44.37	41.16	57.55
14	40.93	39.70	42.17	44.65	41.75	57.17
15	41.55	40.41	42.69	44.81	42.28	56.41
16	42.07	41.02	43.13	44.72	42.54	55.38
17	42.51	41.55	43.48	45.09	43.05	55.49
18	42.89	42.00	43.78	45.19	43.44	54.72
19	43.21	42.39	44.02	45.18	43.67	54.06
20	43.47	42.73	44.22	45.07	43.83	53.20
21	43.70	43.03	44.38	45.22	44.07	53.18
22	43.90	43.28	44.51	45.10	44.32	52.12
23	44.06	43.50	44.62	44.96	44.38	51.19
24	44.20	43.70	44.70	45.07	44.58	51.01
25	44.32	43.87	44.77	45.14	44.78	51.03
26	44.42	44.02	44.83	45.13	44.94	50.50
27	44.51	44.15	44.87	45.10	45.07	50.22
28	44.58	44.26	44.90	45.13	45.18	50.11
29	44.65	44.36	44.93	45.02	45.19	49.26
30	44.70	44.45	44.95	45.01	45.22	49.22
31	44.75	44.53	44.97	44.98	45.23	48.86
32	44.79	44.60	44.98	45.01	45.25	48.76
33	44.82	44.66	44.99	44.99	45.22	48.44
34	44.85	44.71	44.99	45.02	45.27	48.35
35	44.88	44.75	45.00	44.99	45.30	47.71
36	44.90	44.79	45.00	45.05	45.25	47.91
37	44.92	44.83	45.00	45.04	45.21	47.80
38	44.93	44.86	45.00	45.04	45.22	47.58
39	44.95	44.89	45.00	45.03	45.17	47.35
40	44.96	44.91	45.00	45.00	45.13	46.98
41	44.97	44.93	45.00	45.01	45.10	46.92
42	44.97	44.94	45.00	45.00	45.07	46.82

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
43	44.98	44.96	45.00	45.00	45.04	46.77
44	44.99	44.97	45.00	44.99	45.03	46.58
45	44.99	44.98	45.00	44.99	45.01	46.55
46	44.99	44.98	45.00	45.00	45.02	46.45
47	45.00	44.99	45.00	45.00	45.01	46.37
48	45.00	44.99	45.00	45.00	45.00	46.33
49	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	46.26
50	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	46.18
51	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	46.11
52	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	46.05
53	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.99
54	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.94
55	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.90

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



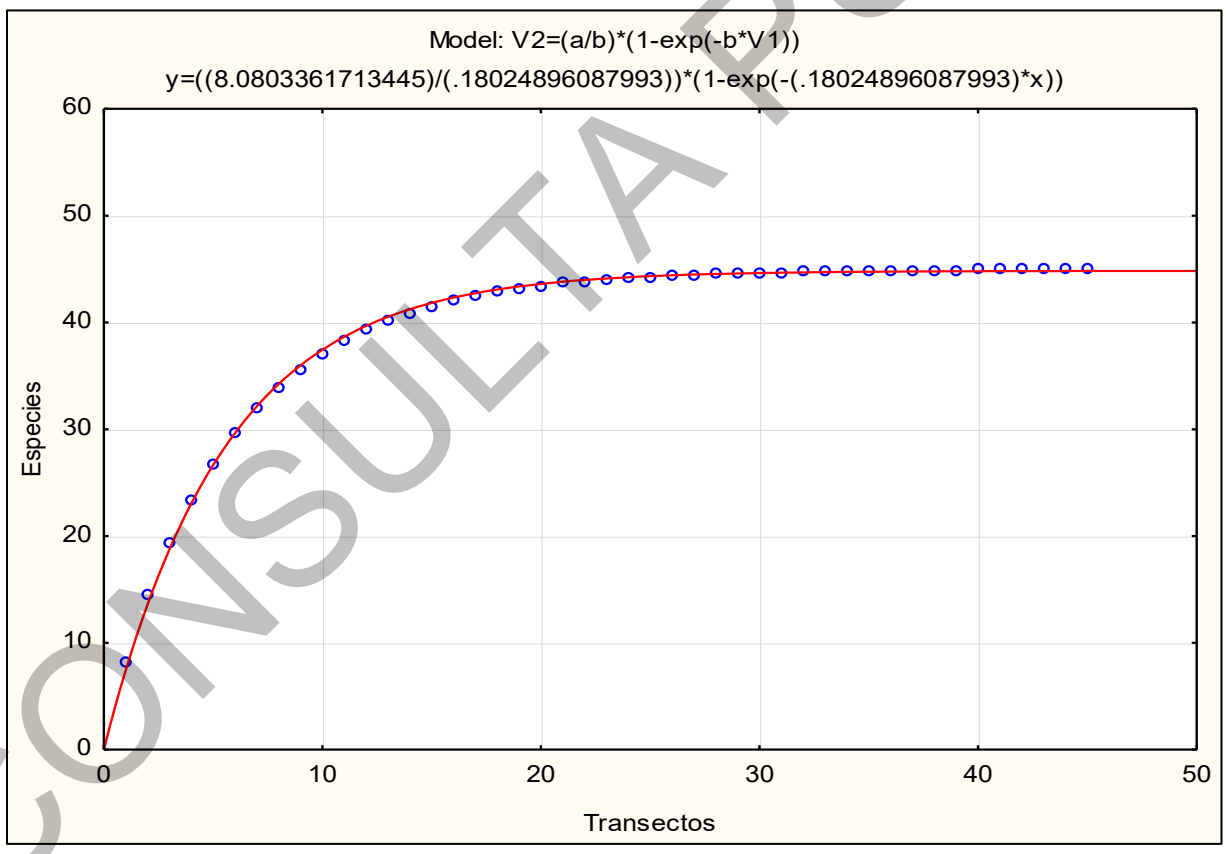
Gráfica. 73. Curva de acumulación de especies para el grupo de aves; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%.

CONSULTA PÚBLICA

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de **Chao 2**, indicando que se ha registrado en su totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

Para el grupo de aves, la riqueza observada en 55 transectos de muestreo resultó ser de **45 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudiera haber en el área de estudio son **45 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el grupo de aves es estadísticamente suficiente y representativo.

Con base al modelo de Soberón & Llorente obteniéndose así una pendiente de la curva de **0.0004**, siendo el muestreo realizado el necesario, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quienes mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1**. Del mismo modo, el modelo establece una riqueza de **44.8 especies**, registrándose así por nuestra parte la totalidad de la fauna. Se concluye que el inventario registra la fauna existente, y a su vez el muestreo es el suficiente para describir la estructura biótica de la comunidad de aves.



Gráfica. 74. Curva de acumulación de especies ajustada para el grupo de aves mediante el Modelo exponencial negativo

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de mamíferos

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, por cada transecto de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

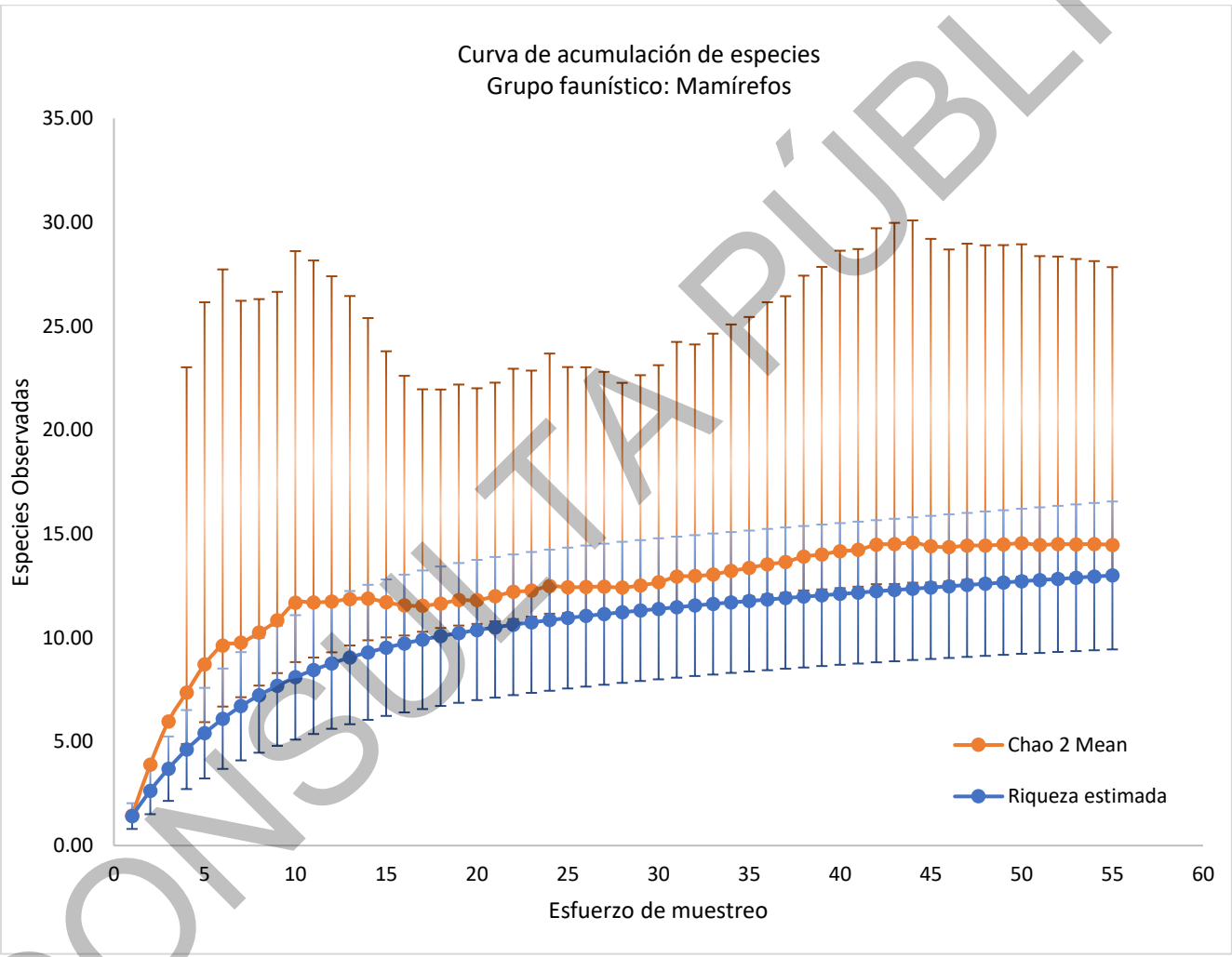
Tabla 199. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para mamíferos

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.42	0.80	2.04	1.45	0.00	0.00
2	2.64	1.51	3.77	3.90	0.00	0.00
3	3.70	2.15	5.25	5.97	0.00	0.00
4	4.62	2.72	6.52	7.36	4.89	23.02
5	5.41	3.23	7.59	8.72	5.94	26.15
6	6.10	3.69	8.52	9.63	6.69	27.73
7	6.71	4.10	9.31	9.77	7.14	26.22
8	7.23	4.47	9.99	10.25	7.70	26.30
9	7.69	4.80	10.58	10.84	8.30	26.65
10	8.10	5.10	11.09	11.68	8.83	28.61
11	8.45	5.37	11.53	11.70	9.05	28.16
12	8.77	5.62	11.91	11.75	9.30	27.40
13	9.05	5.84	12.25	11.86	9.63	26.45
14	9.30	6.05	12.55	11.89	9.88	25.39
15	9.52	6.24	12.81	11.71	10.02	23.79
16	9.73	6.41	13.04	11.56	10.11	22.61
17	9.91	6.57	13.24	11.54	10.29	21.96
18	10.08	6.72	13.43	11.65	10.47	21.95
19	10.23	6.87	13.60	11.81	10.59	22.19
20	10.37	7.00	13.75	11.81	10.67	22.01
21	10.50	7.12	13.89	12.00	10.79	22.28
22	10.63	7.24	14.01	12.21	10.90	22.95
23	10.74	7.35	14.13	12.27	11.02	22.86
24	10.85	7.45	14.24	12.49	11.16	23.68
25	10.95	7.56	14.34	12.43	11.19	23.03
26	11.05	7.65	14.44	12.45	11.20	23.02
27	11.14	7.74	14.53	12.46	11.27	22.80
28	11.23	7.83	14.62	12.42	11.37	22.27
29	11.31	7.92	14.70	12.52	11.41	22.64
30	11.39	8.00	14.79	12.67	11.47	23.12
31	11.47	8.08	14.87	12.94	11.64	24.24
32	11.55	8.16	14.94	12.97	11.71	24.12
33	11.63	8.23	15.02	13.05	11.79	24.64
34	11.70	8.31	15.09	13.22	11.89	25.08
35	11.77	8.38	15.16	13.36	11.99	25.44
36	11.84	8.44	15.24	13.54	12.08	26.15
37	11.91	8.51	15.31	13.65	12.16	26.44
38	11.98	8.57	15.38	13.91	12.28	27.43
39	12.04	8.64	15.45	14.01	12.33	27.85
40	12.11	8.70	15.52	14.17	12.39	28.63
41	12.17	8.76	15.59	14.23	12.46	28.71
42	12.24	8.82	15.66	14.48	12.58	29.71
43	12.30	8.87	15.73	14.51	12.59	29.97
44	12.36	8.93	15.80	14.58	12.65	30.09
45	12.42	8.98	15.87	14.41	12.66	29.20
46	12.48	9.03	15.94	14.36	12.71	28.69
47	12.54	9.08	16.01	14.44	12.79	28.97
48	12.60	9.13	16.08	14.44	12.80	28.89

CONSULTA PUBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
49	12.66	9.18	16.14	14.49	12.85	28.90
50	12.72	9.23	16.21	14.55	12.94	28.94
51	12.78	9.27	16.28	14.47	12.95	28.37
52	12.83	9.32	16.35	14.51	13.02	28.35
53	12.89	9.36	16.42	14.50	13.07	28.23
54	12.95	9.40	16.49	14.51	13.11	28.13
55	13.00	9.44	16.56	14.47	13.15	27.84

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



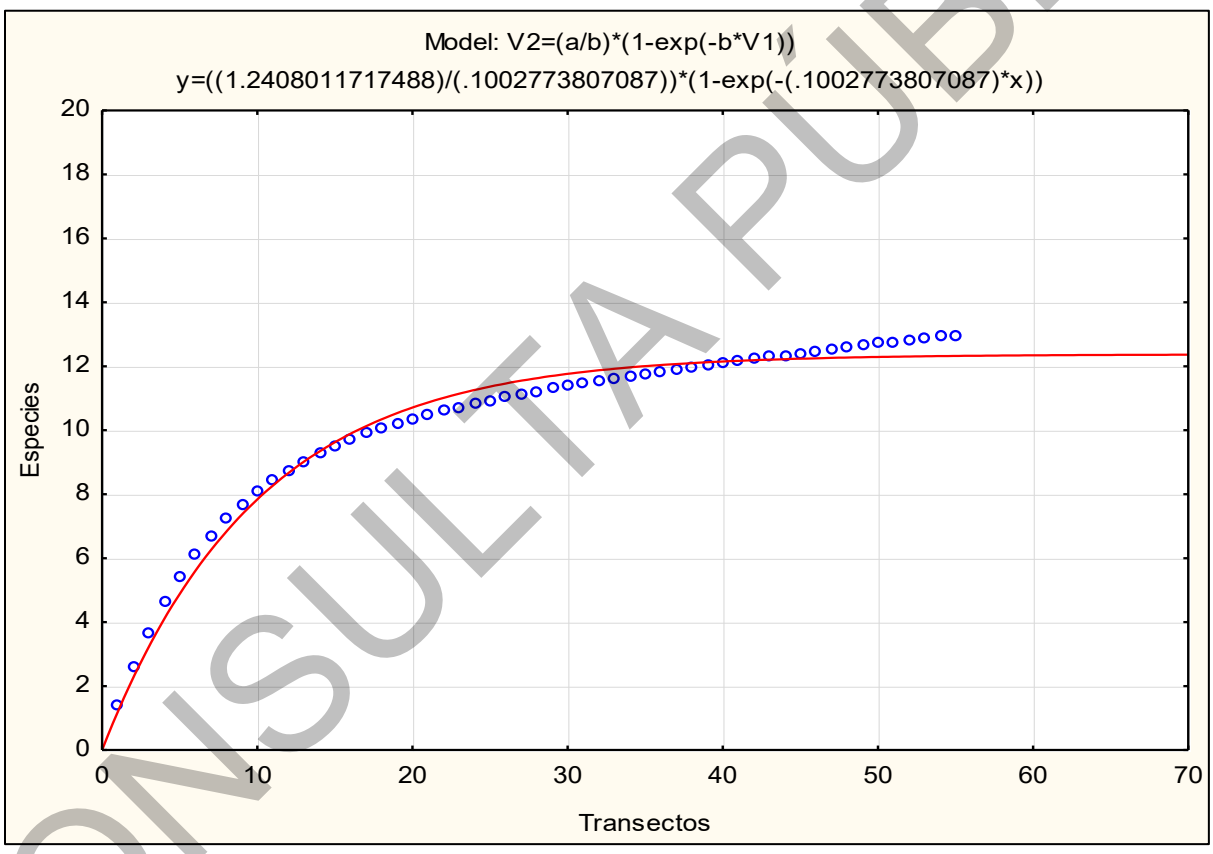
Gráfica. 75. Curva de acumulación de especies para el grupo de mamíferos; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%.

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de Chao 2, indicando que se ha registrado en su mayor totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

Para el grupo de mamíferos, la riqueza observada en 55 transectos de muestreo resultó ser de **13 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio son **14.47 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **89.8 % de las especies potenciales**, por lo que para el grupo de mamíferos es estadísticamente suficiente y representativo.

Los datos se analizaron para obtener como producto la curva ajustada mediante el modelo de Soberón & Llorente, dando lugar a una pendiente al final de la curva de **0.005**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**. mismo modelo establece una riqueza de **12.3 especies**, registrándose así por nuestra parte la mayor totalidad de fauna. Se concluye, que el inventario registra la fauna existente, y a su vez el muestreo es el suficiente para describir la estructura biótica de la comunidad de los mamíferos.



Gráfica. 76. Curva de acumulación de especies ajustada para el grupo de mamíferos mediante el Modelo exponencial negativo

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de reptiles

De acuerdo con los resultados de la riqueza de especies, por cada transecto de muestreo y del indicador **Chao2** calculado con ayuda del programa *Estimate SWin 9.10*, se obtuvieron los siguientes resultados:

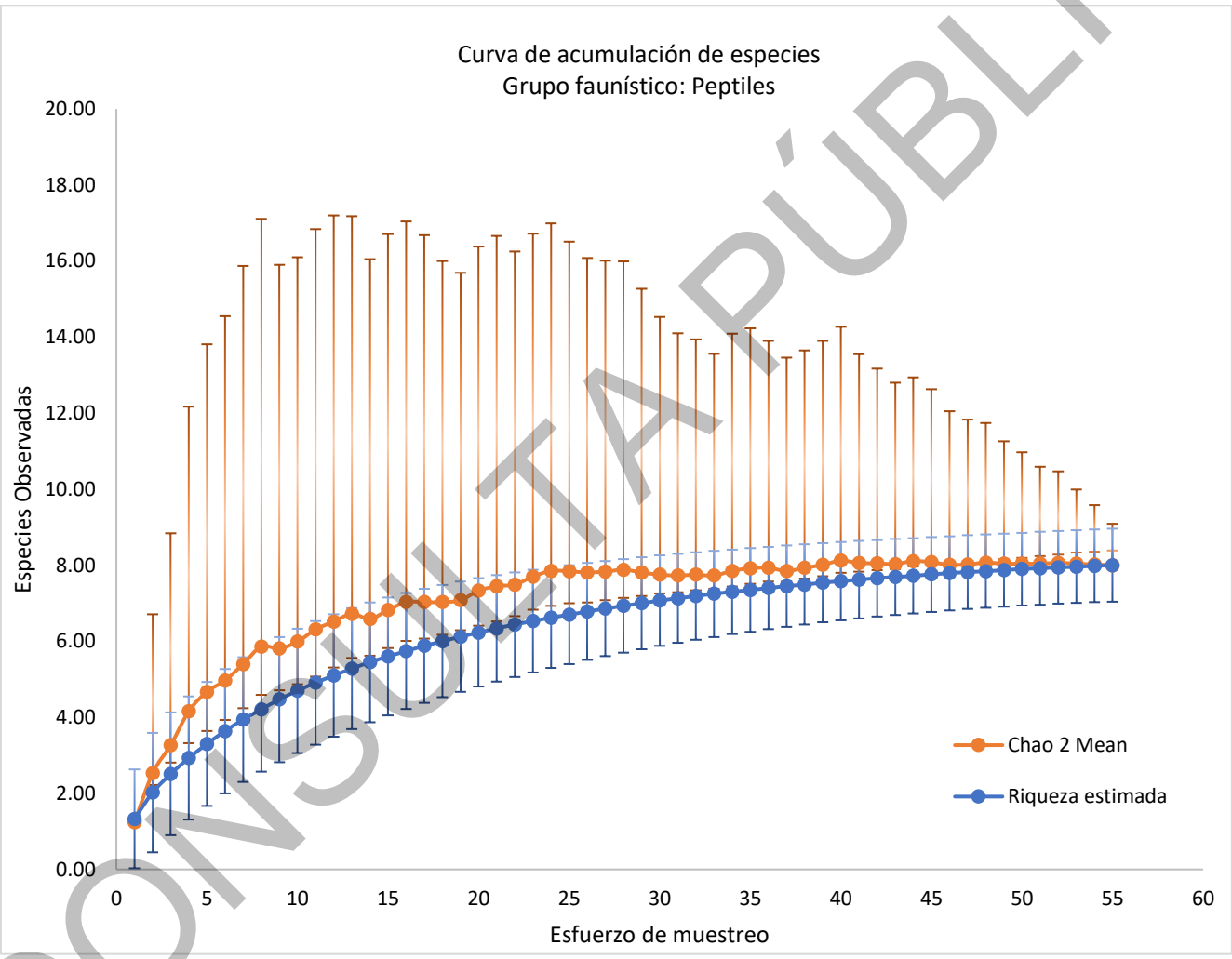
Tabla 200. Datos para la elaboración de la curva de acumulación y el indicador no paramétrico Chao 2 para reptiles

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1	1.33	0.03	2.63	1.24	0.00	0.00
2	2.02	0.45	3.59	2.53	2.22	6.71
3	2.51	0.90	4.13	3.27	2.81	8.84
4	2.93	1.31	4.55	4.16	3.32	12.17
5	3.30	1.67	4.93	4.67	3.64	13.81
6	3.64	2.00	5.27	4.97	3.93	14.55
7	3.94	2.30	5.58	5.40	4.24	15.87
8	4.21	2.57	5.86	5.86	4.59	17.11
9	4.47	2.82	6.11	5.81	4.71	15.90
10	4.70	3.06	6.33	5.99	4.87	16.10
11	4.91	3.28	6.53	6.31	5.07	16.84
12	5.10	3.49	6.71	6.52	5.31	17.20
13	5.28	3.69	6.87	6.72	5.56	17.18
14	5.45	3.87	7.02	6.59	5.62	16.05
15	5.60	4.05	7.15	6.82	5.82	16.71
16	5.74	4.22	7.27	7.03	6.01	17.04
17	5.88	4.38	7.38	7.03	6.07	16.68
18	6.00	4.53	7.48	7.03	6.17	16.00
19	6.12	4.67	7.57	7.08	6.29	15.69
20	6.23	4.81	7.66	7.33	6.41	16.38
21	6.34	4.94	7.74	7.45	6.52	16.66
22	6.44	5.06	7.81	7.49	6.66	16.25
23	6.53	5.18	7.88	7.70	6.83	16.72
24	6.62	5.30	7.94	7.85	6.93	16.99
25	6.70	5.40	8.00	7.84	7.00	16.51
26	6.78	5.51	8.06	7.81	7.02	16.08
27	6.86	5.61	8.11	7.83	7.08	16.01
28	6.93	5.70	8.16	7.88	7.14	15.99
29	7.00	5.79	8.21	7.81	7.19	15.27
30	7.07	5.88	8.26	7.75	7.26	14.53
31	7.13	5.96	8.30	7.73	7.29	14.10
32	7.19	6.04	8.34	7.75	7.34	13.94
33	7.25	6.11	8.38	7.73	7.38	13.56
34	7.30	6.19	8.41	7.85	7.44	14.09
35	7.35	6.25	8.45	7.92	7.51	14.23
36	7.40	6.32	8.48	7.93	7.57	13.90
37	7.45	6.38	8.52	7.85	7.57	13.46
38	7.49	6.44	8.55	7.93	7.65	13.65
39	7.54	6.50	8.58	8.01	7.71	13.90
40	7.58	6.55	8.61	8.12	7.80	14.27
41	7.62	6.60	8.64	8.06	7.83	13.55
42	7.66	6.65	8.66	8.05	7.87	13.17
43	7.69	6.69	8.69	8.03	7.90	12.80
44	7.72	6.73	8.71	8.11	7.97	12.94
45	7.76	6.77	8.74	8.08	7.99	12.63
46	7.79	6.81	8.76	8.01	8.01	12.05
47	7.82	6.85	8.79	8.02	8.05	11.83
48	7.84	6.88	8.81	8.07	8.13	11.74

CONSULTA PÚBLICA

SITIOS	RIQUEZA ESTIMADA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	CHAO 2 MEAN	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
49	7.87	6.91	8.83	8.04	8.15	11.26
50	7.90	6.94	8.85	8.04	8.19	10.97
51	7.92	6.96	8.88	8.04	8.24	10.59
52	7.94	6.99	8.90	8.06	8.28	10.47
53	7.96	7.01	8.92	8.04	8.33	9.99
54	7.98	7.03	8.94	8.02	8.36	9.58
55	8.00	7.04	8.96	8.00	8.39	9.09

A continuación, para una mejor interpretación se presenta la curva de acumulación de especies y el indicador no paramétrico Chao 2.



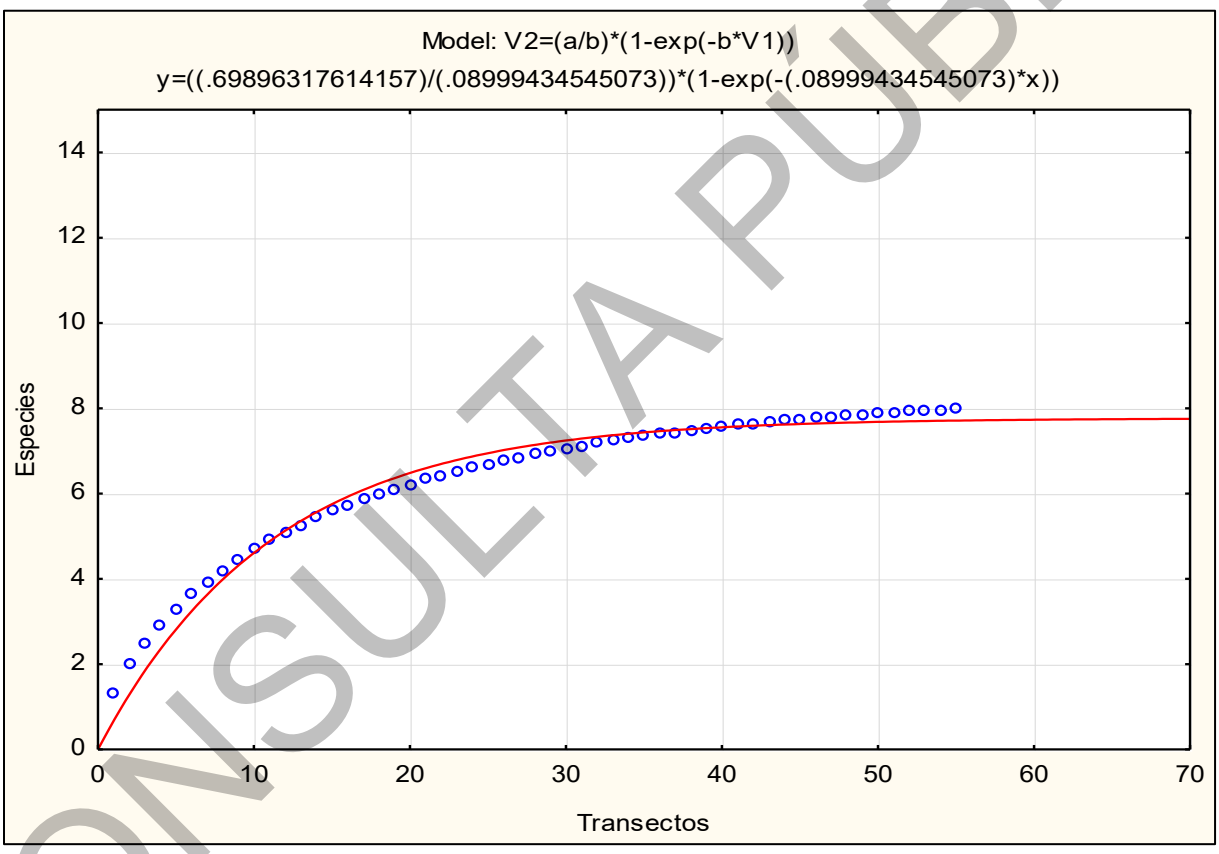
Gráfica. 77. Curva de acumulación de especies para el grupo de reptiles; círculos azules: resultados de la curva modelo desarrollado con Estimate SWin 9.10, círculo naranja: indicador Chao2, intervalos de confianza al 95%.

Con base en la gráfica anterior se tiene que se cumple la sobreposición en los valores de los intervalos de confianza al 95 % entre la riqueza estimada y los valores de Chao 2, indicando que se ha registrado la totalidad las especies que potencialmente pueden existir en el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

Para el grupo de reptiles, la riqueza observada en 11 transectos de muestreo resultó ser de **8 especies** y para los valores de **Chao 2** las especies potenciales que pudieran haber en el área de estudio son **8 (especies)**, por lo tanto, con un 95 % de confiabilidad respecto a los intervalos de confianza calculados, los cuales se intercalan con los intervalos de confianza de la riqueza observada, se indica que, en el muestreo se registró el **100 % de las especies potenciales**, por lo que para el grupo de reptiles es estadísticamente suficiente y representativo.

De manera adicional, los datos se analizaron para obtener como producto la curva ajustada mediante el modelo de Soberón & Llorente, obteniéndose una pendiente al final de la curva de **0.005**, que de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1.** Dicho modelo establece como máximo una riqueza de **7.7 especies**, registrándose así por nuestra parte la mayor proporción de las especies. Se concluye, que el inventario registra la fauna existente, y a su vez el muestreo es el suficiente para describir la estructura biótica de la comunidad de los mamíferos.



Gráfica. 78. Curva de acumulación de especies ajustada para el grupo de reptiles mediante el Modelo exponencial negativo

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.3.1.2.3 Distribución de los transectos de muestreo

Para el caso de este muestreo por el motivo de la facilidad de armar un muestreo donde las oportunidades de igualdad de búsqueda son iguales y para poder hacer un análisis de la diversidad faunística encontradas en el SAR y en el AFP, se usó el mismo tamaño de muestra para ambos casos, es decir, se realizaron un total de 55 transectos (100 m x 20 m). De manera general, los factores que se consideraron al elegir la ubicación de las unidades de muestreo en el área del AFP y el SAR fueron:

- Las dimensiones del proyecto y su área de influencia.
- Los diferentes ecosistemas presentes en el sistema ambiental Regional.
- La accesibilidad a los habitas más representativos.
- Ubicación de abrevaderos, sitios de alimentación y senderos.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los transectos inventariados.

Tabla 201. Número de transectos y coordenadas del punto de comienzo y final de donde se realizó el muestreo de fauna silvestre dentro del AFP, UTM WGS84 Zona 12 N

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 12 N				
TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
1	531,440.767	3,450,048.003	531,477.205	3,449,954.878
2	531,566.147	3,449,646.409	531,500.407	3,449,571.055
3	530,946.249	3,449,352.450	530,846.682	3,449,343.151
4	530,644.644	3,449,231.419	530,548.978	3,449,202.299
5	531,173.907	3,449,012.947	531,247.674	3,449,080.462
6	530,737.084	3,448,183.062	530,729.188	3,448,083.375
7	530,707.508	3,447,920.352	530,739.057	3,447,825.459
8	530,848.576	3,447,781.241	530,893.794	3,447,692.049
9	530,776.175	3,447,607.829	530,804.192	3,447,511.834
10	530,969.091	3,447,416.153	531,062.734	3,447,451.239
11	531,183.804	3,447,343.494	531,205.035	3,447,441.214
12	531,754.881	3,447,259.026	531,814.176	3,447,339.549
13	531,732.346	3,447,471.757	531,746.223	3,447,570.790
14	531,797.435	3,447,831.234	531,830.323	3,447,925.671
15	531,917.529	3,448,225.485	532,016.312	3,448,241.038
16	532,044.824	3,448,318.021	532,112.856	3,448,391.313
17	532,315.910	3,448,610.318	532,359.158	3,448,700.482
18	532,195.963	3,448,728.461	532,242.462	3,448,816.992
19	533,319.367	3,447,291.573	533,349.554	3,447,386.907
20	533,364.938	3,447,497.486	533,361.882	3,447,597.439
21	533,382.161	3,447,779.812	533,379.290	3,447,879.771
22	533,364.951	3,448,164.919	533,387.214	3,448,262.409
23	533,378.891	3,448,773.963	533,366.123	3,448,873.145
24	533,251.200	3,449,176.886	533,274.516	3,449,274.129
25	533,263.591	3,449,596.182	533,259.809	3,449,696.111
26	533,188.918	3,449,927.212	533,251.759	3,450,005.000
27	528,797.109	3,447,812.578	528,840.772	3,447,902.542
28	529,165.679	3,447,827.825	529,241.876	3,447,892.586
29	528,995.379	3,448,058.782	528,937.777	3,448,140.526
30	529,251.183	3,448,359.637	529,323.174	3,448,429.043
31	528,780.584	3,448,491.872	528,873.090	3,448,453.890

CONSULTA PÚBLICA

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 12 N				
TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
32	529,441.538	3,448,570.382	529,512.118	3,448,641.223
33	529,234.546	3,448,832.327	529,322.503	3,448,879.904
34	529,082.927	3,449,016.212	529,176.461	3,449,051.587
35	528,997.108	3,449,167.976	529,092.152	3,449,199.068
36	529,364.635	3,449,255.220	529,464.232	3,449,264.181
37	529,825.685	3,449,372.000	529,923.839	3,449,391.126
38	530,132.934	3,449,611.725	530,232.012	3,449,625.270
39	530,498.828	3,449,880.030	530,583.669	3,449,932.964
40	530,608.436	3,450,043.445	530,698.429	3,450,087.049
41	530,862.338	3,450,347.484	530,958.878	3,450,373.562
42	531,189.842	3,450,487.799	531,191.233	3,450,587.789
43	531,283.089	3,450,380.926	531,356.220	3,450,449.129
44	531,444.308	3,450,532.752	531,458.526	3,450,631.736
45	531,346.559	3,450,875.510	531,423.984	3,450,938.797
46	531,253.595	3,451,002.062	531,327.506	3,451,069.420
47	531,421.341	3,451,216.375	531,495.252	3,451,283.733
48	531,544.024	3,451,358.205	531,590.586	3,451,446.703
49	531,845.218	3,451,635.965	531,943.443	3,451,654.720
50	532,157.163	3,451,711.061	532,256.974	3,451,717.207
51	532,398.011	3,451,669.061	532,495.552	3,451,647.023
52	532,587.995	3,451,554.759	532,665.402	3,451,491.450
53	532,806.335	3,451,434.021	532,819.597	3,451,334.904
54	533,091.716	3,451,288.780	533,185.092	3,451,324.570
55	533,013.981	3,451,158.356	533,113.072	3,451,144.901

Tabla 202. Número de transectos y coordenadas del punto de comienzo y final de donde se realizó el muestreo de fauna silvestre dentro del SAR, UTM WGS84 Zona 12 N

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 12 N				
TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
1	529,227.941	3,449,597.651	529,301.852	3,449,665.009
2	528,867.291	3,449,844.360	528,960.825	3,449,879.734
3	529,045.811	3,450,062.200	529,145.409	3,450,071.162
4	529,212.066	3,449,932.614	529,285.976	3,449,999.972
5	529,382.458	3,450,244.823	529,456.369	3,450,312.181
6	529,642.369	3,450,303.936	529,669.533	3,450,400.176
7	529,490.460	3,450,684.161	529,576.967	3,450,734.328
8	529,564.035	3,450,909.960	529,658.968	3,450,941.388
9	529,804.048	3,451,060.300	529,900.688	3,451,034.595
10	529,941.259	3,450,829.553	530,015.170	3,450,896.912
11	530,131.762	3,450,728.761	530,231.067	3,450,740.529
12	530,134.831	3,450,506.467	530,224.824	3,450,550.071
13	530,129.021	3,450,308.860	530,214.759	3,450,360.328
14	530,021.620	3,450,083.747	529,944.334	3,450,020.289
15	530,439.594	3,450,827.186	530,538.128	3,450,844.245
16	530,583.669	3,450,969.253	530,657.579	3,451,036.612
17	530,815.025	3,451,087.966	530,858.024	3,451,178.249
18	530,787.927	3,451,396.292	530,861.838	3,451,463.650
19	531,074.736	3,451,621.188	531,148.647	3,451,688.547
20	531,003.993	3,451,840.010	530,934.698	3,451,912.109
21	531,194.342	3,451,825.936	531,292.567	3,451,844.691

CONSULTA PÚBLICA

COORDENADAS UTM DATUM WGS 1984 ZONA 12 N				
TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)	COORDENADA (X)	COORDENADA (Y)
22	531,474.546	3,451,692.824	531,420.880	3,451,608.444
23	531,606.034	3,451,921.433	531,700.027	3,451,955.570
24	531,878.013	3,452,158.822	531,951.923	3,452,226.181
25	531,637.197	3,452,288.253	531,729.188	3,452,327.467
26	532,416.706	3,452,152.472	532,490.616	3,452,219.831
27	532,595.035	3,452,046.110	532,668.946	3,452,113.468
28	532,758.825	3,451,914.876	532,842.765	3,451,860.526
29	533,071.097	3,451,787.392	533,170.786	3,451,779.518
30	533,217.452	3,451,685.486	533,284.781	3,451,611.548
31	533,276.702	3,451,385.514	533,373.698	3,451,361.186
32	533,441.583	3,450,695.831	533,395.084	3,450,607.299
33	533,476.272	3,450,316.397	533,379.445	3,450,291.408
34	533,646.587	3,450,115.532	533,610.240	3,450,022.371
35	533,581.084	3,449,868.536	533,540.275	3,449,777.242
36	533,658.629	3,449,713.530	533,751.657	3,449,750.214
37	533,623.699	3,449,631.952	533,530.469	3,449,595.783
38	533,696.762	3,449,428.317	533,770.673	3,449,495.676
39	533,721.147	3,449,361.157	533,812.963	3,449,321.535
40	533,620.265	3,449,234.621	533,532.308	3,449,187.044
41	532,448.115	3,447,029.429	532,430.632	3,446,930.970
42	532,317.402	3,446,863.922	532,219.502	3,446,843.535
43	532,016.274	3,446,843.730	531,986.171	3,446,748.369
44	531,856.499	3,446,921.042	531,840.087	3,446,822.398
45	531,695.466	3,446,895.037	531,718.545	3,446,992.337
46	531,437.697	3,447,185.907	531,400.579	3,447,093.051
47	530,393.993	3,447,144.161	530,321.263	3,447,075.530
48	529,929.763	3,447,080.755	529,868.974	3,447,001.353
49	529,419.859	3,446,951.078	529,320.543	3,446,962.754
50	529,332.702	3,447,082.402	529,233.074	3,447,073.789
51	528,614.482	3,448,630.852	528,514.503	3,448,632.920
52	528,475.635	3,448,477.677	528,376.303	3,448,466.132
53	528,281.538	3,448,392.164	528,186.617	3,448,423.625
54	528,019.868	3,448,302.654	527,939.228	3,448,361.792
55	527,761.799	3,448,351.743	527,690.354	3,448,421.712

CONSULTA PÚBLICA

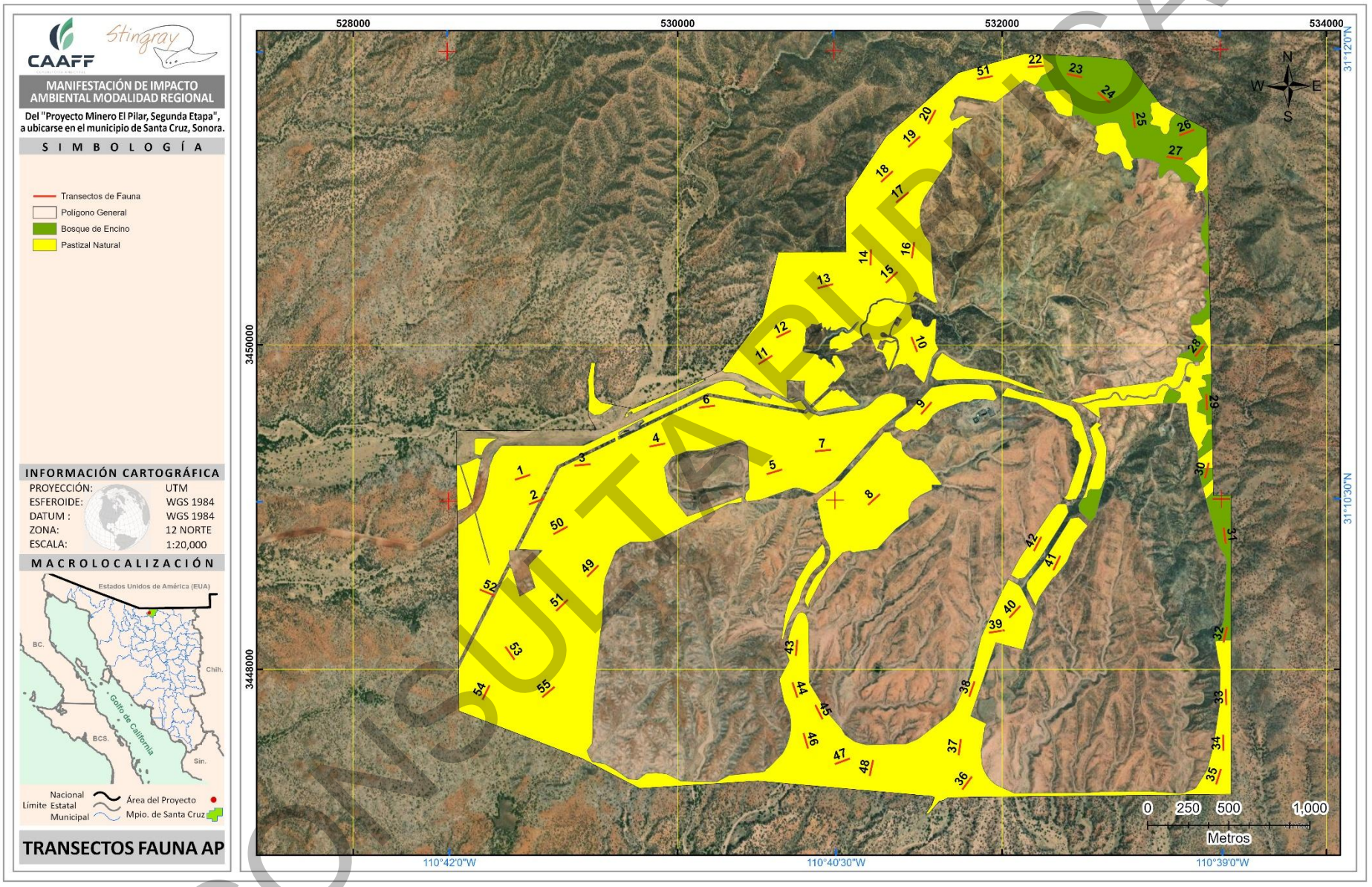


Figura 67. Ubicación de los transectos de muestreo de fauna en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

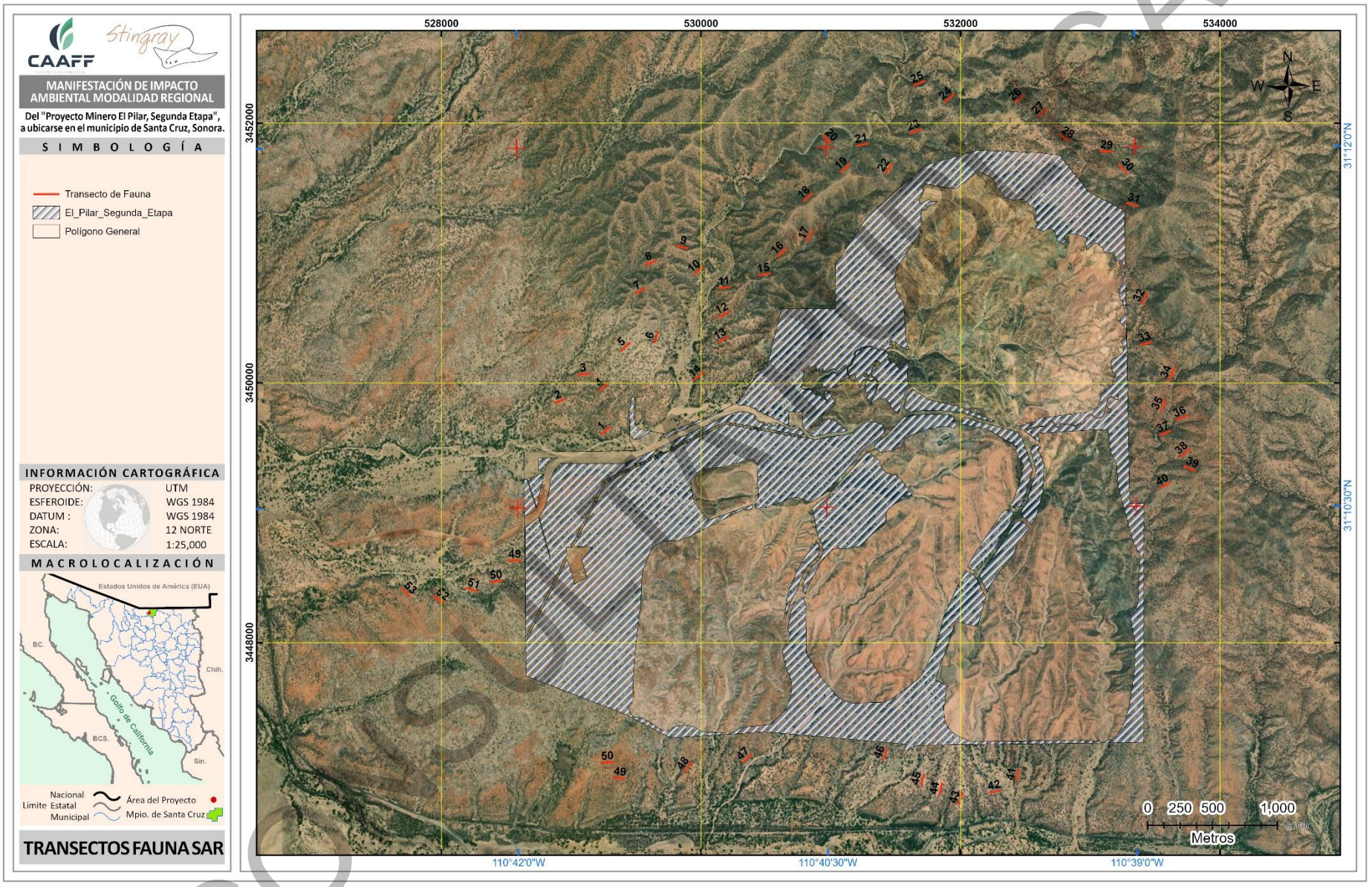


Figura 68. Ubicación de los transectos de muestreo de fauna en el SAR

COPIA CONTROLADA

IV.3.2.2.3.1.3 Variables evaluadas

La variable por evaluar para todos los grupos faunísticos fue la cantidad de individuos, a continuación, se enlistan los métodos y materiales que fueron utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo.

Tabla 203. Materiales y métodos utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo faunístico

GRUPO FAUNÍSTICO	VARIABLE POR EVALUAR	MÉTODO DE CONTEO	MATERIAL
Aves	Número de individuos	Avistamiento, canto, captura, nidos.	Redes de niebla, Cámara fotográfica y binoculares.
Mamíferos		Avistamiento, huellas, excretas, captura, madrigueras.	Trampas Sherman, Tomahawk, Cámara fotográfica y cámaras trampa.
Anfibios y Reptiles		Avistamiento, captura.	Cámara fotográfica, Gancho herpetológico.

IV.3.2.2.3.1.4 Horario de muestreo

En los siguientes apartados se explica a detalle las actividades realizadas durante el muestreo, para la obtención de información por grupo faunístico. En la siguiente tabla se enlistan los horarios óptimos para la observación de fauna silvestre de acuerdo con el grupo faunístico.

Tabla 204. Horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos

GRUPO DE FAUNA	HORARIO DE MAYOR ACTIVIDAD
Aves	6:00 – 9:00 horas y 16:00 – 18:00 horas (Perovic et al.; 200891)
Mamíferos	Diurnos, crepusculares, nocturnos (Painter et al., 199992)
Anfibios	9:00 – 11:00 horas y 21:00 a 23:00 horas (Sanabria et al., 200793)
Reptiles	9:00 – 12:00 y 16:00 y 22:00 horas (Navas, 199994)

CONSULTA PÚBLICA

91 Perovic, P. et al. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad – Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provicional Copo, y Zona de Amortiguamento. APN/GEF/BIRF, Salta. 74 pp.
92 Painter, L. et al. 1999. Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Un manual del curso dictado con motivo del III Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 86 pp.
93 Sanabria, E.; Quiroga l. & Acosta J. C. 2007. Anormalidades Morfológicas En Poblaciones De Chaunus Arenarum En Hábitats Agrícolas: Primer Registro Para La Provincia De San Juan. Resúmenes VIII Congreso Argentino De Herpetología, Córdoba Argentina: 121.
94 Arturo Navas, Carlos. "Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica." Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. 23, 1999, p.

IV.3.2.2.3.1.5 Descripción del método para cada grupo faunístico

Para tener un comparativo de la riqueza y abundancia de especies de fauna en las áreas de estudio SAR y AFP, se delimitaron y recorrieron 55 transectos de 100 m de largo. De esta manera, el diseño de muestreo empleado fue de tipo sistemático, es decir la cercanía de los transectos, el tamaño del área junto con la naturaleza móvil de la fauna permite considerar que cubrimos toda el área y que en realidad estamos trabajando en cierta manera dentro de una gradilla.

Conteo de aves terrestres:

Existe un gran número de técnicas y métodos para muestrear a las aves, de los cuales se destacan: el recuento en punto o puntos de conteo, transectos, representación en mapa estadístico, representación de mapa de aves marcadas y captura con redes ornitológicas. Los puntos de conteo son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero.

Para nuestro caso, la identificación y contabilización de las aves en las área de estudio se basó en la metodología de puntos de conteo en transectos, en un radio de 20 m, que es básicamente la realización de conteos en puntos definidos durante el recorrido del mismo transecto recorrido para los otros grupos faunísticos, de manera específica en el centro del transecto y con una distancia promedio de 50 metros mínimo de separación entre punto de conteo, esto para reducir el sesgo y evitar el reconteo de especímenes avistados en otro punto el conteo por puntos resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie. El muestreo inicio al amanecer y el evaluador permaneció en un punto en donde toma nota de todas las especies e individuos vistos y oídos, en un tiempo entre 10 a 15 minutos (Ralph *et al*., 1997)[95].

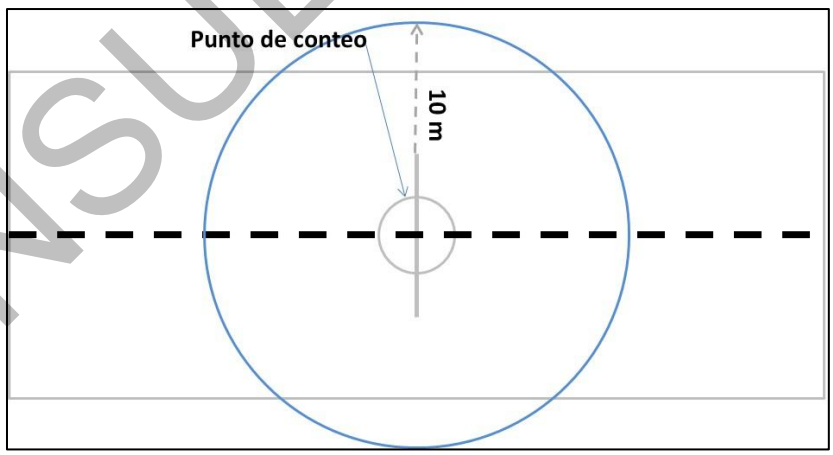


Figura 69. Ubicación del punto de conteo de aves dentro del transecto

[95] Ralph, C. J. & Scott, M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian biology (6). USA: Cooper Ornithological Society.

CONSULTA PÚBLICA

Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visualmente o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de playback (Chávez–León y Velázquez 2004)[96]. El observador debe tener amplia experiencia en la identificación de las aves tanto visual como auditivamente (Alldredge *et al*. 2007[97], Simons *et al*. 2007[98]). Los puntos pueden seleccionarse al azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de trayectos (como es el caso del presente estudio, en donde se utilizó el centro del transecto utilizado para identificar los otros grupos faunísticos).

Este método puede usarse para obtener abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico, estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez–León y Velázquez 2004 citado por F. González G. 2011)[99].

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto *et al*. 1986, Bibby *et al*. 1992citado por F. González G. 2011).

A continuación, se presentan algunas de las especies observadas en el Sistema Ambiental Regional SAR.

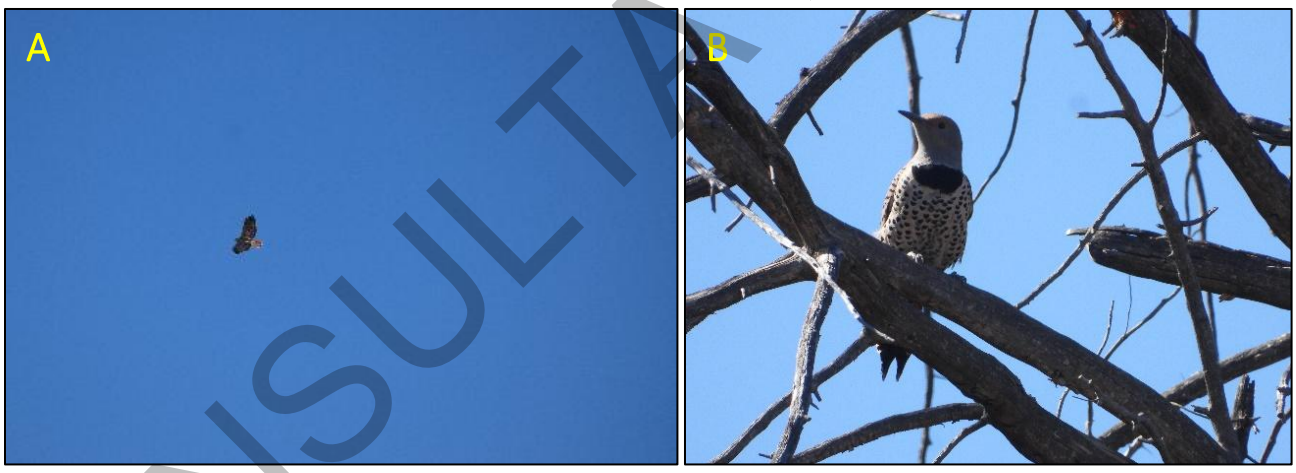


Figura 70. Especies de aves observadas en campo en el SAR; A) *Buteo jamaicensis* y B) *Colaptes auratus*

A continuación, se presentan algunas especies observadas en el Área Forestal del Proyecto AFP.

CONSULTA PÚBLICA

[96] Chávez–León, G. y A. Velázquez. 2004. Abundance and distribution of the Long–tailed Wood–Partridge (Dendrortyx macroura) in a tempearte coniferous forest. Journal of field Ornithology 75:345–352.
[97] Alldredge, M. W., K. H. Pollock, T. S. Simons, and S. A. Shriner. 2007. Multiple-species analysis of point count data: A more parsimonious modeling framework. Journal of Applied Ecology
[98] Simons, T.R., Alldredge, M.W., Pollock, K.H. & Wettroth, J.M. 2007. Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts.
[99] González-García. 2011. Métodos para contar aves terrestres: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.



Figura 71. Especies de aves observadas en campo en el AFP; A) *Lanius ludovicianus* y B) *Falco sparverius*

Conteo de Reptiles y Anfibios:

El muestreo de los grupos de anfibios y reptiles es diferente al de aves, ya que estos grupos cuenta con especies que se confunden entre la vegetación o bien son de temporalidad, es decir, abundan más en tiempo de lluvias y precipitaciones (anfibios), que en tiempo de secas o estiaje, estas a la vez son más difíciles de observar, al igual de que sus comportamientos son muy diferentes al de las aves, ya que no cantan y no se mueven de manera muy continua como estas, debido al tipo de sangre que tienen.

Para el inventario de anfibios como reptiles terrestres, se utilizan un conjunto de técnicas estándar muy similares entre sí, sin embargo, el análisis deberá ser separado (anfibios y reptiles), como: encuentro visual, transectos de banda fija, parcelas de hojarasca y cerca de desvío y trampas de caída, etc. En nuestro estudio se utilizó la técnica denominada Encuentro visual en conjunto de transectos de banda fija los cuales fueron 55 transectos de 100 m de largo por 20 m de ancho) con una separación promedio entre transectos de 100 metros, el evaluador realizó su recorrido dentro de toda el área del transecto de manera que se registraba todo individuo con el que se tuviese avistamiento, la búsqueda fue intensiva ya que se movieron de manera minuciosa rocas, ramas muertas, cuerpos de agua, etc. (Ministerio del Ambiente, 2015)[100].

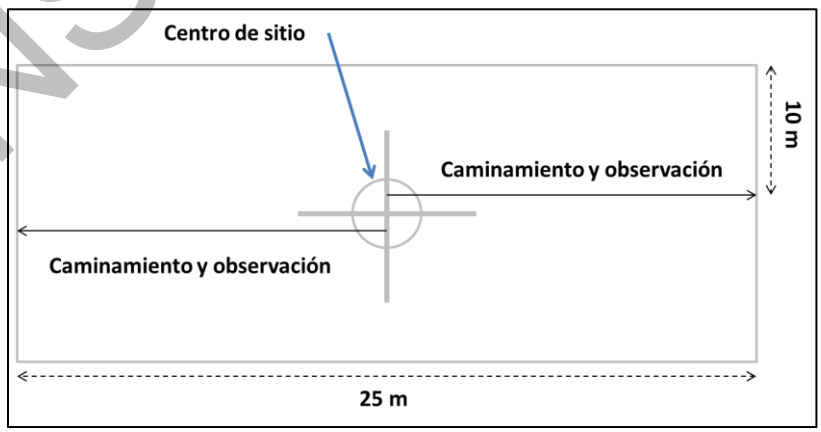


Figura 72. Transecto de muestreo de reptiles y anfibios

[100] Ministerio del Ambiente. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se presentan algunas de las especies observadas en el Sistema Ambiental Regional SAR.

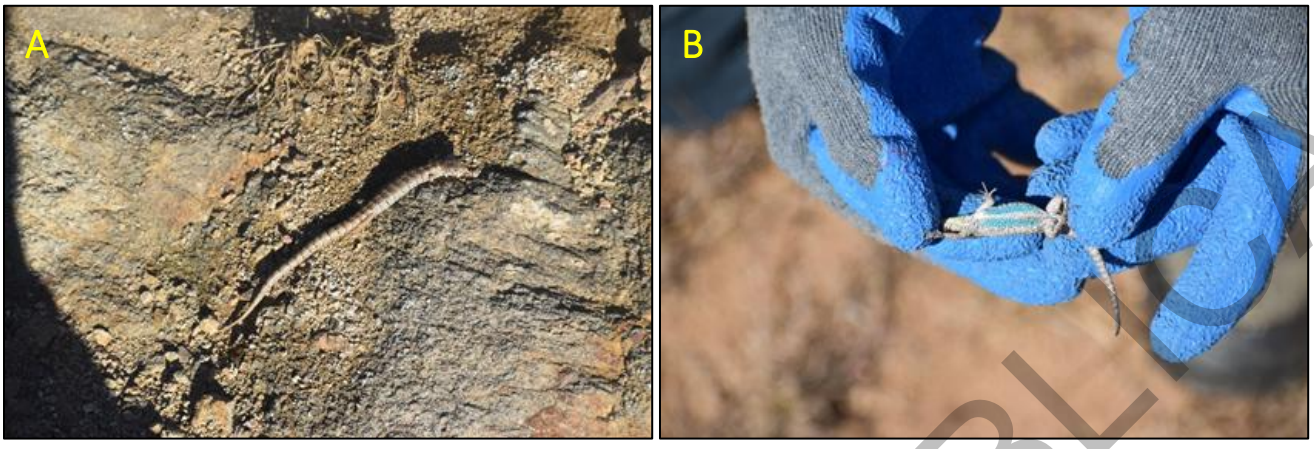


Figura 73. Especies de reptiles y anfibios observadas en campo en el SAR; A) *Elgaria kingii* y B) *Urosaurus ornatus*

A continuación, se presentan algunas especies observadas en el Área Forestal del Proyecto AFP.



Figura 74. Especies de reptiles y anfibios observadas en campo en el AFP; A) *Urosaurus ornatus* y B) *Dryophytes arenicolor*

Conteo de Mamíferos

La metodología empleada para el muestreo de mamíferos fue a través del método directo mediante conteo de los animales observados y de igual manera a través de un método indirecto, mediante la búsqueda e identificación de rastros (excretas, huellas, etc.) respectivamente, En los puntos seleccionados, se realizaron conteos para mamíferos pequeños (roedores), mamíferos medianos (ardillas, armadillos, tlacuaches, entre otros) y para mamíferos mayores (cánidos, prociónidos, félidos, cérvidos), así mismo se trabajó con mamíferos voladores (murciélagos). Se aplicaron técnicas estándar para la medición y monitoreo de los distintos grupos de mamíferos (Ministro de Medio Ambiente, 2015), con la realización de transectos de 100 m y un ancho visual aproximado de 20 m (10 m de cada lado como distancia mínima de detección), siendo estos recorridos durante el día a diferentes horas para poder observar la mayor cantidad de individuos y con una separación entre transectos de 100 metros como mínimo, además, se utilizaron cámaras trampa con ubicación estratégica del paso de este tipo de fauna.

CONSULTA PÚBLICA

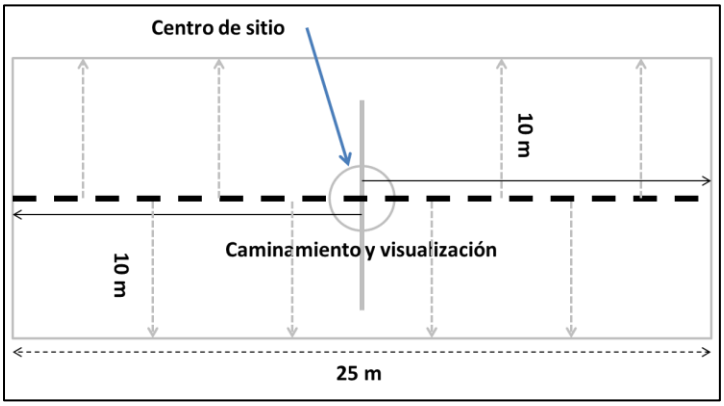


Figura 75. Transecto de muestreo de mamíferos

Es importante mencionar que los métodos tradicionales para estimar las tendencias poblacionales son el uso de los transectos, y más recientemente el uso de cámaras trampas (Wilson y Delahay 2001)[101], las cuales se colocan durante varios días seguidos para monitorear la presencia de individuos nocturnos. Los transectos fueron establecidos en el tipo de vegetación similar. A continuación, se presentan algunas de las especies observadas en el Sistema Ambiental Regional SAR.



Figura 76. Especies de mamíferos observadas en campo en el SAR; A) *Odocoileus virginianus* y B) *Canis latrans*

A continuación, se presentan algunas especies observadas en el Área Forestal del Proyecto AFP.



Figura 77. Especies de mamíferos observadas en campo en el AFP; A) *Lepus alleni* y B) *Procyon lotor*

[101] Wilson Gavin J. Delahay Richard J. (2001) A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. Wildlife Research 28, 151-164.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.3.2 Procesamiento de la información

Los datos obtenidos durante los transectos realizados en el muestreo dentro del AFP y el SAR, fueron capturados en hojas de cálculo de Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos de los índices de diversidad alfa (Shannon y Pielou) que se presentan en este apartado.

IV.3.2.2.3.3 Especies registradas en el Sistema Ambiental Regional y Área Forestal del Proyecto

Al analizar la información recopilada en campo durante los muestreos de fauna, se realizó la comparación de las especies encontradas en el área del proyecto y en el sistema ambiental regional; en este sentido se registraron un total de **74 especies** en las dos áreas muestreadas, lo cual representa un **14.77 %** de las especies potenciales registradas (501) para el área del AFP y el SAR.

El hecho de que se haya identificado el **14.77 %** de las especies potenciales, es considerable en primera instancia por las características físicas del proyecto, que influyen de manera determinante en la distribución de las especies de vertebrados silvestres menores (reptiles y mamíferos) dentro del área de estudio, como son la existencia cercana de carreteras, así como las actividades ganaderas que forman barreras o efectos borde que limitan y/o afectan la distribución de los organismos. Para los mamíferos de talla media y grande, murciélagos y aves, no es una barrera, ya que no los limita en sus desplazamientos y distribución de sus poblaciones.

Es importante mencionar que el listado de especies potenciales se basó en una revisión y recopilación de información en bases de datos especializadas, en donde con base a la ubicación del sitio del proyecto, se identificaron los registros de las especies de los grupos faunísticos. Por lo que, estos registros son una recopilación de varios años en diferentes épocas, por lo que enriquece aún más la información.

A pesar de que no existen poblaciones de gran tamaño en el sitio del proyecto, previo a las actividades a realizar, se ejecutará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre presente en el AFP, teniendo como fin el no dañar especímenes de fauna silvestre, especialmente aquellas identificadas como de lento desplazamiento (reptiles), las cuales se desplazarán a las áreas con vegetación cercanas al proyecto. Otro tipo de fauna como los mamíferos pequeños y las aves tienden a huir de sitios con presencia humana.

Considerando al término "Riqueza de fauna" como el número de especies diferentes presentes en un determinado espacio, para su determinación, se consideró en primera instancia la información de campo obtenida en el muestreo de las áreas analizadas.

CONSULTA PÚBLICA

* Listado de fauna registrada en el Sistema Ambiental Regional SAR

La composición faunística que integra el área del SAR, está representada por 41 familias y una riqueza total de 81 especies, siendo el grupo de aves el de mayor representatividad, posteriormente el grupo de mamíferos y reptiles, siendo el grupo de anfibios el de menos riqueza, se registraron cinco especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019), tal y como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 205. Riqueza de especies por grupo faunístico para el SAR

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDÉMICA
Anfibios	1	1	0	0
Aves	25	56	2	0
Mamíferos	10	14	0	0
Reptiles	5	10	3	0
TOTAL	**41**	**81**	**5**	**0**

A continuación, se presenta el listado de las especies y sus respectivas familias encontradas en el sistema ambiental regional.

Tabla 206. Listado de especies de fauna silvestre registrada en el muestreo del SAR

ID	TAXÓN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]
Anfibios						
1	Amphibia	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	Nativa	-
Aves						
1	Aves	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Nativa	Pr
2	Aves	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	Nativa	-
3	Aves	Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	Nativa	-
4	Aves	Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	Nativa	-
5	Aves	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	Nativa	-
6	Aves	Paridae	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	Nativa	-
7	Aves	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	Nativa	-
8	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	Nativa	-
9	Aves	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	Nativa	-
10	Aves	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	Nativa	-
11	Aves	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	Nativa	-
12	Aves	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal Desértico	Nativa	-
13	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Nativa	-
14	Aves	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	Nativa	-
15	Aves	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	Nativa	-
16	Aves	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	Nativa	-
17	Aves	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	Nativa	-
18	Aves	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	Nativa	-
19	Aves	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	Nativa	-
20	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Nativa	-
21	Aves	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	Nativa	-
22	Aves	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo Común	Nativa	-
23	Aves	Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	Nativa	Pr
24	Aves	Tyrannidae	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	Nativa	-
25	Aves	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	Nativa	-
26	Aves	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Nativa	-
27	Aves	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	Nativa	-
28	Aves	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	Nativa	-
29	Aves	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	Nativa	-
30	Aves	Parulidae	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	Nativa	-
31	Aves	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	Nativa	-

CONSULTA PÚBLICA

ID	TAXÓN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]
32	Aves	Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	Nativa	-
33	Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Nativa	-
34	Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	Nativa	-
35	Aves	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	Nativa	-
36	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	Nativa	-
37	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	Nativa	-
38	Aves	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica-Invasora	-
39	Aves	Passerellidae	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	Nativa	-
40	Aves	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	Nativa	-
41	Aves	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	Nativa	-
42	Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	Nativa	-
43	Aves	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Nativa	-
44	Aves	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	Nativa	-
45	Aves	Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	Nativa	-
46	Aves	Sittidae	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	Nativa	-
47	Aves	Picidae	*Sphyrapicus nuchalis*	Carpintero Nuca Roja	Nativa	-
48	Aves	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	Nativa	-
49	Aves	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	Nativa	-
50	Aves	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	Nativa	-
51	Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	Nativa	-
52	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	Nativa	-
53	Aves	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	Nativa	-
54	Aves	Vireonidae	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	Nativa	-
55	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Nativa	-
56	Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Nativa	-
Mamíferos						
1	Mammalia	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	Nativa	-
2	Mammalia	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	-
3	Mammalia	Heteromyidae	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	Nativa	-
4	Mammalia	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	Nativa	-
5	Mammalia	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre antílope	Nativa	-
6	Mammalia	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	Nativa	-
7	Mammalia	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	Nativa	-
8	Mammalia	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	Nativa	-
9	Mammalia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	Nativa	-
10	Mammalia	Cricetidae	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	Nativa	-
11	Mammalia	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Nativa	-
12	Mammalia	Felidae	*Puma concolor*	Puma	Nativa	-
13	Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Nativa	-
14	Mammalia	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Nativa	-
Reptiles						
1	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	Nativa	-
2	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	Nativa	-
3	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	Nativa	-
4	Reptilia	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Nativa	Pr
5	Reptilia	Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	Nativa	Pr
6	Reptilia	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	Nativa	-
7	Reptilia	Phrynosomatidae	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	Nativa	-
8	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	Nativa	-
9	Reptilia	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	Nativa	A
10	Reptilia	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	Nativa	-

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): **- =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

CONSULTA PÚBLICA

* Listado de fauna registrada en el Área Forestal del Proyecto AFP

La composición faunística que integra el área del AFP, está representada por 36 familias y una riqueza total de 67 especies, siendo el grupo de aves el de mayor representatividad, posteriormente el grupo de mamíferos y reptiles, siendo el grupo de anfibios el de menos riqueza. Se registraron dos especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019),** tal y como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 207. Riqueza de especies por grupo faunístico para el AFP

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDÉMICA
Ornitofauna	1	1	0	0
Mastofauna	22	45	1	0
Herpetofauna	10	13	0	0
Quirópteros	3	8	1	0
TOTAL	**36**	**67**	**2**	**0**

A continuación, se presenta el listado de las especies y sus respectivas familias encontradas en la vegetación muestreada.

Tabla 208. Listado de especies de fauna silvestre registrada en el muestreo del AFP

ID	TAXÓN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]
Anfibios						
1	Amphibia	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	Nativa	-
Aves						
1	Aves	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Nativa	Pr
2	Aves	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	Nativa	-
3	Aves	Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	Nativa	-
4	Aves	Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	Nativa	-
5	Aves	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	Nativa	-
6	Aves	Paridae	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	Nativa	-
7	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	Nativa	-
8	Aves	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	Nativa	-
9	Aves	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	Nativa	-
10	Aves	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	Nativa	-
11	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Nativa	-
12	Aves	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	Nativa	-
13	Aves	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	Nativa	-
14	Aves	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	Nativa	-
15	Aves	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	Nativa	-
16	Aves	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	Nativa	-
17	Aves	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	Nativa	-
18	Aves	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	Nativa	-
19	Aves	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo Común	Nativa	-
20	Aves	Tyrannidae	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	Nativa	-
21	Aves	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	Nativa	-
22	Aves	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Nativa	-
23	Aves	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	Nativa	-
24	Aves	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	Nativa	-
25	Aves	Parulidae	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	Nativa	-
26	Aves	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	Nativa	-
27	Aves	Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	Nativa	-
28	Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Nativa	-

CONSULTA PÚBLICA

ID	TAXÓN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ENDEMISMO	(NOM-059)[1]
29	Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	Nativa	-
30	Aves	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	Nativa	-
31	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	Nativa	-
32	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	Nativa	-
33	Aves	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica-Invasora	-
34	Aves	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	Nativa	-
35	Aves	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Nativa	-
36	Aves	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	Nativa	-
37	Aves	Sittidae	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	Nativa	-
38	Aves	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	Nativa	-
39	Aves	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	Nativa	-
40	Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	Nativa	-
41	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	Nativa	-
42	Aves	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	Nativa	-
43	Aves	Vireonidae	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	Nativa	-
44	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Nativa	-
45	Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Nativa	-
Mamíferos						
1	Mammalia	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	Nativa	-
2	Mammalia	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	-
3	Mammalia	Heteromyidae	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	Nativa	-
4	Mammalia	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	Nativa	-
5	Mammalia	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre antílope	Nativa	-
6	Mammalia	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	Nativa	-
7	Mammalia	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	Nativa	-
8	Mammalia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	Nativa	-
9	Mammalia	Cricetidae	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	Nativa	-
10	Mammalia	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Nativa	-
11	Mammalia	Felidae	*Puma concolor*	Puma	Nativa	-
12	Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Nativa	-
13	Mammalia	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Nativa	-
Reptiles						
1	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	Nativa	-
2	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	Nativa	-
3	Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	Nativa	-
4	Reptilia	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Nativa	Pr
5	Reptilia	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	Nativa	-
6	Reptilia	Phrynosomatidae	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	Nativa	-
7	Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	Nativa	-
8	Reptilia	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	Nativa	-

[1] NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): **- =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2.2.4 Índices de diversidad y equidad de fauna

Utilizando los registros del muestreo de las especies encontradas se calculó la; Riqueza específica (S), Índice de Margalef (SMg), Índice de Shannon-Wiener (H), Diversidad máxima (H max), Equidad de Pielou (J) y Índice de Berger-Parker; a continuación, se hace una breve descripción de la metodología.

IV.3.2.2.4.1 Metodología

1) Riqueza especifica

Por lo general es la manera más sencilla para poder medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en una comunidad particular, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.

2) Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente formula, propuesta por Gallina y López, 2011:

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde:

D = Densidad
W = Ancho medio del transecto
L = Longitud total del transecto

3) Índice de Margalef

El índice de Margalef se considera uno de los índices más simples para poder medir la riqueza de especies, este índice se basa en el número total de especies con relación al total de individuos observados, el resultado nos expresa la alta o baja diversidad que el ecosistema presenta (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{ln\,(N)}$$

Dónde:

DMg = índice de riqueza de Margalef.
S = número de especies.
N = número total de individuos.

De acuerdo con Campo y Duval en el 2014, una comunidad o área ecológica integra una baja diversidad cuando los valores obtenidos mediante este índice tienden ser inferiores a 2, una diversidad media cuando los valores corresponden de 2 a 5, y una alta diversidad si los valores son superiores a 5.

CONSULTA PÚBLICA

4) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de Shannon-Wiener es el más utilizado en ecología para el análisis de comunidades, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (House P., *et. al*. 2006). Este índice nos da como resultado la diversidad existente para una determinada área de estudio, es decir, entre mayor sea el grado de incertidumbre mayor será la diversidad.

$$\boldsymbol{H = -\sum p_i ln(p_i)}$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.
Pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
LnPi= logaritmo natural de Pi.

El Índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S (Riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988). El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0 a 5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, de 0 a 2 refiere que la muestra obtiene una diversidad baja, valores entre 2 a 3 refiere una diversidad media y valores mayores a 3 describe una diversidad alta.

5) Diversidad Máxima

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Hmax = ln(S)}$$

6) Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$\boldsymbol{J = \frac{H'}{ln(S)}}$$

Donde:

J= Equitatividad de Pielou.
H = Índice de diversidad de Shannon.
Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Los rangos para medir la significancia de este índice se basan entre 0-1, una baja equidad (heterogéneo) cuando el índice adquiere valores de 0 a 0.35, una equidad media al comprender valores de 0.36 a 0.70, y una alta equidad (Homogéneo) cuando el valor obtenido es mayor a 0.71, (Aguirre, 2013).

CONSULTA PÚBLICA

7) Índice de Berger-Parker

Este índice nos expresa la proporción que representa la especie más dominante, en relación con el resto de las especies, este índice adolece de un bajo poder discriminante, es poco sensible al tamaño muestral y cuanto más alto es su valor, menor equitatividad presentará la muestra analizada, (Magurran, 1988).

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

d = Índice de Berger-Parker
N_{max} = Número de individuos de la especie más dominante.
N = Número de individuos de toda la muestra.

IV.3.2.2.4.2 Estructura de la comunidad de fauna silvestre en el Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con la información recabada en campo, a continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada grupo faunístico registrado en el área del SAR, calculando posteriormente los índices de diversidad alfa.

a) Grupo de anfibios

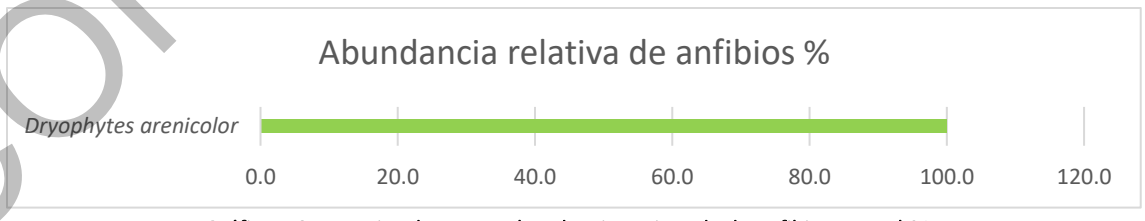
<u>Abundancia relativa</u>

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de anfibios, registradas en los transectos de fauna realizados en el SAR, obteniéndose un total de 3 individuos avistados, correspondientes a 1 especies.

Tabla 209. Registros de anfibios para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	3	0.27	11.00	100.0
TOTAL			**3**	**0.27**		**100.0**

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.



Gráfica. 79. Especies de mayor abundancia registrada de anfibios para el SAR

Como se puede observar en la tabla y gráfica anterior, En el SAR se registró una riqueza de una sola especie de anfibio cuya abundancia total es de 3 ejemplares, por lo cual, la abundancia relativa para *Dryophytes arenicolor* es de 100.00%.

CONSULTA PÚBLICA

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 210. Datos del cálculo para el índice de diversidad de anfibios para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	3	1.000	0.000	0.0
TOTAL			3			0.0
			Riqueza específica (S)			1
			Índice de Margalef (SMg)			0.00
			Índice de Shannon-Wiener (H)			0.00
			Diversidad máxima (H max)			0.00
			Equidad de Pielou (J)			0.00
			Índice de Berger-Parker			1.0000

Como se muestra en la tabla anterior, el grupo de los anfibios en cada uno de los índices posee valores de 0.0000 esto derivado de una única especie registrada, misma que presenta la mayor dominancia.

b) Grupo de aves

Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de aves, registradas en los transectos de fauna realizados en el SAR, obteniéndose un total de 637 individuos avistados, correspondientes a 56 especies.

Tabla 211. Registros de aves para el área del SAR

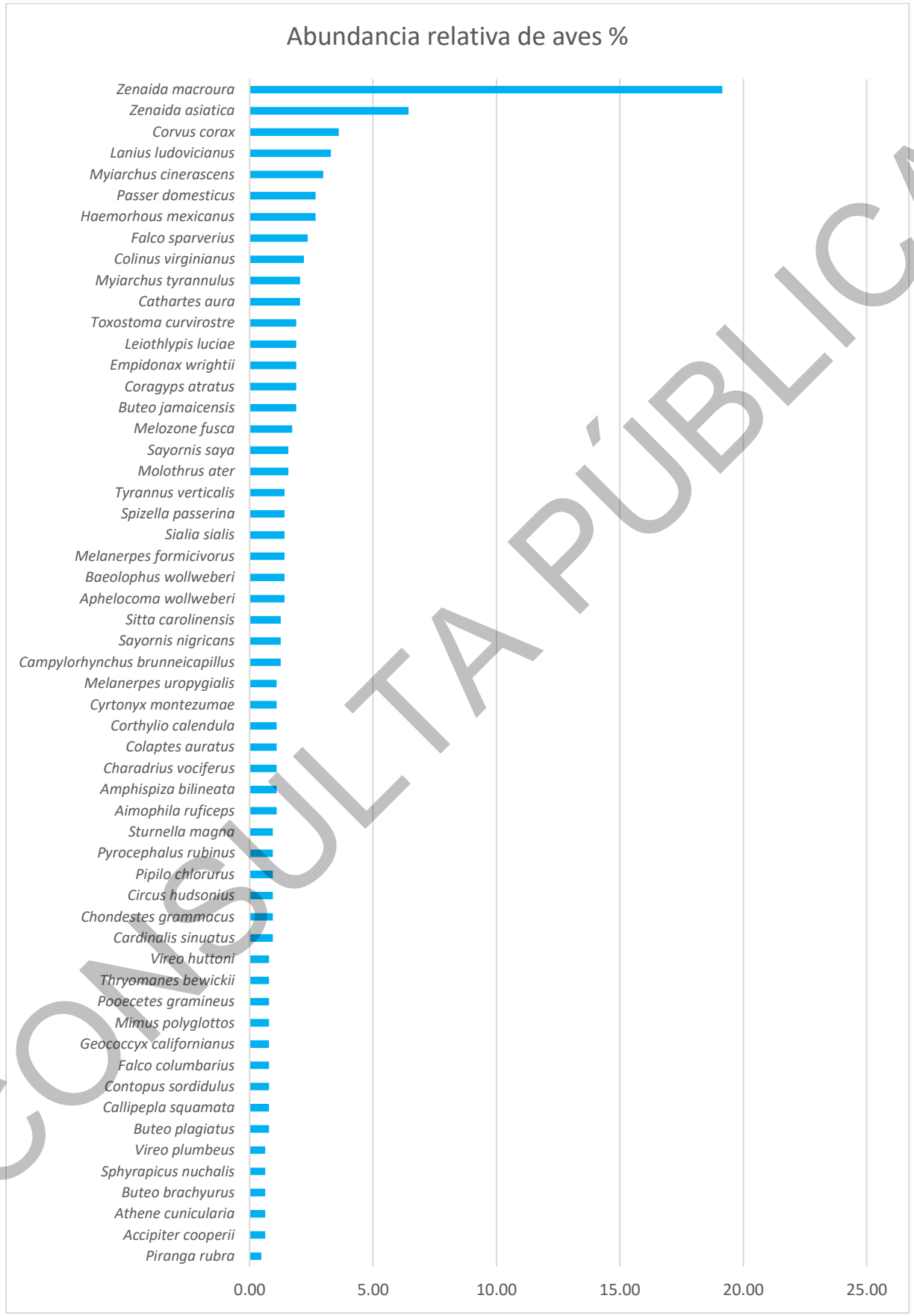
N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	4	0.36	11.00	0.6
2	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	7	0.64	11.00	1.1
3	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	7	0.64	11.00	1.1
4	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	9	0.82	11.00	1.4
5	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	4	0.36	11.00	0.6
6	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	9	0.82	11.00	1.4
7	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	4	0.36	11.00	0.6
8	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	12	1.09	11.00	1.9
9	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	5	0.45	11.00	0.8
10	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	5	0.45	11.00	0.8
11	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	8	0.73	11.00	1.3
12	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal Desértico	6	0.55	11.00	0.9
13	*Cathartes aura*	Zopilote aura	13	1.18	11.00	2.0
14	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	7	0.64	11.00	1.1
15	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	6	0.55	11.00	0.9
16	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	6	0.55	11.00	0.9
17	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	7	0.64	11.00	1.1
18	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	14	1.27	11.00	2.2
19	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	5	0.45	11.00	0.8
20	*Coragyps atratus*	Zopilote común	12	1.09	11.00	1.9
21	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	7	0.64	11.00	1.1
22	*Corvus corax*	Cuervo Común	23	2.09	11.00	3.6
23	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	7	0.64	11.00	1.1
24	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	12	1.09	11.00	1.9
25	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	5	0.45	11.00	0.8

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
26	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	15	1.36	11.00	2.4
27	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	5	0.45	11.00	0.8
28	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	17	1.55	11.00	2.7
29	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	21	1.91	11.00	3.3
30	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	12	1.09	11.00	1.9
31	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	9	0.82	11.00	1.4
32	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	7	0.64	11.00	1.1
33	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	11	1.00	11.00	1.7
34	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	5	0.45	11.00	0.8
35	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	10	0.91	11.00	1.6
36	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	19	1.73	11.00	3.0
37	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	13	1.18	11.00	2.0
38	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	17	1.55	11.00	2.7
39	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	6	0.55	11.00	0.9
40	*Piranga rubra*	Piranga roja	3	0.27	11.00	0.5
41	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	5	0.45	11.00	0.8
42	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	6	0.55	11.00	0.9
43	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	8	0.73	11.00	1.3
44	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	10	0.91	11.00	1.6
45	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	9	0.82	11.00	1.4
46	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	8	0.73	11.00	1.3
47	*Sphyrapicus nuchalis*	Carpintero Nuca Roja	4	0.36	11.00	0.6
48	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	9	0.82	11.00	1.4
49	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	6	0.55	11.00	0.9
50	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	5	0.45	11.00	0.8
51	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	12	1.09	11.00	1.9
52	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	9	0.82	11.00	1.4
53	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	5	0.45	11.00	0.8
54	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	4	0.36	11.00	0.6
55	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	41	3.73	11.00	6.4
56	*Zenaida macroura*	Huilota Común	122	11.09	11.00	19.2
TOTAL			**637**	**57.91**		**100.0**

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.

CONSULTA PÚBLICA



CONSULTA PÚBLICA

Gráfica. 80. Especies de mayor abundancia registrada de aves para el SAR

En la gráfica anterior se puede observar que, de las especies registradas durante el muestreo, las especies que mejor fueron representadas son; *Zenaida macroura* (Huilota Común) con el 19.15 %, seguido de *Zenaida asiatica* (Paloma Alas Blancas) con el 6.44 %, posteriormente *Corvus corax* (Cuervo Común) con el 6.31 %, *Lanius ludovicianus* (Verdugo Americano) 3.30 % y *Myiarchus cinerascens* (Papamoscas Garganta Ceniza) con el 2.98 %. El resto de las especies tuvieron una abundancia menor al 2.7 %.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 212. Datos del cálculo para el índice de diversidad de aves para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	4	0.006	-5.070	0.0
2	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	7	0.011	-4.511	0.0
3	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	7	0.011	-4.511	0.0
4	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	9	0.014	-4.260	0.1
5	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	4	0.006	-5.070	0.0
6	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	9	0.014	-4.260	0.1
7	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	4	0.006	-5.070	0.0
8	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	12	0.019	-3.972	0.1
9	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	5	0.008	-4.847	0.0
10	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	5	0.008	-4.847	0.0
11	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	8	0.013	-4.377	0.1
12	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal Desértico	6	0.009	-4.665	0.0
13	*Cathartes aura*	Zopilote aura	13	0.020	-3.892	0.1
14	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	7	0.011	-4.511	0.0
15	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	6	0.009	-4.665	0.0
16	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	6	0.009	-4.665	0.0
17	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	7	0.011	-4.511	0.0
18	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	14	0.022	-3.818	0.1
19	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	5	0.008	-4.847	0.0
20	*Coragyps atratus*	Zopilote común	12	0.019	-3.972	0.1
21	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	7	0.011	-4.511	0.0
22	*Corvus corax*	Cuervo Común	23	0.036	-3.321	0.1
23	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	7	0.011	-4.511	0.0
24	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	12	0.019	-3.972	0.1
25	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	5	0.008	-4.847	0.0
26	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	15	0.024	-3.749	0.1
27	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	5	0.008	-4.847	0.0
28	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	17	0.027	-3.624	0.1
29	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	21	0.033	-3.412	0.1
30	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	12	0.019	-3.972	0.1
31	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	9	0.014	-4.260	0.1
32	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	7	0.011	-4.511	0.0
33	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	11	0.017	-4.059	0.1
34	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	5	0.008	-4.847	0.0
35	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	10	0.016	-4.154	0.1
36	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	19	0.030	-3.512	0.1
37	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	13	0.020	-3.892	0.1
38	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	17	0.027	-3.624	0.1
39	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	6	0.009	-4.665	0.0
40	*Piranga rubra*	Piranga roja	3	0.005	-5.358	0.0
41	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	5	0.008	-4.847	0.0
42	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	6	0.009	-4.665	0.0

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
43	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	8	0.013	-4.377	0.1
44	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	10	0.016	-4.154	0.1
45	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	9	0.014	-4.260	0.1
46	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	8	0.013	-4.377	0.1
47	*Sphyrapicus nuchalis*	Carpintero Nuca Roja	4	0.006	-5.070	0.0
48	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	9	0.014	-4.260	0.1
49	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	6	0.009	-4.665	0.0
50	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	5	0.008	-4.847	0.0
51	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	12	0.019	-3.972	0.1
52	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	9	0.014	-4.260	0.1
53	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	5	0.008	-4.847	0.0
54	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	4	0.006	-5.070	0.0
55	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	41	0.064	-2.743	0.2
56	*Zenaida macroura*	Huilota Común	122	0.192	-1.653	0.3
TOTAL			637			3.6
			Riqueza específica (S)			56
			Índice de Margalef (SMg)			8.52
			Índice de Shannon-Wiener (H)			3.59
			Diversidad máxima (H max)			4.03
			Equidad de Pielou (J)			0.89
			Índice de Berger-Parker			0.1915

De acuerdo con los datos plasmados en la tabla anterior para el grupo de aves se determinó una abundancia de 637 individuos, integrados en una riqueza especifica total de 56 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 8.52, es decir, se registra una alta riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una alta diversidad de especies al comprender un valor de 3.59 con relación al 4.03 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.89, siendo la especie relativamente dominante *Zenaida macroura* (Huilota Común) representando el 19.51 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

c) Grupo de mamíferos

<u>Abundancia relativa</u>

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de mamíferos, registradas en los transectos de fauna realizados en el SAR, obteniéndose un total de 132 individuos avistados, correspondientes a 14 especies.

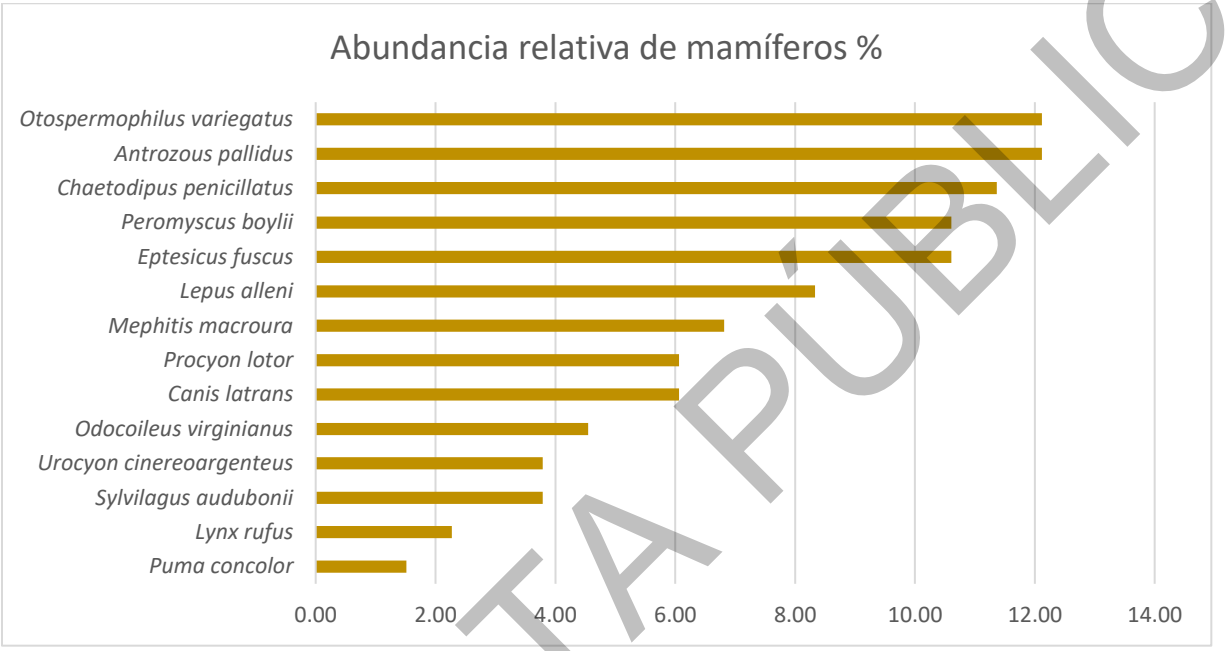
Tabla 213. Registros de mamíferos para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	16	1.45	11.00	12.1
2	*Canis latrans*	Coyote	8	0.73	11.00	6.1
3	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	15	1.36	11.00	11.4
4	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	14	1.27	11.00	10.6
5	*Lepus alleni*	Liebre antílope	11	1.00	11.00	8.3
6	*Lynx rufus*	Lince Americano	3	0.27	11.00	2.3
7	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	9	0.82	11.00	6.8
8	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	6	0.55	11.00	4.5
9	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	16	1.45	11.00	12.1
10	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	14	1.27	11.00	10.6
11	*Procyon lotor*	Mapache	8	0.73	11.00	6.1
12	*Puma concolor*	Puma	2	0.18	11.00	1.5

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
13	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	5	0.45	11.00	3.8
14	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	5	0.45	11.00	3.8
TOTAL			132	12.00		100.0

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.



Gráfica. 81. Especies de mayor abundancia registrada de mamíferos para el SAR

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentan la mayor abundancia relativa son: *Otospermophilus variegatus* (Ardillón de roca) y *Antrozous pallidus* (Murciélago desértico norteño) con una abundancia relativa de 12.12 %, seguido de *Chaetodipus penicillatus* (Ratón de abazones desértico) con un valor de abundancia del 11.36 %, seguido de las especies; *Peromyscus boylii* (Ratón arbustero) y *Eptesicus fuscus* (Murciélago moreno norteamericano) con una abundancia similar de 10.61 %.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 214. Datos del cálculo para el índice de diversidad de mamíferos para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	16	0.121	-2.110	0.3
2	*Canis latrans*	Coyote	8	0.061	-2.803	0.2
3	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	15	0.114	-2.175	0.2
4	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	14	0.106	-2.244	0.2
5	*Lepus alleni*	Liebre antílope	11	0.083	-2.485	0.2
6	*Lynx rufus*	Lince Americano	3	0.023	-3.784	0.1
7	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	9	0.068	-2.686	0.2
8	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	6	0.045	-3.091	0.1

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
9	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	16	0.121	-2.110	0.3
10	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	14	0.106	-2.244	0.2
11	*Procyon lotor*	Mapache	8	0.061	-2.803	0.2
12	*Puma concolor*	Puma	2	0.015	-4.190	0.1
13	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	5	0.038	-3.273	0.1
14	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	5	0.038	-3.273	0.1
TOTAL			132			2.5
			Riqueza específica (S)			14
			Índice de Margalef (SMg)			2.66
			Índice de Shannon-Wiener (H)			2.50
			Diversidad máxima (H max)			2.64
			Equidad de Pielou (J)			0.95
			Índice de Berger-Parker			0.1212

Para este grupo se registró una abundancia de 132 individuos, integradas en una riqueza especifica total de 14 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.66, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.50 con relación al 2.64 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, se registra una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.95, siendo las especies; *Antrozous pallidus* (Murciélago desértico norteño) y *Otospermophilus variegatus* (Ardillón de roca) la que representa el 12.12 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

d) Grupo de reptiles

Abundancia relativa

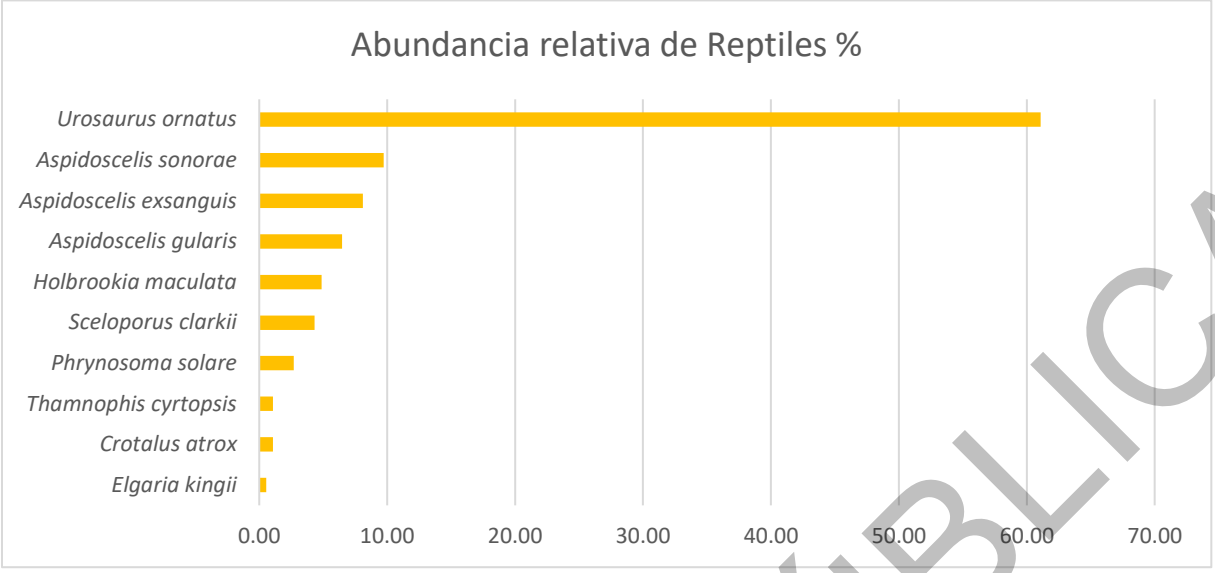
En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de reptiles, registradas en los transectos de fauna realizados en el SAR, obteniéndose un total de 3 individuos avistados, correspondientes a 1 especies.

Tabla 215. Registros de reptiles para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	15	1.36	11.00	8.1
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	12	1.09	11.00	6.5
3	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	18	1.64	11.00	9.7
4	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	2	0.18	11.00	1.1
5	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	1	0.09	11.00	0.5
6	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	9	0.82	11.00	4.9
7	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	5	0.45	11.00	2.7
8	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	8	0.73	11.00	4.3
9	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	2	0.18	11.00	1.1
10	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	113	10.27	11.00	61.1
TOTAL			185	16.82		100.0

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 82. Especies de mayor abundancia registrada de reptiles para el SAR

Como se muestra en la gráfica anterior las especies que presentan la mayor abundancia relativa dentro de este grupo faunístico son: *Urosaurus ornatus* (Lagartija de árbol norteña) con el 61.08 %, seguido *Aspidoscelis sonorae* (Huico manchado de Sonora) con el 9.73 %, *Aspidoscelis exsanguis* (Huico pinto de Chihuahua) con el 8.11 %. y finalmente *Aspidoscelis gularis* (Huico pinto del noreste) con el 6.49 %.

Con respecto a la información obtenida en la tabla y gráfica anterior, se procedió a realizar el cálculo de los índices de diversidad para este grupo faunístico, los cuales se presentan a continuación.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 216. Datos del cálculo para el índice de diversidad de reptiles para el área del SAR

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	15	0.081	-2.512	0.2
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	12	0.065	-2.735	0.2
3	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	18	0.097	-2.330	0.2
4	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	2	0.011	-4.527	0.0
5	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	1	0.005	-5.220	0.0
6	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	9	0.049	-3.023	0.1
7	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	5	0.027	-3.611	0.1
8	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	8	0.043	-3.141	0.1
9	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	2	0.011	-4.527	0.0
10	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	113	0.611	-0.493	0.3
TOTAL			185			1.4
			Riqueza específica (S)			10
			Índice de Margalef (SMg)			1.72
			Índice de Shannon-Wiener (H)			1.42
			Diversidad máxima (H max)			2.30
			Equidad de Pielou (J)			0.61
			Índice de Berger-Parker			0.6108

CONSULTA PÚBLICA

Para el grupo de reptiles se registró una abundancia de 185 individuos, integradas en una riqueza especifica total de 10 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.72, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una baja diversidad de especies al comprender un valor de 1.42 con relación al 2.30 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, de igual manera se registra una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.61, siendo la especie *Urosaurus ornatus* (Lagartija de árbol norteña) la que representa el 61.08 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

IV.3.2.2.4.3 Estructura de la comunidad de fauna silvestre en el Área Forestal del Proyecto

De acuerdo con la información recabada en campo, a continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada grupo faunístico registrado en el área del AFP, calculando posteriormente los índices de diversidad alfa.

a) Grupo de anfibios

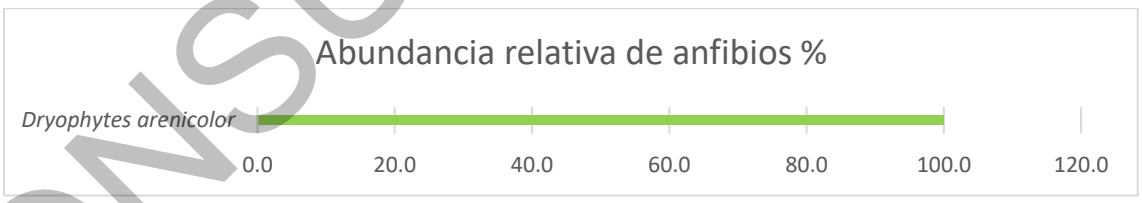
Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de anfibios, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 2 individuos avistados, correspondientes a 1 especies.

Tabla 217. Registros de anfibios para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	2	0.18	11.00	100.0
TOTAL			**2**	**0.18**		**100.0**

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.



Gráfica. 83. Especies de mayor abundancia registrada de anfibios para el AFP

Como se puede observar en la tabla y gráfica anterior, En el AFP se registró una riqueza de una sola especie de anfibio cuya abundancia total es de 2 ejemplares, por lo cual, la abundancia relativa para *Dryophytes arenicolor* es de 100.00%.

CONSULTA PÚBLICA

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 218. Datos del cálculo para el índice de diversidad de anfibios para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	2	1.000	0.000	0.0
TOTAL			2			0.0
			Riqueza específica (S)			1
			Índice de Margalef (SMg)			0.00
			Índice de Shannon-Wiener (H)			0.00
			Diversidad máxima (H max)			0.00
			Equidad de Pielou (J)			0.00
			Índice de Berger-Parker			1.0000

Como se muestra en la tabla anterior, el grupo de los anfibios en cada uno de los índices posee valores de 0.0000 esto derivado de una única especie registrada, misma que presenta la mayor dominancia.

b) Grupo de aves

Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de aves, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 569 individuos avistados, correspondientes a 45 especies.

Tabla 219. Registros de aves para el área del AFP

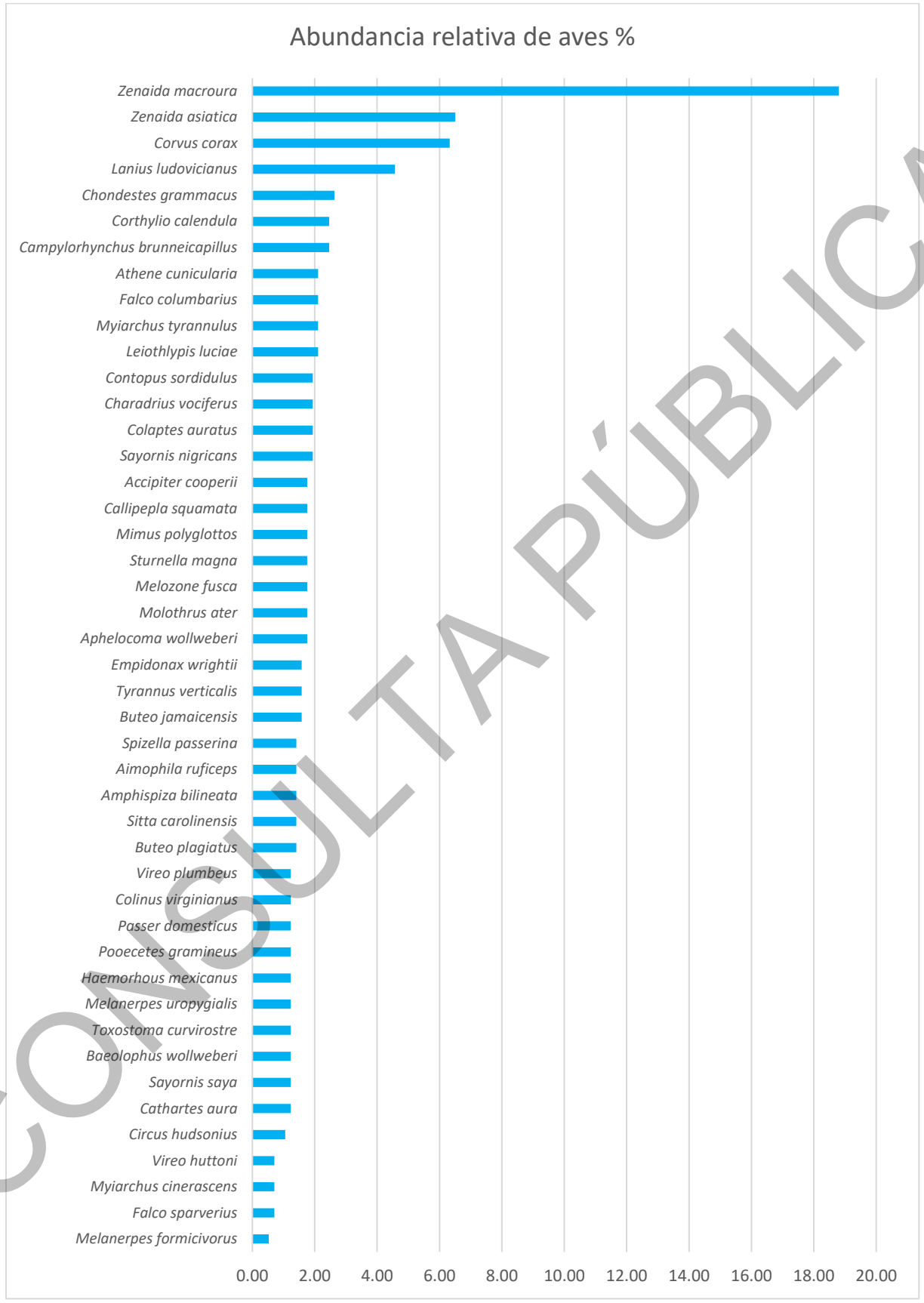
N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	10	0.91	11.00	1.8
2	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	8	0.73	11.00	1.4
3	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	8	0.73	11.00	1.4
4	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	10	0.91	11.00	1.8
5	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	12	1.09	11.00	2.1
6	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	7	0.64	11.00	1.2
7	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	9	0.82	11.00	1.6
8	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	8	0.73	11.00	1.4
9	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	10	0.91	11.00	1.8
10	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	14	1.27	11.00	2.5
11	*Cathartes aura*	Zopilote aura	7	0.64	11.00	1.2
12	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	11	1.00	11.00	1.9
13	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	15	1.36	11.00	2.6
14	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	6	0.55	11.00	1.1
15	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	11	1.00	11.00	1.9
16	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	7	0.64	11.00	1.2
17	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	11	1.00	11.00	1.9
18	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	14	1.27	11.00	2.5
19	*Corvus corax*	Cuervo Común	36	3.27	11.00	6.3
20	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	9	0.82	11.00	1.6
21	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	12	1.09	11.00	2.1
22	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	4	0.36	11.00	0.7

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
23	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	7	0.64	11.00	1.2
24	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	26	2.36	11.00	4.6
25	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	12	1.09	11.00	2.1
26	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	3	0.27	11.00	0.5
27	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	7	0.64	11.00	1.2
28	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	10	0.91	11.00	1.8
29	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	10	0.91	11.00	1.8
30	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	10	0.91	11.00	1.8
31	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	4	0.36	11.00	0.7
32	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	12	1.09	11.00	2.1
33	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	7	0.64	11.00	1.2
34	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	7	0.64	11.00	1.2
35	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	11	1.00	11.00	1.9
36	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	7	0.64	11.00	1.2
37	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	8	0.73	11.00	1.4
38	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	8	0.73	11.00	1.4
39	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	10	0.91	11.00	1.8
40	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	7	0.64	11.00	1.2
41	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	9	0.82	11.00	1.6
42	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	4	0.36	11.00	0.7
43	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	7	0.64	11.00	1.2
44	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	37	3.36	11.00	6.5
45	*Zenaida macroura*	Huilota Común	107	9.73	11.00	18.8
TOTAL			**569**	**51.73**		**100.0**

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 84. Especies de mayor abundancia registrada de aves para el AFP

CONSULTA PÚBLICA

En la gráfica anterior se puede observar que, de las especies registradas durante el muestreo, las especies que mejor fueron representadas son; *Zenaida macroura* (Huilota Común) con el 18.80 %, seguido de *Zenaida asiatica* (Paloma Alas Blancas) con el 6.50 %, *Corvus corax* (Cuervo Común) con el 6.33 %, posteriormente *Lanius ludovicianus* (Verdugo Americano) con el 4.57 % y *Chondestes grammacus* (Gorrión arlequín) con el 2.64 %. El resto de las especies tuvieron una abundancia menor al 2.5 %.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 220. Datos del cálculo para el índice de diversidad de aves para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	10	0.018	-4.041	0.1
2	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	8	0.014	-4.264	0.1
3	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	8	0.014	-4.264	0.1
4	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	10	0.018	-4.041	0.1
5	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	12	0.021	-3.859	0.1
6	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	7	0.012	-4.398	0.1
7	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	9	0.016	-4.147	0.1
8	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	8	0.014	-4.264	0.1
9	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	10	0.018	-4.041	0.1
10	*CampylorhynSARus brunneicapillus*	Matraca del desierto	14	0.025	-3.705	0.1
11	*Cathartes aura*	Zopilote aura	7	0.012	-4.398	0.1
12	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	11	0.019	-3.946	0.1
13	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	15	0.026	-3.636	0.1
14	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	6	0.011	-4.552	0.0
15	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	11	0.019	-3.946	0.1
16	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	7	0.012	-4.398	0.1
17	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	11	0.019	-3.946	0.1
18	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	14	0.025	-3.705	0.1
19	*Corvus corax*	Cuervo Común	36	0.063	-2.760	0.2
20	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	9	0.016	-4.147	0.1
21	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	12	0.021	-3.859	0.1
22	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	4	0.007	-4.958	0.0
23	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	7	0.012	-4.398	0.1
24	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	26	0.046	-3.086	0.1
25	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	12	0.021	-3.859	0.1
26	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	3	0.005	-5.245	0.0
27	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	7	0.012	-4.398	0.1
28	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	10	0.018	-4.041	0.1
29	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	10	0.018	-4.041	0.1
30	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	10	0.018	-4.041	0.1
31	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	4	0.007	-4.958	0.0
32	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	12	0.021	-3.859	0.1
33	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	7	0.012	-4.398	0.1
34	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	7	0.012	-4.398	0.1
35	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	11	0.019	-3.946	0.1
36	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	7	0.012	-4.398	0.1
37	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	8	0.014	-4.264	0.1
38	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	8	0.014	-4.264	0.1
39	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	10	0.018	-4.041	0.1
40	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	7	0.012	-4.398	0.1
41	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	9	0.016	-4.147	0.1
42	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	4	0.007	-4.958	0.0

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
43	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	7	0.012	-4.398	0.1
44	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	37	0.065	-2.733	0.2
45	*Zenaida macroura*	Huilota Común	107	0.188	-1.671	0.3
TOTAL			569			3.4
			Riqueza específica (S)			45
			Índice de Margalef (SMg)			6.94
			Índice de Shannon-Wiener (H)			3.43
			Diversidad máxima (H max)			3.81
			Equidad de Pielou (J)			0.90
			Índice de Berger-Parker			0.1880

De acuerdo con los datos plasmados en la tabla anterior para el grupo de aves se determinó una abundancia de 569 individuos, integrados en una riqueza especifica total de 45 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 6.94, es decir, se registra una alta riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una alta diversidad de especies al comprender un valor de 3.43 con relación al 3.81 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.90, siendo la especie relativamente dominante *Zenaida macroura* (Huilota Común) representando el 18.80 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

c) Grupo de mamíferos

Abundancia relativa

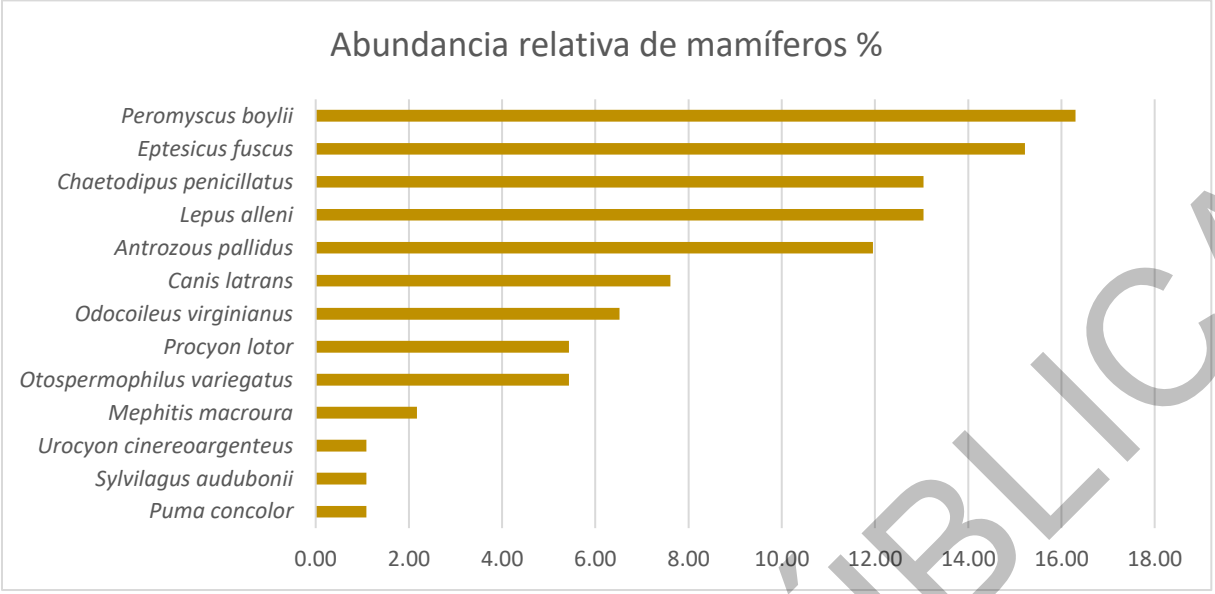
En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de mamíferos, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 92 individuos avistados, correspondientes a 13 especies.

Tabla 221. Registros de mamíferos para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	11	1.00	11.00	12.0
2	*Canis latrans*	Coyote	7	0.64	11.00	7.6
3	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	12	1.09	11.00	13.0
4	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	14	1.27	11.00	15.2
5	*Lepus alleni*	Liebre antílope	12	1.09	11.00	13.0
6	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	2	0.18	11.00	2.2
7	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	6	0.55	11.00	6.5
8	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	5	0.45	11.00	5.4
9	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	15	1.36	11.00	16.3
10	*Procyon lotor*	Mapache	5	0.45	11.00	5.4
11	*Puma concolor*	Puma	1	0.09	11.00	1.1
12	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	1	0.09	11.00	1.1
13	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.09	11.00	1.1
TOTAL			92	8.36		100.0

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 85. Especies de mayor abundancia registrada de mamíferos para el AFP

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentan la mayor abundancia relativa fueron: *Peromyscus boylii* (Ratón arbustero) con una abundancia relativa de 16.30 % y *Eptesicus fuscus* (Murciélago moreno norteamericano) con un 15.22 %, las especies; *Chaetodipus penicillatus* (Ratón de abazones desértico) y *Lepus alleni* (Liebre antílope), estas especies tienen una abundancia relativa del 13.04 %. Finalmente, *Antrozous pallidus* (Murciélago desértico norteño) con el 11.96 %.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 222. Datos del cálculo para el índice de diversidad de mamíferos para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	11	0.120	-2.124	0.3
2	*Canis latrans*	Coyote	7	0.076	-2.576	0.2
3	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	12	0.130	-2.037	0.3
4	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	14	0.152	-1.883	0.3
5	*Lepus alleni*	Liebre antílope	12	0.130	-2.037	0.3
6	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	2	0.022	-3.829	0.1
7	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	6	0.065	-2.730	0.2
8	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	5	0.054	-2.912	0.2
9	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	15	0.163	-1.814	0.3
10	*Procyon lotor*	Mapache	5	0.054	-2.912	0.2
11	*Puma concolor*	Puma	1	0.011	-4.522	0.0
12	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	1	0.011	-4.522	0.0
13	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.011	-4.522	0.0
TOTAL			92			2.3
			Riqueza específica (S)			13
			Índice de Margalef (SMg)			2.65
			Índice de Shannon-Wiener (H)			2.29
			Diversidad máxima (H max)			2.56
			Equidad de Pielou (J)			0.89
			Índice de Berger-Parker			0.1630

CONSULTA PÚBLICA

Para este grupo en específico se registró una abundancia de 92 individuos, integradas en una riqueza especifica total de 13 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.65, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.29 con relación al 2.56 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, se registra una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.89, siendo la especie relativamente dominante; *Peromyscus boylii* (Ratón arbustero), representando el 16.30 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

d) Grupo de reptiles

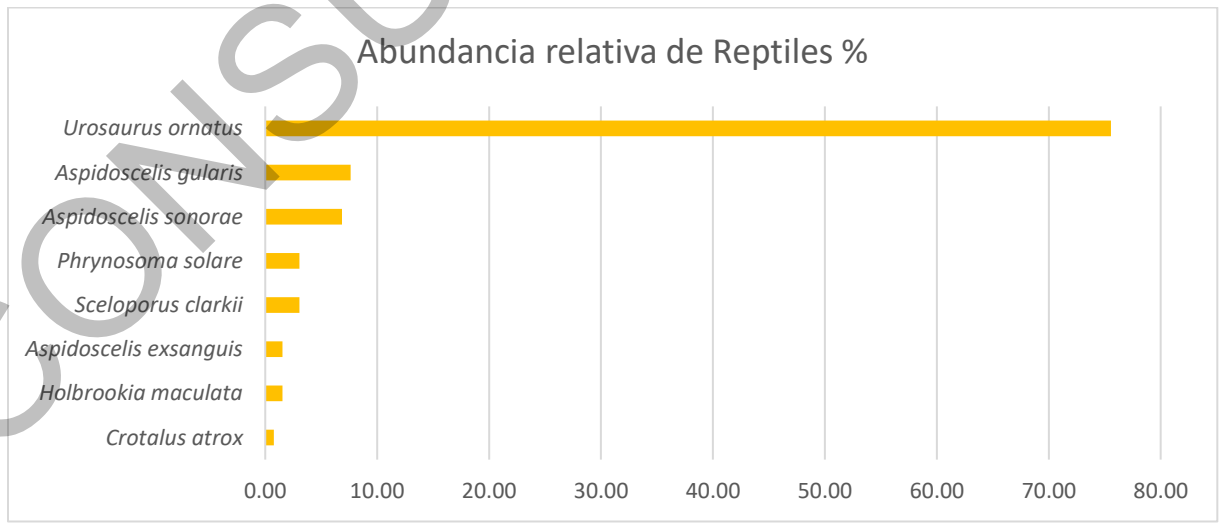
Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de reptiles, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 131 individuos avistados, correspondientes a 8 especies.

Tabla 223. Registros de reptiles para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	2	0.18	11.00	1.5
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	10	0.91	11.00	7.6
3	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	9	0.82	11.00	6.9
4	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	1	0.09	11.00	0.8
5	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	2	0.18	11.00	1.5
6	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	4	0.36	11.00	3.1
7	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	4	0.36	11.00	3.1
8	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	99	9.00	11.00	75.6
TOTAL			131	11.91		100.0

Para una representación más clara de la abundancia relativa de dichas especies, a continuación, se muestra una gráfica de los individuos observados durante el recorrido.



Gráfica. 86. Especies de mayor abundancia registrada de reptiles para el AFP

CONSULTA PÚBLICA

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 224. Datos del cálculo para el índice de diversidad de reptiles para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	2	0.015	-4.182	0.1
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	10	0.076	-2.573	0.2
3	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	9	0.069	-2.678	0.2
4	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	1	0.008	-4.875	0.0
5	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	2	0.015	-4.182	0.1
6	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	4	0.031	-3.489	0.1
7	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	4	0.031	-3.489	0.1
8	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	99	0.756	-0.280	0.2
TOTAL			131			1.0
			Riqueza específica (S)			8
			Índice de Margalef (SMg)			1.44
			Índice de Shannon-Wiener (H)			0.97
			Diversidad máxima (H max)			2.08
			Equidad de Pielou (J)			0.47
			Índice de Berger-Parker			0.7557

Para el grupo de reptiles se registró una abundancia de 131 individuos, integradas en una riqueza especifica total de 8 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.44, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.97 con relación al 2.08 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, se registró una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.47, siendo la especie *Urosaurus ornatus* (Lagartija de árbol norteña) la que representa el 75.57 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

IV.3.3 PAISAJE

El paisaje en el Sistema Ambiental Regional se entiende como la expresión visual y perceptual resultante de la interacción dinámica entre los componentes **abióticos**, **bióticos** y **antrópicos**, los cuales configuran la estructura, funcionalidad y apariencia del territorio. Para conocer su estado y sensibilidad, el paisaje puede evaluarse a través de diversos enfoques metodológicos; en este estudio, se consideraron tres criterios fundamentales: **la visibilidad**, asociada al grado en que las unidades del territorio pueden ser observadas desde distintos puntos de vista; **la fragilidad visual**, que determina la susceptibilidad del paisaje a ser alterado por actividades humanas; y **la calidad paisajística**, que integra aspectos escénicos, ecológicos y perceptuales para valorar su atractivo y singularidad. La aplicación conjunta de estos criterios permite obtener un diagnóstico integral del paisaje, identificando zonas con mayor sensibilidad y aquellas con mayor capacidad de absorción visual ante posibles intervenciones.

CONSULTA PÚBLICA

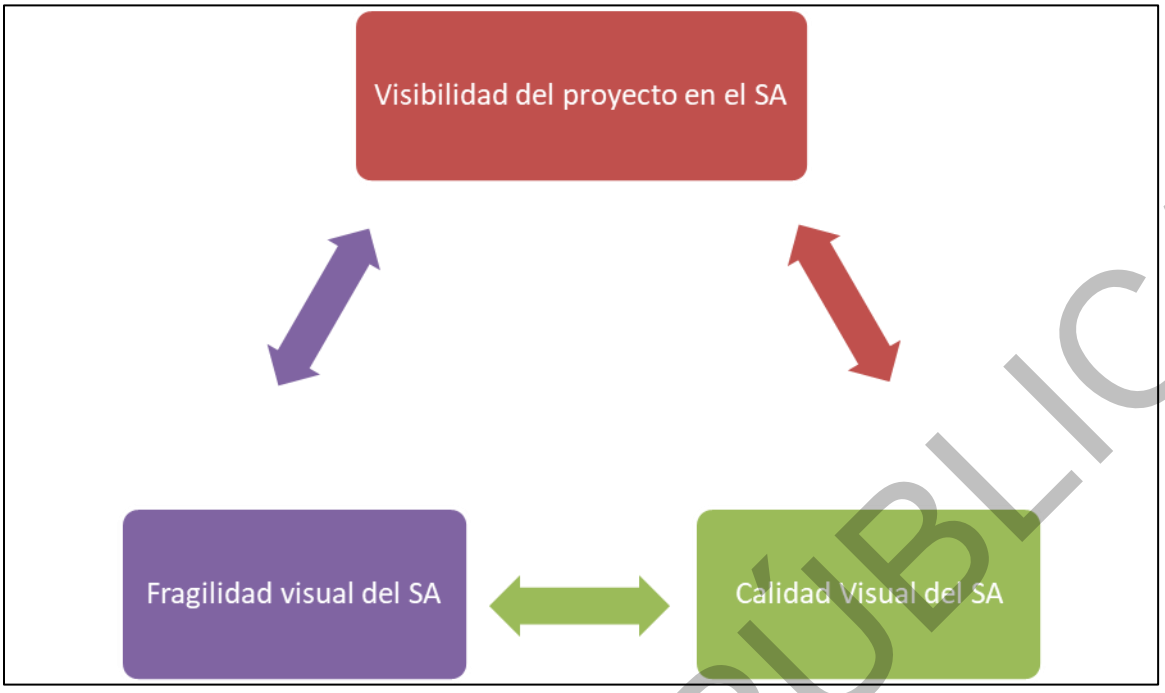


Figura 78. Diagrama Valoración de la afectación del proyecto al paisaje.

IV.3.3.1 Visibilidad del Proyecto

La visibilidad del proyecto, considerando como unidad de análisis al Sistema Ambiental Regional definido, se evaluó a partir del Modelo de Elevación Digital (MED) del terreno con resolución espacial de 15 m, elaborado por el INEGI. Para este análisis se tomaron como puntos emisores los vértices y puntos de inflexión que conforman el polígono del Área del Proyecto, con el fin de identificar las zonas del territorio desde las cuales la infraestructura podría ser observada. El procedimiento se realizó mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), aplicando herramientas de análisis de cuencas visuales (viewshed), siguiendo la secuencia metodológica que se muestra en el diagrama siguiente.

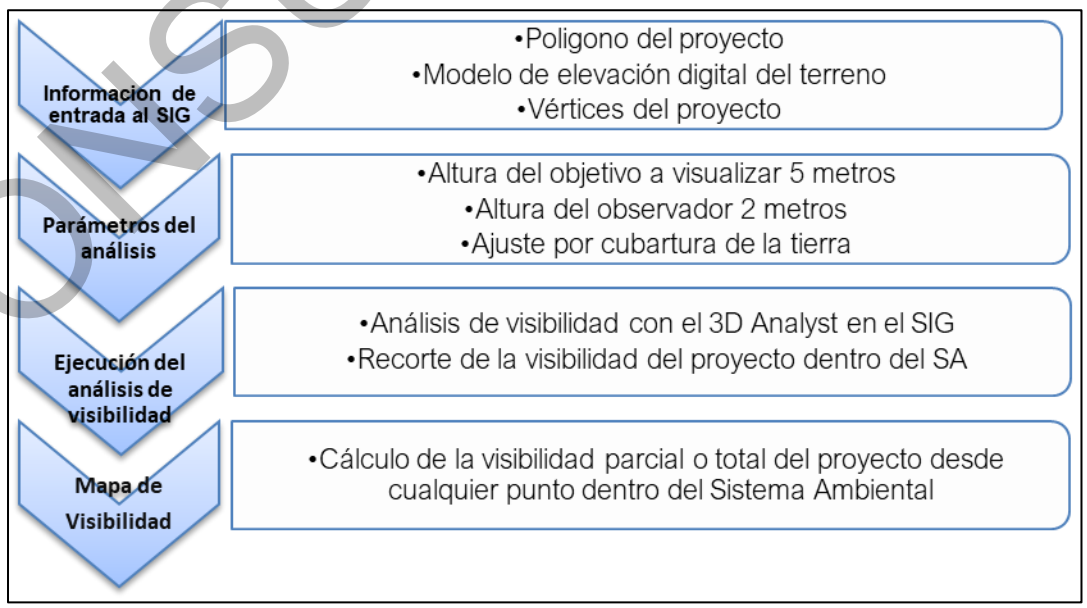


Figura IV.1. Diagrama para el cálculo de la visibilidad del paisaje.

CONSULTA PÚBLICA

Las características del paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) y en el Área del Proyecto (AP) dependen tanto de la escala de análisis como de la localización de la superficie evaluada. En este sentido, dado que el proyecto es de carácter minero, se reconoce que implicará una modificación directa del paisaje en el sitio específico de implantación, aunque dicha alteración no se reflejará de manera generalizada en todo el Sistema Ambiental. No obstante, debido a su ubicación lejana a centros de población y a vías de comunicación terrestre, el proyecto presenta un **bajo grado de perceptibilidad**, lo que se traduce en un impacto visual mínimo.

Para determinar la visibilidad del proyecto, es decir, desde qué puntos del SAR puede ser observado el sitio del proyecto y sus obras complementarias, se seleccionaron puntos de análisis dentro del territorio, y a partir de ellos se evaluó la posibilidad de observación mediante herramientas de análisis de visibilidad.

Los resultados muestran que, dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR), el proyecto es visible en una superficie de **24587.9 ha**, equivalente al **58.12%** del área total. A partir de estos valores se concluye que, si bien el proyecto puede ser observado desde una proporción importante de ambas unidades de estudio, **la percepción visual sería parcial y no abarcaría la totalidad del proyecto en su conjunto**. Esta condición está determinada principalmente por la **topografía altamente accidentada** del sitio y del Sistema Ambiental Regional, caracterizado por la presencia de sierras, valles y lomeríos. Este relieve irregular limita la visibilidad lineal y, en consecuencia, restringe la observación completa del proyecto desde muchos puntos del territorio.

CONSULTA PÚBLICA

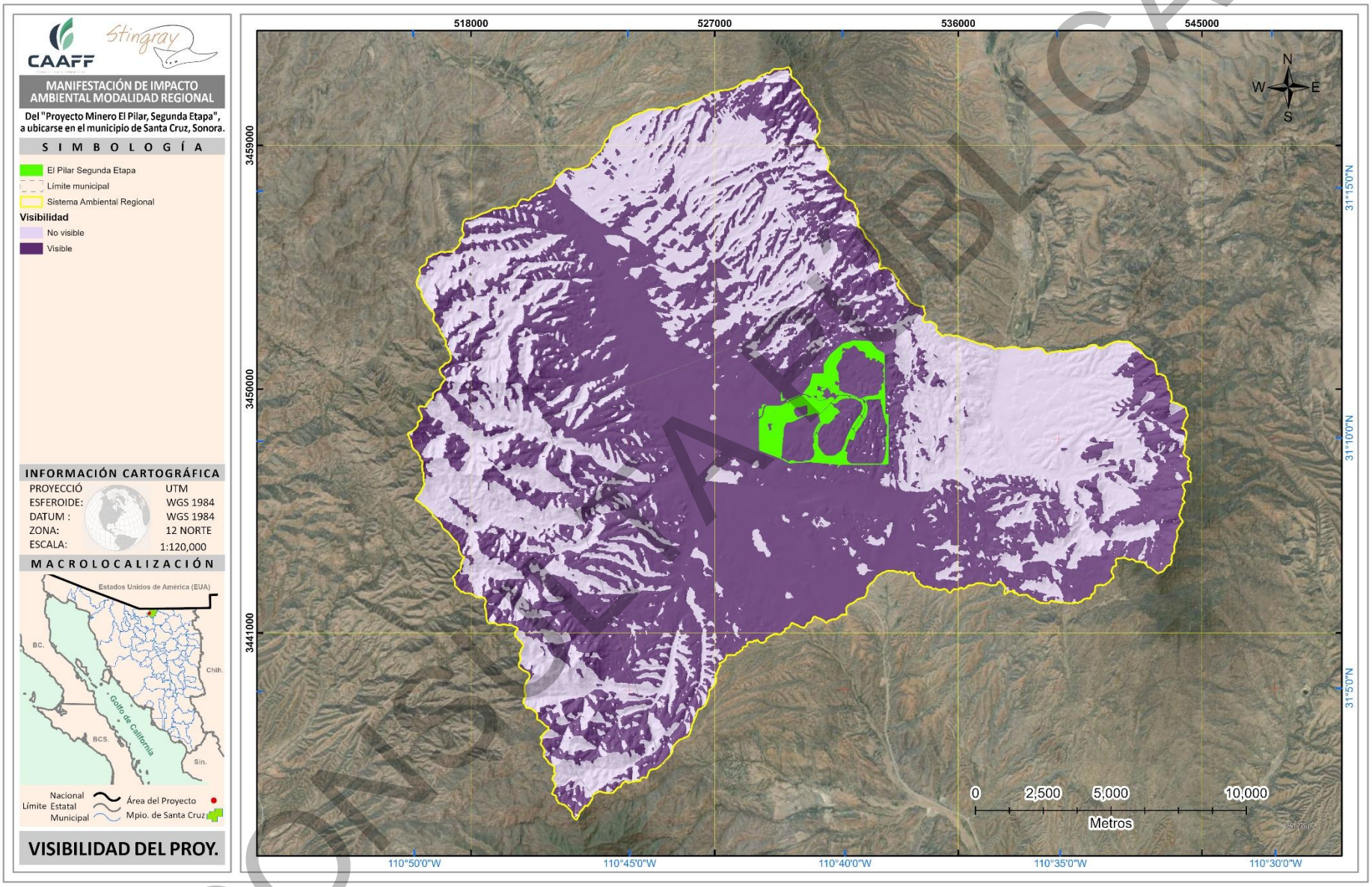


Figura 79. Visibilidad del proyecto.

COPIA PÚBLICA

IV.3.3.2 Fragilidad del paisaje

La fragilidad ambiental es una medida de sensibilidad intrínseca de los ecosistemas a las presiones ambientales, asociadas a amenazas que sean capaces de perturbar el equilibrio de un sistema (Cola-Valle y col., 2016)[102]. Evidentemente un ecosistema puede responder de diferente manera a las intervenciones humanas dentro de sus componentes paisajísticos como el relieve del terreno, el suelo, el clima, recursos hídricos y cobertura vegetal por mencionar algunos (Dávila, 2011)[103].

En términos cartográficos un mapa de fragilidad ambiental constituye una herramienta muy importante utilizada por los organismos públicos para gestión del territorio en una escala local o regional. La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido usada ampliamente desde hace más de 10 años por varios sectores interesados en la investigación o en el planeamiento del territorio (Donha y col., 2006)[104].

En este marco, para el presente apartado se realizó un diagnóstico ambiental, basado en la determinación de la fragilidad ambiental a nivel del SAR en un proceso sumatorio de cuatro capas de información (uso de suelo y vegetación, relieve del terreno, distancia a los ríos y efecto de borde). El mapa de fragilidad resultante podrá analizarse en relación con el sitio del proyecto.

Metodología

En el presente apartado se determinó la fragilidad ambiental en un proceso de suma de capas sobre las plataformas de ArcView 3.2 y ArcMap 10.8. La sumatoria se llevó a cabo en formato ráster. Cada una de las capas se reclasificó en una escala de 1 a 5 según las características de cada una de ellas. A continuación, se indican algunos detalles sobre la obtención y reclasificación de las capas de información.

1.- Valoración de los criterios

- Uso de suelo y vegetación (INEGI, serie VII).

Para definir la escala de valores se contemplaron siete criterios fundamentales: 1) tipo de cobertura; 2) grado de conservación o alteración; 3) representatividad a nivel del SAR; 4) susceptibilidad de alteración de las comunidades vegetales por efectos humanos; 5) grado de fragmentación; y 6) configuración de los parches de una misma clase en el paisaje; 7) importancia para la fauna silvestre. Para este procedimiento fue conveniente conformar un pequeño equipo de especialistas con conocimientos en ecología, análisis del paisaje, botánica, fauna, etc. La tabla resultante se muestra en seguida:

Tabla 225. Valores ponderados para la capa de USV serie VII INEGI.

Uso del suelo y vegetación	Valor ponderado
Agricultura de riego anual	1
Agricultura de riego anual y permanente	1

[102] Cola-Valle, M., Pérez, R., & Gómez, L. (2016). Fragilidad ambiental y evaluación de riesgos ecosistémicos. Editorial Académica, México.
[103] Dávila, P. (2011). Evaluación de la vulnerabilidad y fragilidad ambiental en regiones semiáridas. Universidad Autónoma de México.
[104] Donha, F., Martínez, A., & López, C. (2006). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. Revista de Geografía y Planeamiento, 12(3), 45-62.

CONSULTA PÚBLICA

Uso del suelo y vegetación	Valor ponderado
Agricultura de riego anual y semipermanente	1
Asentamientos humanos	1
Bosque de encino	5
Bosque de encino-pino	5
Bosque de galería	5
Bosque de mezquite	4
Bosque de pino-encino	5
Mezquital xerófilo	3
Pastizal inducido	2
Pastizal natural	3
Vegetación de galería	5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	3

CONSULTA PÚBLICA

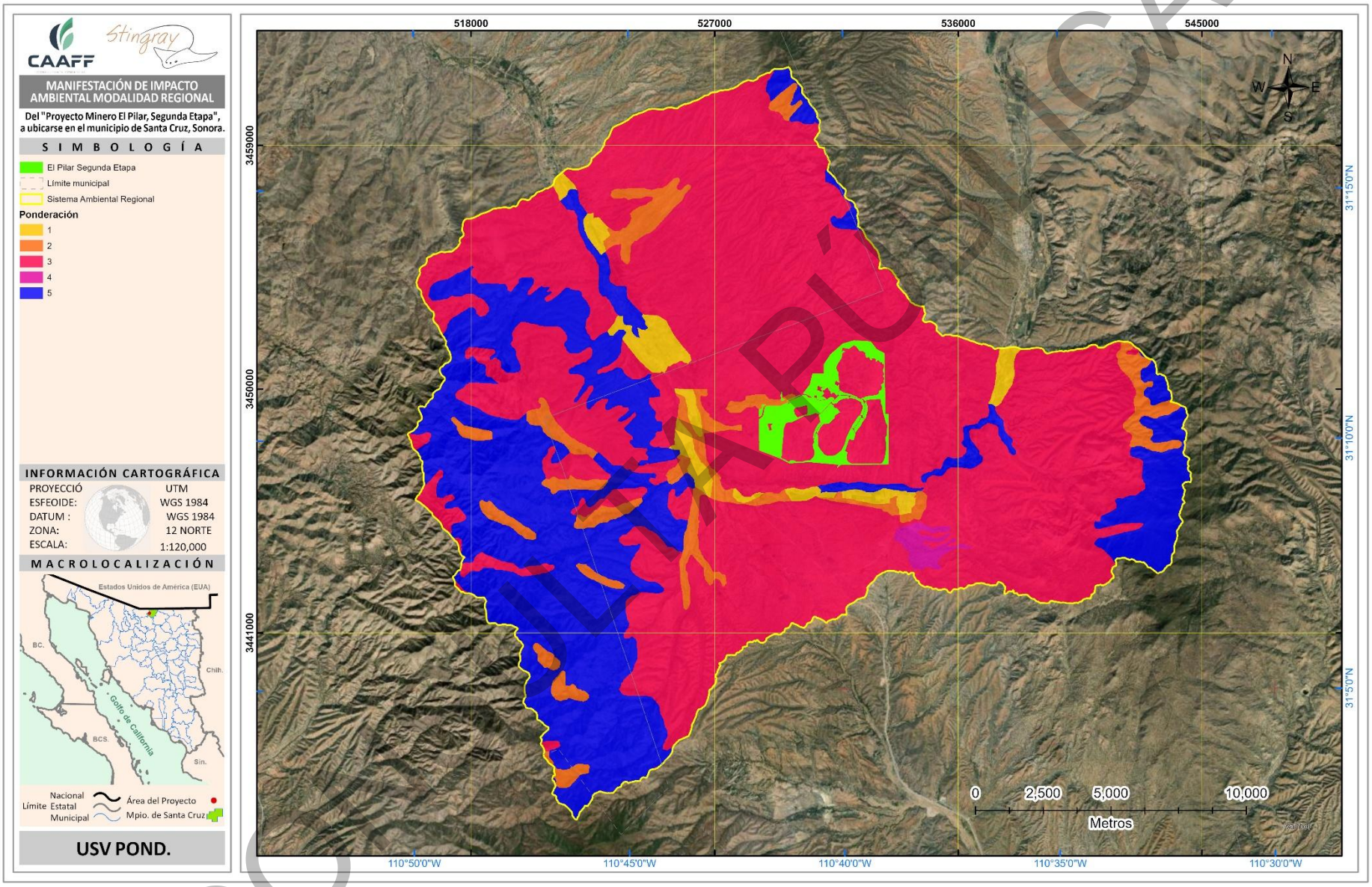


Figura 80. Mapa de ponderación del USV (INEGI, Serie VII).

COPIA PÚBLICA

- Relieve del terreno.

Se consideraron dos características fundamentales del terreno. La primera corresponde a la aptitud que puede tener para actividades agrícolas y la segunda como tierras adecuadas para la conservación de la naturaleza. Así entonces, se puede decir que los terrenos con baja o nula pendiente, suelen ser más apropiados para realizar actividades agrícolas (incluso para establecer vías de comunicación, líneas de transmisión y asentamientos humanos), mientras que los terrenos con un relieve mayormente pronunciado, suelen tener nula o limitada aptitud para las actividades antes mencionadas, siendo así, tierras con mejores características para ser conservadas. En este sentido para obtener la capa del relieve del terreno se realizó el Modelo Digital de Elevación con resolución de 15 metros del INEGI, y posteriormente se convirtió el relieve en grados. La escala resultante se indica en la siguiente tabla:

Tabla 226. Valores ponderados del relieve en grados.

Relieve del terreno en grados	Valor ponderado
0	1
0 - 3	2
3 - 6	3
6 - 9	4
>9	5

CONSULTA PÚBLICA

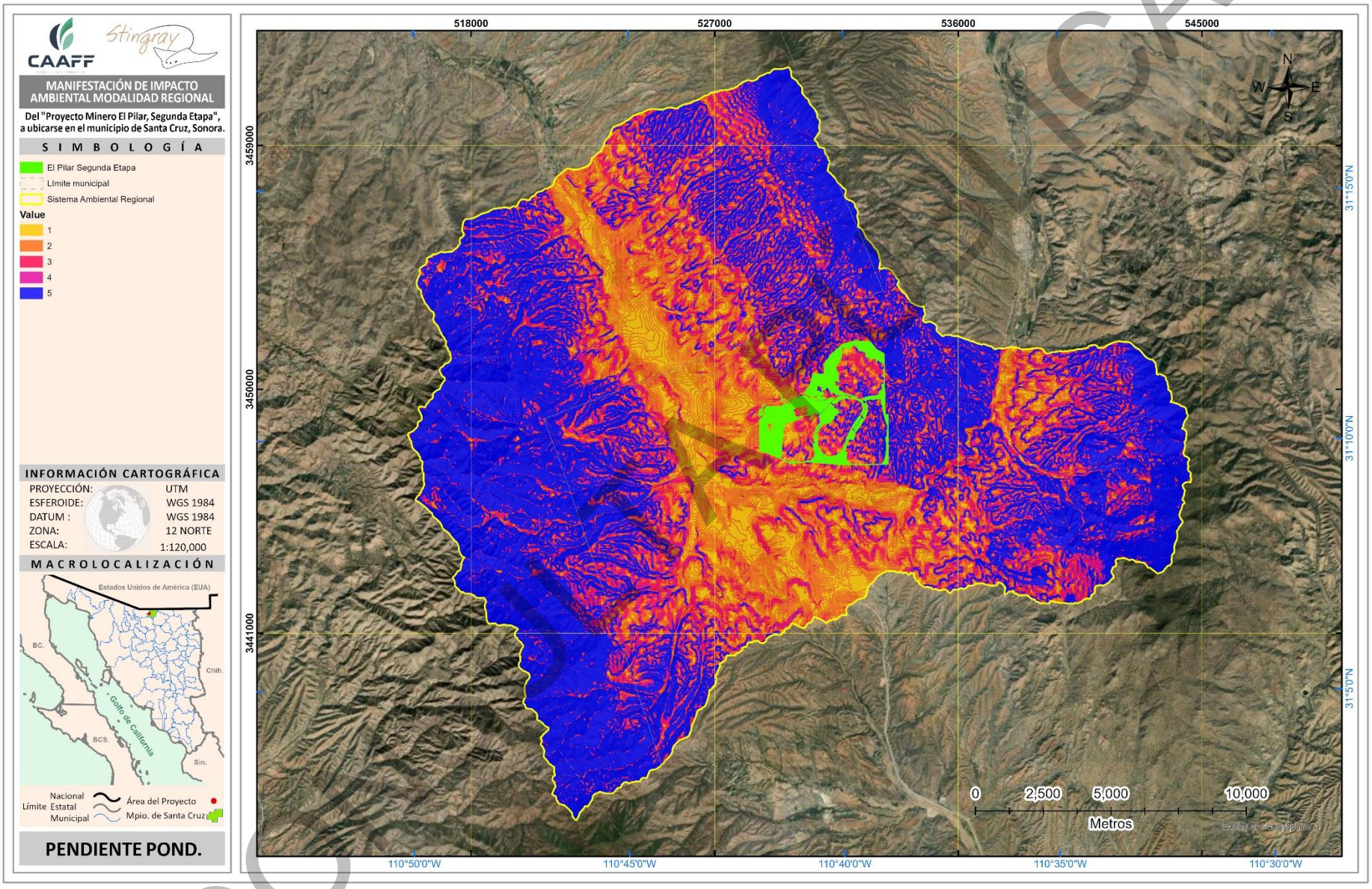


Figura 81. Mapa de ponderación de la pendiente del terreno (INEGI, MDE 15 metros).

COPIA

- Distancia a los cauces (escurrimientos hidrológicos).

Es ampliamente conocido que los ríos y arroyos, así como su vegetación asociada a las márgenes proveen múltiples bienes y servicios ecosistémicos al ser humano y a la diversidad biológica asociada a éstos. En este sentido la cercanía o lejanía a estos ecosistemas puede repercutir en el funcionamiento de las comunidades vegetales o usos de suelo adyacentes a los cauces, además de influenciar fuertemente sobre la dispersión y desplazamiento de la fauna silvestre. Para esta capa de información se manejaron cinco rangos, los cuales se establecieron la distancia en un rango de 30, 60, 100, 200 y >200 metros por cada extremo a partir de la parte central de los cauces (eje), así mismo se comprenden únicamente los escurrimientos que presentan tributarios, ya que son los que presentan cobertura vegetal.

Tabla 227. Distancia a los escurrimientos (cauces) y valores ponderados.

Distancia (metros)	Valor ponderado
0 - 30	5
30 - 60	4
60 - 100	3
100 - 200	2
>200	1

CONSULTA PÚBLICA

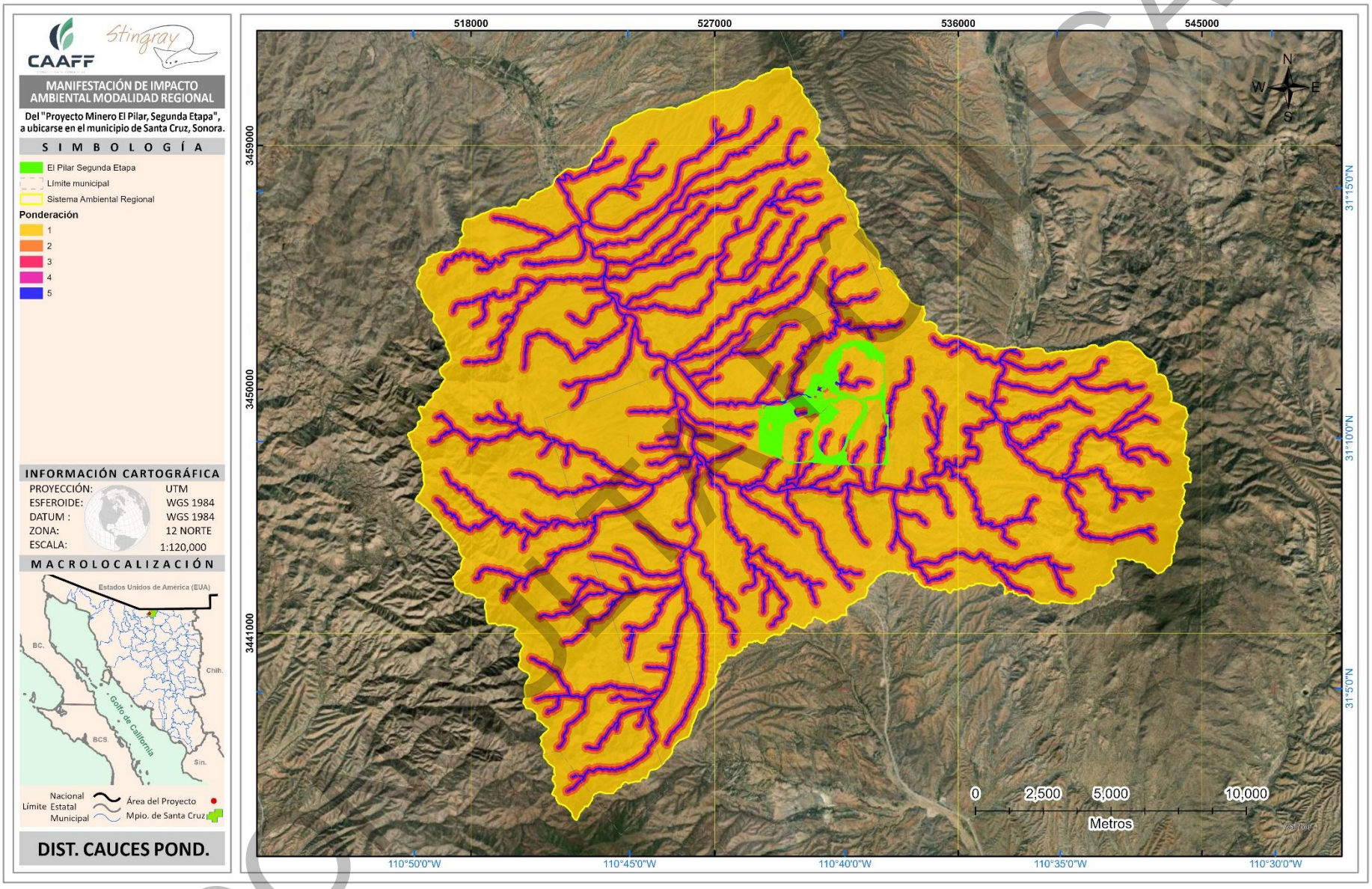


Figura 82. Mapa de ponderación de la distancias a los cauces.

COPIA CONTROLADA

- Efecto borde al interior.

El efecto de borde es una condición ambiental que se forma debido a procesos de deterioro, en su mayoría de origen humano, sobre la vegetación natural, adoptando características de menor calidad ambiental, en donde las especies de flora y fauna se someten a cambios drásticos en los hábitats, generando procesos de dispersión y diferencias en la riqueza y diversidad en los hábitats afectados. El efecto que tiene el borde sobre las especies es muy variable, sin embargo, las condiciones ambientales más inhóspitas se dan evidentemente fuera del borde y en su parte externa, así entonces, su efecto se va atenuando hacia el interior de los hábitats, que en algunos casos puede ir incluso a más de cien metros hacia el interior de los fragmentos hábitats adecuados. Para esta capa se plantearon cinco rangos de distancia partiendo de los polígonos forestales definidos en el SAR de la capa de Uso de Suelo y Vegetación serie VII del INEGI.

Tabla 228. Distancia de efecto borde al interior de la vegetación natural

Distancia (metros)	Valor ponderado
<50	1
50 - 100	2
100 - 150	3
150 - 200	4
>200	5

CONSULTA PÚBLICA

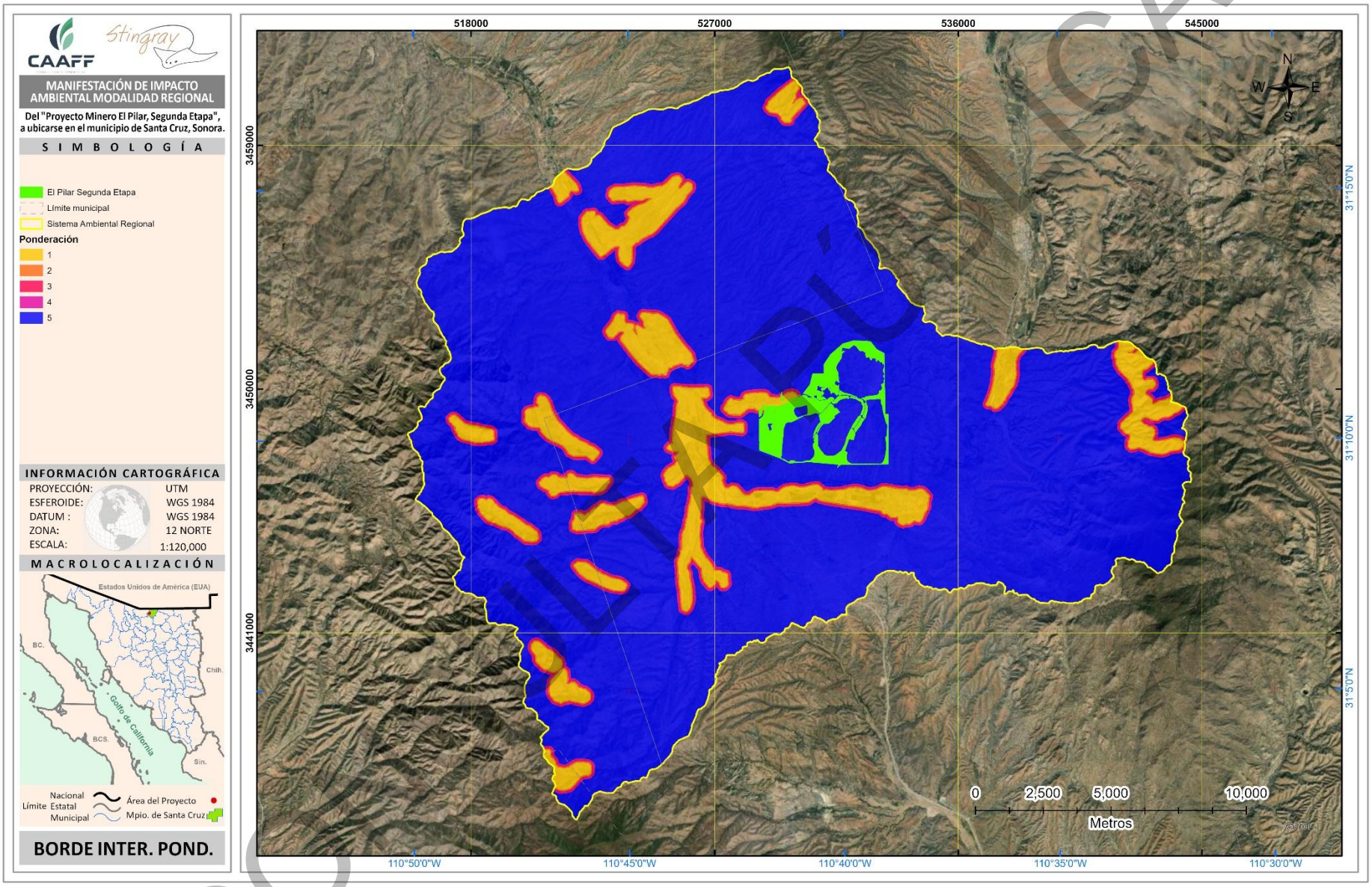


Figura 83. Mapa de ponderación del borde interior de la vegetación natural.

COPIA CONTROLADA

2.-Resultados

La fragilidad del paisaje se cuantificó mediante un índice compuesto que combina los valores ponderados. Se empleó un promedio ponderado (pesos: 0.25 por factor) para obtener un índice continuo entre 1 y 5. El índice resultante se reclasificó en cinco categorías de fragilidad, muy baja (1) a muy alta (5), mediante los umbrales 1.00–1.79; 1.80–2.59; 2.60–3.39; 3.40–4.19 y 4.20–5.00. Esta metodología permite integrar criterios ecológicos y morfométricos de manera reproducible y ajustable según juicio experto.

Tabla 229. Escala de fragilidad ambiental.

Nivel de fragilidad	Rango de valores
Muy baja	1.00-1.79
Baja	180 – 2.59
Media	2.60 – 3.39
Alta	3.40 – 4.19
Muy alta	4.20 – 5.00

Los resultados del análisis de fragilidad del paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional muestran una distribución heterogénea de las condiciones de sensibilidad ecológica. La categoría **Media** representa la mayor superficie, con **12,945.75 ha**, lo que corresponde al **30.60%** del total evaluado, indicando que una parte importante del territorio presenta vulnerabilidad moderada ante disturbios. Le sigue la categoría **Alta**, con **20,523.82 ha (48.52%)**, reflejando extensas áreas donde la combinación de tipos de vegetación, relieve y grado de conservación incrementa la susceptibilidad a impactos. Las zonas clasificadas como de **Muy baja** y **Baja** fragilidad suman **1,505.81 ha (3.56%)** y **3,466.51 ha (8.19%)**, respectivamente, mostrando superficies más reducidas donde el paisaje posee mayor capacidad de resiliencia ante modificaciones. Finalmente, las áreas con **Muy alta** fragilidad abarcan **3,865.88 ha (9.14%)**, constituyendo los sitios más sensibles y estratégicos para la conservación, donde los efectos de cualquier intervención pueden generar impactos severos y de difícil recuperación. Esta distribución resalta la importancia de considerar medidas de manejo ambiental diferenciadas, especialmente en las zonas de fragilidad alta y muy alta.

Tabla 230. Nivel de fragilidad ambiental en el SAR.

Nivel de fragilidad	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy baja	1,505.81	15.99%
Baja	3,466.51	8.16%
Media	12,945.75	2.86%
Alta	20,523.82	10.82%
Muy alta	3,865.88	5.28%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

En el contexto espacial las áreas de mayor nivel de fragilidad (alta y muy alta) se localizan en las zonas forestales y en gran parte de las corrientes de montaña, mientras que las superficies de menor fragilidad ambiental corresponden a terrenos planos con un uso agrícola, de pastoreo o urbano. Analizando la situación a nivel de la LT se identifica que la mayor parte del tendido eléctrico pasa por zonas de baja fragilidad y en menor medida por algunos pequeños fragmentos de fragilidad muy baja y muy alta. Los niveles más importantes en términos ambientales sin duda corresponden a la fragilidad muy baja y alta que se asocian con algunos escurrimientos y su vegetación de las márgenes. También algunos fragmentos hacia la parte distal del este se registran valores de fragilidad alta y muy alta, que resultan muy importantes para la vida silvestre por su nivel de aislamiento.

CONSULTA PÚBLICA

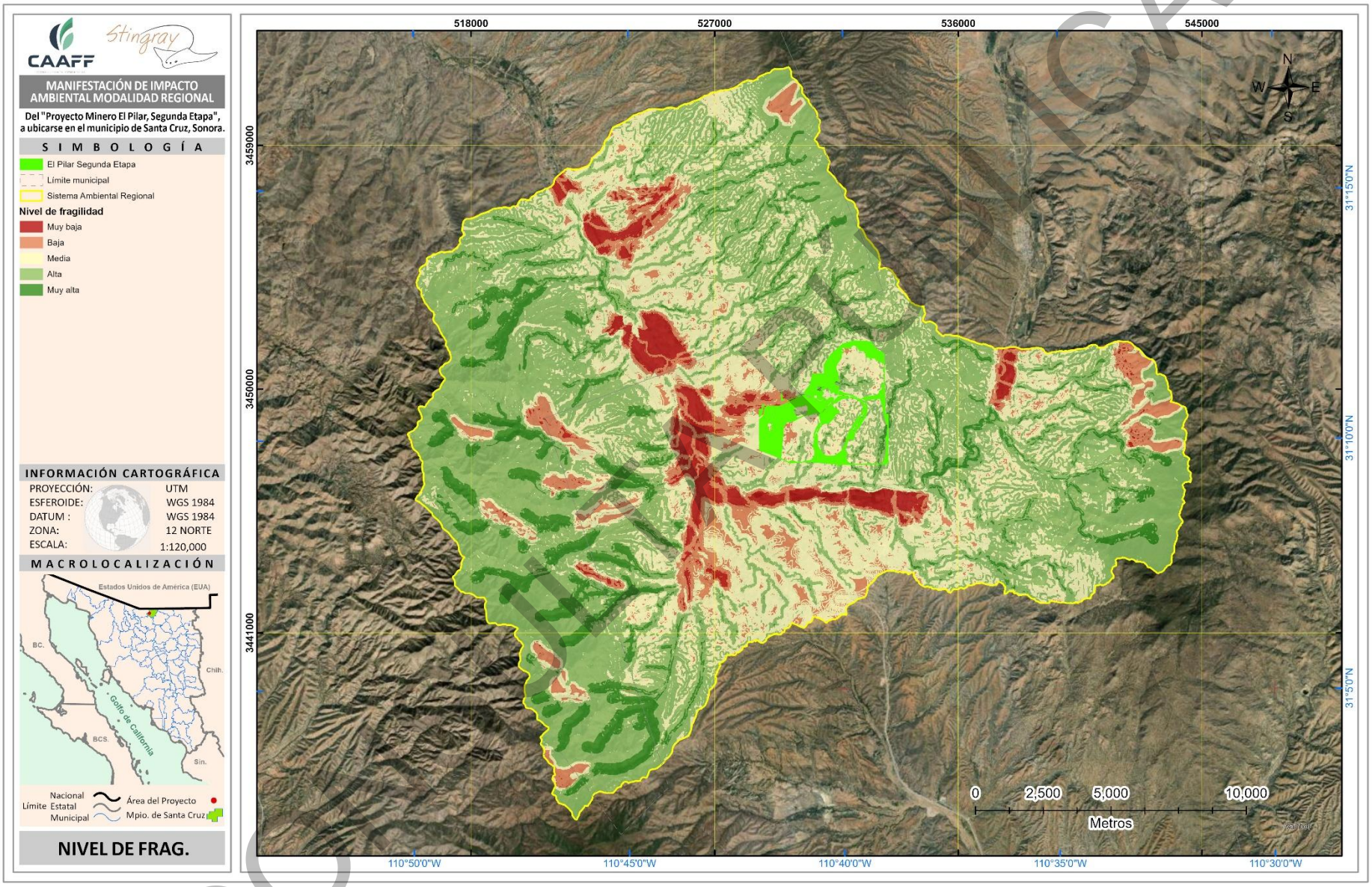


Figura 84. Nivel de fragilidad visual en el SAR.

COPIA

IV.3.3.3 Calidad del paisaje

El concepto paisaje se ha utilizado con diversos significados, desde la percepción que posee un sistema ambiental regional, hasta un elemento de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos de los cambios ocurridos por causas naturales o antropogénicas. También se percibe como una amplia gama de paisajes o de formas naturales. Desde el punto de vista ambiental, el paisaje representa grandes superficies compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas. El enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de la calidad del paisaje. El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y que califican la belleza del paisaje. De la calidad se han dado distintas definiciones, como, por ejemplo, la calidad de un paisaje es la expresión de la capacidad visual del territorio para la localización de una actividad (Farina, 2000)[105].

La calidad paisajística es evaluada basándose en las características topográficas y antropogénicas del sistema ambiental regional, las cuales afectan a la calidad visual. La calidad del paisaje puede contribuir al bienestar de las comunidades locales. Los servicios que ofrece el paisaje desempeñan un importante papel en el aumento de las economías locales al atraer visitantes que apoyan a los negocios locales. El valor de la propiedad local depende en parte de los atributos de su ubicación y las vistas panorámicas suelen aumentar el valor de la propiedad local. La generación de mapas de calidad del paisaje puede utilizarse para identificar la huella visual de una nueva actividad.

Metodología

Para determinar el grado de calidad visual del paisaje, la metodología aplicada será la de EMC. La selección de los criterios se ha adaptado de forma expresa a las características del ámbito de estudio y a la posibilidad, dando mayor relevancia a aquellos criterios relacionados con el aspecto natural del paisaje.

El uso combinado de los SIG y la EMC permite, por un lado, aprovechar el enorme potencial de la gestión, análisis espacial y modelado de datos relacionados con el paisaje que ofrecen los SIG y, por otro, la implementación de procedimientos eficientes dirigidos al análisis de las preferencias y las evaluaciones expresadas por los expertos y otras partes interesadas (Jankowski, 1995[106]; Malczewski, 1999[107]). Se pueden implementar diferentes procedimientos multicriterio en un entorno SIG pero, en particular, la combinación lineal ponderada (WLC, Weighted Linear Combination-) de las capas del mapa, con el apoyo de AHP (Analytic Hierarchy Process), es considerado el más directo y más frecuentemente empleado (Eastman et al., 1993[108]; Malczewski, 2004[109])

Las fuentes utilizadas para obtener las capas de los criterios que formarán parte del modelo de EMC, como base para la homogeneización de cada una de las capas de información se ha utilizado un mapa ráster con el ámbito

[105] Farina, A. (2000). Principles and methods in landscape ecology. Springer.
[106] Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. International Journal of Geographical Information Systems, 9(3), 251–273.
[107] Malczewski, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons.
[108] Eastman, J. R., Jin, W., & Toledano, J. (1993). Raster procedures for multicriteria/multiobjective decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59(5), 539–547.
[109] Malczewski, J. (2004). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 17(7), 613–626.

CONSULTA PÚBLICA

del SAR, con una resolución espacial de 15 metros y una proyección WGS84 en un sistema UTM zona 12 norte. Además del trabajo de homogeneización, ha habido una tarea previa de acondicionamiento de los mapas ajustando su extensión al área de estudio, creando mosaicos con las bases que estaban distribuidas en diversas hojas y rasterizando aquellas bases que se encontraban en formato vectorial.

A continuación se detalla la metodología seguida:

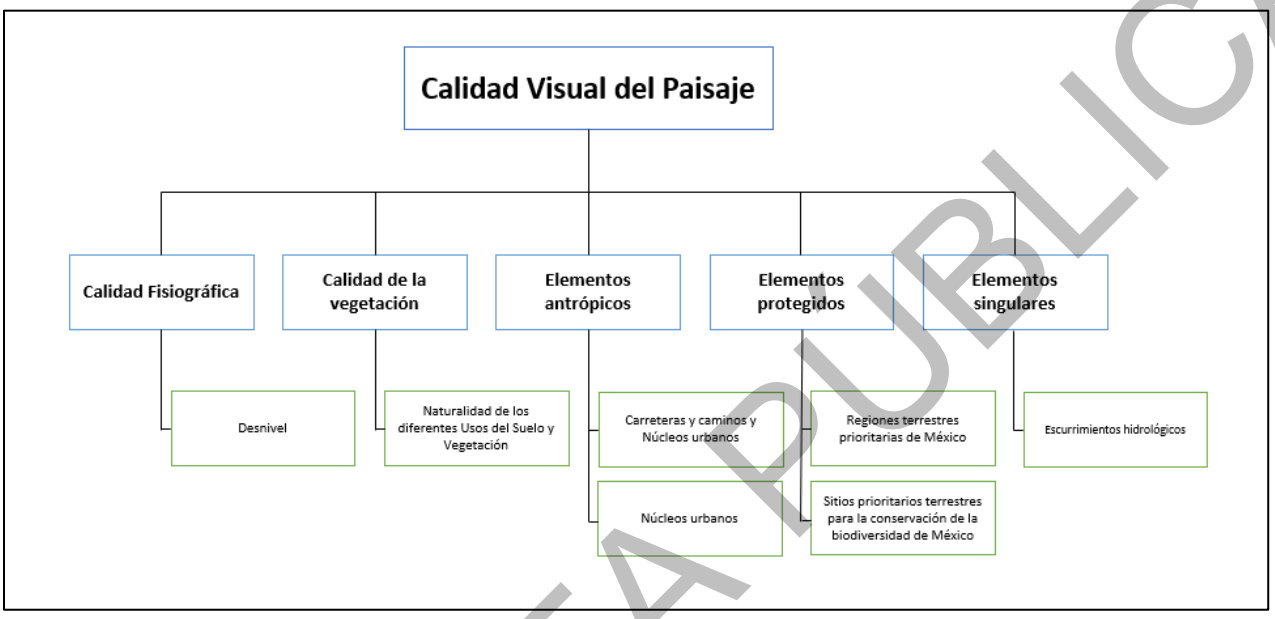


Figura 85. Valoración de calidad visual del paisaje para nuestro caso, basado en Montoya Ayala (2003)[110].

1.- Normalización y valoración

Respecto a la normalización de los criterios y su valoración, se ha tratado de manera independiente cada uno de los elementos considerados. Para explicar el procedimiento se escoge como ejemplo los pasos aplicados para normalizar y valorar las capas que dan lugar a la valoración de la fisiografía, realizada a partir de la capa de elevación del terreno y topoformas.

- Calidad Fisiográfica

La fisiografía es uno de los aspectos que aporta una mayor distinción al paisaje, tal y como ha sido considerado en trabajos como los de Ruiz et al. (2006)[111] y Martín y Otero (2012)[112]. Generalmente este aspecto contempla la diversidad morfológica que, en este caso, es evaluada indirectamente a través de la elevación del terreno.

-Desnivel:

[110] Montoya Ayala, L. (2003). Evaluación del paisaje y su calidad visual: métodos y aplicaciones. Universidad Autónoma de México, México.
[111] Ruiz, A., Pérez, L., & Gómez, M. (2006). Análisis fisiográfico y su aplicación en la planificación territorial. Revista de Geografía Aplicada, 12(2), 45-58.
[112] Martín, F., & Otero, J. (2012). Valoración de la fisiografía en la evaluación de paisajes. Boletín de Geografía, 56, 23-39.

CONSULTA PUBLICA

El rango de elevaciones se ha calculado a partir del MDE y, posteriormente, se ha realizado su reclasificación para reducir sus categorías a una misma escala de medida con el objetivo de que todos los factores sean comparables (escala de valores entre 1 y 5). La asignación de valores se ha basado en la idea de que, a mayor pendiente, mayor calidad del paisaje.

Tabla 231. Valoración del desnivel del terreno.

Desnivel del terreno (metros)	Valor ponderado
<1,300	1
1,300 – 1,500	2
1,500 – 1,700	3
1,700 – 1,900	4
>1,900	5

Lo anterior se resume en la figura siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

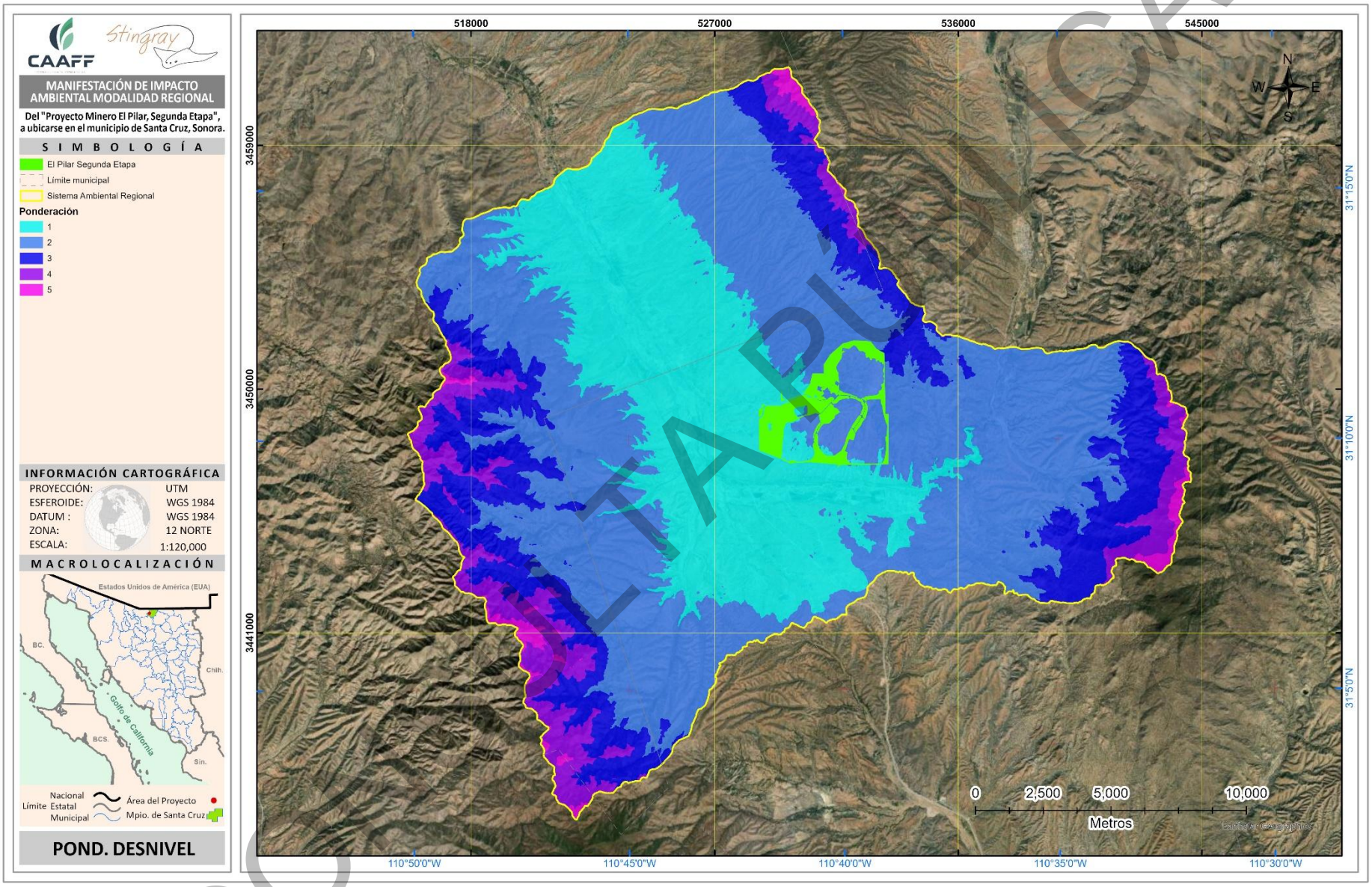


Figura 86. Mapa de ponderación del desnivel.

COPIA PÚBLICA

- Calidad de la vegetación

Esta variable es muy importante a la hora de determinar la calidad paisajística de una determinada zona, pues, como consecuencia de la creciente humanización del territorio, se valoran prioritariamente los parajes que conservan en un grado notable la situación previa a la acción del hombre. Dicho termino resume la diversidad de formaciones vegetales, ya que es muy diferente desde el punto de vista paisajístico en este territorio la calidad de una zona con mezclas irregulares de varias formaciones que la de una gran extensión homogénea, así como la calidad visual de cada formación, en la que se considerará mejor aquella que se acerque más a la vegetación natural, o aquellos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el entorno antrópico.

-Naturalidad:

Se reclasificaron los usos del suelo de 1 a 5, atendiendo a aspectos como naturalidad o valor ecológico. Una playa o un bosque de frondosas tendrán máxima categoría (5) mientras que un vertedero o una mina a cielo abierto tendrán categoría 1.

Tabla 232. Valoración de la naturalidad de los USV.

Uso del suelo y vegetación	Valor ponderado
Agricultura de riego anual	1
Agricultura de riego anual y permanente	1
Agricultura de riego anual y semipermanente	1
Asentamientos humanos	1
Bosque de encino	5
Bosque de encino-pino	5
Bosque de galería	5
Bosque de mezquite	4
Bosque de pino-encino	5
Mezquital xerófilo	3
Pastizal inducido	2
Pastizal natural	3
Vegetación de galería	5
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	3

CONSULTA PÚBLICA

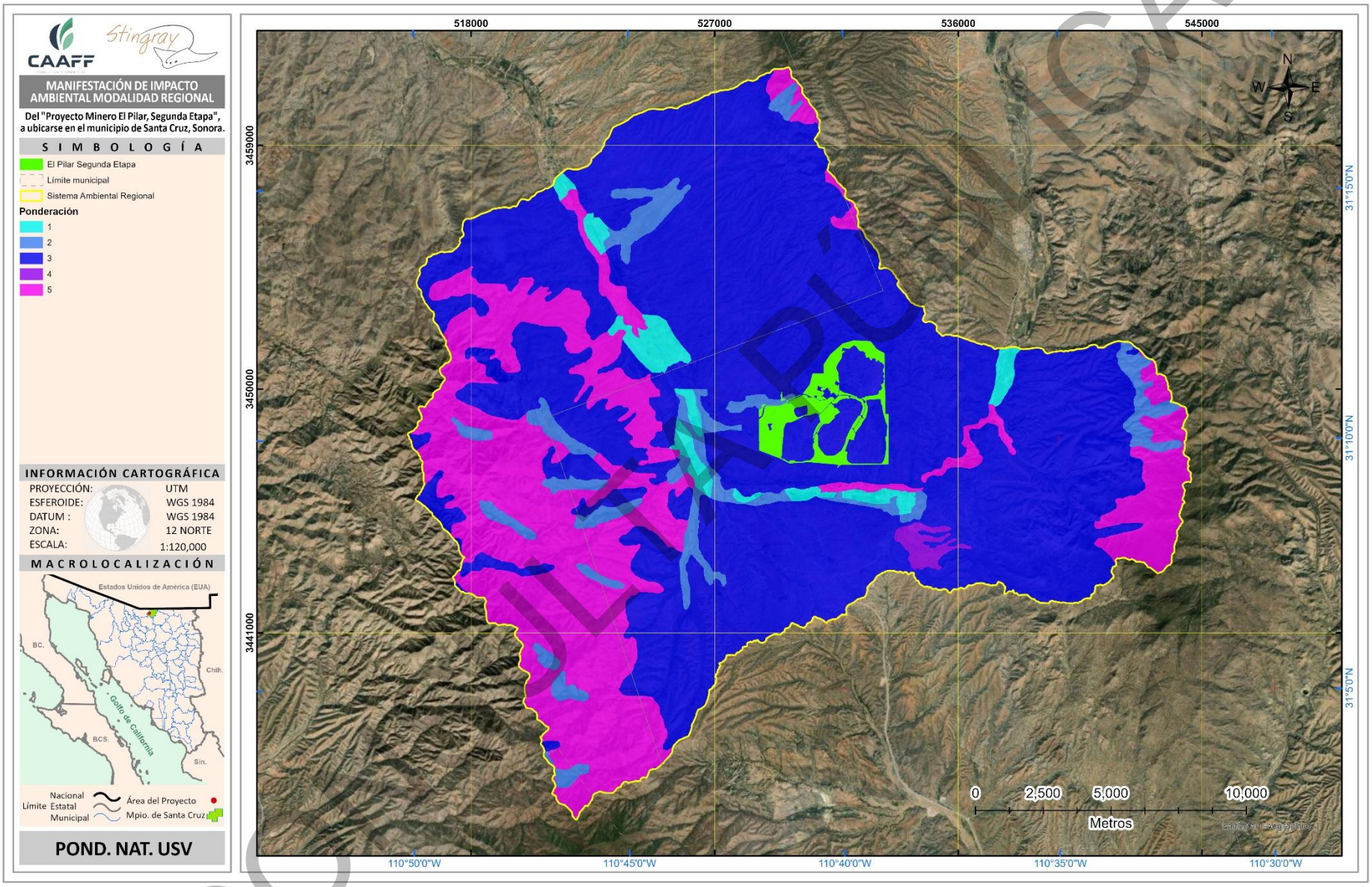


Figura 87. Mapa de ponderación de la naturalidad del USV.

COPIA PÚBLICA

- Elementos antrópicos

La abundancia en el paisaje de estructuras artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Para medir la distribución de esta variable en el territorio se han utilizado los parámetros área de influencia de las carreteras y de los asentamientos humanos. No hay criterios análogos para evaluar el paisaje urbano, pues la presencia humana es inherente a ellos, aunque habría una valoración estética diferencial a favor de unidades poblacionales de menor densidad, en relación a aquellas que se ven altamente congestionadas.

-Carreteras:

Este criterio evalúa las distancias de influencia con respecto a proyectos lineales, dando el mayor peso a las zonas alejadas de vías de comunicación, mientras que la calidad va disminuyendo conforme se acerca al proyecto debido al nivel de antropización, donde los impactos y perturbaciones al medio natural van en aumento hasta la modificación total siendo esta la obra como tal con el valor mínimo de 1 (carreteras y caminos).

Tabla 233. Valoración de la distancia a vías terrestres de comunicación.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<50	1
50 - 100	2
100 - 200	3
200 – 1,000	4
>1,000	5

CONSULTA PÚBLICA

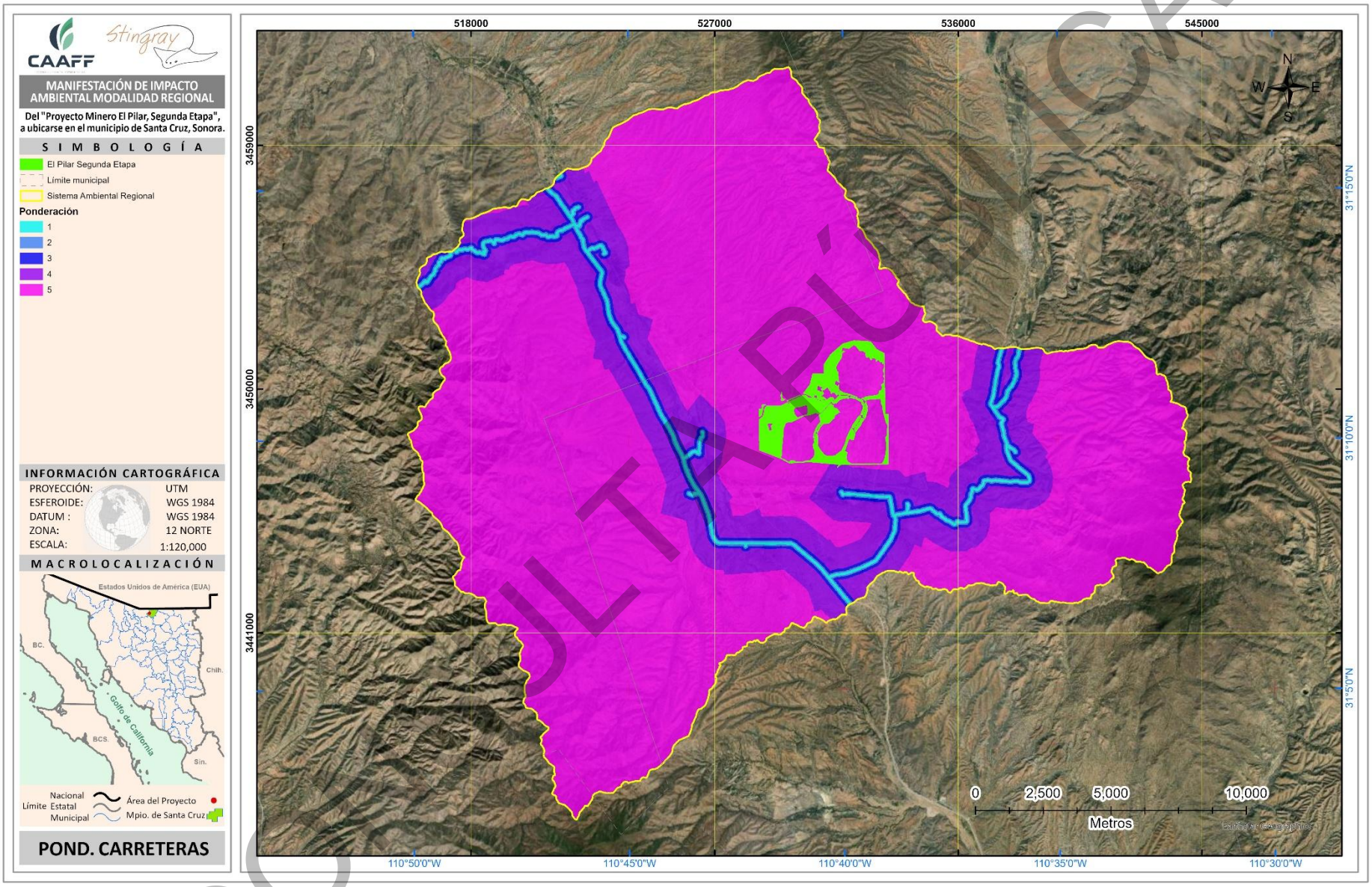


Figura 88. Mapa de ponderación de carreteras.

COPIA NO AUTORIZADA

-Núcleos urbanos:

En este caso se consideran con mayor calidad las zonas más lejanas a los asentamientos humanos. En la práctica, se calcularon áreas de influencia de las manchas consideradas, y se definieron reclasificando las distancias en torno a cada elemento en 5 intervalos de 300 metros (valor 1 al intervalo de 0-300 metros y valor 5 a la distancia superior a 1,200 metros).

Tabla 234. Valoración de la distancia a asentamientos humanos.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<300	1
300 - 600	2
600 - 900	3
900 – 1,200	4
>1,200	5

CONSULTA PÚBLICA

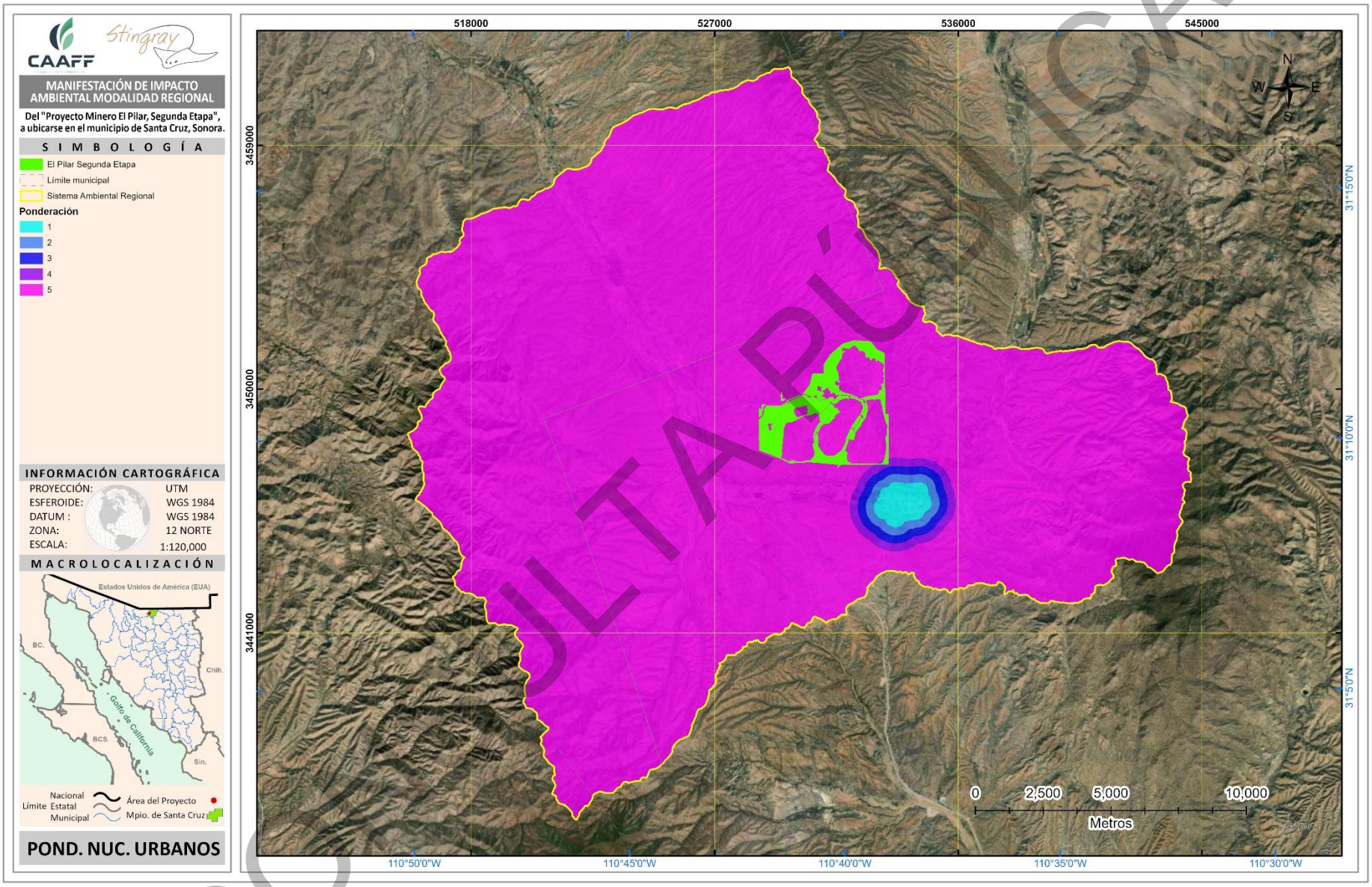


Figura 89. Mapa de ponderación de núcleos urbanos.

CONSULTA PÚBLICA

- Elementos protegidos

Este elemento comprende puntos geofísicos que se caracterizan por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o por otras razones de interés general. Las actividades van orientadas a la protección.

- Regiones terrestres prioritarias de México:

tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Se establecieron distancias para ponderar dichos valores, siendo el mayor nivel 5 en la zona núcleo del área y 250 metros a la redonda, mientras que el mínimo es en un radio de >2,000 metros con un valor de 1.

Tabla 235. Valoración de la distancia a RTPM.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<250	5
250 - 500	4
500 – 1,000	3
1,000 – 2,000	2
>2,000	1

CONSULTA PÚBLICA

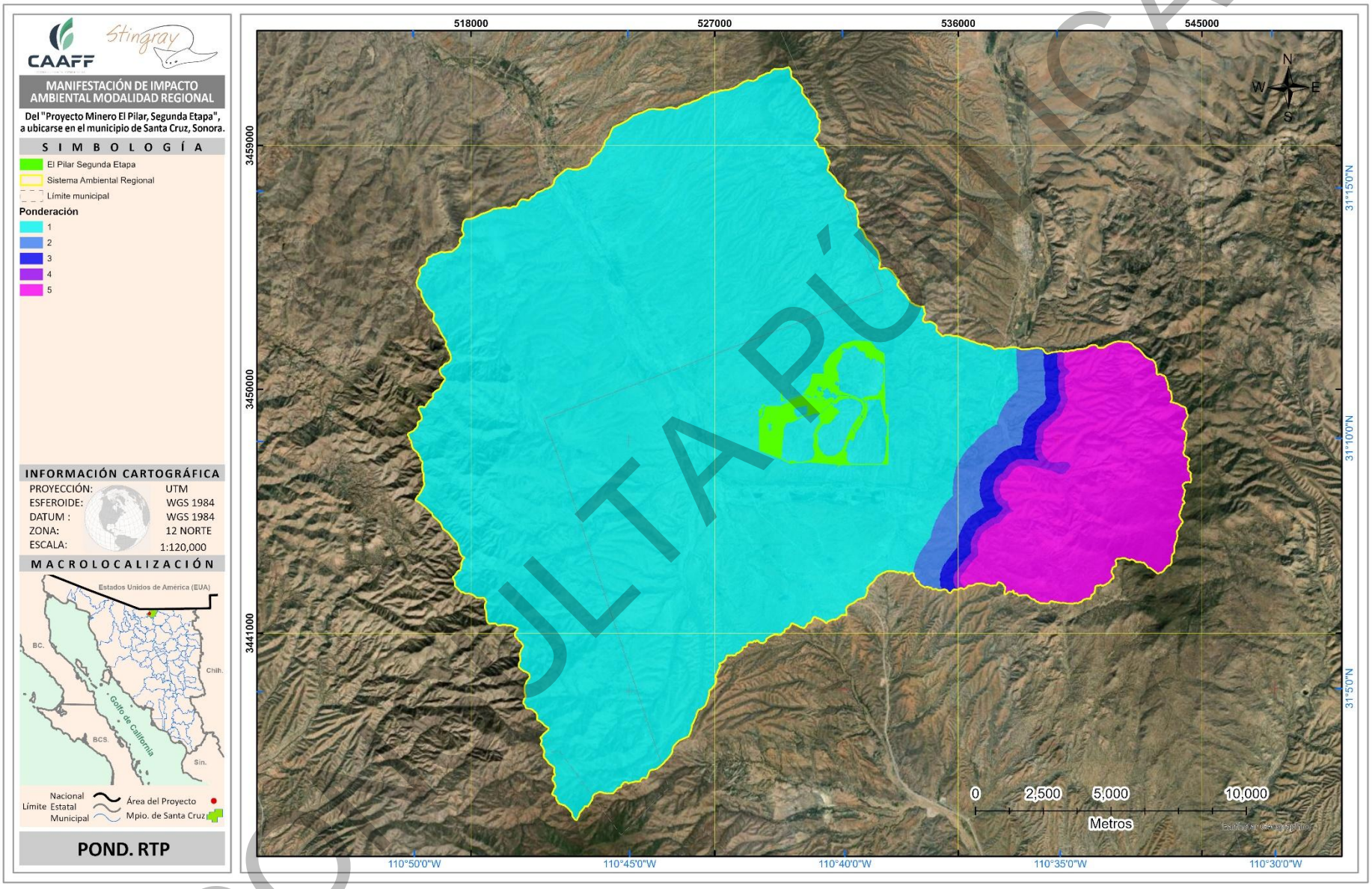


Figura 90. Mapa de ponderación de Regiones Terrestres Prioritarias.

CONSULTA PÚBLICA

- Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre:

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza. Se establecieron distancias para ponderar dichos valores, siendo el mayor nivel 5 en la zona núcleo del área y 250 metros a la redonda, mientras que el mínimo es en un radio de >2,000 metros con un valor de 1.

Tabla 236. Valoración de la distancia a Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<250	5
250 - 500	4
500 – 1,000	3
1,000 – 2,000	2
>2,000	1

CONSULTA PÚBLICA

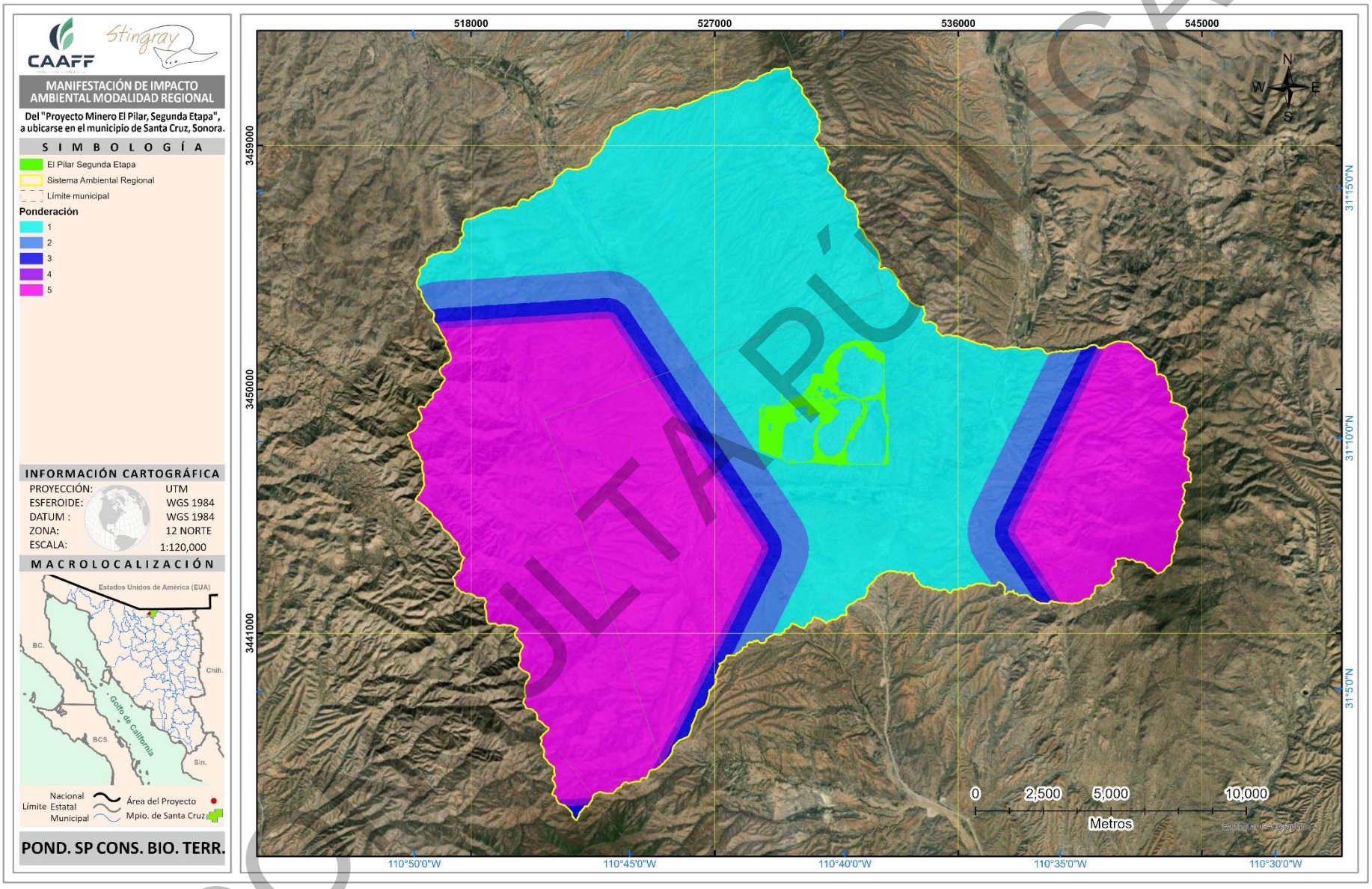


Figura 91. Mapa de ponderación de Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

CONSULTA PÚBLICA

- Elementos singulares

La fisiografía es uno de los aspectos que aporta una mayor distinción al paisaje, tal y como ha sido considerado en trabajos como los de Ruiz et al. (2006) y Martín y Otero (2012). Generalmente este aspecto contempla la diversidad morfológica que, en este caso, es evaluada indirectamente a través de la elevación del terreno y las topoformas del relieve.

-Escurrimientos hidrológicos (cauces):

Es ampliamente conocido que los ríos, así como su vegetación asociada a las márgenes proveen múltiples bienes y servicios ecosistémicos al ser humano y a la diversidad biológica asociada a éstos. En este sentido la cercanía o lejanía a estos ecosistemas puede repercutir en el funcionamiento de las comunidades vegetales o usos de suelo adyacentes a los cauces, además de influenciar fuertemente sobre la dispersión y desplazamiento de la fauna silvestre. Para esta capa de información se manejaron cinco rangos, los cuales se establecieron la distancia en un rango de 30, 60, 100, 200 y >200 metros por cada extremo a partir de la parte central de los cauces (eje), así mismo se comprenden únicamente los escurrimientos que presentan tributarios, ya que son los que presentan cobertura vegetal.

Tabla 237. Distancia a los escurrimientos (cauces) y valores ponderados.

Distancia (metros)	Valor ponderado
0 - 30	5
30 - 60	4
60 - 100	3
100 - 200	2
>200	1

CONSULTA PÚBLICA

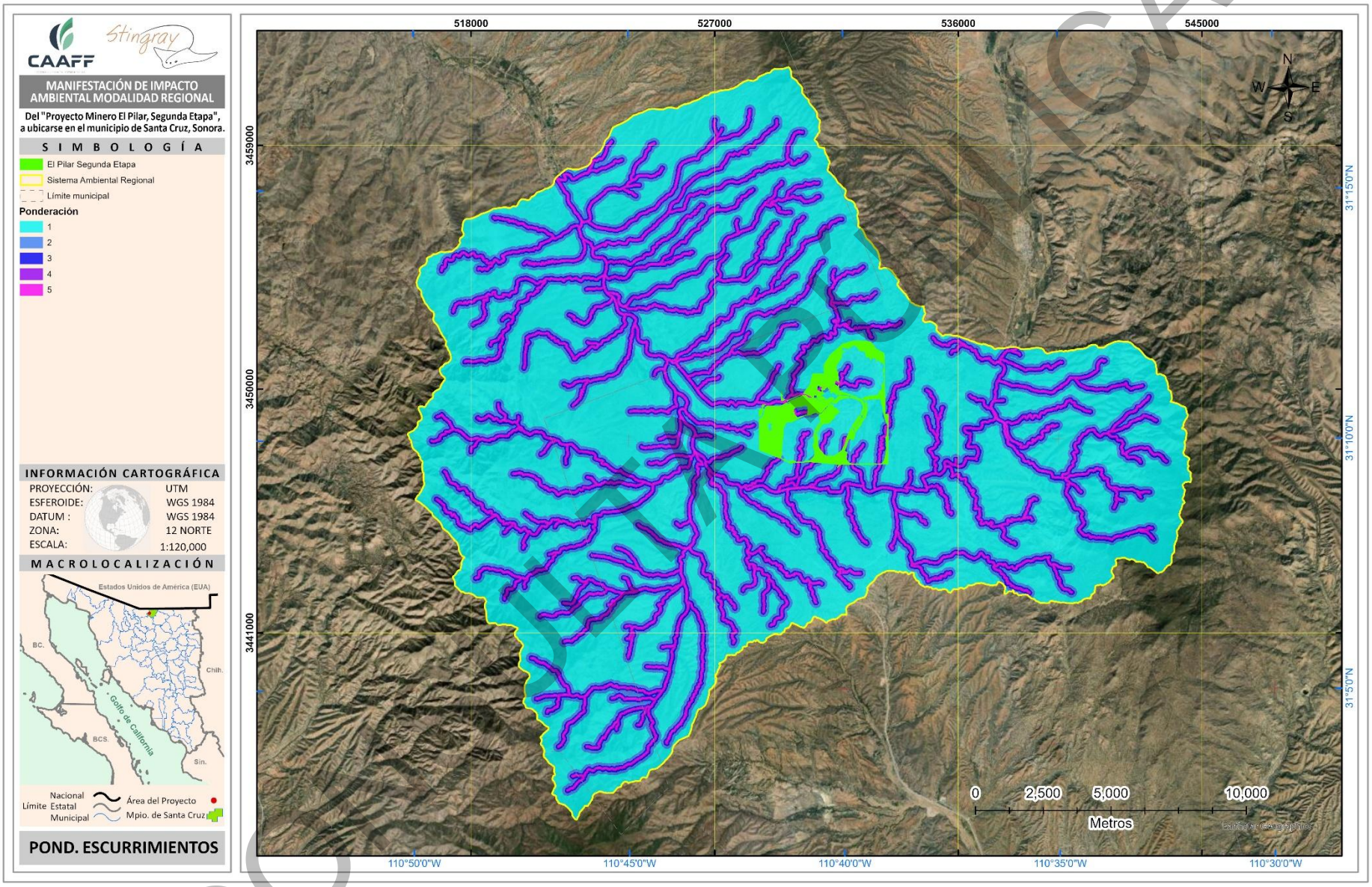


Figura 92. Mapa de ponderación de elementos singulares (escurrimientos).

COPIA CONTROLADA

2.-Ponderación de los criterios

La ponderación de los criterios se define como el peso o importancia que se le atribuye a cada uno de los factores utilizados para el cálculo de la calidad visual del paisaje dentro del modelo diseñado para ello. Esta ponderación se ha llevado a cabo utilizando el método Analytic Hierarchy Process (AHP) o Método Analítico Jerárquico. Este método se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica. El método establece la importancia relativa de los elementos de cada jerarquía a partir de la matriz de comparación por pares de Saaty (1980)[113]. Esta matriz está compuesta por tantas columnas y filas como criterios componen el modelo, siempre introducidos en el mismo orden, lo que permite comparar cada factor con el resto. A cada par de variables se le asigna un valor de la escala entre 1/9 (extremadamente menos importante el primer criterio respecto al segundo) hasta 9 (extremadamente más importante el primer criterio respecto al segundo). El cálculo de los pesos se obtiene de la suma de los valores de cada columna de la matriz. Después se divide cada elemento por el total calculado para su columna, obteniendo así la matriz de normalidad, y se calcula el promedio de los elementos de cada fila de esa matriz normalizada. Los valores medios son los pesos asignados a cada criterio.

A continuación se muestra el procedimiento llevado a cabo para obtener los pesos de los criterios que conforman la calidad del paisaje. En la primera matriz se asignan los valores a cada par de variables que la componen. Por ejemplo, la fisiografía es fuertemente más importante que la vegetación natural de modo que su valor es de 7. Dado que las comparaciones son recíprocas, la vegetación natural será fuertemente menos importante que la fisiografía (1/7). En la segunda matriz se han calculado los valores de las fracciones y éstos se han sumado columna a columna. La tercera matriz es la matriz normalizada a suma 1, donde cada valor de una columna se divide por la suma de los valores de esa misma columna. Posteriormente se desarrolla el vector de prioridad de cada criterio calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. Como resultado de este proceso se obtiene el peso de cada criterio. Para facilitar las operaciones a realizar se ha utilizado la herramienta Model Builder de ArcMap.

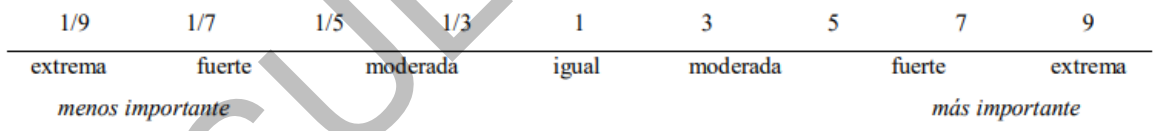


Figura 93. Escala de medidas para cuantificar las comparaciones entre factores.

Tabla 238. Pesos de la calidad calculados mediante la matriz de Saaty.

	Calidad fisiográfica	Calidad de la vegetación	Calidad de elementos antrópicos	Calidad elementos protegidos	Calidad de elementos singulares
Calidad fisiográfica	1	1	9	8	1
Calidad de la vegetación	1	1	7	4	1
Calidad de elementos antrópicos	1/9	1/7	1	3	7
Calidad elementos protegidos	1/8	1/4	1/3	1	7
Calidad de elementos singulares	1	1	1/7	1/7	1

Tabla 239. Pesos de la calidad paisajística.

[113] Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill, New York.

CONSULTA PÚBLICA

	Calidad fisiográfica	Calidad de la vegetación	Calidad de elementos antrópicos	Calidad elementos protegidos	Calidad de elementos singulares	Peso (%)
Calidad fisiográfica	0.31	0.29	0.51	0.50	0.06	**35%**
Calidad de la vegetación	0.31	0.29	0.40	0.25	0.06	**35%**
Calidad de elementos antrópicos	0.03	0.04	0.06	0.19	0.41	**10%**
Calidad elementos protegidos	0.04	0.07	0.02	0.06	0.41	**10%**
Calidad de elementos singulares	0.31	0.29	0.01	0.01	0.06	**10%**
Total	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**100%**

Una vez normalizados los factores y calculados los pesos, se pasa a la integración de las capas a partir de la aplicación de un algoritmo de EMC. Entre los métodos de EMC aparecen las técnicas no compensatorias, las borrosas y las compensatorias. Las primeras suponen que los valores bajos de los criterios de las diferentes capas no pueden ser compensados entre sí; las técnicas borrosas tratan de procesar información borrosa e imprecisa y parten de la idea de que el mundo no está formado por partículas elementales indivisibles y discretas, sino que es un continuo con propiedades diferenciadas en diversas localizaciones; las últimas, las compensatorias, se basan en el precepto de que un valor alto de una alternativa en un factor puede compensar un valor bajo de la misma alternativa en otro factor. Entre ellas aparece la Sumatoria Lineal Ponderada, la utilizada en este trabajo (Gómez y Barredo, 2005)[114]. La fórmula de la Sumatoria Lineal Ponderada es:

$$r_i = \sum_{j=1}^{n} w_j v_{ij}$$

Donde *r* es el nivel de adecuación de la alternativa, *w* es el peso del criterio y *v* es el valor normalizado del factor. Cabe añadir que *n* es el número total de criterios utilizados en la superposición ponderada que acaba ofreciendo el mapa final.

3.- Resultados

La calidad visual del paisaje se cuantificó mediante un índice compuesto que integra los valores ponderados de cada uno de los componentes evaluados. Para el cálculo se aplicó un promedio ponderado, utilizando los pesos derivados de la matriz de Saaty: Calidad fisiográfica (0.35), Calidad de la vegetación (0.30), Calidad de elementos antrópicos (0.10), Calidad de elementos protegidos (0.10) y Calidad de elementos singulares (0.15). Con ello se obtuvo un índice continuo entre 1 y 5, donde los valores mayores representan una mejor calidad visual.

[114] Gómez, J., & Barredo, J. I. (2005). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica y métodos multicriterio en la planificación territorial. Boletín de la Sociedad Geográfica, 47(2), 23-35.

CONSULTA PÚBLICA

Posteriormente, el índice final fue reclasificado en cinco categorías de calidad visual, que van de muy baja a muy alta, mediante los siguientes umbrales: 1.00–1.79; 1.80–2.59; 2.60–3.39; 3.40–4.19; y 4.20–5.00. Esta metodología permite integrar, de manera reproducible y transparente, criterios fisiográficos, ecológicos, antrópicos y de conservación, ajustándose al juicio experto y a la disponibilidad de información espacial.

Tabla 240. Escala de calidad visual.

Nivel de calidad	Rango de valores
Muy baja	1.00-1.79
Baja	180 – 2.59
Media	2.60 – 3.39
Alta	3.40 – 4.19
Muy alta	4.20 – 5.00

La distribución espacial de la calidad visual del paisaje muestra una predominancia de zonas con **calidad baja a media**, que en conjunto abarcan más del 60% del territorio evaluado. Estas áreas suelen corresponder a zonas transformadas por actividades humanas—como agricultura, ganadería o infraestructura—o bien a áreas donde los elementos fisiográficos y de naturalidad son menos sobresalientes. Desde la perspectiva de una MIA, estas zonas representan espacios donde la capacidad de absorción visual del paisaje es mayor, y por tanto, la implementación de proyectos puede generar impactos visuales moderados o relativamente más tolerables, siempre que se adopten medidas de integración paisajística.

Las áreas clasificadas con **calidad muy baja** (15.99%) representan sectores con menor valor escénico y natural, comúnmente con presencia de usos de suelo degradados, fragmentación o elementos antrópicos dominantes. En términos de evaluación ambiental, estos espacios podrían considerarse más aptos para el desarrollo de infraestructura, dado que su sensibilidad visual es reducida.

En contraste, las zonas con **calidad alta y muy alta** —que en conjunto representan aproximadamente el 16% del área total—corresponden a sectores con fuerte presencia de rasgos fisiográficos destacados, vegetación natural bien conservada y elementos singulares o protegidos. Estas áreas constituyen unidades de paisaje altamente sensibles donde la introducción de infraestructura puede generar impactos visuales significativos y difíciles de mitigar. Su presencia obliga a una evaluación cuidadosa del trazo o ubicación del proyecto, implementando preferentemente medidas de evitación, restricción de intervenciones y estrategias avanzadas de restauración o camuflaje visual

Tabla 241. Nivel de calidad del paisaje en el SAR.

Nivel de calidad	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy baja	1,083.78	15.99%
Baja	17,824.29	8.16%
Media	15,636.65	2.86%
Alta	6,632.98	10.82%
Muy alta	1,130.07	5.28%
Total	**42,307.77**	**100.00%**

CONSULTA PÚBLICA

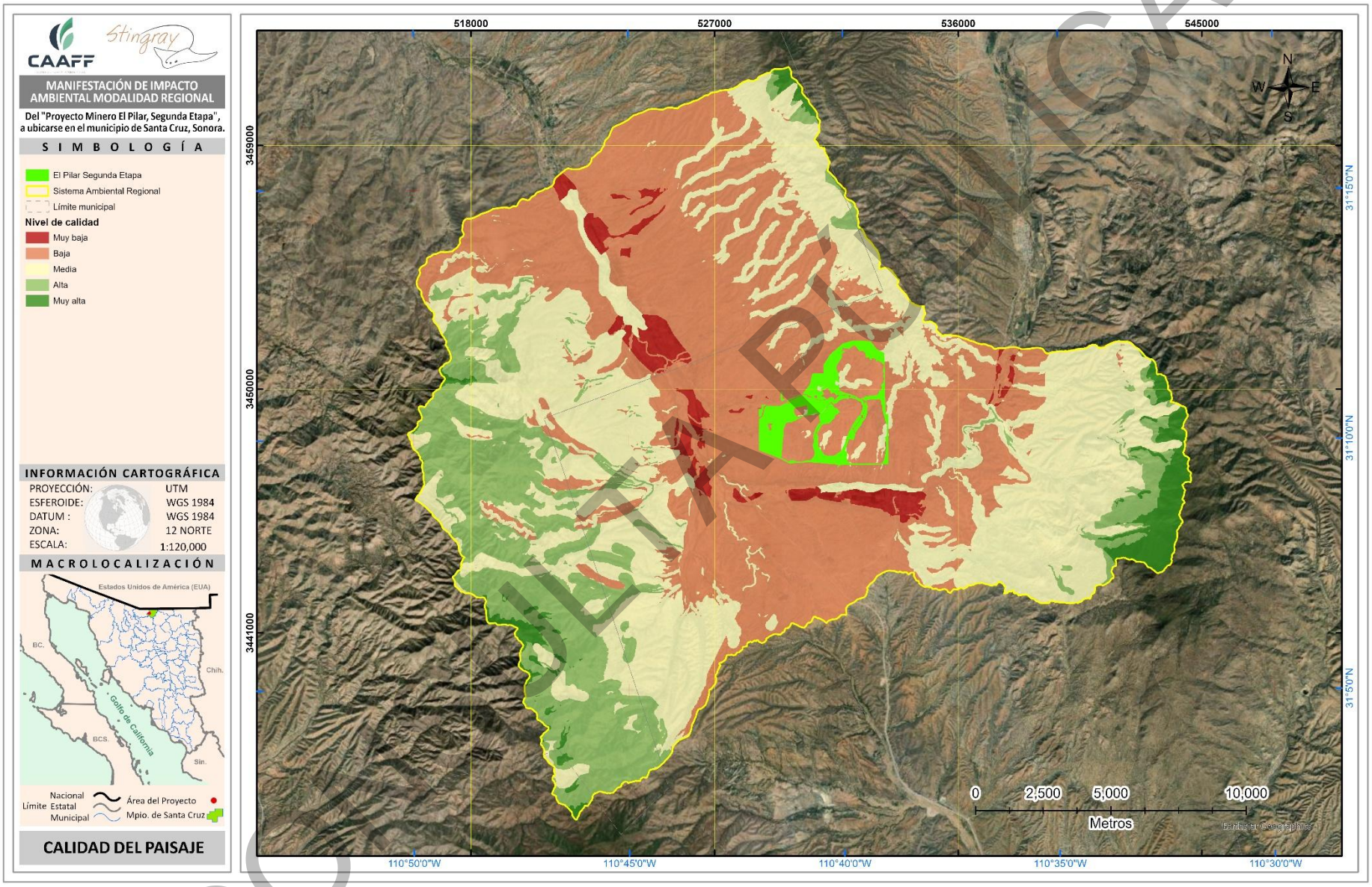


Figura 94. Mapa de Calidad del Paisaje.

COPIA PÚBLICA

IV.3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para recabar el análisis socioeconómico del proyecto, se emplea la información de censos y microdatos de INEGI (Censo 2020, Conteos y Encuestas)[115]; informes estatales (COESPO)[116], CONEVAL[117] (pobreza municipal), plataformas como DataMéxico[118] para indicadores económicos y empleo, DENUE[119] y SEP[120].

El alcance del análisis parte de la descripción demográfica, perfil económico, infraestructura y servicios, educación y salud, condiciones de pobreza y vulnerabilidad, movilidad y uso del suelo. Lo anterior mediante una revisión documental, extracción de indicadores clave por municipio (población, estructura por edad, tasa de crecimiento, alfabetismo, escolaridad promedio, tasa de pobreza, acceso a servicios básicos, principales actividades económicas).

Dentro de la superficie del Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto se encuentran tres municipios del estado de Sonora; sin embargo, debido a su localización geográfica, el "**Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa**" se desarrolla exclusivamente dentro del municipio de Santa Cruz. Aun así, dadas las dimensiones, el carácter regional de sus interacciones ambientales y la naturaleza operativa del proyecto, su viabilidad depende en buena medida de los recursos humanos, logísticos, comerciales y financieros disponibles en el municipio de Nogales, el cual funciona como centro urbano articulador de servicios. Desde una perspectiva espacial y ambiental, esta distribución territorial implica que los impactos directos del proyecto se concentrarán en Santa Cruz, mientras que los impactos indirectos y sinérgicos, relacionados con movilidad, demanda de servicios, infraestructura y presión sobre ecosistemas regionales, pueden manifestarse tanto en Santa Cruz como en Nogales. Esto subraya la importancia de considerar el paisaje y sus unidades territoriales como un sistema interdependiente, en el que los flujos ecológicos, económicos y sociales trascienden los límites político-administrativos, siendo indispensable evaluar la conectividad ecológica, la capacidad de carga de los ecosistemas circundantes y la disponibilidad regional de servicios para garantizar un manejo ambiental adecuado.

CONSULTA PÚBLICA

[115] NEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx
[116] COESPO. (2020). Indicadores sociales y económicos del estado de Sonora. Comisión Estatal de Población de Sonora.
[117] CONEVAL. (2020). Medición de la pobreza municipal en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx
[118] DataMéxico. (2020). Indicadores económicos y de empleo por municipio. https://datamexico.org
[119] DENUE. (2020). Directorio Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/denue
[120] SEP. (2020). Estadísticas educativas. Secretaría de Educación Pública. https://www.sep.gob.mx

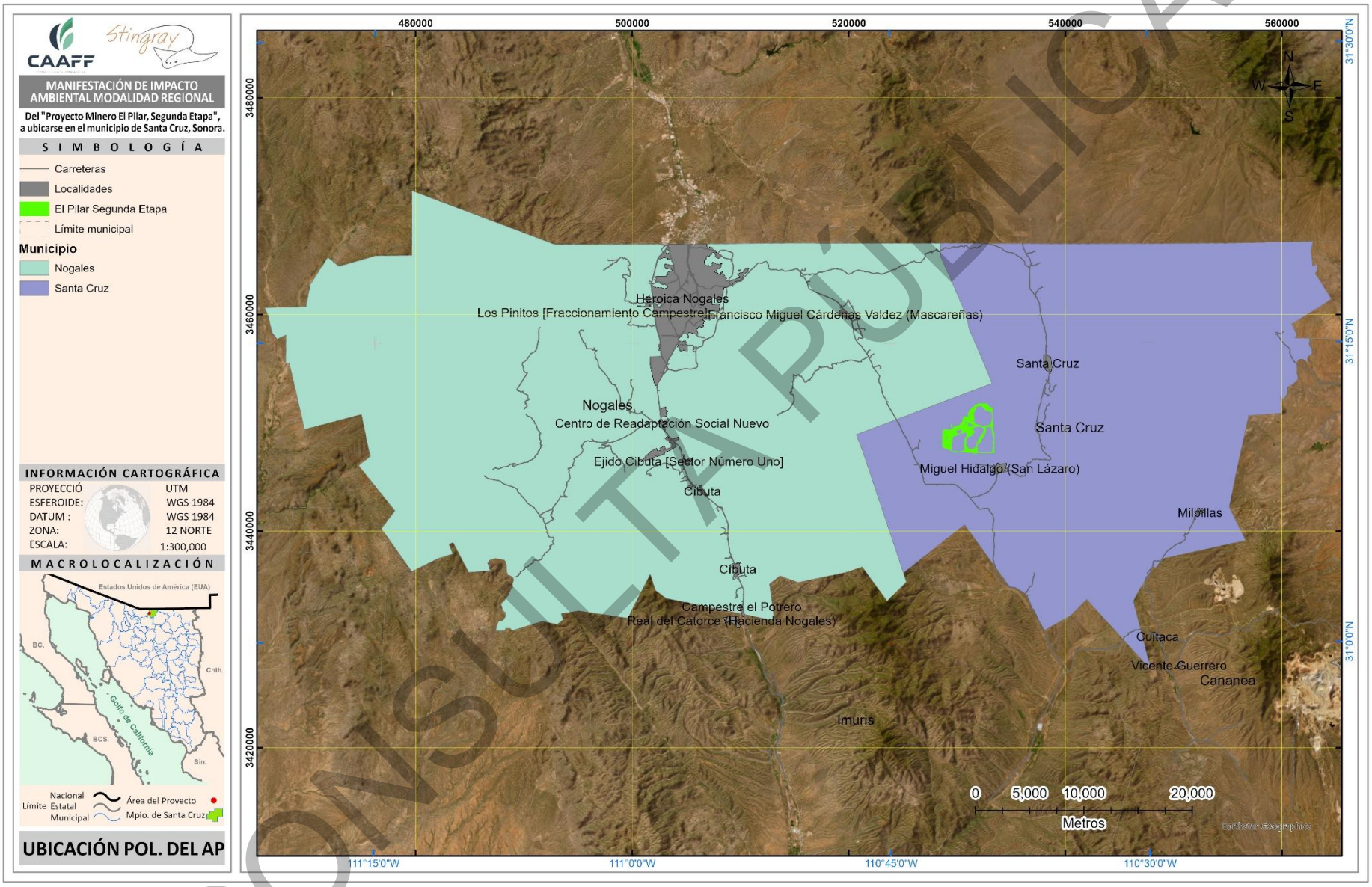


Figura 95. Ubicación política del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".

CONSULTA PÚBLICA

El municipio de Nogales se sitúa en el extremo norte del estado de Sonora, en un corredor transfronterizo de alta relevancia económica y logística que conecta a México con los Estados Unidos a través del estado de Arizona. Su localización estratégica dentro del eje Cananea–Nogales–Tucson lo convierte en un nodo fundamental para el comercio internacional, la industria maquiladora, la movilidad poblacional y el tránsito de mercancías.

Por su parte, Santa Cruz es un municipio de carácter predominantemente rural, localizado al sureste de Nogales, conformado por pequeñas localidades dispersas y extensas áreas naturales y agropecuarias. Su dinámica social y económica depende en gran medida de la actividad agropecuaria, de la movilidad hacia municipios cercanos y del acceso limitado a infraestructura urbana.

Conectividad

Nogales cuenta con infraestructura carretera principal (Carretera Federal 15, conexión a autopistas hacia Hermosillo y Tucson), aduanas y cruces fronterizos, terminales de transporte y vías ferroviarias orientadas al intercambio comercial. Esta conectividad facilita flujos intensos de bienes, servicios y personas.

Santa Cruz presenta menor densidad vial; sus caminos conectan con localidades rurales y con Nogales como centro económico más cercano. Su accesibilidad condiciona el acceso a servicios de salud, educación y mercado laboral.

Influencia regional en los patrones socioeconómicos

En Nogales, el crecimiento demográfico, la demanda de vivienda, la transformación del uso de suelo y la presión sobre servicios urbanos derivan de su rol metropolitano y maquilador.

En Santa Cruz, la disminución poblacional responde a migración, baja diversificación económica y limitaciones en infraestructura pública.

IV.3.4.1 Demografía

Nogales presenta una tendencia sostenida de crecimiento poblacional, impulsada por inmigración interna relacionada con la oferta laboral industrial. En contraste, Santa Cruz presenta despoblamiento progresivo asociado a la migración laboral y educativa hacia centros urbanos.

IV.3.4.1.1 Población

IV.3.4.1.1.1 Nogales, Sonora

El municipio de Nogales registra en 2020 una población total de 264,782 habitantes, con una distribución prácticamente equilibrada entre hombres (49.95%) y mujeres (50.05%), lo que se refleja en una relación de 99.8 hombres por cada 100 mujeres. La estructura por edad indica una población predominantemente joven, con una edad mediana de 28 años y un 26.4% de habitantes entre los 15 y 29 años, proporción similar entre hombres (26.61%) y mujeres (26.20%). Aunque la presencia de adultos mayores es aún reducida —7.95% del total— se observa un índice de envejecimiento de 29.91%, lo que sugiere un proceso de envejecimiento demográfico incipiente.

CONSULTA PÚBLICA

En cuanto a los grupos de edad, la población infantil (0-14 años) alcanza 70,320 personas, mientras que la población joven (15-29 años) suma 69,885 habitantes. La población adulta entre 30 y 59 años comprende aproximadamente 104,416 personas, constituyendo el principal sector productivo del municipio. Por su parte, los adultos mayores (60 años o más) representan 20,937 individuos. Esta estructura genera una relación de dependencia de 46.17%, lo que indica que por cada 100 personas en edad productiva existen alrededor de 46 dependientes, un valor moderado asociado a poblaciones en transición demográfica.

Nogales es un municipio claramente urbano, con una densidad de 150.74 habitantes por km² y solo 1.38% de su población residiendo en localidades menores a 2,500 habitantes. La presencia de población afrodescendiente alcanza 1.15%, proporción superior a la media estatal, lo que sugiere una diversidad étnica relevante. En conjunto, el perfil demográfico revela un municipio densamente poblado, de carácter urbano, con una población joven-adulta predominante y una estructura demográfica en proceso de maduración, lo que influye directamente en la demanda de vivienda, servicios urbanos, infraestructura educativa y atención social a grupos vulnerables.

Tabla 242. Indicadores de población de Nogales, Sonora (Censo 2020, INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población total	264,782 Personas
Población total hombres	132,260 Personas
Población total mujeres	132,522 Personas
Porcentaje de población de 15 a 29 años	26.40%
Porcentaje de hombres de 15 a 29 años	26.61%
Porcentaje de mujeres de 15 a 29 años	26.20%
Porcentaje de población de 60 y más años	7.95%
Porcentaje de hombres de 60 y más años	7.20%
Porcentaje de mujeres de 60 y más años	8.69%
Edad mediana	28 Años
Edad mediana hombres	27 Años
Edad mediana mujeres	28 Años
Relación hombres-mujeres	99.80 Hombres por cada 100 mujeres
Población de edad no especificada	79 Personas
Población de 0 a 4 años	20,820 Personas
Población de 5 a 9 años	23,879 Personas
Población de 10 a 14 años	25,621 Personas
Población de 100 años y más	5 Personas
Población de 15 a 19 años	24,351 Personas
Población de 20 a 24 años	23,942 Personas
Población de 25 a 29 años	21,592 Personas
Población de 30 a 34 años	20,170 Personas
Población de 35 a 39 años	20,106 Personas
Población de 40 a 44 años	20,769 Personas
Población de 45 a 49 años	18,163 Personas
Población de 50 a 54 años	14,378 Personas
Población de 55 a 59 años	9,880 Personas
Población de 60 a 64 años	7,739 Personas
Población de 65 a 69 años	5,702 Personas
Población de 70 a 74 años	3,418 Personas
Población de 75 a 79 años	2,035 Personas
Población de 80 a 84 años	1,227 Personas
Población de 85 a 89 años	603 Personas
Población de 90 a 94 años	232 Personas
Población de 95 a 99 años	71 Personas

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Relación de dependencia	46.17%
Densidad de población	150.74 Habitantes por kilómetro cuadrado
Porcentaje de población en localidades de menos de 2 500 habitantes	1.38%
Índice de envejecimiento	29.91%
Porcentaje de población que se considera afrodescendiente	1.15%
Porcentaje de hombres	49.95%
Porcentaje de mujeres	50.05%

IV.3.4.1.2 Santa Cruz, Sonora

El municipio de Santa Cruz registró en 2020 una población total de **1,835 habitantes**, caracterizada por un predominio de hombres (52.43%) respecto a mujeres (47.57%), lo que se refleja en una relación de 110.19 hombres por cada 100 mujeres. La estructura por edad muestra una población ligeramente más envejecida en comparación con otros municipios de la región, ya que el 12.26% de los habitantes tiene 60 años o más y el índice de envejecimiento alcanza 43.19%, indicando que por cada 100 menores de 15 años hay 43 personas de 60 años o más. La edad mediana es de 29 años, aunque con diferencias internas: 30 años en hombres y 27 en mujeres, lo que evidencia una composición demográfica madura.

En cuanto a los grupos de edad, el 22.4% de la población corresponde a jóvenes entre 15 y 29 años, mientras que los menores de 15 años representan alrededor del 28.4% (521 personas). La población adulta (30-59 años) constituye cerca del 44% del total, mientras que los adultos mayores suman 225 personas. Esta distribución deriva en una relación de dependencia elevada (59.01%), lo que indica que por cada 100 personas en edad productiva existen alrededor de 59 individuos dependientes, principalmente menores y personas mayores.

El municipio presenta una densidad poblacional muy baja, de apenas 1.83 habitantes por km², reflejando un territorio predominantemente rural y disperso, condición reforzada por el hecho de que el 100% de la población habita en localidades menores a 2,500 habitantes. En cuanto a la diversidad étnica, únicamente el 0.22% se identifica como población afrodescendiente, lo que sugiere una presencia mínima de este grupo. En conjunto, Santa Cruz muestra un perfil demográfico caracterizado por baja densidad, estructura poblacional rural, ligera tendencia al envejecimiento y un peso importante de población dependiente, elementos que influyen en la demanda de servicios sociales, movilidad y atención focalizada para grupos vulnerables.

Tabla 243. Indicadores de población de Santa Cruz, Sonora (Censo 2020, INEGI).

indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población total	1,835 Personas
Población total hombres	962 Personas
Población total mujeres	873 Personas
Porcentaje de población de 15 a 29 años	22.40%
Porcentaje de hombres de 15 a 29 años	22.04%
Porcentaje de mujeres de 15 a 29 años	22.79%
Porcentaje de población de 60 y más años	12.26%
Porcentaje de hombres de 60 y más años	12.47%
Porcentaje de mujeres de 60 y más años	12.03%
Edad mediana	29 Años
Edad mediana hombres	30 Años
Edad mediana mujeres	27 Años
Relación hombres-mujeres	110.19 Hombres por cada 100 mujeres

CONSULTA PÚBLICA

indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de edad no especificada	0 Personas
Población de 0 a 4 años	174 Personas
Población de 5 a 9 años	185 Personas
Población de 10 a 14 años	162 Personas
Población de 100 años y más	0 Personas
Población de 15 a 19 años	140 Personas
Población de 20 a 24 años	119 Personas
Población de 25 a 29 años	152 Personas
Población de 30 a 34 años	116 Personas
Población de 35 a 39 años	116 Personas
Población de 40 a 44 años	121 Personas
Población de 45 a 49 años	130 Personas
Población de 50 a 54 años	106 Personas
Población de 55 a 59 años	89 Personas
Población de 60 a 64 años	65 Personas
Población de 65 a 69 años	57 Personas
Población de 70 a 74 años	40 Personas
Población de 75 a 79 años	30 Personas
Población de 80 a 84 años	26 Personas
Población de 85 a 89 años	3 Personas
Población de 90 a 94 años	3 Personas
Población de 95 a 99 años	1 Personas
Relación de dependencia	59.01%
Densidad de población	1.83 Habitantes por kilómetro cuadrado
Porcentaje de población en localidades de menos de 2 500 habitantes	100.00%
Índice de envejecimiento	43.19%
Porcentaje de población que se considera afrodescendiente	0.22%
Porcentaje de hombres	52.43%
Porcentaje de mujeres	47.57%

IV.3.4.1.1 Natalidad y mortandad

IV.3.4.1.1.1 Nogales, Sonora

En el municipio de Nogales, los indicadores demográficos recientes permiten identificar una dinámica de crecimiento natural positiva y una tendencia de fecundidad moderada. En 2010, las mujeres de 12 años y más registraban un promedio de 2.2 hijos nacidos vivos, cifra que refleja un nivel de fecundidad estable y consistente con el proceso de transición demográfica que caracteriza a la región. Para 2024 se reportaron 3,121 nacimientos registrados, lo que confirma la continuidad en la renovación generacional y el aporte sostenido de población joven.

En contraste, durante el mismo año se registraron 1,346 defunciones, lo que resulta en un saldo natural positivo y, por ende, en un incremento poblacional derivado principalmente de los nacimientos. Sin embargo, dentro de las cifras de mortalidad, destacan las 53 defunciones de menores de un año, un indicador crucial para evaluar las condiciones de salud materno-infantil. De estas muertes, 25 correspondieron a niños y 28 a niñas, mostrando una ligera mayor afectación en el sexo femenino, aunque las diferencias son mínimas y deben interpretarse dentro del contexto local.

CONSULTA PÚBLICA

En conjunto, estos datos evidencian que Nogales mantiene un crecimiento demográfico basado en la fecundidad, acompañado de retos en materia de salud infantil y atención perinatal, lo que subraya la importancia de fortalecer los servicios médicos preventivos y las políticas públicas orientadas al bienestar de madres, niñas y niños.

Tabla 244. Indicadores de natalidad y mortandad de Nogales, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más (Promedio), 2010	2.2
Nacimientos registrados (Nacimientos registrados), 2024	3,121
Defunciones registradas (Defunciones registradas), 2024	1,346
Defunciones registradas de menores de un año (Defunciones registradas), 2024	53
Defunciones registradas de menores de un año. Hombres (Defunciones registradas), 2024	25
Defunciones registradas de menores de un año. Mujeres (Defunciones registradas), 2024	28

IV.3.4.1.1.1 Santa Cruz, Sonora

En el municipio, los indicadores demográficos disponibles muestran una dinámica poblacional de baja magnitud pero con un comportamiento claro en términos de fecundidad y mortalidad. En 2010, las mujeres de 12 años y más registraban un promedio de 2.6 hijos nacidos vivos, lo que refleja un nivel de fecundidad ligeramente superior al promedio nacional de ese periodo, característico de contextos rurales o con menor densidad poblacional. Para 2024 se registraron únicamente 20 nacimientos, cifra que evidencia una reducción sustancial en los niveles de fecundidad efectiva y un ritmo de crecimiento natural muy limitado.

En materia de mortalidad, durante 2024 se reportaron 12 defunciones, lo que resulta en un saldo natural positivo, aunque reducido, con un crecimiento poblacional mínimo derivado de la diferencia entre nacimientos y defunciones. Dentro de estas cifras destaca la presencia de una defunción de un menor de un año, correspondiente a un niño, lo que indica la necesidad de mantener vigilancia en materia de salud materno-infantil, aunque la cifra absoluta es muy baja.

En conjunto, los datos muestran una población con fecundidad histórica relativamente alta, pero con niveles de natalidad actuales muy bajos, lo que sugiere un proceso avanzado de transición demográfica, propio de municipios pequeños y de carácter rural. Esta dinámica implica una tendencia hacia un crecimiento poblacional reducido, acompañado de desafíos en la provisión de servicios de salud, particularmente aquellos dirigidos a la atención oportuna de embarazos y la prevención de mortalidad infantil.

Tabla 245. Indicadores de natalidad y mortandad de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más (Promedio), 2010	2.6
Nacimientos registrados (Nacimientos registrados), 2024	20
Defunciones registradas (Defunciones registradas), 2024	12
Defunciones registradas de menores de un año (Defunciones registradas), 2024	1
Defunciones registradas de menores de un año. Hombres (Defunciones registradas), 2024	1
Defunciones registradas de menores de un año. Mujeres (Defunciones registradas), 2024	0

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.4.1.2 Migración

IV.3.4.1.2.1 Nogales, Sonora

Los indicadores de lugar de nacimiento y residencia muestran que el municipio presenta una población mayoritariamente originaria del estado, aunque con una presencia significativa de personas provenientes de otras entidades del país. En 2020, un total de 187,900 habitantes nacieron en la entidad, con una distribución equilibrada entre mujeres (94,473) y hombres (93,427). Paralelamente, 65,709 personas nacieron en otra entidad federativa, lo que representa un componente migratorio interno importante, igualmente dividido entre población femenina (32,654) y masculina (33,055).

En relación con la residencia previa, los datos indican que la mayoría de los habitantes mayores de cinco años—230,077 personas—ya residía en la entidad en marzo de 2015, lo cual refleja estabilidad poblacional y arraigo en el territorio. De este total, 115,871 eran mujeres y 114,206 hombres. Por otro lado, 10,440 personas de cinco años o más residían en otra entidad en 2015, una cifra relativamente baja frente al total municipal, aunque suficiente para evidenciar movilidad interna por motivos laborales, familiares o económicos. Esta población migrante reciente se divide en 5,052 mujeres y 5,388 hombres.

En conjunto, estos indicadores reflejan un municipio con una población predominantemente local, pero con flujos migratorios internos constantes que contribuyen a su dinámica demográfica. La movilidad registrada sugiere un territorio con capacidad de atracción poblacional, posiblemente vinculada a oportunidades económicas, conectividad regional y su relevancia como punto estratégico en el contexto estatal y fronterizo.

Tabla 246. Indicadores de migración de Nogales, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población nacida en la entidad	187,900
Población femenina nacida en la entidad	94,473
Población masculina nacida en la entidad	93,427
Población nacida en otra entidad	65,709
Población femenina nacida en otra entidad	32,654
Población masculina nacida en otra entidad	33,055
Población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	230,077
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	115,871
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	114,206
Población de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	10,440
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	5,052
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	5,388

CONSULTA PÚBLICA

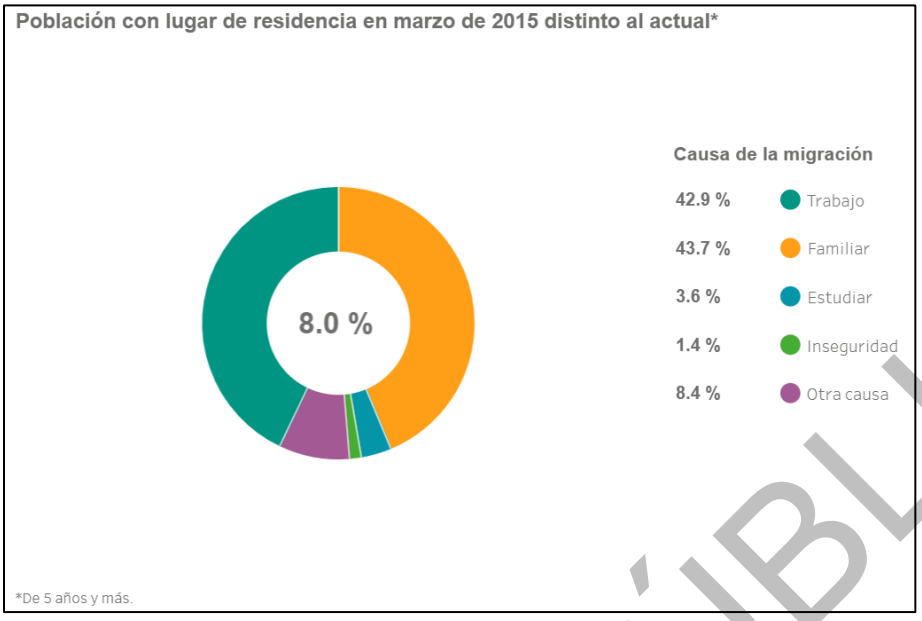


Figura 96. Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual (de 5 años y más) en Nogales, Sonora (INEGI).

IV.3.4.1.2.2 Santa Cruz, Sonora

Los indicadores correspondientes al municipio muestran una composición poblacional con fuerte arraigo local, pero también con presencia de migración interna, particularmente masculina. En 2020, la mayor parte de la población, 1,575 personas, nació dentro de la entidad, destacando un ligero predominio femenino (800 mujeres frente a 775 hombres). A esta población se suman 229 habitantes nacidos en otra entidad federativa, aunque con una distribución marcadamente desigual: 169 son hombres y solo 60 mujeres, lo que sugiere procesos migratorios internos asociados principalmente a actividades laborales de carácter masculino.

Respecto a la residencia previa, la gran mayoría de la población de cinco años y más ya residía en la entidad en marzo de 2015, con un total de 1,566 habitantes (774 mujeres y 792 hombres), lo que evidencia estabilidad demográfica y permanencia territorial. No obstante, un grupo de 79 personas residía en otra entidad en ese mismo año, compuesto por 68 hombres y únicamente 11 mujeres, reforzando la tendencia de movilidad masculina hacia el municipio.

En conjunto, estos datos confirman que se trata de una comunidad pequeña, con alta permanencia local y flujos migratorios modestos pero claramente masculinizados. Esto puede estar vinculado a oportunidades específicas de empleo, actividades agropecuarias o servicios que atraen población masculina de otras entidades. La estabilidad residencial predominante también sugiere cohesión comunitaria y relaciones sociales consolidadas dentro del territorio.

Tabla 247. Indicadores de migración de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población nacida en la entidad	1575
Población femenina nacida en la entidad	800
Población masculina nacida en la entidad	775
Población nacida en otra entidad	229
Población femenina nacida en otra entidad	60

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población masculina nacida en otra entidad	169
Población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	1566
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	774
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	792
Población de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	79
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	11
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	68

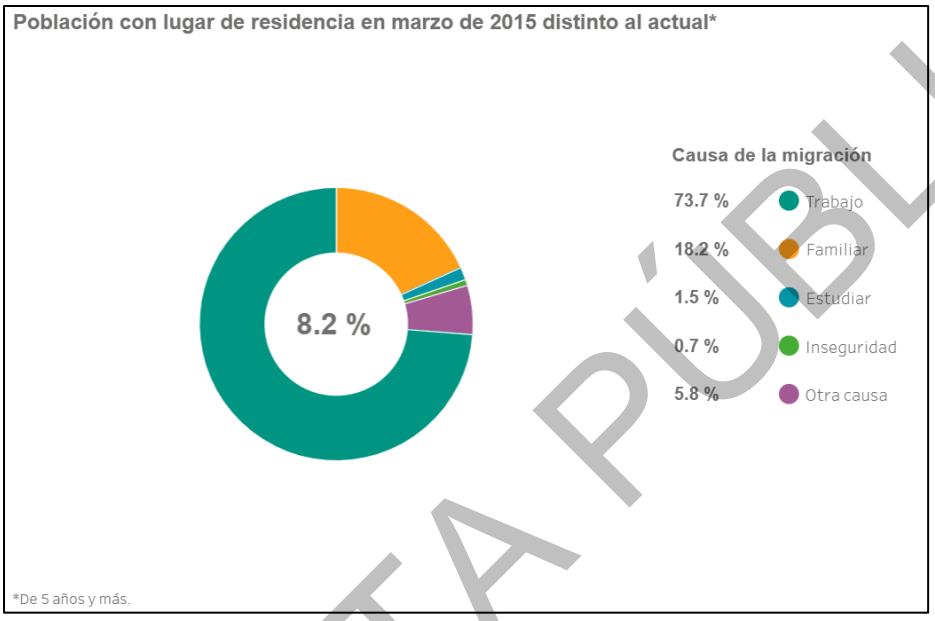


Figura 97. Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual (de 5 años y más) en Santa Cruz, Sonora (INEGI).

IV.3.4.1.3 Educación

IV.3.4.1.3.1 Nogales, Sonora

Los indicadores educativos reportados por el Censo de Población y Vivienda 2020 muestran un panorama caracterizado por avances significativos en la escolarización, aunque persisten rezagos en grupos infantiles y adultos. En edades tempranas, se observa que 7,710 niños de 3 a 5 años no asisten a la escuela, así como 1,150 de 6 a 11 años y 922 adolescentes de 12 a 14 años, lo que evidencia brechas en la cobertura de educación básica. En contraste, la asistencia en niveles medio superior y superior es considerable, con 11,415 jóvenes de 15 a 17 años y 10,904 personas de 18 a 24 años inscritas en instituciones educativas, lo que refleja una continuidad relevante en la trayectoria académica. No obstante, persiste un núcleo de población con limitaciones educativas importantes: 676 menores de 8 a 14 años no saben leer ni escribir, mientras que 1,928 adultos de 15 años y más se encuentran en condición de analfabetismo. Asimismo, 3,009 personas carecen de escolaridad y 6,693 presentan primaria incompleta, cifras que revelan desigualdades acumuladas a lo largo del tiempo. A medida que avanza el nivel educativo, la población se concentra en la secundaria completa (59,818 personas) y, de forma destacada, en la educación posbásica (94,050 personas), lo cual apunta hacia una estructura educativa en proceso de consolidación. El grado promedio de escolaridad alcanza 10.59 años, con diferencias mínimas entre mujeres (10.54) y hombres (10.63), lo que sugiere una brecha de género prácticamente cerrada en el acceso a la educación formal. En conjunto, estos indicadores permiten identificar tanto las áreas de progreso como los segmentos que requieren atención prioritaria para fortalecer la inclusión educativa y reducir rezagos estructurales en el municipio.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 248. Indicadores de educativos de la población de Nogales, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	7,710
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	1,150
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	922
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	11,415
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	10,904
Población femenina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	5,487
Población masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	5,417
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	676
Población femenina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	284
Población masculina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	392
Población de 15 años y más analfabeta	1,928
Población femenina de 15 años y más analfabeta	1,004
Población masculina de 15 años y más analfabeta	924
Población de 15 años y más sin escolaridad	3,009
Población femenina de 15 años y más sin escolaridad	1,511
Población masculina de 15 años y más sin escolaridad	1,498
Población de 15 años y más con primaria incompleta	6,693
Población femenina de 15 años y más con primaria incompleta	3,298
Población masculina de 15 años y más con primaria incompleta	3,395
Población de 15 años y más con primaria completa	16,453
Población femenina de 15 años y más con primaria completa	8,396
Población masculina de 15 años y más con primaria completa	8,057
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	5,611
Población femenina de 15 años y más con secundaria incompleta	2,549
Población masculina de 15 años y más con secundaria incompleta	3,062
Población de 15 años y más con secundaria completa	59,818
Población femenina de 15 años y más con secundaria completa	31,102
Población masculina de 15 años y más con secundaria completa	28,716
Población de 18 años y más con educación posbásica	94,050
Población femenina de 18 años y más con educación posbásica	46,287
Población masculina de 18 años y más con educación posbásica	47,763
Grado promedio de escolaridad	10.59
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	10.54
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	10.63

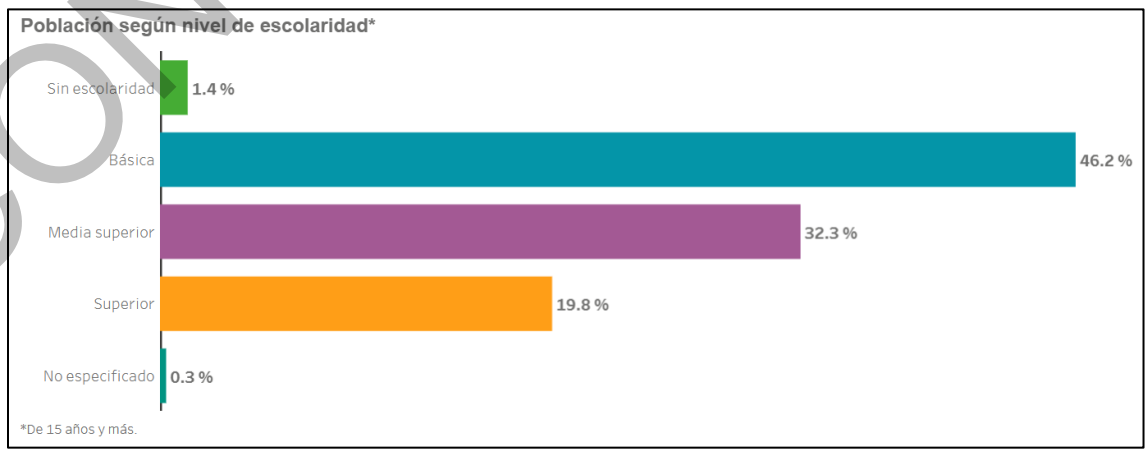


Figura 98. Población según nivel de escolaridad en Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

CONSULTA PÚBLICA

La estructura educativa del municipio muestra una disponibilidad amplia de servicios de enseñanza básica, acompañada por una oferta más limitada en niveles medio superior y superior. En total, se registran **329 unidades educativas**, de las cuales la mayor proporción corresponde al nivel **básico**, con **247 centros**, integrados por educación inicial general (2), preescolar (90), primaria (109) y secundaria (46), lo que confirma una cobertura sólida para atender a la población infantil y adolescente. La oferta educativa especializada cuenta con **4 centros CAM**, orientados a la atención de estudiantes con necesidades educativas especiales, mientras que la formación para el trabajo dispone de **4 unidades**, contribuyendo a la capacitación laboral de jóvenes y adultos. En cuanto a educación inicial comunitaria, se identifican **17 espacios**, esenciales para el desarrollo temprano en localidades con menor infraestructura. El nivel **medio superior** está representado por **45 planteles de bachillerato**, suficientes para sostener la transición educativa posterior a la secundaria, aunque con menor presencia territorial en comparación con los niveles básicos. Finalmente, la educación **superior** cuenta con **12 unidades de licenciatura**, reflejando una oferta limitada en formación profesional local y, por tanto, una probable dependencia hacia centros educativos regionales para estudios universitarios avanzados. En conjunto, esta distribución revela un sistema educativo robusto en las etapas formativas básicas, pero aún con retos en la expansión y diversificación de los niveles superiores.

Tabla 249. Número de instituciones educativas por nivel educativo de Nogales, Sonora (SEP, 2020).

Nivel educativo	Número de unidades
Básica	
Inicial general	2
Preescolar	90
Primaria	109
Secundaria	46
Total	**247**
Capacitación	
Formación para el trabajo	4
Total	**4**
Especial	
Cam	4
Total	**4**
Inicial	
Inicial	17
Total	**17**
Media superior	
Bachillerato	45
Total	**45**
Superior	
Licenciatura	12
Total	**12**
Total general	**329**

IV.3.4.1.3.2 Santa Cruz, Sonora

Los indicadores educativos del Censo de Población y Vivienda 2020 evidencian que en el municipio persiste un rezago moderado en los niveles básicos, aunque se observan avances en la continuación escolar en la adolescencia y juventud. En edades tempranas, 50 niños de 3 a 5 años, 22 de 6 a 11 años y 12 adolescentes de 12 a 14 años no asisten a la escuela, lo que revela brechas puntuales en la cobertura educativa inicial. En contraste, la participación escolar aumenta en los niveles posteriores, registrándose 47 jóvenes de 15 a 17 años y 18 personas de 18 a 24

CONSULTA PÚBLICA

años que continúan estudiando, con una distribución equilibrada por sexo. En cuanto al alfabetismo, los datos muestran una presencia reducida de menores que aún no saben leer y escribir (4 entre 8 y 14 años), mientras que la población adulta presenta 17 personas analfabetas, cifra que indica un rezago educativo limitado pero persistente. Respecto a la escolaridad alcanzada, se observa una concentración significativa en la primaria completa (302 personas) y, principalmente, en la secundaria completa (542 personas), lo que configura un perfil educativo orientado hacia la formación básica obligatoria. La población con educación posbásica asciende a 267 personas, lo que refleja la presencia de capital humano con niveles medios y superiores, aunque en menor proporción respecto al total. El grado promedio de escolaridad, de 8.5 años, confirma una estructura educativa centrada en la secundaria, con diferencias mínimas entre mujeres (8.57) y hombres (8.45), lo que indica una brecha de género prácticamente inexistente. En conjunto, estos datos permiten identificar un contexto educativo funcional pero con áreas de oportunidad en la atención temprana y la reducción definitiva del rezago básico.

Tabla 250. Indicadores de educativos de la población de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	50
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	22
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	12
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	47
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	18
Población femenina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	10
Población masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	8
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	4
Población femenina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	1
Población masculina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	3
Población de 15 años y más analfabeta	17
Población femenina de 15 años y más analfabeta	8
Población masculina de 15 años y más analfabeta	9
Población de 15 años y más sin escolaridad	22
Población femenina de 15 años y más sin escolaridad	10
Población masculina de 15 años y más sin escolaridad	12
Población de 15 años y más con primaria incompleta	106
Población femenina de 15 años y más con primaria incompleta	54
Población masculina de 15 años y más con primaria incompleta	52
Población de 15 años y más con primaria completa	302
Población femenina de 15 años y más con primaria completa	113
Población masculina de 15 años y más con primaria completa	189
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	29
Población femenina de 15 años y más con secundaria incompleta	9
Población masculina de 15 años y más con secundaria incompleta	20
Población de 15 años y más con secundaria completa	542
Población femenina de 15 años y más con secundaria completa	274
Población masculina de 15 años y más con secundaria completa	268
Población de 18 años y más con educación posbásica	267
Población femenina de 18 años y más con educación posbásica	120
Población masculina de 18 años y más con educación posbásica	147
Grado promedio de escolaridad	8.5
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	8.57
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	8.45

CONSULTA PÚBLICA

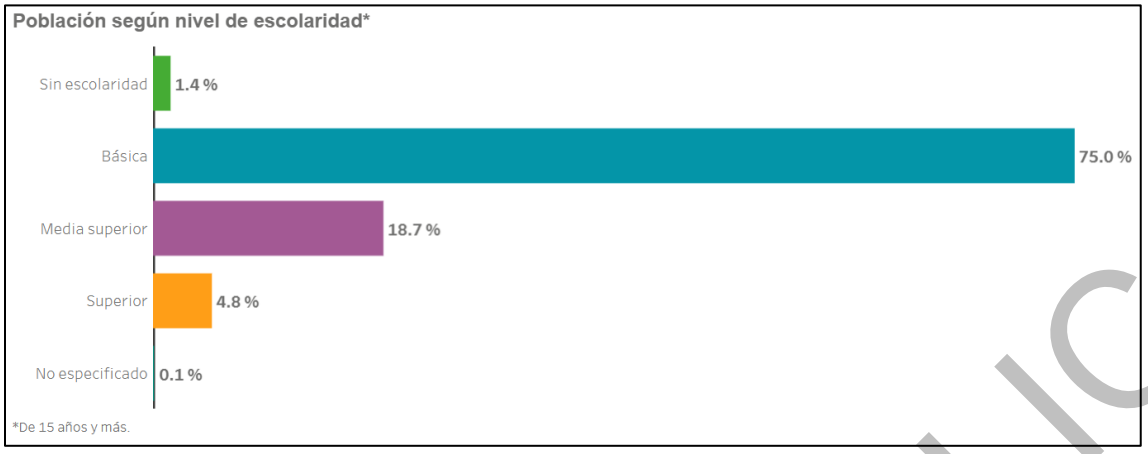


Figura 99. Población según nivel de escolaridad en Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

La infraestructura educativa del municipio es limitada y se concentra casi exclusivamente en el nivel básico, lo que refleja un sistema orientado principalmente a atender a la población infantil y adolescente más joven. En total, se contabilizan **10 unidades educativas**, de las cuales **9 pertenecen al nivel básico**, distribuidas equitativamente entre **preescolar (3)**, **primaria (3)** y **secundaria (3)**, lo que garantiza una cobertura mínima pero suficiente para las etapas esenciales de formación obligatoria. En contraste, la oferta de **educación media superior** se reduce a un solo plantel de bachillerato, lo que evidencia una capacidad restringida para atender la demanda educativa de los jóvenes que concluyen la secundaria. Esta concentración de servicios en los niveles iniciales y la casi ausencia de infraestructura educativa superior sugiere que una proporción significativa de los estudiantes debe desplazarse a otros municipios para continuar su formación, lo cual implica costos adicionales para las familias y una dependencia educativa externa, especialmente relevante en el análisis socioeconómico del área de influencia del proyecto.

Tabla 251. Número de instituciones educativas por nivel educativo de Santa Cruz, Sonora (SEP, 2020).

Nivel educativo	Número de unidades
Básica	
Preescolar	3
Primaria	3
Secundaria	3
Total	**9**
Media superior	
Bachillerato	1
Total	**1**
Total general	**10**

IV.3.4.1.4 Salud

IV.3.4.1.4.1 Nogales, Sonora

La información del Censo de Población y Vivienda 2020 muestra que en Nogales la gran mayoría de los habitantes cuenta con algún tipo de afiliación a servicios de salud, registrándose 217,031 personas con cobertura, mientras que 47,264 no están afiliadas a ninguna institución, conformando un sector significativo de población vulnerable ante riesgos sanitarios. Entre quienes sí cuentan con acceso a servicios médicos, predomina ampliamente la afiliación al Instituto Mexicano del Seguro Social, que concentra 168,266 registros y refleja la fuerte presencia de empleo formal en el municipio. En menor medida se observa la afiliación al ISSSTE y al ISSSTE estatal, con 10,383

CONSULTA PÚBLICA

y 5,098 personas respectivamente, así como a instituciones vinculadas a PEMEX, Secretaría de la Defensa Nacional o Marina, que en conjunto integran 1,598 registros. Por su parte, el Instituto de Salud para el Bienestar agrupa 25,355 afiliaciones, lo que evidencia la presencia de población con acceso a servicios públicos pero fuera del esquema de seguridad social formal. La afiliación a servicios privados, registrada en 7,162 personas, indica la existencia de un sector con mayores capacidades económicas, mientras que 704 habitantes se encuentran cubiertos por IMSS-Bienestar y 2,562 por otras instituciones. Esta distribución confirma una dependencia marcada hacia la infraestructura del IMSS, así como la coexistencia de diferentes niveles de acceso a la salud, elementos que deben considerarse al evaluar la vulnerabilidad social y la capacidad de respuesta institucional frente a posibles impactos ambientales.

Tabla 252. Indicadores de salud de Nogales, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población sin afiliación a servicios de salud	47,264
Población afiliada a servicios de salud	217,031
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS	168,266
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE	10,383
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE estatal	5,098
Población afiliada a servicios de salud en PEMEX, Defensa o Marina	1,598
Población afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el Bienestar	25,355
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS BIENESTAR	704
Población afiliada a servicios de salud en una institución privada	7,162
Población afiliada a servicios de salud en otra institución	2,562

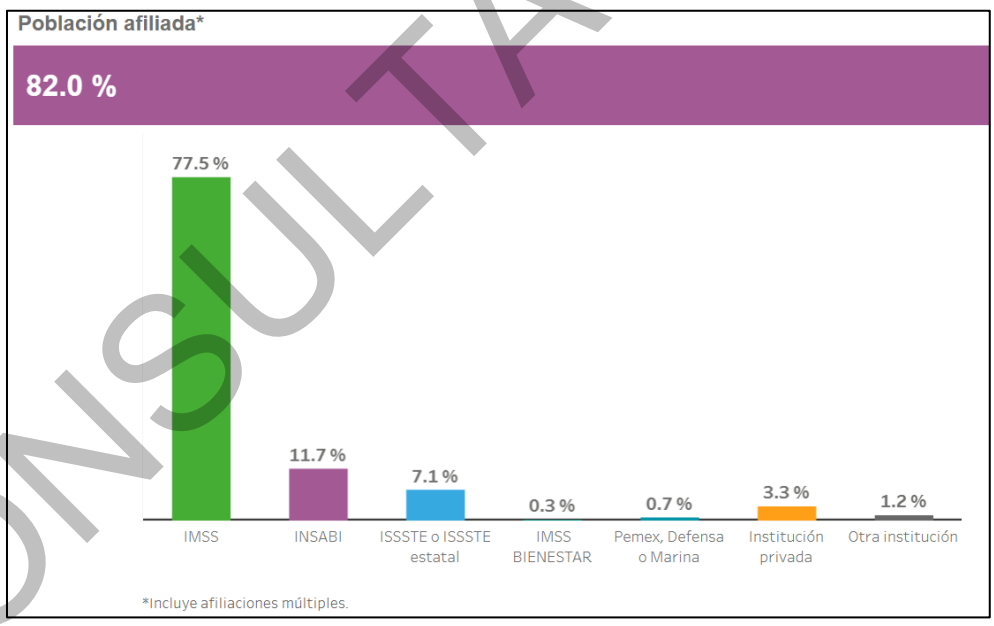


Figura 100. Población afiliada a servicios de salud en Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

El análisis de la disponibilidad de servicios de salud por localidad muestra una estructura de atención diversificada, aunque con claras diferencias en su nivel de formalidad. Un total de 19 localidades cuentan con clínica o centro de salud, lo que evidencia una adecuada presencia de infraestructura básica para la atención primaria. En contraste, solo 3 localidades disponen de consultorios médicos particulares y 3 cuentan con parteras o comadronas, lo que indica una oferta privada y tradicional limitada, pero funcional en ciertos núcleos poblacionales. La cobertura se ve reforzada por 11 localidades atendidas mediante brigadas móviles o caravanas

CONSULTA PÚBLICA

de salud, un componente crucial para acercar los servicios médicos a zonas rurales dispersas o de difícil acceso. Asimismo, 7 localidades disponen de promotores de salud, quienes fortalecen las actividades preventivas y comunitarias, mientras que 4 localidades cuentan con curanderos, reflejando la persistencia de prácticas de medicina tradicional. En conjunto, estos datos evidencian un esquema mixto de atención que combina infraestructura institucional con mecanismos móviles y figuras comunitarias para ampliar la cobertura sanitaria en el territorio.

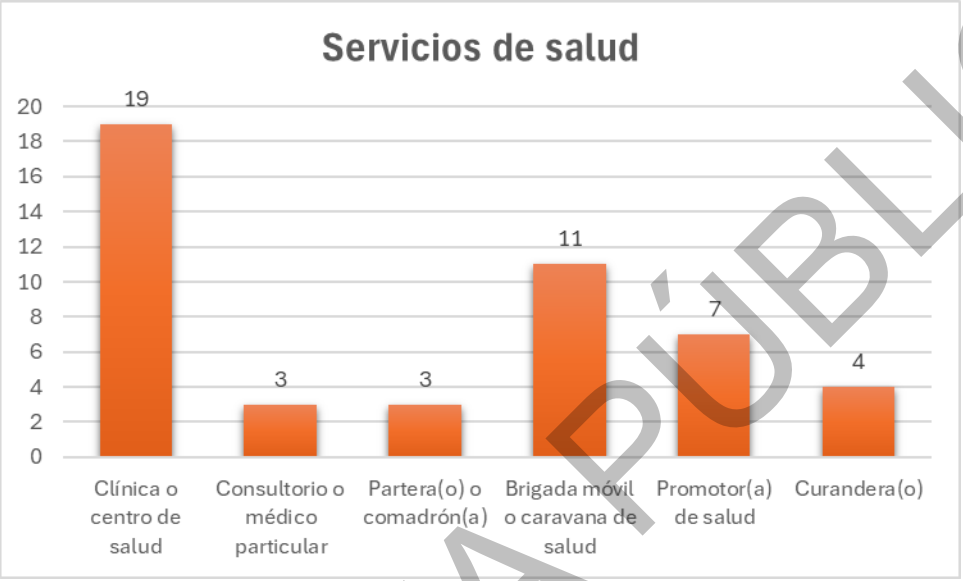


Figura 101. Servicios de salud en Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

IV.3.4.1.4.2 Santa Cruz, Sonora

La información del Censo de Población y Vivienda 2020 muestra que en Santa Cruz, Sonora, la mayoría de los habitantes cuenta con algún tipo de afiliación a servicios de salud, registrándose 1,594 personas con cobertura, mientras que 234 habitantes no están afiliados a ninguna institución, conformando el sector más vulnerable ante riesgos sanitarios. Dentro de la población afiliada, el Instituto de Salud para el Bienestar constituye la principal vía de acceso, con 735 personas, seguido del Instituto Mexicano del Seguro Social, que concentra 646 afiliaciones y refleja la presencia de trabajadores incorporados al mercado laboral formal. En menor proporción aparecen los afiliados al ISSSTE y al ISSSTE estatal, con 57 y 56 registros respectivamente, lo que evidencia la limitada participación del sector público federal y estatal en la estructura ocupacional local. La afiliación a servicios médicos privados, representada por 96 personas, señala la existencia de un grupo con mayor capacidad económica, mientras que la presencia de IMSS-Bienestar y otras instituciones es marginal, y no se reportan afiliaciones a servicios de PEMEX, Defensa o Marina. Este patrón confirma una marcada dependencia de los servicios públicos de salud y la coexistencia de distintos niveles de acceso, aspectos relevantes para valorar la vulnerabilidad de la población y su capacidad de respuesta ante posibles impactos derivados del proyecto.

Tabla 253. Indicadores de salud de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población sin afiliación a servicios de salud	234
Población afiliada a servicios de salud	1,594
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS	646
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE	57

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE estatal	56
Población afiliada a servicios de salud en PEMEX, Defensa o Marina	0
Población afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el Bienestar	735
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS BIENESTAR	1
Población afiliada a servicios de salud en una institución privada	96
Población afiliada a servicios de salud en otra institución	9

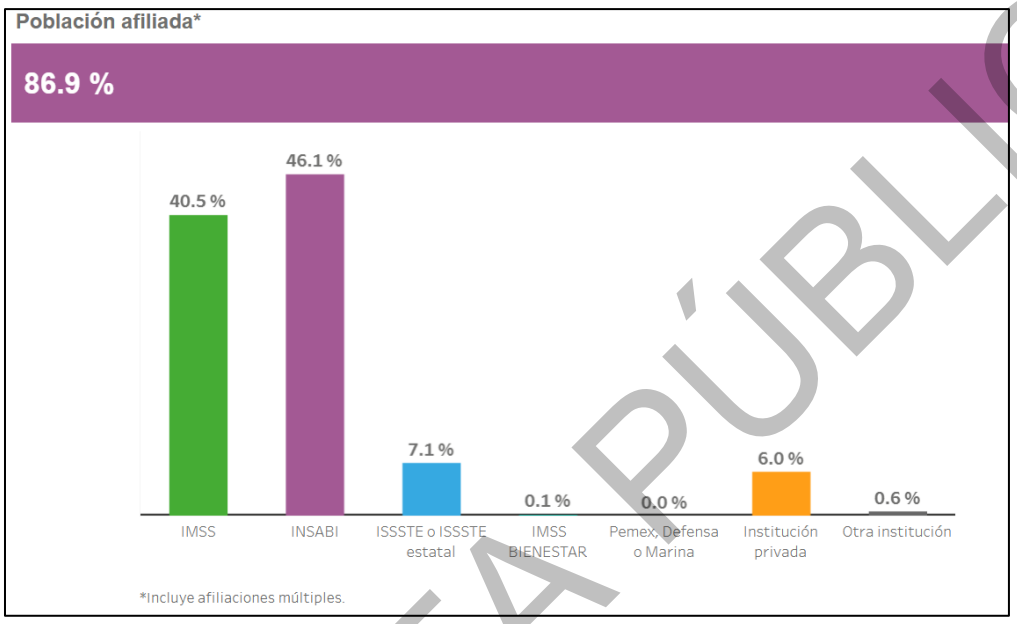


Figura 102. Población afiliada a servicios de salud en Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

La disponibilidad de servicios de salud en el municipio es sumamente limitada, ya que únicamente una localidad cuenta con una clínica o centro de salud, mientras que el resto de las modalidades de atención, consultorios médicos particulares, parteras o comadronas, brigadas móviles, promotores de salud y curanderos, no están presentes en ninguna localidad. Esta concentración exclusiva en un solo establecimiento formal evidencia una marcada centralización de los servicios sanitarios y una alta dependencia de una única unidad de atención, lo que puede traducirse en dificultades de acceso para la población residente en localidades periféricas o dispersas. La ausencia total de otras figuras comunitarias o alternativas de atención primaria también sugiere limitaciones en la cobertura preventiva y en la posibilidad de atención inmediata ante contingencias, lo cual constituye un factor relevante para la evaluación de vulnerabilidad social.

CONSULTA PÚBLICA

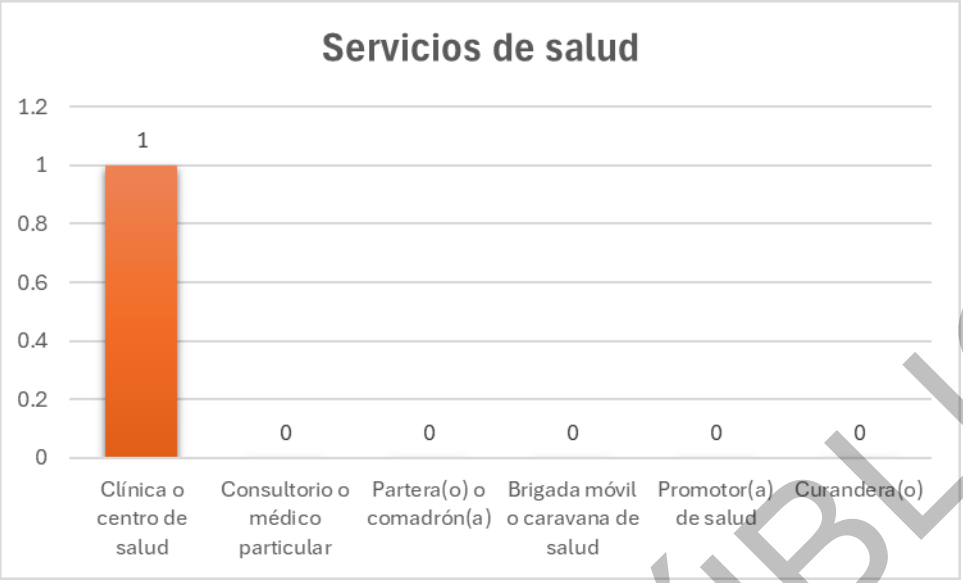


Figura 103. Servicios de salud en Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

IV.3.4.1.5 Economía

IV.3.4.1.5.1 Nogales, Sonora

La información del Censo de Población y Vivienda 2020 indica que en Nogales la población de 12 años y más muestra una alta participación en el ámbito laboral, con **136,116 personas** integradas a la Población Económicamente Activa (PEA). De ellas, 79,229 corresponden a hombres y 56,887 a mujeres, lo que refleja una mayor presencia masculina dentro del mercado de trabajo. En contraste, 72,196 personas forman parte de la población no económicamente activa, predominando las mujeres, con 48,263 registros, frente a 23,933 hombres, lo que evidencia diferencias de género vinculadas principalmente a responsabilidades domésticas y actividades no remuneradas. Dentro de la PEA, la ocupación es mayoritaria, con 133,861 personas empleadas, 77,607 hombres y 56,254 mujeres, mientras que la población desocupada asciende a 2,255 personas, integrada por 1,622 hombres y 633 mujeres. Este panorama laboral sugiere una economía local dinámica, con alta demanda de fuerza de trabajo y un nivel de desempleo reducido, aspectos relevantes para comprender las condiciones socioeconómicas del municipio y su capacidad para absorber variaciones en la actividad productiva derivadas de nuevos proyectos.

Tabla 254. Indicadores de economía de la población de Nogales, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 12 años y más económicamente activa	136,116
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	56,887
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	79,229
Población de 12 años y más no económicamente activa	72,196
Población femenina de 12 años y más no económicamente activa	48,263
Población masculina de 12 años y más no económicamente activa	23,933
Población de 12 años y más ocupada	133,861
Población femenina de 12 años y más ocupada	56,254
Población masculina de 12 años y más ocupada	77,607
Población de 12 años y más desocupada	2,255
Población femenina de 12 años y más desocupada	633
Población masculina de 12 años y más desocupada	1,622

CONSULTA PÚBLICA

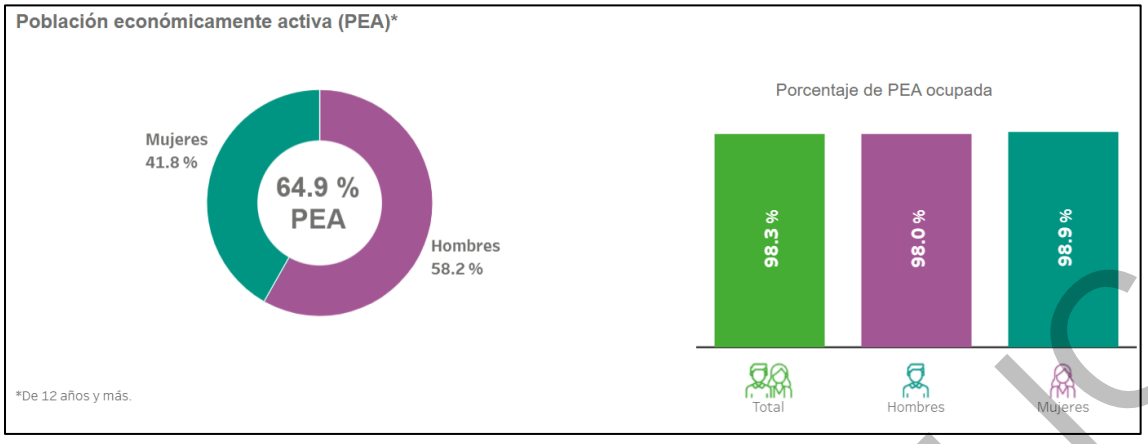


Figura 104. Población económicamente activa en Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

La estructura económica del municipio muestra una clara especialización en actividades terciarias, encabezadas por el comercio al por menor, que concentra 3,566 unidades económicas, equivalentes al 35.6% del total, consolidándose como el principal motor de la dinámica local. A este sector le siguen los servicios personales y otros servicios no gubernamentales, con 2,125 unidades (21.2%), así como los servicios de alojamiento y preparación de alimentos, que aportan 1,021 unidades (10.2%). Los servicios financieros y de seguros (356 unidades; 3.6%), los servicios de salud y asistencia social (626 unidades; 6.2%) y los servicios educativos (289 unidades; 2.9%) refuerzan el carácter predominantemente terciario del municipio. En cuanto al sector secundario, destacan las industrias manufactureras, agrupadas en tres clasificaciones, que suman 802 unidades, lo que representa aproximadamente 8.0% del total, mientras que la construcción aporta 47 unidades (0.47%) y la generación y suministro de energía y agua 13 unidades (0.13%). Las actividades primarias y la minería presentan una presencia marginal, con 2 unidades (0.02%) y 1 unidad (0.01%) respectivamente. Finalmente, las actividades gubernamentales y de impartición de justicia reúnen 163 unidades (1.6%). En conjunto, esta distribución revela una economía ampliamente terciarizada, con una participación manufacturera relevante y una muy baja aportación de actividades primarias y extractivas.

Tabla 255. Unidades económicas por actividad económica de Nogales, Sonora (DENUE).

Actividad	Número de unidades
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	2
Minería	1
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	13
Construcción	47
Industrias manufactureras	365
Industrias manufactureras	138
Industrias manufactureras	299
Comercio al por mayor	214
Comercio al por menor	3,566
Transportes, correos y almacenamiento	157
Transportes, correos y almacenamiento	17
Información en medios masivos	32
Servicios financieros y de seguros	356
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	166
Servicios profesionales, científicos y técnicos	249
Corporativos	1

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Número de unidades
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	84
Servicios educativos	289
Servicios de salud y de asistencia social	626
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	83
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1,021
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	2,125
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	163
Total	**10,014**

IV.3.4.1.5.2 Santa Cruz, Sonora

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, en Santa Cruz la dinámica laboral se caracteriza por una Población Económicamente Activa (PEA) integrada por **689 personas**, predominando los hombres con 516 participantes frente a 173 mujeres. Por otro lado, la población no económicamente activa asciende a 606 personas, donde las mujeres representan la mayoría con 486 registros, mientras que los hombres suman 120, lo que refleja una marcada división de actividades por género, común en municipios rurales de baja densidad poblacional. Dentro de la PEA, la mayor parte se encuentra ocupada, con 651 personas empleadas, 481 hombres y 170 mujeres, mientras que la población desocupada se limita a 38 personas, de las cuales 35 son hombres y 3 mujeres. Esta estructura laboral muestra un mercado de trabajo reducido pero con niveles bajos de desempleo, así como una participación económica fuertemente concentrada en población masculina, aspectos relevantes para evaluar la disponibilidad de mano de obra local y la sensibilidad socioeconómica ante nuevas actividades productivas.

Tabla 256. Indicadores de economía de la población de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 12 años y más económicamente activa	689
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	173
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	516
Población de 12 años y más no económicamente activa	606
Población femenina de 12 años y más no económicamente activa	486
Población masculina de 12 años y más no económicamente activa	120
Población de 12 años y más ocupada	651
Población femenina de 12 años y más ocupada	170
Población masculina de 12 años y más ocupada	481
Población de 12 años y más desocupada	38
Población femenina de 12 años y más desocupada	3
Población masculina de 12 años y más desocupada	35

CONSULTA PÚBLICA

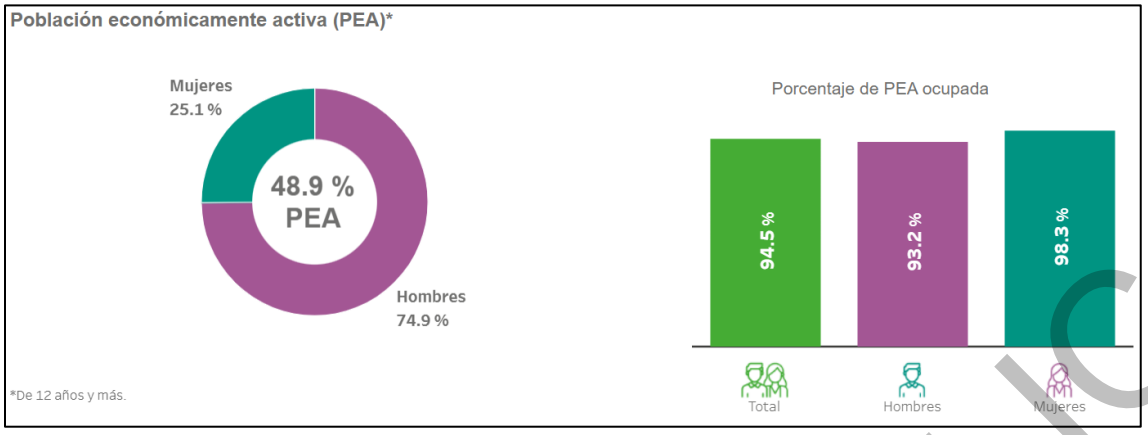


Figura 105. Población económicamente activa en Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

La actividad económica del municipio presenta una estructura reducida y altamente concentrada en servicios. El comercio al por menor constituye el principal sector, con 19 unidades económicas, lo que representa 30.2% del total municipal. Le siguen los servicios gubernamentales y de impartición de justicia, con 12 unidades (19.0%), y los "otros servicios", actividades no gubernamentales, que agrupan 11 unidades (17.5%). Sectores como los servicios educativos (5 unidades; 7.9%), los servicios de alojamiento y preparación de alimentos (4 unidades; 6.3%), la información en medios masivos (3 unidades; 4.8%) y los servicios de salud y asistencia social (2 unidades; 3.2%) muestran una presencia moderada. Actividades como el comercio al por mayor (2 unidades; 3.2%) y los servicios financieros e inmobiliarios (cada uno con 1 unidad; 1.6%) mantienen una participación mínima. Sectores relacionados con la generación y suministro de energía y agua aportan también 1 unidad (1.6%). Las actividades primarias, mineras, manufactureras, de construcción, transporte, servicios profesionales y recreativos registran cero unidades, lo que refleja una ausencia total de estas actividades en el municipio. En conjunto, la distribución evidencia una economía pequeña, basada predominantemente en servicios esenciales y gubernamentales, con muy baja diversificación productiva.

Tabla 257. Unidades económicas por actividad económica de Santa Cruz, Sonora (DENUE).

Actividad	Número de unidades
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0
Minería	0
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	1
Construcción	0
Industrias manufactureras	0
Industrias manufactureras	1
Industrias manufactureras	1
Comercio al por mayor	2
Comercio al por menor	19
Transportes, correos y almacenamiento	0
Transportes, correos y almacenamiento	0
Información en medios masivos	3
Servicios financieros y de seguros	1
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0
Corporativos	0
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	0

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Número de unidades
Servicios educativos	5
Servicios de salud y de asistencia social	2
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	4
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	11
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	12
Total	**63**

IV.3.4.1.6 Vivienda

IV.3.4.1.6.1 Nogales, Sonora

Los indicadores de vivienda muestran una estructura habitacional amplia y relativamente consolidada en el municipio. Del total de **90,150 viviendas registradas**, **78,396 se encuentran habitadas**, lo que representa una ocupación significativa del parque habitacional. Las viviendas particulares constituyen la mayoría, con 83,272 unidades, de las cuales **71,518 están habitadas**, mientras que una proporción menor corresponde a viviendas deshabitadas (9,529) y de uso temporal (2,225). La información también señala que existen 78,358 viviendas particulares habitadas, con un total de 263,110 ocupantes, lo que se traduce en un promedio de 3.36 personas por vivienda, indicador que sugiere hogares de tamaño moderado. Asimismo, el promedio de 0.95 ocupantes por cuarto evidencia que, en general, no se presenta hacinamiento estructural en la mayoría de los hogares. Estas características permiten inferir una disponibilidad habitacional adecuada y condiciones de ocupación relativamente estables, aspectos relevantes para evaluar la capacidad de alojamiento y la vulnerabilidad social en el contexto del proyecto.

Tabla 258. Indicadores de las viviendas de Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Total de viviendas	90,150
Total de viviendas habitadas	78,396
Total de viviendas particulares	83,272
Viviendas particulares habitadas	71,518
Total de viviendas particulares habitadas con características	78,258
Total de viviendas particulares habitadas	78,358
Viviendas particulares deshabitadas	9,529
Viviendas particulares de uso temporal	2,225
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	263,110
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	3.36
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	0.95

En términos de la calidad y las condiciones de habitabilidad, la gran mayoría de las viviendas particulares habitadas cuenta con un piso distinto a tierra (77,128 unidades), mientras que únicamente 1,050 viviendas mantienen pisos de tierra, lo que representa un nivel relativamente bajo de rezago estructural.

Respecto al espacio disponible, se observó que 20,539 viviendas disponen de un solo dormitorio, en contraste con 57,673 viviendas que cuentan con dos o más dormitorios. Asimismo, 2,876 viviendas están conformadas únicamente por un cuarto, mientras que 11,486 cuentan con dos cuartos y 63,848 disponen de tres o más. Esto

CONSULTA PÚBLICA

evidencia que la mayoría de los hogares presenta configuraciones espaciales que permiten condiciones adecuadas de privacidad y distribución interna.

En materia de servicios básicos, la cobertura es prácticamente universal. Del total de viviendas particulares habitadas, 77,788 disponen de energía eléctrica, mientras que solo 430 carecen de este servicio. De igual manera, 74,798 viviendas cuentan con agua entubada dentro de la vivienda, de las cuales 67,952 se abastecen directamente del servicio público, lo que refleja una infraestructura hídrica consolidada. No obstante, 3,394 viviendas aún no disponen de agua entubada dentro de su unidad habitacional.

En cuanto al almacenamiento de agua, 59,879 viviendas disponen de tinaco y 6,722 cuentan con cisterna o aljibe, lo que indica una diversidad de mecanismos de reserva asociados a las variaciones en la continuidad del suministro.

Respecto a las instalaciones sanitarias, 77,558 viviendas cuentan con excusado o sanitario, y solo 366 utilizan letrina tradicional. A su vez, 77,518 viviendas disponen de drenaje, mientras que 646 carecen de este servicio. Adicionalmente, 77,199 viviendas cuentan simultáneamente con drenaje y sanitario con admisión de agua, lo que muestra una infraestructura hidráulica y sanitaria ampliamente consolidada.

Finalmente, 74,363 viviendas disponen de los tres servicios básicos esenciales (energía eléctrica, agua entubada proveniente de la red pública y drenaje), mientras que apenas 71 viviendas carecen simultáneamente de estos servicios, representando un porcentaje mínimo respecto del total.

Tabla 259. Características de servicios y equipamiento de las viviendas de Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	77,128
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	1,050
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	20,539
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	57,673
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	2,876
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	11,486
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	63,848
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	77,788
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	430
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	74,798
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	67,952
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	3,394
Viviendas particulares habitadas que disponen de tinaco	59,879
Viviendas particulares habitadas que disponen de cisterna o aljibe	6,722
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	77,558
Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo)	366
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	77,518
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	646
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	74,363
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje	71
Viviendas particulares que disponen de drenaje y sanitario con admisión de agua	77,199

CONSULTA PÚBLICA

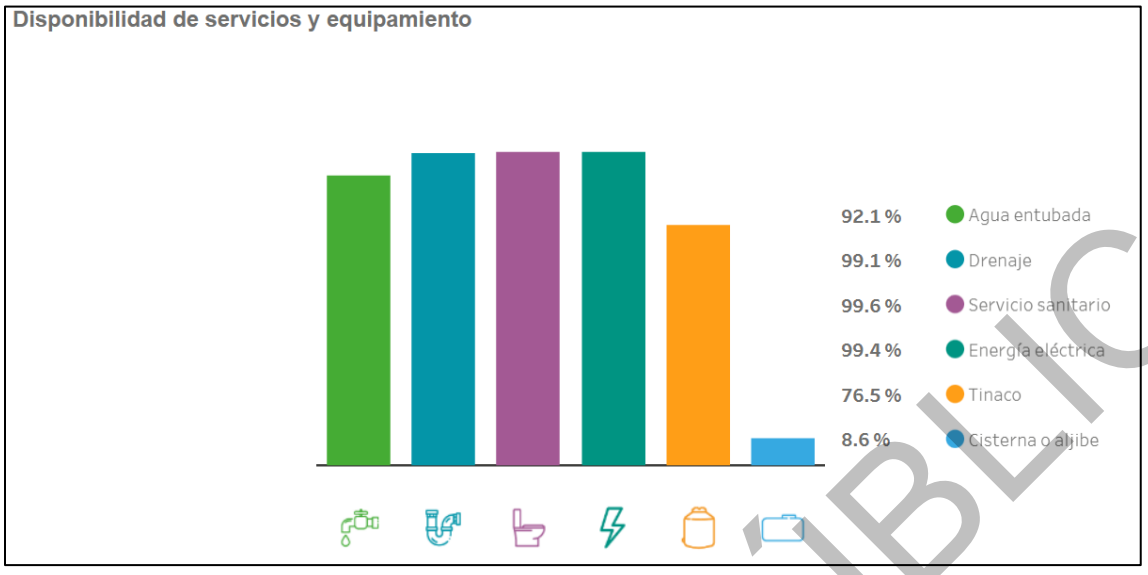


Figura 106. Disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas de Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

El equipamiento de las viviendas refleja un nivel de dotación significativo en bienes duraderos y tecnologías de la información. En términos de movilidad y transporte, se registran 27,310 viviendas particulares habitadas que no disponen de automóvil, camioneta, motocicleta o motoneta, lo que indica una proporción considerable de hogares dependientes del transporte público o de traslados a pie. No obstante, 50,480 viviendas disponen de automóvil o camioneta y 2,771 cuentan con motocicleta o motoneta, lo cual evidencia que una parte importante de la población sí cuenta con medios de transporte privados.

En cuanto al equipamiento básico del hogar, la mayoría de las viviendas se encuentran adecuadamente dotadas. Destacan 75,296 viviendas con refrigerador, 65,122 con lavadora, y 50,000 con horno de microondas, lo que refleja un nivel generalizado de acceso a electrodomésticos esenciales para la conservación de alimentos y actividades domésticas. Solo 272 viviendas se reportan sin ningún tipo de bien, lo que representa un nivel mínimo de privación extrema.

El acceso a bienes de entretenimiento y comunicación también es elevado. Se registran 51,541 viviendas con radio y 74,094 con televisor, mientras que únicamente 2,157 viviendas carecen de ambos dispositivos. Asimismo, 14,132 viviendas disponen de consola de videojuegos, lo cual sugiere la presencia de consumo de bienes recreativos en un segmento de la población.

Respecto a tecnologías de la información y comunicación (TIC), 36,200 viviendas cuentan con computadora, laptop o tablet, y 55,551 disponen de servicio de Internet, lo que indica una conectividad relativamente amplia. Por otro lado, 74,826 viviendas cuentan con teléfono celular, mientras que 17,833 disponen de línea telefónica fija. Solo 2,516 viviendas carecen tanto de telefonía fija como de celular, y 474 viviendas no cuentan con ningún tipo de TIC, lo cual representa una proporción mínima, aunque relevante en términos de rezago digital.

Finalmente, 55,363 viviendas disponen de servicio de televisión de paga y 21,989 cuentan con suscripciones a servicios de streaming de películas, música o video vía Internet, lo que evidencia una creciente tendencia hacia el consumo digital.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 260. Bienes y servicios de las viviendas de Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas que no disponen de automóvil o camioneta, ni de motocicleta o motoneta	27,310
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	272
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	75,296
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	65,122
Viviendas particulares habitadas que disponen de horno de microondas	50,000
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	50,480
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	2,771
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	4,184
Viviendas particulares habitadas que disponen de radio	51,541
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	74,094
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, laptop o tablet	36,200
Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	17,833
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	74,826
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	55,551
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de televisión de paga	55,363
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de películas, música o videos de paga por Internet	21,989
Viviendas particulares habitadas que disponen de consola de videojuegos	14,132
Viviendas particulares habitadas sin radio ni televisor	2,157
Viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular	2,516
Viviendas particulares habitadas sin computadora ni Internet	19,628
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	474

IV.3.4.1.6.2 Santa Cruz, Sonora

En el municipio se registran **891 viviendas en total**, de las cuales **866 corresponden a viviendas particulares**. Sin embargo, solo **558 viviendas se encontraban habitadas** al momento del levantamiento censal, mientras que 533 de estas corresponden específicamente a viviendas particulares habitadas. Adicionalmente, se documentaron 553 viviendas particulares habitadas con información completa de características estructurales y servicios, lo que permite un análisis más preciso de sus condiciones habitacionales. En cuanto a la ocupación, las viviendas particulares habitadas albergan un total de 1,712 ocupantes, lo que se traduce en un promedio de 3.1 personas por vivienda, cifra ligeramente menor al promedio estatal y nacional. El indicador de ocupantes por cuarto es de 0.75, lo cual sugiere que en general no existen condiciones de hacinamiento significativo dentro del municipio. Respecto a la disponibilidad de vivienda, se identificaron 194 viviendas deshabitadas, así como 139 viviendas de uso temporal, proporciones altas en relación con el total de unidades. Esto puede relacionarse con dinámicas de migración temporal, actividad económica estacional o propiedades utilizadas para actividades agrícolas o ganaderas.

Tabla 261. Indicadores de las viviendas de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Total de viviendas	891
Total de viviendas habitadas	558
Total de viviendas particulares	866
Viviendas particulares habitadas	533
Total de viviendas particulares habitadas con características	553

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Total de viviendas particulares habitadas	553
Viviendas particulares deshabitadas	194
Viviendas particulares de uso temporal	139
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	1,712
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	3.1
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	0.75

En el ámbito de las condiciones físicas de la vivienda, se observa que la gran mayoría cuenta con pisos firmes, dado que 548 viviendas particulares habitadas presentan piso de material diferente a tierra, mientras que solo 5 viviendas aún mantienen piso de tierra, lo que representa un nivel bajo de rezago en este indicador. En relación con la distribución interna, 115 viviendas cuentan con un dormitorio y 438 disponen de dos dormitorios o más, lo cual sugiere que, aunque existe un número importante de viviendas con espacios reducidos, la mayoría dispone de áreas mínimas adecuadas para la habitabilidad. Asimismo, se registran 20 viviendas con un solo cuarto y 490 con tres cuartos o más, reflejando una diversidad en la configuración espacial vinculada al tamaño de los hogares y su capacidad económica.

Los servicios básicos, por su parte, muestran una cobertura casi total. Se documenta que 544 viviendas disponen de energía eléctrica, frente a apenas 9 viviendas sin este servicio. De igual forma, 544 viviendas cuentan con agua entubada en el ámbito de la vivienda, mientras que 9 viviendas carecen de este servicio. No obstante, solo 330 viviendas reportan un abastecimiento proveniente directamente del servicio público, lo que indica que una parte de los hogares obtiene el agua mediante otros mecanismos (p. ej., pipas, pozos o tomas alternativas).

En cuanto a instalaciones complementarias para el almacenamiento de agua, se identifica que 79 viviendas cuentan con tinaco y 10 con cisterna o aljibe, lo que resulta relevante para valorar la autonomía hídrica ante variaciones en el suministro. Respecto a los servicios sanitarios, 538 viviendas disponen de excusado o sanitario, en tanto que 11 viviendas utilizan letrina. A la par, 543 viviendas cuentan con drenaje, mientras que 10 no disponen de esta infraestructura.

La combinación de servicios presenta también niveles altos de cobertura: 532 viviendas cuentan simultáneamente con energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje, lo cual demuestra un acceso integral a los tres servicios urbanos básicos. Solo 2 viviendas se encuentran en una condición de carencia total, sin energía eléctrica, agua entubada ni drenaje, lo que refleja un nivel mínimo de rezago extremo en el municipio. Finalmente, 537 viviendas disponen de drenaje y sanitario con admisión de agua, lo cual señala que la mayoría cuenta con instalaciones sanitarias adecuadas y funcionales.

Tabla 262. Características de servicios y equipamiento de las viviendas de Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	548
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	5
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	115
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	438
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	20
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	43
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	490

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	544
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	9
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	544
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	330
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	9
Viviendas particulares habitadas que disponen de tinaco	79
Viviendas particulares habitadas que disponen de cisterna o aljibe	10
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	538
Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo)	11
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	543
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	10
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	532
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje	2
Viviendas particulares que disponen de drenaje y sanitario con admisión de agua	537

Tabla 263. Unidades económicas por actividad económica de Santa Cruz, Sonora (DENUE).

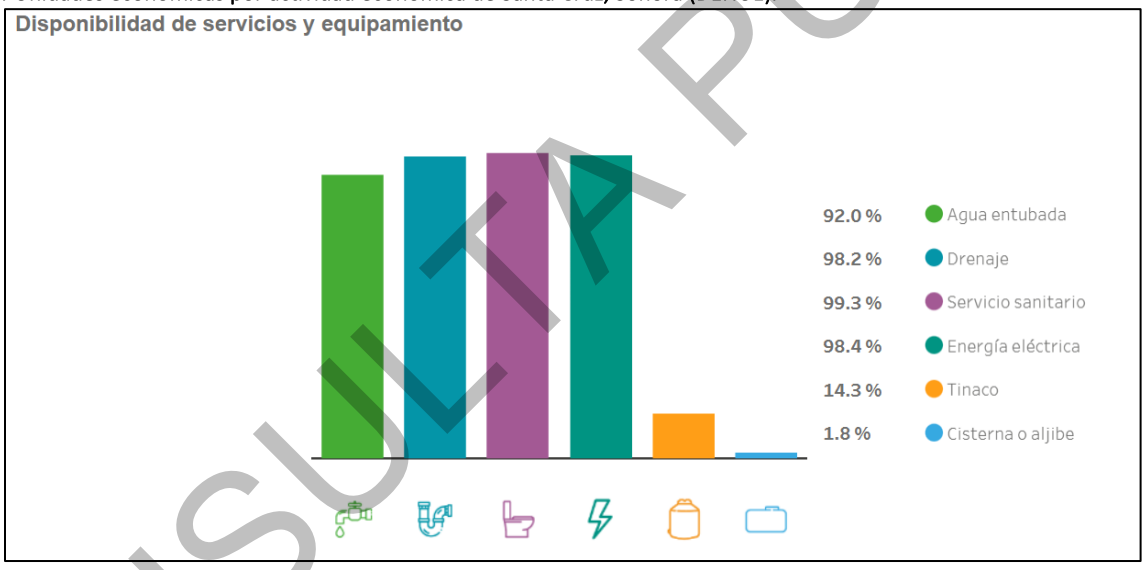


Figura 107. Disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas de Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

El equipamiento de las viviendas particulares habitadas muestra patrones que permiten evaluar tanto el nivel de bienestar como el acceso a tecnologías domésticas y de comunicación dentro del municipio. En este sentido, se observa que 150 viviendas no disponen de automóvil, camioneta, motocicleta o motoneta, lo que indica que una proporción relevante de los hogares presenta limitaciones en cuanto a movilidad motorizada. Sin embargo, 399 viviendas disponen de automóvil o camioneta y 34 cuentan con motocicleta o motoneta, lo cual refleja la presencia de alternativas de transporte propias para una parte significativa de la población. Adicionalmente, 105 viviendas utilizan bicicleta como medio de transporte, lo que sugiere su función como mecanismo complementario de movilidad cotidiana.

En cuanto al equipamiento del hogar, la gran mayoría de las viviendas dispone de electrodomésticos básicos: 528 cuentan con refrigerador, 479 con lavadora y 368 con horno de microondas, lo que evidencia condiciones favorables para el manejo y conservación de alimentos, así como para las tareas domésticas. Asimismo, 520

CONSULTA PÚBLICA

viviendas disponen de televisor y 370 cuentan con radio, mostrando una amplia presencia de bienes relacionados con el acceso a información y entretenimiento. Solo 14 viviendas carecen de ambos bienes, lo cual representa un nivel reducido de rezago en este rubro.

Respecto al acceso a tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se identifica una brecha importante. Aunque 524 viviendas cuentan con teléfono celular, solo 102 disponen de computadora, laptop o tablet, y 145 viviendas cuentan con acceso a Internet. Esto implica que 382 viviendas carecen tanto de computadora como de Internet, lo que limita las posibilidades de conexión digital, especialmente para actividades escolares, laborales o administrativas. No obstante, únicamente 3 viviendas se clasifican sin ninguna tecnología de la información y comunicación, lo que refleja que, aunque existe limitación en dispositivos y conectividad avanzada, la mayoría dispone al menos de un recurso básico como telefonía móvil.

De manera complementaria, se observa que 397 viviendas cuentan con servicio de televisión de paga y 48 disponen de servicios de películas, música o video por Internet, lo cual sugiere la presencia de consumos digitales y de entretenimiento asociados a mayores niveles de ingreso o conectividad. Solo 2 viviendas se reportan sin ningún bien, lo que refleja una presencia casi total de equipamiento básico en la localidad.

En conjunto, los datos permiten concluir que, aunque existe una base sólida de equipamiento esencial en la mayoría de los hogares, persisten brechas asociadas principalmente al acceso a tecnologías digitales y a la disponibilidad de medios de transporte propios, factores que pueden influir directamente en la movilidad, productividad y acceso a oportunidades educativas dentro del municipio.

Tabla 264. Bienes y servicios de las viviendas de Santa Cruz, Sonora (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas que no disponen de automóvil o camioneta, ni de motocicleta o motoneta	150
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	2
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	528
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	479
Viviendas particulares habitadas que disponen de horno de microondas	368
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	399
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	34
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	105
Viviendas particulares habitadas que disponen de radio	370
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	520
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, laptop o tablet	102
Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	95
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	524
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	145
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de televisión de paga	397
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de películas, música o videos de paga por Internet	48
Viviendas particulares habitadas que disponen de consola de videojuegos	24
Viviendas particulares habitadas sin radio ni televisor	14
Viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular	24
Viviendas particulares habitadas sin computadora ni Internet	382
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	3

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.4.2 Factores socioculturales

IV.3.4.2.1 Características socioculturales

IV.3.4.2.1.1 Nogales, Sonora

La estructura religiosa y étnico-cultural del municipio muestra una composición diversa en términos de adscripción religiosa, presencia de población indígena y autoidentificación afrodescendiente. En materia de religión, la mayor parte de la población se identifica como **católica**, alcanzando **178,047 personas**, lo que configura a esta afiliación como la de mayor predominio. En segundo lugar, se encuentra la población que se adscribe a grupos protestantes o cristianos evangélicos, con 39,392 habitantes, mientras que 217 personas se reportan dentro de otras religiones distintas a las anteriores. Por su parte, un segmento importante de la población, equivalente a 46,456 habitantes, declara no tener religión o no adscribirse a ninguna, reflejando tendencias de secularización o diversidad en las formas de creencias personales.

En relación con la población indígena, el municipio cuenta con 1,938 personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, de las cuales 797 son mujeres y 1,141 son hombres. Del total de hablantes, únicamente 13 personas no hablan español, lo que indica un nivel elevado de bilingüismo. A su vez, 1,866 personas hablan tanto lengua indígena como español, lo que representa la condición predominante. Datos complementarios para la población de 5 años y más confirman esta tendencia, registrándose 1,933 hablantes, de los cuales solo 12 no hablan español, mientras que 1,863 sí lo hacen.

Por otra parte, se contabilizan 5,043 personas que residen en hogares censales indígenas, lo cual muestra una presencia significativa de hogares con identidad cultural propia dentro del municipio, aun cuando la proporción de hablantes de lengua indígena es relativamente menor respecto al total de población municipal. Esto sugiere procesos de traslado, asentamiento urbano y posibles dinámicas de aculturación parcial.

En cuanto a la autoidentificación étnica, el municipio registra 3,051 personas que se consideran afromexicanas o afrodescendientes, distribuidas en 1,509 mujeres y 1,542 hombres, lo que refleja la presencia de una comunidad afrodescendiente que forma parte del tejido sociocultural local.

Tabla 265. Indicadores socioculturales de Nogales, Sonora (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población con religión católica	178,047
Población con grupo religioso protestante/cristiano evangélico	39,392
Población con otras religiones diferentes a las anteriores	217
Población sin religión o sin adscripción religiosa	46,456
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	1,938
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	797
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	1,141
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	13
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	7
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	6
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	1,866
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	762
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	1,104
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	1,933

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	12
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	1,863
Población en hogares censales indígenas	5,043
Población que se considera afromexicana o afrodescendiente	3,051
Población femenina que se considera afromexicana o afrodescendiente	1,509
Población masculina que se considera afromexicana o afrodescendiente	1,542

IV.3.4.2.1.2 Santa Cruz, Sonora

La composición religiosa y étnico-cultural del municipio presenta una estructura relativamente homogénea debido al tamaño reducido de su población. La mayoría de los habitantes se identifica con la religión **católica**, con **1,583 personas**, seguida por 130 personas que profesan alguna afiliación protestante o cristiana evangélica. No se registran poblaciones pertenecientes a otras religiones, mientras que 114 habitantes declararon no tener religión o carecer de adscripción religiosa. En cuanto a la presencia indígena, se contabilizan 7 personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, todas bilingües, ya que ninguna reporta no hablar español; esta distribución comprende 1 mujer y 6 hombres, y se mantiene sin variación al considerar a la población de 5 años y más. Asimismo, 21 habitantes residen en hogares censales indígenas, lo que indica una presencia minoritaria pero existente de unidades domésticas con identidad cultural indígena. Por otro lado, la autoidentificación afromexicana es prácticamente inexistente, reportándose únicamente 4 personas que se reconocen como afromexicanas o afrodescendientes, de las cuales 3 son mujeres y 1 es hombre, lo que refleja una composición étnica poco diversa y sin grupos culturalmente predominantes distintos a la población no indígena. En conjunto, estos indicadores muestran un municipio con baja diversidad religiosa y étnica, aunque con presencia marginal de población indígena y afrodescendiente que forma parte del tejido sociocultural local.

Tabla 266. Indicadores socioculturales de Santa Cruz, Sonora (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población con religión católica	1,583
Población con grupo religioso protestante/cristiano evangélico	130
Población con otras religiones diferentes a las anteriores	0
Población sin religión o sin adscripción religiosa	114
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	7
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	1
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	6
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	7
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	1
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	6
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	7
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	0
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	7
Población en hogares censales indígenas	21
Población que se considera afromexicana o afrodescendiente	4
Población femenina que se considera afromexicana o afrodescendiente	3
Población masculina que se considera afromexicana o afrodescendiente	1

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se ubica bajo un clima BS1kw(x')—Semiseco Templado, caracterizado por una marcada estacionalidad, con inviernos fríos y veranos cálidos. Las estaciones climatológicas de influencia, Nogales y Santa Cruz FFCC, muestran patrones térmicos similares con temperaturas medias anuales cercanas a 18 °C, máximas estivales que alcanzan entre 33 y 35 °C y mínimas invernales que pueden descender a 1–3 °C. Del mismo modo, el régimen de lluvias concentra la mayor parte de la precipitación entre julio y septiembre debido al monzón de verano, mientras que la primavera constituye la etapa más seca del año. Tanto el SAR como el AP presentan un periodo de sequía bien definido y un riesgo climático muy bajo respecto a eventos como granizo, tormentas eléctricas y ciclones tropicales según el CENAPRED. Estas condiciones definen un ambiente térmico-árido donde la disponibilidad de agua es uno de los principales factores condicionantes para el funcionamiento ecosistémico.

El SAR presenta una diversidad litológica dominada por rocas sedimentarias (50.48%), seguidas por materiales ígneos extrusivos e intrusivos. Predominan conglomerados terciarios que constituyen la base geológica más representativa. El AP mantiene coherencia con esta configuración, teniendo un 73.82% de su superficie cubierta por conglomerado, complementado con afloramientos de riolita y granito. Esta composición litológica refleja procesos de depósito fluvial y actividad volcánica pasada, que condicionan la estabilidad y la permeabilidad del terreno. En lo geomorfológico, el SAR integra llanuras aluviales (46.20%), sierras altas (46.14%) y sierras plegadas (7.66%), mientras que el AP se conforma casi por completo por una llanura aluvial (89.95%) con presencia marginal de sierra plegada, lo que implica un relieve predominantemente suave dentro de la superficie del proyecto.

El análisis hipsométrico indica que el SAR presenta rangos de elevación entre 1,181 y 2,189 msnm, predominando alturas de 1,200–1,500 msnm, lo que confirma un relieve moderado a montañoso en la periferia. En contraste, el AP muestra variaciones más restringidas entre 1,257 y 1,565 msnm, siendo topográficamente más uniforme. Las pendientes predominantes en el SAR corresponden a clases relativamente planas (1–20%) y medias (20–40%), mientras que el AP concentra 68% de su superficie en pendientes suaves, lo cual favorece la operación del proyecto y reduce el riesgo de erosión acelerada. Las exposiciones son variadas en el SAR, confirmando una heterogeneidad territorial, mientras que en el AP las exposiciones se traducen en un comportamiento térmico estándar, sin microclimas relevantes.

El SAR se localiza dentro de las provincias fisiográficas Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Occidental, reflejando la transición entre ambientes montañosos y amplias planicies. A nivel de subprovincia, predominan las Llanuras y Médanos del Norte, lo cual coincide con la presencia de depósitos aluviales y una morfología abierta relevante para procesos hidrológicos regionales. El AP se ubica totalmente en la provincia Sierras y Llanuras del Norte y en la subprovincia Llanuras y Médanos del Norte, destacando su posición en un sistema fisiográfico de baja pendiente y alto potencial de transporte sedimentario.

Dentro del SAR, la unidad de análisis hidrológica corresponde a la Región Hidrológica 07 – Río Colorado, Cuenca Bacanora-Mejorada (RH07A) y Subcuenca Nogales (RH07Ac). El proyecto se localiza en microcuencas que funcionan como unidades naturales fundamentales para el análisis ecosistémico, dado que concentran los procesos de escurrimiento, infiltración y retención hídrica. La estacionalidad climática determina que los pulsos hídricos se concentren en el periodo de lluvias, mientras que la sequía prolongada influye negativamente en la disponibilidad de agua superficial y subterránea. El AP, al ubicarse mayoritariamente en llanuras aluviales, presenta mayor susceptibilidad a escurrimientos concentrados durante eventos pluviales intensos, pero también

CONSULTA PÚBLICA

mejor capacidad de infiltración que zonas serranas. No obstante, el riesgo por inundación es mínimo debido al relieve suave, la baja frecuencia de ciclones y la elevada evaporación potencial propia de climas áridos.

El diagnóstico edáfico, basado en la litología y la geomorfología, indica que los suelos del AP presentan baja fragilidad, alta tolerancia a actividades de obra y mínima susceptibilidad a procesos de degradación, siempre y cuando se apliquen medidas básicas de manejo. Los suelos aluviales predominantes poseen buenas propiedades estructurales para soportar infraestructura y se encuentran en áreas donde la cobertura vegetal ha sido previamente modificada, por lo que el impacto potencial sobre la integridad edáfica es bajo. Adicionalmente, el proyecto contempla acciones de manejo de suelos, estabilización y control de sedimentos que aseguran que no se producirán procesos de erosión significativa ni afectación a suelos con valor ambiental. No se encuentran suelos de conservación, suelos orgánicos, ni unidades edáficas con alta especialización ecológica dentro del AP, lo cual respalda la viabilidad técnica y ambiental del desarrollo.

Medio biótico: El sistema Ambiental Regional presenta una diversidad moderada, caracterizada por comunidades de flora y fauna donde predominan especies generalistas y oportunistas. En la vegetación, los diferentes estratos muestran una estructura desigual, especialmente el estrato herbáceo, donde pocas especies concentran la mayor densidad y dominancia, reflejando condiciones ambientales limitantes o procesos de perturbación reciente. En la fauna, los anfibios exhiben mínima diversidad, al registrarse únicamente una especie, lo que genera valores nulos en todos los índices ecológicos y sugiere baja disponibilidad de hábitats húmedos o microambientes adecuados. Por su parte, el ensamble de reptiles presenta mayor representación, aunque igualmente dominado por unas pocas especies comunes de ambientes abiertos, indicando un ecosistema funcional, pero con baja heterogeneidad estructural. En conjunto, la composición de flora y fauna evidencia un estado ecológico intermedio, donde los patrones de riqueza reflejan un ambiente que mantiene funcionalidad.

Para el AFP el análisis de flora y fauna indica que el área de estudio presenta una diversidad biológica moderada pero más reducida que el SAR, con comunidades dominadas por pocas especies representativas de ambientes semiáridos y con distintos grados de perturbación. La vegetación muestra una estructura heterogénea entre estratos, destacando el herbáceo por su alta densidad, pero baja equidad, lo que sugiere procesos de alteración y una composición dominada por especies oportunistas. En los grupos faunísticos, los anfibios registran baja diversidad, al documentarse únicamente una especie, mientras que los reptiles presentan mayor riqueza, aunque con patrones de dominancia que indican hábitats con limitada heterogeneidad. En conjunto, los indicadores ecológicos señalan que el sitio mantiene funcionalidad ecosistémica básica, pero con tendencia a la simplificación estructural debido a presiones ambientales locales.

El SAR integra localidades rurales cuya economía se basa en actividades primarias, principalmente agricultura y ganadería en pequeña escala. Municipios como Santa Cruz, Miguel Hidalgo y Mascareñas fungen como nodos de infraestructura y proveeduría para el proyecto, con carreteras pavimentadas que facilitan el transporte de insumos y personal. La densidad poblacional es baja y el grado de urbanización limitado, lo que reduce el número de asentamientos dentro del área de influencia directa. La actividad minera en la región representa una oportunidad económica clave para la generación de empleo y diversificación productiva; sin embargo, también implica retos ambientales que deben atenderse mediante una adecuada gestión de impactos y medidas de mitigación. El tejido social del SAR muestra estabilidad, aunque con limitaciones de infraestructura y servicios básicos que deben considerarse en el diseño de las estrategias de manejo.

CONSULTA PÚBLICA

La actividad minera en la región representa una oportunidad económica clave para la generación de empleo y diversificación productiva; sin embargo, también implica retos ambientales que deben atenderse mediante una adecuada gestión de impactos y medidas de mitigación. El tejido social del SAR muestra estabilidad, aunque con limitaciones de infraestructura y servicios básicos que deben considerarse en el diseño de las estrategias de manejo.

Conclusión General del Diagnóstico

El Sistema Ambiental Regional presenta una combinación de elementos físicos, biológicos e hidrológicos característicos de regiones áridas-templadas del norte de México, con alta estacionalidad climática, predominio de llanuras aluviales y sistemas serranos intercalados, vegetación alterada por actividades humanas y baja vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos extremos. El Área del Proyecto se ubica en la porción más estable del SAR, con condiciones topográficas favorables, baja peligrosidad climática y vegetación más modificada, lo que reduce su sensibilidad relativa frente a impactos directos. La interacción entre el proyecto y el entorno se concentra principalmente en factores edáficos, hidrológicos y en la cobertura vegetal, siendo estos los elementos prioritarios para la evaluación y mitigación ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo V

CONTENIDO

V . IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1
V.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 1
V.1.1 VERIFICACIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES 2
V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 3
V.1.3 IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES 5
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 8
V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO 8
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 12
V.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS 23
V.3.1.1 IMPACTOS EN LA FAUNA 23
V.3.1.2 IMPACTOS EN LA FLORA 25
V.3.1.3 IMPACTOS EN LA ATMÓSFERA 27
V.3.1.4 IMPACTOS EN LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA 29
V.3.1.5 IMPACTOS EN LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL 31
V.3.1.6 IMPACTOS EN EL FACTOR SUELO 34
V.3.1.7 IMPACTOS EN EL PAISAJE 39
V.3.1.8 IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS 40
V.4 IMPACTOS RESIDUALES 43
V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS 45
V.6 RESUMEN DE RESULTADOS 48
V.6.1 IMPACTOS AMBIENTALES REGISTRADOS EN EL SAR GENERADOS POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN 50
V.6.2 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO 51
V.7 CONCLUSIONES 58

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. FACTORES AMBIENTALES PROPENSOS A SER AFECTADOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO. 3
TABLA 2. MATRIZ CAUSA-EFECTO DEL "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA" 6
TABLA 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE SERÁN GENERADOS POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO 9
TABLA 4. CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO 13
TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE RANGOS DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS 13
TABLA 6. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS DEL PROYECTO "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA" 14
TABLA 7. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES DEL PROYECTO 43
TABLA 8. IMPACTOS ACUMULATIVOS IDENTIFICADOS EN EL SAR DEL PROYECTO 46
TABLA 9. IMPACTOS AMBIENTALES REGISTRADOS EN EL SAR GENERADOS POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN ACTUALMENTE. 50
TABLA 10. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO, PARA CADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE DE SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES 51
TABLA 11. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN PARA CADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE DE SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES 52
TABLA 12. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA CADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE DE SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES 53
TABLA 13. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS DURANTE EL CIERRE Y ABANDONO PARA CADA COMPONENTE SUSCEPTIBLE DE SER AFECTADO POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES 57

CONSULTA PÚBLICA

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso de análisis de la interacción de un proyecto con su entorno, en particular en el Área del Proyecto (AP), en un Área de Influencia (AI), y en su Sistema Ambiental Regional (SAR), en el cual se pretende ubicar el Proyecto. La EIA incluye la identificación, caracterización, evaluación y valorización de los impactos ambientales que podrían producirse o estar asociados durante el desarrollo del proyecto sobre los componentes ambientales susceptibles de ser afectados, como lo sería en este caso, el **Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa** (enseguida también referido como el Proyecto), ubicado en el Municipio de Santa Cruz, Estado de Sonora, México.

Este capítulo presenta el pronóstico y análisis de los impactos ambientales derivados del Proyecto, con el objetivo de valorar las alteraciones identificadas y priorizar aquellas de mayor significancia. Una vez establecidas las características de las obras y actividades (Capítulo II) y determinada la línea base ambiental en las áreas de influencia (AP, AI y SAR, descritas en el Capítulo IV), el proceso de EIA procede a la identificación de los factores generadores de impacto. Posteriormente, se predice la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales mediante un enfoque dual: un análisis cualitativo de las interacciones causa-efecto y una determinación cuantitativa de las magnitudes de cada impacto.

V.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales asociados al Proyecto se fundamentó en la metodología de **Conesa Fernández-Vítora**. Este modelo analítico permite una valoración sistemática de las alteraciones al medio, cuya implementación se ejecutó mediante un **proceso interdisciplinario**. En dicho proceso, un cuerpo de especialistas técnicos participó en la determinación de las interacciones causa-efecto y en la jerarquización de la significancia de los impactos identificados.

El proceso metodológico se estructura en las siguientes fases:

Análisis del Proyecto: Corresponde al análisis detallado de la totalidad del proyecto. Esta fase implica la revisión exhaustiva de sus componentes, actividades y requerimientos, tal como se describe en el Capítulo II de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional (MIA-R).

Identificación de Impactos: Una vez analizado el proyecto, se procede a la identificación de los impactos potenciales para cada factor. Esta etapa se nutre de la información contenida en los Capítulos II y IV de la MIA-R. El resultado de esta fase es la elaboración de una Matriz de identificación de impactos, que relaciona las etapas y actividades del proyecto con los factores y sus factores ambientales susceptibles de ser afectados.

Valoración Cualitativa de Impactos: En esta fase, cada impacto identificado en la matriz es valorado de forma numérica. La metodología de Conesa utiliza un conjunto de criterios (intensidad, extensión,

CONSULTA PÚBLICA

persistencia, reversibilidad, sinergia, entre otros) para asignar un valor ponderado a cada impacto, permitiendo así una evaluación objetiva.

Construcción de la Matriz de Importancia: Con la información recabada en la fase anterior, se construye la Matriz de Importancia de Impactos. Esta matriz es el instrumento analítico principal, donde se interrelacionan las actividades del proyecto con los factores ambientales impactados.

Valoración de la importancia del impacto: A partir de la valoración numérica, se utiliza una fórmula para realizar la predicción del valor total del impacto para cada factor ambiental. Esto proporciona una visión agregada del efecto global del proyecto en los diferentes componentes del entorno.

Predicción de la importancia del factor: A partir de la valoración de la importancia del impacto, se determina el factor con mayor afectación por la implementación del proyecto.

Definición de Medidas de Mitigación: Con base en los resultados de la valoración, se proponen medidas de mitigación y/o compensaciones específicas para los impactos identificados. El objetivo es reducir, compensar o eliminar los efectos negativos del proyecto. Estas medidas serán las que se describan de manera detallada en el Capítulo VI.



Figura 1. Proceso de Evaluación de Impactos

Finalmente, se realiza una valoración cualitativa de los impactos residuales (los que persisten después de aplicar las medidas de mitigación) y de los impactos acumulativos (el efecto sumado de un proyecto con otras actividades existentes o futuras en la zona). Esta fase es crucial para una evaluación integral y completa del proyecto en su contexto regional.

V.1.1 VERIFICACIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES

Como fue descrito en el Capítulo II de esta MIA-R, el Proyecto tiene como objetivo el minado superficial de un yacimiento con valores de cobre (Cu), el cual será procesado mediante un sistema hidrometalúrgico que incluye un patio de lixiviación, una Planta de extracción por solventes y electrodepositación (ESDE), para la obtención de cátodos de cobre como producto final.

CONSULTA PÚBLICA

El Proyecto contempla un conjunto de obras y actividades integrado por: minado a cielo abierto, conformación y operación de tepetateras, habilitación y operación del patio de lixiviación, sistema de conducción y recirculación de lixiviantes, planta ESDE para la recuperación electrolítica del cobre, así como áreas auxiliares para el manejo de soluciones ricas, pobres y de refino, piletas de contingencia y sistemas de control hidráulico asociados.

Asimismo, se contará con infraestructura de servicios de apoyo a la mina, que incluye áreas para el apilamiento y manejo de suelo orgánico, caminos de acceso con casetas de control, subestaciones eléctricas y líneas de transmisión, sistema de manejo de aguas de laboreo, así como un sistema integral para el manejo de aguas de contacto y no contacto mediante piletas y canales de derivación. De manera complementaria, se consideran edificios auxiliares y permanentes para la operación del Proyecto, tales como polvorines, almacenes de refacciones, oficinas administrativas, laboratorio de control de procesos, instalaciones sanitarias con plantas de tratamiento móviles y sistemas de biodigestores, vestidores, clínica, comedor, talleres de mantenimiento, áreas para el almacenamiento y manejo de reactivos químicos, despacho de combustibles y campamentos para el personal operativo.

V.1.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En la Tabla 1 se presenta la identificación y organización sistemática de los impactos ambientales potenciales asociados al desarrollo del Proyecto, clasificados por subsistema, medio, factor ambiental e impactos específicos, conforme a los principios metodológicos de la EIA. En ella se integran los componentes del subsistema físico-natural, que incluye los medios abiótico y biótico, así como el subsistema socioeconómico, permitiendo una visión integral de las interacciones entre las actividades del Proyecto y el entorno.

Dentro del medio abiótico, se identifican impactos potenciales sobre la atmósfera, la hidrología superficial y subterránea, el paisaje y el suelo, principalmente asociados a emisiones atmosféricas, alteraciones al régimen hidrológico, riesgos de contaminación por soluciones, generación de drenaje ácido, procesos de erosión, compactación y contaminación del suelo, así como modificaciones a la calidad escénica del entorno. En el medio biótico, los impactos se concentran en la fauna y la flora, destacando la fragmentación del hábitat, perturbaciones por ruido, reducción de fuentes de alimento, disminución de la cobertura vegetal, pérdida de diversidad florística y reducción de la capacidad de captura de carbono.

Por su parte, el subsistema socioeconómico considera impactos tanto negativos como positivos, relacionados con afectaciones a la población por ruido durante las distintas etapas del Proyecto, así como beneficios derivados del incremento en la actividad económica local, la generación de empleos directos e indirectos y la participación del Proyecto en la reactivación económica a nivel municipal y estatal.

Tabla 1. Factores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del Proyecto.

Subsistema	Medio	Factor	Impactos
FÍSICO-NATURAL	Abiótico	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases
			Afectación de la calidad del aire por emisiones de vapores ácidos y neblinas
			Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)
			Disminución de la disponibilidad de agua

CONSULTA PÚBLICA

Subsistema	Medio	Factor	Impactos
		Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración
			Riesgo de contaminación de acuíferos
			Riesgo de infiltración de lixiviante por rotura de recubrimiento
		Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales
			Generación de aguas residuales
			Posible contaminación de los flujos superficiales
			Riesgo de derrame de lixiviante por carga hidráulica
			Riesgo de generación de drenaje ácido
			Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado
		Paisaje	Artificialización del entorno
			Modificación de la calidad escénica
		Suelo	Aumento de la tasa de erosión
			Compactación del suelo
			Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes
			Contaminación por la generación de Residuos Mineros
			Contaminación por la generación de RME
			Contaminación por la generación de RP
			Contaminación por la generación de RSU
			Pérdida del horizonte orgánico
			Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes
	Biótico	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat
			Perturbación por ruido
			Reducción de las fuentes de alimento
			Riesgo de mortalidad o intoxicación
		Flora	Disminución de la cobertura vegetal
			Disminución de la diversidad florística
			Pérdida de la capacidad de captura de carbono
SOCIOECONÓMICO	Social		Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte
			Afectación a la población por ruido durante la operación
	Economía		Aumento de la economía local
			Generación de empleos directos e indirectos
			Participación en la reactivación económica a nivel municipal y estatal

Esta clasificación constituye la base para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales, permitiendo su posterior análisis mediante matrices causa-efecto y de importancia, así como la definición de medidas de prevención, mitigación y compensación en las etapas subsecuentes de la evaluación

CONSULTA PÚBLICA

V.1.3 IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES

Una vez integrada la lista de verificación de las actividades del Proyecto, correspondiente a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y cierre, así como identificados los factores y componentes ambientales susceptibles de afectación dentro del área de influencia, se procedió a la identificación de las interacciones potenciales mediante la elaboración de una matriz de identificación de relaciones causa-efecto.

La matriz de identificación de interacciones se estructuró considerando, en sus columnas, las actividades del Proyecto por etapa, incluyendo aquellas asociadas al minado a cielo abierto, conformación y operación de tepetateras, habilitación y operación del patio de lixiviación, manejo de lixiviantes y operación de la planta ESDE, así como las actividades auxiliares y de apoyo. En las filas se incorporaron los factores y componentes ambientales del subsistema físico-natural y socioeconómico, previamente definidos como susceptibles de recibir impactos.

La función de esta matriz es exclusivamente la identificación de las interacciones y su origen, sin asignación de valores de magnitud o importancia. Cuando una actividad del Proyecto genera un cambio o alteración sobre un factor o componente ambiental, dicha interacción se registra en la intersección correspondiente. Asimismo, se diferencian las interacciones con potencial de generar impactos ambientales negativos, asociadas al deterioro de los componentes ambientales, y aquellas con potencial de generar impactos benéficos, principalmente de carácter socioeconómico.

La matriz tiene un carácter **cualitativo y no valorativo**, por lo que su función es exclusivamente identificar la existencia de interacciones entre actividades y factores ambientales. La presencia de un signo **negativo (–)** indica interacciones con potencial de generar impactos adversos, mientras que el signo **positivo (+)** representa interacciones con potencial de generar impactos benéficos. Las celdas sin registro indican la ausencia de interacción significativa. Esta matriz constituye la base para la posterior caracterización y valoración de impactos ambientales mediante matrices de importancia, así como para la definición de medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes.

Cabe señalar que la metodología aplicada permite integrar la totalidad de las actividades del Proyecto que pueden incidir sobre el ambiente, así como identificar y describir de manera sistemática sus interacciones con los factores ambientales definidos, lo que asegura un alto nivel de confiabilidad y consistencia en el procedimiento de identificación de impactos.

La definición y evaluación de las interacciones ambientales fueron realizadas con la participación de especialistas interdisciplinarios, garantizando una adecuada integración de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos en el análisis de impactos ambientales del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2. Matriz causa-efecto del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"

Subsistema	Medio	Factor	ETAPA --->	Preparación del sitio	Construcción		Operación y mantenimiento							Cierre y abandono
			OBRA --->	Todas las obras	Todas las obras		Tajo	Patio de Lixiviación	Tepetatera I y II	Banco de agregados	Relleno Sanitario	Planta ESDE	Áreas de servicio y apoyo	Todas las obras
			Impactos	Desmonte y despalme	Corte, nivelación, compactación,	Construcción de infraestructura y	Barrenación, voladuras, carga y	Proceso de lixiviación	Disposición, conformación de	Corte y extracción	Disposición de RSU y RME	Beneficio	Operación de áreas de servicio	Desmantelamiento, clausura, restauración, estabilidad
FÍSICO-NATURAL	Abiótico	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Afectación de la calidad del aire por emisiones de vapores ácidos y neblinas									-		
			Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	-	-	-	-	-	-			-	-
		Hidrología subterránea	Disminución de la disponibilidad de agua					-				-		
			Disminución de la infiltración	-	-	-	-			-				
			Riesgo de contaminación de acuíferos								-			
			Riesgo de infiltración de lixiviantes por rotura de recubrimiento					-						
		Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales		-	-		-	-					
			Generación de aguas residuales	-	-	-								-
			Posible contaminación de los flujos superficiales	-										
			Riesgo de derrame de lixiviante por carga hidráulica					-						
			Riesgo de generación de drenaje ácido				-	-	-					-
			Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado					-	-					
		Paisaje	Artificialización del entorno			-	-							
			Modificación de la calidad escénica	-	-	-		-	-	-	-			
		Suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	-	-	-			-				
			Compactación del suelo	-	-									
			Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	-	-	-			-				-

CONSULTA PÚBLICA

Subsistema	Medio	Factor	ETAPA --->	Preparación del sitio	Construcción		Operación y mantenimiento							Cierre y abandono
			OBRA --->	Todas las obras	Todas las obras		Tajo	Patio de Lixiviación	Tepetatera I y II	Banco de agregados	Relleno Sanitario	Planta ESDE	Áreas de servicio y apoyo	Todas las obras
			Impactos	Desmonte y despalme	Corte, nivelación, compactación,	Construcción de infraestructura y	Barrenación, voladuras, carga y	Proceso de lixiviación	Disposición, conformación de	Corte y extracción	Disposición de RSU y RME	Beneficio	Operación de áreas de servicio	Desmantelamiento, clausura, restauración, estabilidad
			Contaminación por la generación de Residuos Mineros		-	-						-		-
			Contaminación por la generación de RME	-	-	-	-			-		-	-	-
			Contaminación por la generación de RP	-	-	-						-	-	-
			Contaminación por la generación de RSU					-	-					
			Pérdida del horizonte orgánico	-										
			Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes					-	-					-
	Biótico	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	-	-	-	-	-	-	-			
			Perturbación por ruido	-	-	-	-		-	-		-	-	-
			Reducción de las fuentes de alimento	-										
			Riesgo de mortalidad o intoxicación					-			-			
		Flora	Disminución de la cobertura vegetal	-										
			Disminución de la diversidad florística	-										
			Pérdida de la capacidad de captura de carbono	-										
SOCIOECONÓMICO	Población	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	-	-	-		-	-			-	-
			Afectación a la población por ruido durante la operación									-		
		Economía	Aumento de la economía local	+	+	+	+	+	+			+		
			Generación de empleos directos e indirectos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Productividad		Participación en la reactivación económica a nivel municipal y estatal									+		

CONSULTA PÚBLICA

Con base a la Matriz causa-efecto se identificaron **36 impactos**, con un total de **143 interacciones** entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. Del total de interacciones, 19 corresponden a impactos benéficos y 125 impactos adversos.

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base en lo anterior, se identificaron las interacciones que el desarrollo del Proyecto puede generar sobre los distintos factores y componentes ambientales. Posteriormente, se procedió al análisis orientado a la descripción de los impactos derivados de dichas interacciones, así como a la evaluación de aquellos impactos que, en función de sus características, pueden considerarse ambientalmente significativos. Se toma como referencia la definición de impacto significativo que establece la fracción IX del artículo tercero del Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA:

> **IX. Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia *y* desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

Una vez evaluadas las interacciones identificadas, se procedió al análisis individual de los impactos ambientales asociados a cada factor ambiental, agregando el indicador correspondiente que permite su evaluación y posterior seguimiento. En determinados casos, los indicadores seleccionados se encuentran alineados con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, descritas en el Capítulo III de la MIA-R.

La definición de estos indicadores permite establecer un sistema de monitoreo ambiental orientado al seguimiento de los impactos identificados a lo largo de la vida útil del Proyecto, facilitando la verificación del cumplimiento normativo y la evaluación de la efectividad de las medidas de prevención, mitigación y control implementadas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3. Caracterización de los impactos que serán generados por el desarrollo del Proyecto

Subsistema	Medio	Factor	Subfactor	Impactos	Atributo	Indicador	Etapa del Proyecto en la que se presenta
FÍSICO-NATURAL	Abiótico	Atmósfera	Calidad de aire	Incremento de emisiones de gases	-	Concentración de elementos normados en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003; NOM-045-SEMARNAT-2017	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Emisiones de vapores ácidos y neblinas	-	Concentración de compuestos normados en NOM-165-SEMARNAT-2013	Operación y Mantenimiento
				Incremento en la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	Concentraciones con base a la NOM-043-SEMARNAT-1993	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
		Hidrología subterránea	Cantidad de agua	Disminución de la disponibilidad de agua	-	volumen de agua autorizados	Operación y Mantenimiento
				Disminución de la infiltración	-	volumen de agua	Operación y Mantenimiento
			Calidad de agua	Riesgo de contaminación de acuíferos	-	Parámetros fisicoquímicos con base a la NOM-127-SSA1-1994	Operación y Mantenimiento
				Riesgo de infiltración de lixiviantes por rotura de recubrimiento	-	Parámetros fisicoquímicos con base a la NOM-127-SSA1-1994	Operación y Mantenimiento
		Hidrología superficial	Cantidad de agua	Alteración de corrientes superficiales	-	Número de corrientes desviadas	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento
			Calidad de agua	Generación de aguas residuales	-	Parámetros fisicoquímicos con base a la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-002-SEMARNAT-1996	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Posible contaminación de los flujos superficiales	-	Concentración de elementos normados por arriba de concentraciones de LBA	Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Riesgo de derrame de lixiviantes por carga hidráulica	-	Concentración de elementos normados por arriba de concentraciones de LBA	Operación y Mantenimiento
				Riesgo de generación de drenaje ácido	-	Concentración de elementos normados por arriba de concentraciones de LBA	Operación y Mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Subsistema	Medio	Factor	Subfactor	Impactos	Atributo	Indicador	Etapa del Proyecto en la que se presenta
				Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado	-	Concentración de elementos normados por arriba de concentraciones de LBA	Operación y Mantenimiento
		Paisaje	Calidad del paisaje	Artificialización del entorno	-	Superficie con infraestructura	Construcción, Operación y Mantenimiento
				Modificación de la calidad escénica	-	Índice de Calidad de aire	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
		Suelo	Cantidad de suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	Toneladas por hectárea por año	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
			Calidad de suelo	Compactación del suelo	-	Superficie compactada por infraestructura	Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre
				Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	volumen de suelo contaminado (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Contaminación por la generación de Residuos Mineros	-	volumen de residuos mineros (NOM-157-SEMARNAT-2009)	Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Contaminación por la generación de REM	-	Toneladas de residuos (NOM-161-SEMARNAT-2011)	Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Contaminación por la generación de RP	-	kg de residuos (NOM-052-SEMARNAT-2005)	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
				Contaminación por la generación de RSU	-	Toneladas de residuos (NOM-083-SEMARNAT-2003)	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
			Cantidad	Pérdida del horizonte orgánico	-	volumen de suelo orgánico	Preparación del Sitio,
			Estabilidad	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	-	Superficie de tepetateras	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Subsistema	Medio	Factor	Subfactor	Impactos	Atributo	Indicador	Etapa del Proyecto en la que se presenta
	Biótico	Fauna	Hábitat	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	Superficie de CUSTF	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento
			Distribución	Perturbación por ruido	-	Límites máximos permisibles con base a la NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-085-SEMARNAT-2011	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
			Hábitat	Reducción de las fuentes de alimento	-	Superficie de CUSTF	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento
			Abundancia	Riesgo de mortandad o intoxicación	-	Número de individuos afectados	Operación y Mantenimiento,
		Flora	Cobertura	Disminución de la cobertura vegetal	-	Superficie de CUSTF	Preparación del Sitio
			Riqueza	Disminución de la diversidad florística	-	Número de especies en el CUSTF	Preparación del Sitio
			Servicio ambiental	Pérdida de la capacidad de captura de carbono	-	Toneladas de CO_2 almacenado en área de CUSTF	Preparación del Sitio
Socioeconómico	Socioeconómico	Social	Población	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	Límites máximos permisibles con base a la NOM-081-SEMARNAT-1994	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
			Población	Afectación a la población por ruido durante la operación	-	Límites máximos permisibles con base a la NOM-085-SEMARNAT-2011	Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y abandono
		Economía	Economía	Aumento de la economía local	+	Número de unidades económicas relacionadas con el proyecto	Construcción, Operación y Mantenimiento,
			Empleos	Generación de empleos directos e indirectos	+	Número de empleos generados	Preparación del Sitio, Construcción, Operación-Mantenimiento, Cierre y abandono
			Productividad	Participación en la reactivación económica a nivel municipal y estatal	+	Producción anual de toneladas de cobre	Operación y Mantenimiento

Notas: **LBA**=Línea Base Ambiental; **CUSTF=** Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

CONSULTA PÚBLICA

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificados los impactos derivados de las actividades del proyecto, se procedió a su valoración conforme a la metodología propuesta por Conesa (1997)[1]. En el cual se evalúa la importancia del impacto mediante 11 criterios: Signo, intensidad, Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Sinergia, Acumulativo, Efecto, Periodicidad y Recuperabilidad.

- **Naturaleza (NA):** Hace alusión al carácter Benéfico(+) o Adverso (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- **Intensidad (I):** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.
- **Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. **Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.
- **Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
- **Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción.
- **Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, la componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.
- **Acumulación (AC).** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada a la acción que lo genera.
- **Efecto (EF):** Distingue la relación causal entre la acción y la respuesta del medio.
- **Periodicidad (PR):** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto bien sea de manera cíclica o recurrente.
- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la actuación por medio de la intervención humana.

El cálculo de la importancia de los impactos ambientales se llevó a cabo mediante la asignación de indicadores cuantitativos a cada uno de los atributos considerados, lo que permitió determinar la intensidad relativa de los impactos identificados y, con base en dicha valoración, se determinó la importancia del impacto, mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR) + MC$$

Los valores para cada criterio se presentan en la tabla siguiente:

[1] Conesa Fernandez-Vitora, V. (1997). Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental (3ra ed.). Grupo Mundi-Prensa.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. Criterios para la valoración de la importancia del Impacto

SIGNO		INTENSIDAD (I)	
Sin efecto	0	Baja	1
Positivo	+	Media	2
Negativo	-	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EXT)		**MOMENTO (MO)**	
Puntual	1	Largo plazo (> 5 años)	1
Parcial	2	Mediano plazo (1 a 5 años)	2
Extenso	4	Inmediato (< 1 año)	4
Total	8	Crítico	(+4)
Critica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		**REVERSIBILIDAD (RV)**	
Fugaz (< 1 año)	1	Corto plazo	1
Temporal (1 a 10 años)	2	Mediano plazo (1 a 5 años)	2
Permanente (> 10 años)	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		**ACUMULACIÓN (AC)**	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		**PERIODICIDAD (PR)**	
Indirecto (Secundario)	1	Irregular y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		**IMPORTANCIA (I)**	
Inmediato	1	**Irrelevante**	**<25**
Medio plazo	2	**Moderado**	**25 a < 50**
Mitigable	4	**Alto**	**50 - 75**
Irrecuperable	8	**Critico**	**> 75**

Tabla 5. Clasificación de rangos de importancia de Impactos

Rango de Importancia	Clase de Efecto	Categoría	Impacto
0 ≤ 25	Compatible	Verde	Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.
26 ≤ 50	Moderado	Amarillo	Son Impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.
51 ≤ 75	Alto	Naranja	Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.
76 ≤ 100	Crítico	Rojo	Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversible. Para su manejo se requieren medidas de control, prevención y mitigación

CONSULTA PÚBLICA

La aplicación de la metodología de Conesa (1997) permitió identificar que, de las 143 interacciones previamente determinadas, la mayoría se asocian a las etapas de preparación del sitio y de operación y mantenimiento del Proyecto. En particular, durante la etapa de preparación del sitio se identificaron tres impactos clasificados con **Importancia Crítica**, los cuales inciden de manera directa sobre el **factor flora**, específicamente por la disminución de la cobertura vegetal, así como sobre el **factor suelo**, debido a la pérdida del horizonte orgánico. En la Tabla 6 se presenta la valoración de las 143 interacciones y los valores asignados para cada criterio para obtener la importancia del factor.

Tabla 6. Matriz de Valoración de impactos del Proyecto "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Preparación del sitio	-	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	8	4	4	4	2	2	4	1	4	4	57	Alto
Preparación del sitio	-	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Preparación del sitio	-	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	2	1	8	4	2	2	4	4	4	4	40	Moderado
Preparación del sitio	-	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	4	32	Moderado
Preparación del sitio	-	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	-	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	Moderado
Preparación del sitio	-	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	-	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	24	Compatible
Preparación del sitio	-	Hidrología superficial	Posible contaminación de los flujos superficiales	-	4	4	4	4	2	2	4	1	1	4	42	Moderado
Preparación del sitio	-	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	1	8	4	1	2	1	4	4	1	4	40	Moderado
Preparación del sitio	-	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	2	8	2	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Preparación del sitio	-	Flora	Disminución de la cobertura vegetal	-	12	8	4	4	2	2	4	4	4	4	80	Crítico
Preparación del sitio	-	Flora	Pérdida de la capacidad de captura de carbono	-	8	8	2	4	2	2	4	4	4	4	66	Alto
Preparación del sitio	-	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	12	8	2	4	2	2	4	1	1	4	72	Alto
Preparación del sitio	-	Fauna	Perturbación por ruido	-	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	39	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Preparación del sitio	-	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	8	4	4	4	2	2	4	1	4	2	55	Alto
Preparación del sitio	-	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	2	4	4	1	1	2	1	4	1	1	29	Moderado
Preparación del sitio	-	Económico	Aumento de la economía local	+	4	8	4	4		2	4	1	4		47	Moderado
Preparación del sitio	-	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	4		2	4	4	4		42	Moderado
Preparación del sitio	-	Fauna	Reducción de las fuentes de alimento	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	4	45	Moderado
Preparación del sitio	-	Flora	Disminución de la diversidad florística	-	4	8	4	4	2	2	4	4	4	4	56	Alto
Preparación del sitio	-	Suelo	Compactación del suelo	-	4	4	2	4	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
Preparación del sitio	-	Suelo	Pérdida del horizonte orgánico	-	12	8	4	4	2	4	4	4	1	4	79	Crítico
Construcción	-	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	4	45	Moderado
Construcción	-	Suelo	Compactación del suelo	-	4	4	2	4	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	4	1	8	4	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación por la generación de RME	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	4	32	Moderado
Construcción	-	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	1	8	4	1	2	1	4	4	1	4	40	Moderado
Construcción	-	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	1	8	2	4	2	2	4	4	4	4	45	Moderado
Construcción	-	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	-	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	Moderado
Construcción	-	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	-	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Construcción	-	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	-	4	1	4	2	1	1	1	4	4	2	33	Moderado
Construcción	-	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	2	43	Moderado
Construcción	-	Fauna	Perturbación por ruido	-	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	39	Moderado
Construcción	-	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	4	4	2	4	2	2	4	1	1	4	40	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Construcción	-	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	2	4	4	1	1	2	1	4	1	1	29	Moderado
Construcción	-	Económico	Aumento de la economía local	+	4	8	4	4		2	4	1	4		47	Moderado
Construcción	-	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	8	4	4	4		2	4	4	4		54	Alto
Construcción	-	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	4	2	4	1	2	2	4	1	4	4	38	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	4	1	4	4	2	2	4	4	4	4	42	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	-	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	44	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación por la generación de RME	-	4	2	4	4	2	2	4	4	4	4	44	Moderado
Construcción	-	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	2	1	4	4	2	1	4	4	1	4	32	Moderado
Construcción	-	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	1	8	4	1	2	1	4	4	1	4	40	Moderado
Construcción	-	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	1	8	2	4	2	2	4	4	4	4	45	Moderado
Construcción	-	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	-	2	2	2	4	2	2	4	1	4	4	33	Moderado
Construcción	-	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	-	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	42	Moderado
Construcción	-	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	-	4	1	4	2	1	1	1	4	4	2	33	Moderado
Construcción	-	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	2	2	4	4	2	2	4	1	4	2	33	Moderado
Construcción	-	Paisaje	Artificialización del entorno	-	2	1	4	2	2	2	4	1	4	2	29	Moderado
Construcción	-	Fauna	Perturbación por ruido	-	2	2	4	1	1	1	1	1	2	4	25	Moderado
Construcción	-	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	4	1	2	4	2	2	4	1	1	4	34	Moderado
Construcción	-	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	2	4	4	1	1	2	1	4	1	1	29	Moderado
Construcción	-	Económico	Aumento de la economía local	+	4	2	4	4		2	4	1	4		35	Moderado
Construcción	-	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	4		2	4	4	4		42	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Operación y mantenimiento	Tajo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	4	8	4	2	2	2	4	4	4	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Tajo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	4	8	2	4	1	2	4	4	2	2	49	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	12	4	4	4	2	2	4	1	4	4	69	Alto
Operación y mantenimiento	Tajo	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	12	2	8	4	2	2	4	4	4	4	72	Alto
Operación y mantenimiento	Tajo	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	12	2	4	4	2	1	4	4	1	4	64	Alto
Operación y mantenimiento	Tajo	Hidrología superficial	Riesgo de generación de drenaje ácido	-	4	4	8	4	2	2	4	4	1	4	49	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Hidrología superficial	Posible contaminación de los flujos superficiales	-	4	4	4	4	2	2	4	1	1	4	42	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	-	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	2	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Fauna	Perturbación por ruido	-	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	39	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	8	8	2	4	2	2	4	1	4	4	63	Alto
Operación y mantenimiento	Tajo	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	4	1	4	1	1	2	1	4	4	1	32	Moderado
Operación y mantenimiento	Tajo	Económico	Aumento de la economía local	+	8	8	4	4		2	4	1	4		59	Alto
Operación y mantenimiento	Tajo	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	4		2	4	4	4		42	Moderado
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Suelo	Contaminación por la generación de Residuos Mineros	-	8	4	4	4	4	2	4	1	4	4	59	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	-	8	4	4	4	2	2	4	4	2	4	58	Alto

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Fauna	Riesgo de mortandad o intoxicación	-	2	2	2	4	2	2	4	4	1	4	33	Moderado
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	1	4	4	1	2	1	1	4	2	4	30	Moderado
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	4	8	2	4	2	2	4	4	4	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Riesgo de derrame de lixiviantes por carga hidráulica	-	8	4	8	4	2	2	4	4	1	4	61	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	-	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Hidrología subterránea	Riesgo de infiltración de lixiviantes por rotura de recubrimiento	-	8	8	8	4	2	2	4	1	1	4	66	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Hidrología subterránea	Disminución de la disponibilidad de agua	-	8	8	1	4	2	2	4	1	4	4	62	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Riesgo de generación de drenaje ácido	-	8	4	8	4	2	2	4	4	1	4	61	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado	-	8	4	6	4	2	2	4	1	1	4	56	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	2	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Económico	Aumento de la economía local	+	12	8	4	4		2	4	1	4		71	Alto
Operación y mantenimiento	Patio de Lixiviación	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	8	4	4	4		2	4	4	4		54	Alto
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	4	8	4	2	2	2	4	4	4	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	4	8	2	2	2	2	4	4	4	2	50	Alto

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Suelo	Contaminación por la generación de Residuos Mineros	-	8	4	4	4	4	2	4	1	4	4	59	Alto
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	-	8	4	4	2	1	2	1	4	2	4	52	Alto
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	2	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	-	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Hidrología superficial	Riesgo de generación de drenaje ácido	-	2	4	8	4	2	2	4	4	1	4	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Hidrología superficial	Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado	-	8	2	2	4	2	2	4	1	1	4	48	Moderado
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Económico	Aumento de la economía local	+	8	8	4	4		2	4	1	4		59	Alto
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	8	4	4	4		2	4	4	4		54	Alto
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Fauna	Perturbación por ruido	-	2	4	4	1	1	1	1	1	2	1	26	Moderado
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Tepetatera I y II	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	4	1	4	1	1	2	1	4	4	1	32	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	-	4	2	4	4	2	2	4	1	4	4	41	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	4	2	4	4	2	1	4	4	1	4	40	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	-	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	2	2	4	2	2	1	4	4	1	4	32	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	4	8	2	4	2	2	4	4	4	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	4	4	2	4	2	2	4	1	1	4	40	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Fauna	Perturbación por ruido	-	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	39	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	2	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	2	1	4	1	1	2	1	4	2	1	24	Compatible
Operación y mantenimiento	Banco de agregados	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	4		2	4	4	4		42	Moderado
Operación y mantenimiento	Relleno Sanitario	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	4	8	2	4	1	2	4	4	4	4	53	Alto
Operación y mantenimiento	Relleno Sanitario	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	-	4	4	4	4	2	2	4	1	4	2	43	Moderado
Operación y mantenimiento	Relleno Sanitario	Hidrología subterránea	Riesgo de contaminación de acuíferos	-	4	8	8	4	2	2	4	1	1	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Relleno Sanitario	Fauna	Riesgo de mortandad o intoxicación	-	2	2	2	4	2	2	4	4	1	4	33	Moderado
Operación y mantenimiento	Relleno Sanitario	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	-	4	4	2	4	2	2	4	1	1	4	40	Moderado
Operación y mantenimiento	Relleno Sanitario	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	4		2	4	4	4		42	Moderado
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de vapores ácidos y neblinas	-	4	8	2	4	2	2	4	4	4	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	4	8	2	4	2	2	4	4	4	4	54	Alto
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Fauna	Perturbación por ruido	-	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	39	Moderado
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Social	Afectación a la población por ruido durante la operación	-	4	1	4	1	1	2	1	4	4	1	32	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	4	1	8	4	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Suelo	Contaminación por la generación de RME	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Hidrología subterránea	Disminución de la disponibilidad de agua	-	4	8	1	4	2	2	4	1	4	4	50	Alto
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Económico	Aumento de la economía local	+	8	8	4	4		2	4	1	4		59	Alto
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	8	4	4	4		2	4	4	4		54	Alto
Operación y mantenimiento	Planta de proceso	Económico	Aumento en la productividad minera a nivel municipal y estatal	+	8	8	4	4		2	4	4	4		62	Alto
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	2	8	2	4	1	2	4	4	4	4	47	Moderado
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	2	4	4	1	2	1	4	4	2	4	36	Moderado
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Fauna	Perturbación por ruido	-	4	4	4	4	2	1	1	1	2	4	39	Moderado
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	2	2	4	1	1	2	1	4	4	1	28	Moderado
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	-	4	2	8	4	2	2	4	4	4	4	48	Moderado
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	4	1	8	4	2	2	4	4	4	4	46	Moderado
Operación y mantenimiento	Áreas de servicio y apoyo	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	4		2	4	4	4		42	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	-	4	2	4	2	1	2	4	4	4	4	41	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Suelo	Contaminación por la generación de RP	-	2	1	4	2	1	2	4	4	4	4	33	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	-	4	1	4	4	2	1	4	4	1	4	38	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa	OBRA	FACTOR	IMPACTO	CRITERIOS												CATEGORÍA
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulativo	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia del Impacto	
Cierre y abandono	Todas las obras	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	-	1	1	4	2	1	1	1	4	4	2	24	Compatible
Cierre y abandono	Todas las obras	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	-	2	2	4	1	2	1	4	4	1	4	31	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	-	2	8	2	2	2	2	4	4	2	4	44	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Fauna	Perturbación por ruido	-	2	4	4	2	2	1	1	1	1	1	27	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	-	4	2	4	1	1	2	1	4	1	1	31	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	+	4	4	4	2		2	4	4	4		40	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Suelo	Contaminación por la generación de RME	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	4	42	Moderado
Cierre y abandono	Todas las obras	Suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	-	1	1	4	2	1	2	4	4	2	4	28	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS

V.3.1.1 Impactos en la Fauna

V.3.1.1.1 Fragmentación y/o pérdida del hábitat

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, implican el desmonte y despalme de la vegetación, la habilitación de vialidades, la construcción de infraestructura y obras auxiliares, así como la expansión de áreas operativas como el tajo, las tepetateras y el patio de lixiviación. Estas acciones generan la remoción de la cobertura natural, provocando la fragmentación y pérdida del hábitat para las especies de fauna presentes en el área de influencia.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor fauna, con una extensión en la mayor parte de la superficie del proyecto. Su manifestación es inmediata tras la remoción de la vegetación y la ocupación del terreno, y su persistencia es prolongada, en función de la duración de las actividades y del tiempo requerido para la recuperación del hábitat.

Con base a los muestreos realizados, la composición faunística que integra el área del SAR, está representada por 41 familias y una riqueza total de 81 especies, siendo el grupo de aves el de mayor representatividad, posteriormente el grupo de mamíferos y reptiles, siendo el grupo de anfibios el de menor riqueza. Además, se registraron cinco especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), Codorniz de Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), Cascabel de diamantes (*Crotalus atrox*), Lagarto escorpión de Arizona (*Elgaria kingii),* Culebra lineada de bosque (*Thamnophis cyrtopsis*).

Tabla 7. Riqueza de especies por grupo faunístico para el SAR

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDÉMICA
Anfibios	1	1	0	0
Aves	25	56	2	0
Mamíferos	10	14	0	0
Reptiles	5	10	3	0
TOTAL	**41**	**81**	**5**	**0**

Si bien la fauna silvestre presenta una alta capacidad de desplazamiento ante condiciones de perturbación, la fragmentación y/o pérdida del hábitat se identifica como un impacto ambiental negativo, de intensidad media y susceptible de mitigación. Dicho impacto puede ser atendido mediante la delimitación precisa de las áreas de intervención, así como con la implementación de un Programa de rescate y reubicación de fauna, previo y durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Adicionalmente, la rehabilitación progresiva de las áreas intervenidas y la revegetación con especies nativas contribuirán a restablecer las condiciones del hábitat y a favorecer la recolonización de la fauna local.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.1.2 Perturbación por ruido

Las actividades del Proyecto, principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, generan niveles elevados de ruido derivados del funcionamiento de maquinaria pesada, equipo móvil, barrenación, voladuras, transporte de materiales y operación continua de instalaciones, lo que puede ocasionar una perturbación a la fauna silvestre presente en el área de influencia.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor fauna, con una extensión puntual a parcial, dependiendo de la intensidad de las actividades y del alcance del sonido en el entorno. Su manifestación es inmediata durante la ejecución de las actividades generadoras de ruido, y su persistencia es temporal, asociada a la duración y frecuencia de dichas actividades. La reversibilidad del impacto es a corto plazo, ya que, una vez cesada la fuente sonora, los niveles de ruido tienden a normalizarse y la fauna puede colonizar las áreas afectadas. La perturbación por ruido a la fauna se clasifica como un impacto negativo, de intensidad media a alta, no acumulativo y mitigable, mediante la implementación de medidas tales como la programación de actividades ruidosas en horarios específicos, el mantenimiento adecuado de maquinaria, el uso de silenciadores y barreras acústicas, así como la delimitación de zonas de amortiguamiento.

V.3.1.1.3 Reducción de las fuentes de alimento

Las actividades del Proyecto, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, implican el desmonte y despalme de la vegetación, la ocupación del suelo por infraestructura, así como la modificación del hábitat asociada al tajo, las tepetateras, el patio de lixiviación y las vialidades. Estas acciones provocan la disminución o eliminación de la cobertura vegetal y de otros componentes bióticos que constituyen fuentes de alimento para la fauna silvestre, tales como semillas, frutos, follaje, invertebrados y pequeños vertebrados.

Este impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor fauna, con una extensión parcial, dependiendo de la superficie intervenida y del grado de dependencia de las especies presentes respecto a los recursos alimenticios locales. Su manifestación es inmediata tras la remoción de la vegetación y la alteración del hábitat, y su persistencia es prolongada, mientras se mantenga la ocupación del terreno y no se restablezcan las condiciones naturales. La reversibilidad del impacto es de mediano a largo plazo, condicionada a la regeneración natural de la vegetación y a la implementación de acciones de restauración.

La reducción de las fuentes de alimento se clasifica como un impacto negativo, de intensidad media, acumulativo y mitigable parcialmente, mediante la aplicación de medidas como la delimitación de áreas de conservación, la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas, la revegetación con especies nativas, y la implementación de programas de rescate y reubicación de fauna cuando sea técnicamente viable.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.1.4 Riesgo de mortalidad o intoxicación

La operación de los patios de lixiviación implica el manejo y la presencia permanente de lixiviantes, principalmente a base de ácido sulfúrico, así como de soluciones ricas y pobres que contienen metales disueltos. La exposición accidental de la fauna silvestre a estas soluciones, ya sea por contacto directo, ingestión o caída en piletas y canales, representa un riesgo potencial de mortandad o intoxicación, particularmente para especies terrestres y aves que transitan o se refugian en las áreas operativas.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor fauna, con una extensión puntual, limitada a las áreas del patio de lixiviación, piletas, canales y zonas adyacentes. Su manifestación puede ser inmediata, ante eventos de contacto o exposición, y su persistencia es temporal, asociada a la presencia continua de soluciones durante la etapa de operación.

El riesgo de mortalidad o intoxicación de fauna es un impacto negativo, de intensidad potencialmente alta, no acumulativo a nivel individual pero relevante desde el punto de vista ecológico, y mitigable, con medidas estrictas de control, tales como la instalación de cercos perimetrales, barreras físicas, sistemas de exclusión de fauna, rampas de escape, señalización, y la inspección y mantenimiento permanente de las instalaciones. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de incidencias de fauna y programas de vigilancia ambiental, lo que permite detectar y atender oportunamente cualquier evento durante la vida útil del Proyecto.

V.3.1.2 Impactos en la flora

V.3.1.2.1 Disminución de la cobertura vegetal

Las actividades del Proyecto, particularmente durante la etapa de preparación del sitio y, en menor medida, durante la construcción, implica el desmonte y despalme de la vegetación para la habilitación del tajo a cielo abierto, el patio de lixiviación, las tepetateras, las vialidades y la infraestructura y obras auxiliares. Estas acciones ocasionan la remoción directa de la cobertura vegetal existente, dando lugar a una disminución de la superficie ocupada por comunidades vegetales dentro del área de influencia del Proyecto.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor flora y se encuentra estrechamente vinculado al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para una superficie total de 604.0 hectáreas, que comprende 552.5846 ha de Pastizal Natural y 51.4154 ha de Bosque de Encino con Vegetación secundaria. Su manifestación es inmediata tras la ejecución de las actividades de desmonte, y su persistencia es prolongada, ya que la recuperación natural de la cobertura vegetal ocurre en periodos largos y depende de las condiciones edáficas y climáticas del sitio. La reversibilidad del impacto es a largo plazo, condicionada a la implementación de acciones de rehabilitación y restauración ecológica.

Desde el punto de vista ambiental, la disminución de la cobertura vegetal se clasifica como un impacto negativo, de intensidad alta, acumulativo y mitigable, mediante la aplicación de medidas como la delimitación de áreas de intervención, la conservación y aprovechamiento del suelo orgánico, la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas, y la implementación de un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, así como un Programa de reforestación con especies nativas. El seguimiento

CONSULTA PÚBLICA

del impacto se realizará mediante indicadores de cobertura vegetal y éxito de la restauración, permitiendo evaluar la efectividad de las medidas implementadas durante la vida útil del Proyecto y en la etapa de cierre.

V.3.1.2.2 Pérdida de la capacidad de captura de carbono

En la etapa de preparación del sitio y la construcción, implican la remoción de la cobertura vegetal y la alteración del suelo como consecuencia del desmonte y despalme, la conformación de plataformas, vialidades, tepetateras, el tajo y el patio de lixiviación. Estas acciones reducen la biomasa vegetal y el contenido de materia orgánica del suelo, lo que conlleva una disminución en la capacidad del ecosistema para capturar y almacenar carbono.

Este impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor flora, con una extensión parcial a total, en función de la superficie intervenida y del tipo de vegetación afectada. Su manifestación es inmediata tras la remoción de la vegetación y su persistencia es prolongada, ya que la recuperación de la capacidad de captura de carbono depende de procesos de sucesión vegetal de mediano a largo plazo. La reversibilidad del impacto es a largo plazo, condicionada a la implementación de acciones de restauración ecológica y revegetación.

La pérdida de la capacidad de captura de carbono es un impacto negativo, de intensidad alta, acumulativo y mitigable, mediante la aplicación de u n medidas como la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas, la revegetación con especies nativas, la conservación del suelo orgánico y la implementación de programas de compensación ambiental, cuando así se determine.

V.3.1.2.3 Disminución de la diversidad florística

En la etapa de preparación del sitio, implica el desmonte y despalme de la vegetación para las obras como el tajo, el patio de lixiviación, las tepetateras, vialidades e infraestructura auxiliar. Estas acciones ocasionan la eliminación de especies vegetales y la homogeneización de las comunidades, lo que se traduce en una reducción de la riqueza y composición florística dentro del área de influencia.

El impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor flora, con una extensión parcial a total, afectando a dos tipos de vegetación de Pastizal natural y Bosque de Encino con vegetación secundaria. Su manifestación es inmediata tras la remoción de la vegetación, y su persistencia es prolongada, ya que la recuperación de la diversidad florística depende de procesos de sucesión ecológica de mediano a largo plazo.

En el Área Forestal del Proyecto (AFP), se identificaron un total de 49 especies de flora, todas las especies encontradas en el estrato arbóreo así como el arbustivo son especies nativas; en el estrato de otras especies se registraron 9 especies nativas y 3 endémicas; en el estrato herbáceo se registraron 18 especies nativas y 2 especies endémicas. En el estrato arbóreo resaltan especies como: Mezquite (*Prosopis velutina*), Encino prieto (*Quercus emoryi*), Encino blanco (*Quercus oblongifolia*); en el arbustivo resaltan: Baccharis lineal (*Archibaccharis serratifolia*), Estafiate (*Artemisia ludoviciana*), Vara de ángel enano (*Calliandra eriophylla*), Colorín arbustivo (*Erythrina flabelliformis*); algunas cactáceas como: Coryphantha (*Coryphantha recurvata*),

CONSULTA PÚBLICA

Cardon tunero (*Cylindropuntia imbricata*),Choya (*Echinocereus fasciculatus*), Corifanta fina *(Echinocereus rigidissimus*), Mamilaria (*Mammillaria heyderi*).

La disminución de la diversidad florística se identifica como un impacto ambiental negativo, de intensidad alta, y susceptible de mitigación. Con el fin de evitar la pérdida de la diversidad florística dentro del Área Forestal Permanente (AFP), se aplicarán diversas medidas ambientales. Entre estas destacan la delimitación estricta de las áreas de intervención, el rescate y reubicación de especies de importancia ecológica y de lento crecimiento, la conservación, acopio y reutilización del suelo orgánico, así como la reforestación con especies nativas y la rehabilitación progresiva de las áreas intervenidas, orientadas a favorecer la recuperación de la estructura y composición vegetal del sitio.

El seguimiento de este impacto se realizará a través de indicadores de riqueza y composición florística, los cuales permitirán evaluar la efectividad de las medidas implementadas durante la vida útil del Proyecto y, de manera particular, durante la etapa de cierre, con el fin de promover la recuperación funcional de la vegetación afectada.

V.3.1.3 Impactos en la atmósfera

V.3.1.3.1 Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases

La ejecución de las obras y actividades asociadas al Proyecto genera emisiones de gases a la atmósfera, principalmente derivadas del uso de maquinaria pesada, equipo móvil y vehículos de transporte, así como del consumo de combustibles fósiles durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Estas emisiones se componen principalmente de óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO_2), los cuales pueden provocar una alteración temporal de la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto.

Durante la etapa de operación, las emisiones gaseosas se intensifican en zonas específicas como el tajo, las vialidades internas, el patio de lixiviación y la planta ESDE, asociadas a las actividades continuas de minado, transporte de materiales, manejo de soluciones y operación de equipos auxiliares. El impacto se clasifica como negativo, de intensidad moderada a Alta; con una extensión total dado que el efecto se puede manifestar de manera generalizada y no en una ubicación precisa al ser dispersada en la atmósfera, los efectos pueden manifestarse a mediano plazo y con reversibilidad a corto plazo, siempre que se apliquen medidas operativas adecuadas, tales como el mantenimiento preventivo de equipos, el uso de combustibles de calidad y la optimización de rutas y tiempos de operación. Asimismo, el impacto es mitigable mediante la implementación de acciones de control y seguimiento conforme a la normatividad ambiental aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.3.2 Afectación de la calidad del aire por emisiones de vapores ácidos y neblinas

La operación del patio de lixiviación y de la planta de Extracción por Solventes y Electrodepositación (ESDE) implica el manejo de soluciones ácidas, principalmente ácido sulfúrico, lo que puede generar la emisión de vapores ácidos y neblinas durante las actividades de riego del mineral, recirculación de soluciones, transferencia entre piletas, así como en las áreas de extracción por solventes y electrodepositación. Estas emisiones pueden provocar una alteración localizada de la calidad del aire, particularmente en las inmediaciones de las áreas operativas.

El impacto se manifiesta principalmente durante la etapa de operación y mantenimiento, con mayor incidencia en condiciones específicas de temperatura, velocidad del viento y humedad relativa, que favorecen la volatilización y dispersión de aerosoles ácidos. Desde el punto de vista ambiental, el impacto se clasifica como negativo, de intensidad Alta, de carácter mitigable, siempre que se implementen medidas de control adecuadas. Entre estas destacan el diseño y operación eficiente de los sistemas de riego y confinamiento, el uso de equipos cerrados o con sistemas de captación, el mantenimiento preventivo de instalaciones, así como la aplicación de programas de monitoreo atmosférico y de seguridad industrial conforme a la normatividad ambiental y de seguridad aplicable.

V.3.1.3.3 Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)

Las actividades asociadas al desarrollo del Proyecto durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, generan la emisión y levantamiento de material particulado como consecuencia del desmonte y despalme, los movimientos de tierra, la barrenación y voladuras, así como del tránsito de maquinaria pesada y vehículos de transporte sobre vialidades no pavimentadas. Asimismo, durante la etapa de operación, estas emisiones se presentan en áreas como el tajo, las tepetateras, el patio de lixiviación y los caminos internos.

La dispersión del material particulado puede ocasionar una alteración temporal de la calidad del aire en el área de influencia inmediata del Proyecto, con mayor incidencia en condiciones de baja humedad y vientos moderados a fuertes. El impacto presenta una extensión puntual a parcial, concentrándose en las zonas operativas, y una duración temporal, asociada a la intensidad y frecuencia de las actividades generadoras de polvo.

Desde el punto de vista ambiental, el impacto se clasifica como negativo, de importancia Moderada a Alta (Tajo y Tepetateras), con manifestación inmediata, reversibilidad a corto plazo y carácter mitigable. La aplicación de medidas como la humectación de superficies, el control de velocidades, la cobertura de materiales, el mantenimiento de vialidades y la implementación de programas de monitoreo de partículas, permite reducir de manera significativa la generación y dispersión de polvo, conforme a la normatividad ambiental aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.4 Impactos en la Hidrología subterránea

V.3.1.4.1 Disminución de la disponibilidad de agua

El desarrollo del Proyecto implica el uso y aprovechamiento de recursos hídricos para diversas actividades operativas, principalmente durante las etapa de operación y mantenimiento, asociadas al minado a cielo abierto, la operación del patio de lixiviación, la planta de ESDE, así como a los servicios auxiliares. La demanda de agua para estos procesos puede generar una disminución temporal en la disponibilidad del recurso hídrico dentro del área de influencia, particularmente cuando el suministro proviene de fuentes subterráneas o superficiales.

El impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor hidrología subterránea y con manifestación inmediata una vez iniciado el uso del agua. Su persistencia se encuentra asociada a la duración de las actividades operativas, presentando un carácter temporal, mientras que su reversibilidad es a mediano plazo, en función de la recarga natural del acuífero y del manejo eficiente del recurso.

Desde el punto de vista ambiental, el impacto se considera negativo, de intensidad Alta, acumulativo en el tiempo y mitigable, siempre que se implementen medidas de uso eficiente del agua, tales como la recirculación de soluciones, el aprovechamiento de aguas de proceso, la reducción de pérdidas, y el cumplimiento de los volúmenes autorizados conforme a la normatividad aplicable. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de consumo y balance hídrico, lo que permite evaluar su comportamiento a lo largo de la vida útil del Proyecto.

V.3.1.4.2 Disminución de la infiltración

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, implican el desmonte y despalme, la conformación de plataformas, la compactación del terreno, así como la construcción de vialidades, tepetateras, patio de lixiviación y otras obras de infraestructura, lo que provoca la modificación de las propiedades físicas del suelo y, en consecuencia, una reducción en la capacidad de infiltración natural del agua hacia el subsuelo.

Este impacto se manifiesta de forma directa sobre el factor hidrología subterránea, con una extensión restringida a las áreas ocupadas por las obras y estructuras del Proyecto. Su manifestación es inmediata y su persistencia es temporal a permanente, dependiendo del grado de compactación y del tipo de cobertura final del suelo. La reversibilidad del impacto es a mediano plazo, principalmente durante la etapa de cierre y abandono, mediante la aplicación de acciones de restauración, descompactación y rehabilitación del suelo.

La disminución de la infiltración se clasifica como un impacto negativo, de intensidad moderada y mitigable, con la implementación de medidas adecuadas de manejo del suelo, tales como la conservación y reutilización del suelo orgánico, el diseño de sistemas de drenaje y control de escurrimientos, y la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores relacionados con la condición física del suelo y el comportamiento de los escurrimientos superficiales.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.4.3 Riesgo de contaminación de acuíferos

La habilitación y operación del relleno sanitario del Proyecto, destinado a la disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) y, en su caso, residuos de manejo especial (RME) generados durante las diferentes etapas del Proyecto, representa un riesgo potencial de contaminación de los acuíferos, principalmente asociado a la generación y migración de lixiviados en caso de una inadecuada impermeabilización, fallas en los sistemas de confinamiento o deficiencias en el manejo operativo de los residuos.

Este impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor hidrología subterránea, con una extensión puntual, limitada al área de emplazamiento del relleno sanitario y su zona de influencia inmediata. Su manifestación puede ser diferida, condicionada a eventos de infiltración, saturación o fallas estructurales, y su persistencia podría ser temporal a permanente, dependiendo de la magnitud del evento y de la efectividad de las medidas de control implementadas. La reversibilidad del impacto es limitada, dado que la contaminación de acuíferos puede requerir periodos prolongados para su atenuación natural o remediación.

El impacto se clasifica como negativo, de intensidad potencialmente Alta, acumulativo y de carácter mitigable, siempre que el relleno sanitario cuente con sistemas de impermeabilización adecuados, captación y manejo de lixiviados, monitoreo hidrogeológico periódico y un manejo conforme a la normatividad ambiental aplicable. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de calidad del agua subterránea, que permiten detectar oportunamente cualquier variación atribuible a la operación del relleno sanitario.

V.3.1.4.4 Riesgo de infiltración de lixiviantes por rotura de recubrimiento

La operación del patio de lixiviación implica el manejo continuo de lixiviantes, principalmente a base de ácido sulfúrico, aplicadas sobre el mineral para la recuperación del cobre. En este contexto, existe un riesgo potencial de infiltración de lixiviante hacia el subsuelo en caso de fallas estructurales, roturas o pérdida de integridad del sistema de recubrimiento impermeable, así como por deficiencias en la instalación, operación o mantenimiento del sistema de contención.

Este impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor hidrología subterránea, con una extensión puntual, limitada al área del patio de lixiviación y su zona inmediata de influencia. Su manifestación puede ser diferida, condicionada a la ocurrencia de eventos de falla en el sistema de recubrimiento. La reversibilidad del impacto es limitada, dado que la infiltración de soluciones ácidas puede generar alteraciones prolongadas en la calidad del suelo y del agua subterránea.

El impacto se clasifica como negativo, de intensidad potencialmente alta, acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas preventivas y de control adecuadas, tales como el diseño e instalación de sistemas de impermeabilización multicapa, monitoreo permanente de fugas, sistemas de detección temprana, mantenimiento preventivo, así como la operación del patio de lixiviación conforme a criterios de ingeniería y normatividad ambiental aplicable. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de calidad del agua subterránea y control hidráulico, lo que permite identificar oportunamente cualquier variación atribuible a la operación del patio de lixiviación.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.5 Impactos en la Hidrología superficial

V.3.1.5.1 Alteración de corrientes superficiales

Las obras y actividades asociadas al desarrollo del Proyecto, particularmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, implican la modificación del relieve natural, la construcción de vialidades, plataformas y obras de drenaje, así como la habilitación del tajo, tepetateras, patio de lixiviación y áreas de servicio, lo que puede generar una alteración en el patrón natural de escurrimientos superficiales dentro del área de influencia.

Este impacto se manifiesta de forma directa sobre el factor hidrología superficial, con una extensión puntual a parcial, dependiendo de la localización de las obras y de la red de drenaje existente. Su manifestación es inmediata una vez ejecutadas las obras, y su persistencia puede ser temporal en algunas áreas o permanente, en función de la duración de las actividades y del diseño final de las estructuras.

La alteración de corrientes superficiales se clasifica como un impacto negativo, de intensidad moderada, y mitigable, siempre que se apliquen medidas adecuadas de manejo hidráulico, tales como el diseño y mantenimiento de canales de derivación, obras de control de escurrimientos, piletas de retención y sistemas que garanticen la conducción segura de las aguas pluviales. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores relacionados con el comportamiento de los escurrimientos y la estabilidad de las obras hidráulicas a lo largo del Proyecto.

V.3.1.5.2 Generación de aguas residuales

El desarrollo del Proyecto conlleva la generación de aguas residuales como resultado de las actividades del personal y de la operación de las instalaciones de apoyo, principalmente durante toda la vida útil del proyecto. Estas aguas residuales se originan fundamentalmente en instalaciones sanitarias, comedores, vestidores y campamentos, así como en algunas actividades auxiliares de mantenimiento, y corresponden en su mayoría a aguas residuales de tipo doméstico.

El impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor hidrología superficial y subterránea, con una extensión puntual, limitada a las áreas donde se generan y manejan dichas aguas. En la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán baños portátiles, para lo cual se contratará a una empresa con las autorizaciones correspondientes para el manejo y disposición final de las aguas residuales.

La generación de aguas residuales se clasifica como un impacto negativo, de intensidad baja, no acumulativo y totalmente mitigable, mediante la instalación y operación de plantas de tratamiento móviles, sistemas de biodigestores o el uso de baños portátiles, así como la disposición final de los efluentes tratados conforme a la normatividad ambiental aplicable. El seguimiento del impacto se realiza a través de indicadores de calidad del agua residual tratada, lo que permite verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos y prevenir afectaciones a los cuerpos de agua.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.5.3 Posible contaminación de los flujos superficiales

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, implican el manejo de combustibles, lubricantes, reactivos químicos, lixiviantes y residuos, así como la generación de aguas de contacto, lo que puede representar un riesgo potencial de contaminación de los flujos superficiales en caso de derrames accidentales, arrastre de contaminantes por escurrimientos pluviales o fallas en los sistemas de control hidráulico.

Este impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor hidrología superficial, con una extensión puntual a parcial, dependiendo de la localización de las fuentes potenciales de contaminación y de la conectividad con cauces, arroyos o canales naturales y artificiales dentro del área de influencia. Su manifestación puede ser inmediata o diferida, asociada a eventos de lluvia intensa o a incidentes operativos, y su persistencia es temporal, siempre que se actúe de manera oportuna para contener y remediar el evento.

Desde el punto de vista ambiental, este impacto se clasifica como negativo, de intensidad moderada, acumulativo en caso de eventos recurrentes y mitigable, mediante la implementación de sistemas de manejo de aguas de contacto y no contacto, canales de derivación, piletas de retención, programas de mantenimiento preventivo, así como procedimientos de respuesta a emergencias ambientales. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de calidad del agua superficial y la inspección periódica de las obras hidráulicas, lo que permite prevenir y detectar oportunamente posibles afectaciones durante el Proyecto.

V.3.1.5.4 Riesgo de derrame de lixiviantes por carga hidráulica

La operación del patio de lixiviación y de las piletas asociadas implica el manejo continuo de lixiviantes, principalmente ácido sulfúrico en solución, las cuales se encuentran sometidas a cargas hidráulicas variables derivadas de los procesos de riego, recirculación y almacenamiento. En este contexto, existe un riesgo potencial de derrame de lixiviantes asociado a sobrecargas hidráulicas por eventos de lluvia extraordinaria, fallas en los sistemas de conducción, desbordamientos de piletas o deficiencias en la capacidad de diseño y operación de los sistemas de contención.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre los factores hidrología superficial e indirecta sobre hidrología subterránea y suelo, con una extensión puntual, limitada al área del patio de lixiviación, piletas y zonas adyacentes. Su manifestación puede ser inmediata, principalmente durante eventos críticos de operación o precipitación intensa, y su persistencia es temporal, condicionada a la magnitud del derrame y a la rapidez de las acciones de contención y remediación.

El impacto se clasifica como negativo, de intensidad potencialmente Alto, acumulativo en caso de recurrencia y mitigable, mediante la implementación de medidas preventivas y de control, tales como el diseño adecuado de la capacidad hidráulica, sistemas de rebose controlado, canales y piletas de contingencia, monitoreo continuo de niveles, así como la aplicación de planes de respuesta a emergencias. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores operativos e hidráulicos y en apego a la normatividad aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.5.5 Riesgo de generación de drenaje ácido

En las etapas de operación y cierre, implica la exposición de materiales con potencial generador de acidez como resultado del minado a cielo abierto, la disposición de material estéril en tepetateras y el manejo del mineral lixiviado. La interacción de estos materiales con el oxígeno y el agua puede favorecer procesos de oxidación de sulfuros, dando lugar a la formación de drenaje ácido, con la consecuente movilización de metales y metaloides.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre los factor de hidrología superficial, su manifestación puede ser diferida, ya que los procesos geoquímicos asociados al drenaje ácido pueden desarrollarse a mediano o largo plazo, y su persistencia puede ser prolongada o permanente en ausencia de medidas de control adecuadas. La reversibilidad del impacto es limitada, debido a la complejidad de los procesos de neutralización y remediación una vez iniciado el fenómeno.
El riesgo de generación de drenaje ácido se clasifica como un impacto negativo, de intensidad potencialmente alta, acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas preventivas y de control desde la etapa de diseño y operación, tales como la caracterización geoquímica de materiales, la segregación y manejo diferenciado de materiales potencialmente generadores de drenaje acido, el control de escurrimientos y la neutralización de soluciones, así como programas de monitoreo de los parámetros físico químicos aguas arriba y aguas abajo. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de calidad del agua y del suelo, lo que permite detectar oportunamente la presencia de condiciones ácidas y aplicar medidas correctivas.

V.3.1.5.6 Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado

La operación del patio de lixiviación, así como el manejo y almacenamiento del mineral lixiviado y de las soluciones ricas y pobres, puede favorecer la movilización de metales y metaloides presentes en el material mineralizado, particularmente bajo condiciones ácidas generadas durante el proceso de lixiviación. Este fenómeno puede ocurrir como resultado del arrastre de especies metálicas disueltas a través de escurrimientos superficiales o por infiltración hacia el subsuelo, en caso de fallas operativas o de contención.

El impacto se manifiesta de manera indirecta sobre los factores hidrología superficial, hidrología subterránea, con una extensión puntual a parcial, concentrada en las áreas del patio de lixiviación, piletas, tepetateras y zonas adyacentes. Su manifestación puede ser inmediata o diferida, dependiendo de las condiciones de operación, eventos de precipitación y características geoquímicas del sitio, mientras que su persistencia puede ser prolongada, en función de la magnitud del evento y de la efectividad de las acciones de control. La reversibilidad del impacto es limitada, debido a la complejidad de los procesos de remediación una vez que los metales y metaloides han sido movilizados en el medio.

El riesgo de movilidad de metales y metaloides se clasifica como un impacto negativo, de intensidad potencialmente alta, acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas preventivas y de control, tales como el diseño y operación adecuada de los sistemas de impermeabilización, el control hidráulico de escurrimientos, el manejo y neutralización de soluciones, así como programas de monitoreo periódico de la calidad del agua y del suelo. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores

CONSULTA PÚBLICA

geoquímicos específicos, lo que permite detectar oportunamente variaciones atribuibles a la operación del Proyecto y aplicar medidas correctivas durante su vida útil.

V.3.1.6 Impactos en el factor suelo

V.3.1.6.1 Pérdida del horizonte orgánico

Durante la etapa de preparación del sitio, implica el desmonte y despalme del terreno para la habilitación del tajo, el patio de lixiviación, las tepetateras, vialidades y demás infraestructura asociada. Estas actividades conllevan la remoción del horizonte orgánico del suelo, el cual constituye la capa superficial rica en materia orgánica, nutrientes y microorganismos, fundamental para el mantenimiento de la fertilidad y los procesos ecológicos del sitio.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor suelo, con una extensión total por las áreas intervenidas por las obras del Proyecto. En el Área del Proyecto se identifican tres grandes grupos de suelo: Leptosol, Phaeozem y Regosol. El complejo LPskli+LPmosk+LPeusk/2R es el de mayor representación con el 49.63% de la superficie. Son suelos muy poco profundos, desarrollados sobre roca o materiales pedregosos, generalmente con alta pendiente y susceptibilidad a erosión. Su profundidad efectiva es reducida (<25 cm), lo que limita el desarrollo radicular y la retención de humedad.

La manifestación del efecto es inmediata una vez realizadas las actividades de desmonte y despalme, y su persistencia es prolongada, dado que la regeneración natural del horizonte orgánico ocurre en escalas temporales largas. La reversibilidad del impacto es a largo plazo, condicionada a la aplicación de acciones de manejo y restauración del suelo durante la etapa de cierre y abandono.

La pérdida del horizonte orgánico se clasifica como un impacto negativo, de intensidad alta, acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas como la conservación, acopio y protección del suelo orgánico, su reutilización en actividades de rehabilitación y restauración, así como la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas durante la vida útil del Proyecto y en la etapa de cierre. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores relacionados con la conservación y aprovechamiento del suelo orgánico y el éxito de las acciones de restauración implementadas.

V.3.1.6.2 Aumento de la tasa de erosión

Las actividades del Proyecto, particularmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, implican el desmonte y despalme, la remoción de la cobertura vegetal, los movimientos de tierra, la conformación de plataformas, taludes y vialidades, así como la exposición directa del suelo a la acción del viento y la escorrentía superficial, lo que puede ocasionar un incremento en la tasa de erosión dentro del área de influencia.

Este impacto se manifiesta de manera indirecta sobre el factor suelo, en una extensa superficie del área del proyecto. Su manifestación es inmediata tras la remoción de la vegetación y la modificación del terreno, y su persistencia es temporal a mediano plazo, dependiendo de la duración de las actividades y de la aplicación oportuna de medidas de control. La reversibilidad del impacto es a largo plazo, principalmente

CONSULTA PÚBLICA

mediante acciones de estabilización de taludes, control de escurrimientos y restauración de superficies durante la etapa de cierre.

Con la ejecución del Proyecto se estima un incremento en la erosión hídrica, con un aumento potencial de 12.02 t/ha/año. Considerando la superficie sujeta a CUSTF, equivalente a 604.0 ha, se calcula una pérdida anual de suelo de aproximadamente 7,260.08 toneladas por año atribuible a este proceso. De manera complementaria, el análisis comparativo de los niveles medios de erosión eólica muestra un incremento significativo bajo la ejecución del Proyecto (155.53 t/ha/año), y con la ejecución del CUSTF (604.0 ha), se estima una pérdida anual de suelo por erosión eólica del orden de 66,458.12 toneladas por año.

Estos resultados evidencian que la erosión, tanto hídrica como eólica, constituye uno de los principales procesos de degradación del suelo asociados al desarrollo del Proyecto, lo que justifica la implementación de medidas de prevención, control y rehabilitación orientadas a reducir la magnitud del impacto. Por lo cual representa un impacto acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas adecuadas de manejo del suelo, tales como la conservación y reaprovechamiento del suelo orgánico, la instalación de obras de control de erosión, la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas y la estabilización física de taludes.

V.3.1.6.3 Compactación del suelo

Las actividades del Proyecto, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, implican el tránsito continuo de maquinaria pesada y vehículos de transporte, así como la nivelación, conformación y compactación de plataformas, vialidades y áreas operativas, lo que provoca una alteración en la estructura física del suelo y una reducción de su porosidad y permeabilidad, dando lugar a la compactación del suelo.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor suelo, con una extensión parcial, limitada a las áreas intervenidas por las obras y actividades del Proyecto. Su manifestación es inmediata y su persistencia es temporal a permanente, dependiendo del grado de compactación y del tipo de uso final del suelo. La reversibilidad del impacto es limitada a mediano plazo, siendo mayormente posible durante la etapa de cierre mediante acciones de descompactación, rehabilitación del suelo y restauración de áreas intervenidas.

Desde el punto de vista ambiental, la compactación del suelo se clasifica como un impacto negativo, de intensidad moderada, acumulativo y mitigable, siempre que se apliquen medidas de manejo adecuadas, tales como la delimitación de áreas de tránsito, la optimización de rutas, la conservación del suelo orgánico y la rehabilitación progresiva de superficies.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.6.4 Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes

En las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, implican el uso, almacenamiento y manejo de combustibles, aceites y lubricantes para la operación y mantenimiento de maquinaria pesada, equipo móvil y vehículos de transporte. Como consecuencia, existe un riesgo potencial de derrames accidentales durante las labores de abastecimiento, mantenimiento, transferencia o por fallas mecánicas, lo que puede provocar la contaminación del suelo en las áreas operativas.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor suelo, con una extensión puntual, restringida a las zonas donde se realizan actividades de manejo de combustibles y lubricantes, tales como talleres de mantenimiento, áreas de almacenamiento, puntos de abastecimiento y frentes de trabajo. Su manifestación es inmediata ante la ocurrencia de un derrame, y su persistencia es temporal, siempre que se apliquen de manera oportuna las acciones de contención y remediación. La reversibilidad del impacto es a corto a mediano plazo, dependiendo del volumen derramado y de la rapidez de respuesta.

La contaminación del suelo por derrames accidentales se clasifica como un impacto negativo, de intensidad moderada en caso ocurrencia, no acumulativo bajo condiciones de control adecuado y mitigable, mediante la implementación de medidas preventivas y de respuesta, tales como el almacenamiento en áreas impermeabilizadas, el uso de bandejas de contención, la capacitación del personal, la disponibilidad de kits para atención de derrames y la gestión adecuada de suelos contaminados conforme a la normatividad ambiental aplicable.

V.3.1.6.5 Contaminación por la generación de Residuos Mineros

Durante el Proyecto se generarán residuos mineros como resultado directo de las actividades de minado a cielo abierto, beneficio hidrometalúrgico, operación del patio de lixiviación y conformación de tepetateras, los cuales incluyen principalmente material estéril, mineral de baja ley y residuos asociados al proceso. La disposición y manejo inadecuado de estos materiales puede representar un riesgo potencial de contaminación del suelo y de manera indirecta, en la hidrología superficial y subterránea.

Este impacto se manifiesta de forma directa sobre el factor suelo, con una extensión parcial, concentrada en las áreas destinadas a la disposición de residuos mineros, tales como tepetateras y patios de lixiviación. Su manifestación es inmediata durante la generación y disposición de los residuos, y su persistencia es permanente, dependiendo del volumen generado, las características geoquímicas del material y la duración de la operación. La reversibilidad del impacto es limitada, particularmente cuando los residuos permanecen expuestos por períodos prolongados.

La contaminación por la generación de residuos mineros es un impacto negativo, de intensidad alta en el patio de lixiviación y media en las tepetateras, acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas tales como el diseño y operación controlada de las tepetateras, la caracterización geoquímica de los residuos, la estabilización física y química de los materiales en apego a la normatividad en materia de residuos mineros. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores relacionados con la estabilidad de los residuos y la calidad del suelo y del agua.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.6.6 Contaminación por la generación de RME

El desarrollo del Proyecto genera Residuos de Manejo Especial (RME) derivados de las actividades de construcción, operación, mantenimiento hasta el cierre y abandono, tales como llantas fuera de uso, filtros, empaques, materiales absorbentes no peligrosos, chatarra metálica y residuos provenientes del mantenimiento de equipos e instalaciones. El manejo inadecuado, almacenamiento temporal deficiente o disposición incorrecta de estos residuos puede representar un riesgo de contaminación del suelo y, de manera indirecta, de la hidrología superficial por arrastre de contaminantes.

Este impacto se manifiesta de forma directa sobre el factor suelo, con una extensión puntual, limitada a las áreas de generación, almacenamiento temporal y manejo de RME, como talleres, almacenes y zonas de acopio. Su manifestación es inmediata durante la generación y manejo de los residuos, y su persistencia es temporal, condicionada a la duración de las actividades y a la eficacia del sistema de gestión implementado.

La contaminación por la generación de RME se clasifica como un impacto negativo, de intensidad media, no acumulativo bajo condiciones de manejo adecuado y totalmente mitigable, mediante la implementación de un Plan de Manejo de RME, que incluya la segregación en la fuente, almacenamiento en áreas impermeabilizadas y techadas, etiquetado, recolección y transporte por prestadores autorizados, así como el aprovechamiento, reciclaje o disposición final conforme a la normatividad ambiental aplicable.

V.3.1.6.7 Contaminación por la generación de RP

El Proyecto genera Residuos Peligrosos (RP) como resultado de diversas actividades asociadas a la operación y mantenimiento de maquinaria y equipos, así como al manejo de reactivos químicos en el patio de lixiviación y la planta ESDE. Entre estos residuos se incluyen, de manera enunciativa más no limitativa, aceites usados, filtros contaminados, trapos y materiales absorbentes impregnados con hidrocarburos, envases de sustancias químicas, reactivos caducos y lodos con características de peligrosidad. El manejo inadecuado de estos residuos puede generar un riesgo potencial de contaminación del suelo y, de manera indirecta, de la hidrología superficial y subterránea.

Este impacto se manifiesta de forma directa sobre el factor suelo, con una extensión puntual, circunscrita a las áreas de generación, almacenamiento temporal y manejo de RP, tales como talleres, almacenes de reactivos, áreas de mantenimiento y puntos de transferencia. Su manifestación es inmediata durante la generación o manejo del residuo, y su persistencia puede ser temporal, siempre que se apliquen de manera oportuna las medidas de control y disposición final; de lo contrario, podría prolongarse en el tiempo. La reversibilidad del impacto es a corto a mediano plazo, dependiendo del tipo y volumen del residuo y de la eficacia de las acciones de remediación.

La contaminación por la generación de RP se clasifica como un impacto negativo, de intensidad baja a media, acumulativo en caso de eventos recurrentes y mitigable, mediante la implementación de un Plan de Manejo de RP, que contemple la identificación y segregación en la fuente, almacenamiento temporal en áreas impermeabilizadas y confinadas, etiquetado conforme a la normatividad, registro y control de volúmenes, así como la recolección, transporte y disposición final por empresas autorizadas.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.6.8 Contaminación por la generación de RSU

El desarrollo del Proyecto genera Residuos Sólidos Urbanos (RSU) principalmente como resultado de las actividades del personal operativo y administrativo, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Estos residuos se originan en campamentos, comedores, oficinas, vestidores y áreas de servicio, e incluyen restos de alimentos, envases, papel, cartón, plásticos y otros desechos de carácter doméstico. El manejo inadecuado, almacenamiento temporal deficiente o disposición incorrecta de los RSU puede representar un riesgo potencial de contaminación del suelo y, de manera indirecta, de la hidrología superficial, además de generar molestias sanitarias.

La contaminación por la generación de RSU se clasifica como un impacto negativo, de intensidad baja, no acumulativo bajo condiciones de manejo adecuado y totalmente mitigable, mediante la implementación de un Plan de Manejo de RSU que incluya la segregación en la fuente, almacenamiento en contenedores cerrados, recolección periódica, transporte y disposición final en sitios autorizados, así como acciones de capacitación al personal.

V.3.1.6.9 Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes

Durante las etapas de operación, mantenimiento y cierre, implican la excavación y conformación de taludes en el tajo a cielo abierto, en las tepetateras, en el patio de lixiviación y en diversas obras auxiliares, lo que puede generar un riesgo de inestabilidad mecánica asociado a factores como la geometría de los taludes, las características geotécnicas de los materiales, la presencia de agua, las vibraciones por voladuras y las condiciones climáticas.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor suelo, con una extensión puntual a parcial, concentrada en las áreas donde se desarrollan taludes y cortes del terreno. Su manifestación puede ser inmediata o diferida, dependiendo de la evolución de las condiciones geotécnicas y operativas, y su persistencia puede ser temporal o prolongada, en función de la duración de las actividades y del comportamiento de las estructuras. La reversibilidad del impacto es limitada, ya que los eventos de inestabilidad pueden requerir intervenciones estructurales para su corrección.

El riesgo de inestabilidad mecánica en taludes se clasifica como un impacto negativo, de intensidad potencialmente alta, acumulativo y mitigable, siempre que se implementen medidas preventivas y de control, tales como el diseño geotécnico adecuado de taludes, la instrumentación y monitoreo geotécnico, el control de escurrimientos y drenajes, la estabilización física de taludes y la aplicación de planes de contingencia.

CONSULTA PÚBLICA

V.3.1.7 Impactos en el Paisaje

V.3.1.7.1 Modificación de la calidad escénica

El desarrollo del Proyecto implica la transformación visible del paisaje natural como resultado de la ejecución de obras y actividades tales como el minado a cielo abierto, la conformación de tepetateras, la habilitación del patio de lixiviación, la instalación de la planta ESDE, así como la construcción de vialidades, áreas de servicio e infraestructura auxiliar. Estas acciones introducen elementos artificiales de gran escala y modifican la morfología original del terreno, generando una alteración en la calidad escénica del área de influencia.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el factor paisaje, con una extensión parcial dentro del SAR. Con base en los resultados del análisis de calidad visual, se determinó que el mayor porcentaje del SAR presenta una calidad paisajística baja (42.13%), correspondiente a sectores con menor valor escénico y natural, comúnmente asociados a usos de suelo degradados, fragmentación del entorno y la presencia dominante de elementos antrópicos. En términos de evaluación ambiental, estas áreas pueden considerarse más aptas para el desarrollo de infraestructura, dado que su sensibilidad visual es reducida, lo que disminuye la magnitud del impacto paisajístico derivado de las obras y actividades del Proyecto.

La manifestación del impacto es inmediata a partir de la construcción de las obras y su persistencia es prolongada, ya que las estructuras mineras permanecen durante la etapa de operación. La reversibilidad del impacto es parcial y a largo plazo, condicionada a la implementación de acciones de restauración y rehabilitación durante la etapa de cierre y abandono. La modificación de la calidad escénica es un impacto negativo, de intensidad media, acumulativo y mitigable parcialmente, mediante la aplicación de medidas como el diseño paisajístico de las obras, la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas, la estabilización y revegetación de taludes, y la integración visual de las estructuras al entorno.

V.3.1.7.2 Artificialización del entorno

La construcción de infraestructura y obras auxiliares del Proyecto, tales como vialidades, plataformas, áreas de servicio, talleres, almacenes, oficinas, campamentos y demás instalaciones de apoyo, implica la introducción de elementos artificiales en un entorno previamente dominado por componentes naturales. Estas acciones modifican de manera permanente la configuración física del territorio, generando un proceso de artificialización del entorno.

Con base a los análisis de fragilidad ambiental, en el SAR el proyecto es visible en una superficie de 24,587.9 ha, equivalente al 58.12% del área total. A partir de estos valores se concluye que, si bien el proyecto puede ser observado desde una proporción importante de ambas unidades de estudio, la percepción visual sería parcial y no abarcaría la totalidad del proyecto en su conjunto. Esta condición está determinada principalmente por la topografía altamente accidentada del sitio y del Sistema Ambiental, caracterizado por la presencia de sierras, valles y lomeríos. Este impacto se manifiesta de forma indirecta sobre el factor paisaje, con una extensión parcial, limitada al área ocupada por las obras y su zona de influencia visual inmediata. Su manifestación es inmediata durante la etapa de construcción, y su persistencia es prolongada, ya que gran parte de la infraestructura permanece durante la etapa de operación. La reversibilidad del

CONSULTA PÚBLICA

impacto es parcial y a largo plazo, condicionada a la ejecución de acciones de desmantelamiento, rehabilitación y restauración durante la etapa de cierre y abandono.

La artificialización del entorno se clasifica como un impacto negativo, de intensidad media, y mitigable parcialmente, mediante la aplicación de medidas como la optimización del trazo y localización de las obras, el diseño integral del sitio, la rehabilitación progresiva de áreas no operativas, la revegetación y la integración visual de las estructuras al entorno.

V.3.1.8 Impactos Socioeconómicos

V.3.1.8.1 Generación de empleos directos e indirectos

El desarrollo del Proyecto conlleva la creación de empleos directos e indirectos a lo largo de sus distintas etapas, particularmente durante la preparación del sitio, construcción y operación, como resultado de la demanda de mano de obra especializada y no especializada, así como de la contratación de servicios auxiliares, transporte, suministros, mantenimiento, seguridad y otros servicios asociados a la actividad minera.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el subsistema socioeconómico, con una extensión regional, al beneficiar tanto a la población del municipio de Santa Cruz como al municipio de Nogales, el cual funciona como centro urbano articulador de servicios. El proyecto contempla la generación de 450 empleos, durante la etapa de operación de la mina, incluyendo personal propio o trabajando para contratistas y transporte de mineral
Su manifestación es inmediata a partir del inicio de las actividades del Proyecto y su persistencia es temporal a prolongada, en función de la duración de las etapas operativas. Desde el punto de vista social, la generación de empleos se clasifica como un impacto positivo, de intensidad media, acumulativo y relevante, ya que contribuye al mejoramiento del ingreso familiar, al fortalecimiento de capacidades laborales, y a la dinamización de la economía local y regional. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores relacionados con el número de empleos generados, tipo de contratación y participación de mano de obra local, lo que permite evaluar su contribución al desarrollo socioeconómico durante la vida útil del Proyecto.

En paralelo, los programas de capacitación y adiestramiento elevan la calificación laboral y la seguridad industrial, con transferencias de capacidades técnicas (operación, mantenimiento, gestión ambiental y de riesgos), mientras que la formalización de empleo con prestaciones y seguridad social mejora el ingreso disponible de los hogares. La inversión en infraestructura de servicio y acceso vinculada al proyecto (mejoramiento de caminos, comunicaciones internas, manejo y protección del agua de proceso) genera beneficios al facilitar la movilidad de personas y mercancías y al reducir tiempos y costos logísticos.

En el plano ambiental-operativo, los programas de reforestación, conservación de suelo y agua y la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas aportan servicios ambientales locales (control de erosión, cobertura vegetal), y la implementación de sistemas de contención, monitoreo y respuesta; robustece la capacidad institucional comunitaria para la prevención y atención de contingencias. Estos efectos positivos se maximizan mediante lineamientos de contratación local, desarrollo de proveedores del ejido, transparencia en compras, inclusión de mujeres y jóvenes en programas de empleo y formación, y un

CONSULTA PÚBLICA

programa de inversión social alineado a prioridades comunitarias; su seguimiento se integrará al sistema de monitoreo del proyecto con indicadores de empleo, compras locales, capacitación, seguridad y cumplimiento ambiental, asegurando persistencia y sinergia de los beneficios a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

V.3.1.8.2 Aumento de la economía local

El desarrollo del Proyecto impulsa el aumento de la actividad económica local como resultado de la inversión directa, la contratación de bienes y servicios, y la generación de empleos durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. La demanda de insumos, transporte, hospedaje, alimentación, mantenimiento, servicios técnicos y otros servicios asociados a la actividad minera favorece la dinamización de la economía en las comunidades del área de influencia.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre el subsistema socioeconómico, con una extensión regional, beneficiando a proveedores, comercios y prestadores de servicios locales y regionales. Su manifestación es inmediata desde el inicio de las actividades del Proyecto y su persistencia es prolongada, en función de la duración de las etapas de mayor intensidad operativa. La inversión de capital para el Proyecto, se estima en $250 millones de pesos. Los costos de las medidas de mitigación y compensación serán de aproximadamente 50 millones de pesos. Lo que representa cantidades importantes para el aumento de la economía regional.

Desde el punto de vista socioeconómico, el aumento de la economía local se clasifica como un impacto positivo, de intensidad alta, acumulativo y relevante, al contribuir al incremento del ingreso local, la diversificación de actividades económicas, y el fortalecimiento de la cadena productiva regional. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores relacionados con el volumen de compras locales, la contratación de servicios, y la participación de proveedores locales, permitiendo evaluar su aportación al desarrollo económico durante la vida útil del Proyecto.

V.3.1.8.3 Aumento en la productividad minera a nivel municipal y estatal

El desarrollo del Proyecto contribuye de manera significativa a la reactivación económica a nivel municipal y estatal en el estado de Sonora, entidad con una vocación minera históricamente consolidada, al integrarse a la cadena productiva del sector minero-metálico, particularmente en la producción de cátodos de cobre. La inversión asociada al Proyecto, así como la demanda sostenida de bienes, servicios, insumos, transporte y mano de obra, genera un efecto multiplicador sobre la economía regional.

Este impacto se manifiesta de forma directa e indirecta sobre el subsistema socioeconómico, factor productividad y economía, con una extensión regional, al beneficiar no solo al municipio de influencia directa, sino también a otros municipios y al ámbito estatal mediante la contratación de proveedores, empresas de servicios especializados, contratistas y personal técnico. Su manifestación es inmediata a partir del inicio de las actividades del Proyecto y su persistencia es prolongada, en función de la vida útil y continuidad operativa del mismo.

CONSULTA PÚBLICA

Desde el punto de vista socioeconómico, la participación del Proyecto en la reactivación económica se clasifica como un impacto positivo, de intensidad alta, acumulativo y estratégico, al fortalecer la competitividad del sector minero en Sonora, incrementar la derrama económica, estimular la infraestructura regional, y contribuir a la recaudación fiscal y al desarrollo de capacidades productivas locales y estatales. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores asociados a la inversión ejercida, contratación de proveedores locales y estatales, generación de empleos, y aportaciones económicas, lo que permite evaluar su contribución al desarrollo económico durante la vida útil del Proyecto.

V.3.1.8.4 Afectación a la población por ruido durante la operación

En las diferentes etapas del Proyecto, implica el funcionamiento continuo de maquinaria pesada, equipos móviles, sistemas de bombeo, ventilación, transporte interno y operación de la planta ESDE, así como el tránsito frecuente de vehículos en vialidades internas y de acceso. Estas actividades generan niveles de ruido que pueden provocar una afectación temporal a la población ubicada en el área de influencia del Proyecto, particularmente en aquellas zonas cercanas a las instalaciones operativas.

Este impacto se manifiesta de manera directa sobre la población, con una extensión puntual a parcial, dependiendo de la distancia a las fuentes emisoras y de las condiciones topográficas y de propagación sonora. Su manifestación es inmediata durante la operación de los equipos, y su persistencia es continua o periódica, con base a los horarios y la intensidad de las actividades. La reversibilidad del impacto es a corto plazo, una vez que cesa la fuente generadora de ruido.

Desde el punto de vista socioambiental, la afectación a la población por ruido durante la operación se clasifica como un impacto negativo, de intensidad baja a media, no acumulativo y mitigable, mediante la aplicación de medidas como el mantenimiento adecuado de maquinaria, el uso de silenciadores y barreras acústicas, la optimización de horarios de operación, y la implementación de programas de monitoreo de ruido, en apego a la normatividad ambiental aplicable. El seguimiento del impacto se realiza mediante indicadores de niveles de presión sonora en puntos representativos, lo que permite verificar el cumplimiento de los límites permisibles y la efectividad de las medidas de control durante la vida útil del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, fracción X: los impactos residuales se definen como aquellos impactos que persisten en el ambiente, después de aplicar las medidas de mitigación incorporadas sistemáticamente en el Proyecto. Los impactos que podrían persistir, serían aquellos impactos que carecen de medidas correctivas, los que solo se mitigan de manera parcial o los que no alcanzan el umbral suficiente para poder aplicar alguna medida de mitigación.

Tabla 8. Descripción de impactos residuales del Proyecto

Factor ambiental	Impacto residual	Justificación del carácter residual
Flora	Disminución de la cobertura vegetal	Este impacto se encuentra estrechamente vinculado al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para una superficie total de **604.0 hectáreas**, que comprende **552.5846 ha** de Pastizal Natural y **51.4154 ha** de Bosque de Encino con Vegetación secundaria. La remoción de la cobertura vegetal en estas superficies implica la eliminación permanente de comunidades vegetales, la reducción de la biomasa aérea y la alteración de procesos ecológicos asociados. Si bien el Proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y restauración, tales como un Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, la conservación y reaprovechamiento del suelo orgánico, la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas y un Programa de reforestación con especies nativas, la recuperación de la cobertura vegetal original ocurre en plazos largos y no garantiza la restitución total de la estructura, composición y funcionalidad ecológica de los ecosistemas previamente existentes. En este sentido, la disminución de la cobertura vegetal se consideró un impacto residual, ya que la pérdida inicial de la vegetación natural es inherente e inevitable para la ejecución del Proyecto y persiste aun después de la aplicación de las medidas de manejo ambiental. La reversibilidad del impacto es parcial y de largo plazo, particularmente en el caso del bosque de encino con vegetación secundaria, cuya recuperación natural y estructural requiere periodos prolongados y condiciones ambientales específicas.
Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	La fragmentación y/o pérdida del hábitat constituye un impacto residual asociado directamente a la ocupación permanente del territorio por las obras y actividades del Proyecto. La habilitación del tajo a cielo abierto, el patio de lixiviación, las tepetateras, las vialidades, la planta ESDE y la infraestructura auxiliar implica la remoción de la cobertura vegetal y la transformación del uso del suelo, lo que reduce la continuidad espacial de los ecosistemas presentes en el área de influencia. La fragmentación del hábitat genera aislamiento de parches de vegetación, limita el desplazamiento de las especies, reduce la disponibilidad de refugio y alimento, y puede alterar patrones de reproducción y comportamiento de la fauna silvestre. Aun cuando el Proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención y mitigación, tales como la delimitación de áreas de intervención, la implementación de programas de rescate y reubicación de fauna, el establecimiento de zonas de amortiguamiento, la rehabilitación progresiva de áreas intervenidas y la revegetación con especies nativas, la funcionalidad ecológica original del hábitat no puede ser restituida completamente en el corto o mediano plazo. La recuperación de la conectividad ecológica depende de procesos de sucesión natural y restauración que ocurren en escalas temporales prolongadas. Por lo anterior, la fragmentación y/o pérdida del hábitat se considera un impacto residual, ya que persiste aun después de la aplicación de las medidas ambientales previstas.

CONSULTA PÚBLICA

Factor ambiental	Impacto residual	Justificación del carácter residual
Suelo	Pérdida del horizonte orgánico	La pérdida del horizonte orgánico del suelo constituye un impacto ambiental residual asociado principalmente a las actividades de desmonte y despalme que se ejecutan durante la etapa de preparación del sitio, necesarias para el desarrollo del Proyecto. Estas actividades se realizan dentro de la superficie de CUSTF, correspondiente a 604.0 hectáreas, donde el horizonte orgánico cumple una función esencial en la fertilidad del suelo, retención de humedad, almacenamiento de carbono y soporte de procesos biológicos. La remoción del horizonte orgánico implica la eliminación de la capa superficial del suelo, caracterizada por su alto contenido de materia orgánica, nutrientes y microorganismos, lo que ocasiona una alteración significativa e inmediata de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Aun cuando el Proyecto contempla medidas de manejo como el rescate, acopio, protección y reutilización del suelo orgánico en actividades de rehabilitación y restauración, estas acciones no permiten restituir de manera inmediata ni total las condiciones originales del suelo, ya que la formación natural del horizonte orgánico ocurre en escalas temporales prolongadas. En este contexto, la pérdida del horizonte orgánico se considera un impacto residual, debido a que la afectación inicial es inevitable para la ejecución del Proyecto y persiste aun después de la aplicación de medidas de prevención y mitigación. La reversibilidad del impacto es parcial y de largo plazo, condicionada a la efectividad de las acciones de rehabilitación, al éxito de la revegetación y a los procesos naturales de acumulación de materia orgánica, los cuales pueden extenderse por varias décadas.
Paisaje	Modificación de la calidad escénica	La modificación de la calidad escénica constituye un impacto ambiental residual derivado del desarrollo del Proyecto, asociado principalmente a la presencia y permanencia de obras e infraestructura minera de gran escala, tales como el tajo a cielo abierto, las tepetateras, el patio de lixiviación, las vialidades internas y demás obras auxiliares. Estas estructuras generan una alteración significativa de la morfología original del terreno y del paisaje natural, introduciendo elementos artificiales que contrastan con el entorno circundante. Este impacto se manifiesta desde la etapa de construcción y se mantiene durante la operación del Proyecto, con una persistencia prolongada, ya que gran parte de las estructuras mineras permanecen visibles durante toda la vida útil del mismo. La alteración visual se expresa a través de cambios en la topografía, variaciones en el color y textura del terreno, así como en la ruptura de la continuidad visual del paisaje, lo que modifica la percepción escénica. Aun cuando el Proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención y mitigación, tales como el diseño geométrico de taludes, la rehabilitación progresiva de áreas no operativas, la estabilización y revegetación de superficies, y la integración paisajística durante la etapa de cierre, la restitución total de la calidad escénica original no es posible en el corto o mediano plazo. La recuperación visual del sitio depende de procesos de restauración ecológica y geomorfológica de largo plazo, particularmente en áreas como el tajo y las tepetateras, cuya huella paisajística es permanente o de muy larga duración.
Hidrología subterránea	Disminución de la disponibilidad de agua	La alteración del balance hídrico local constituye un impacto residual, principalmente durante la etapa de operación, como resultado de la extracción y uso de agua requerida para el proceso de beneficio hidrometalúrgico, la operación del patio de lixiviación, la planta de ESDE, el control de polvo, así como para las actividades auxiliares y de servicios. Estas demandas hídricas generan una presión continua sobre el sistema hidrológico local, particularmente sobre la hidrología subterránea, pudiendo modificar el equilibrio natural entre recarga y extracción. Aun cuando se implementen medidas de uso eficiente del agua, recirculación de soluciones, aprovechamiento de aguas de proceso y cumplimiento estricto de los volúmenes autorizados, la modificación del balance hídrico persiste mientras exista una

CONSULTA PÚBLICA

Factor ambiental	Impacto residual	Justificación del carácter residual
		demanda sostenida del recurso. Aunque se considera la implementación de un Programa de conservación de suelos y agua, esto puede suceder a largo plazo para recuperar la cantidad extraída y depende de las tasas de recarga y de las condiciones climáticas regionales.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Además de los impactos directos y residuales identificados, el desarrollo del Proyecto puede generar impactos acumulativos, entendidos como aquellos efectos que resultan de la suma progresiva de impactos individuales producidos por diversas actividades del Proyecto, ya sea de manera simultánea o sucesiva, y que pueden manifestarse a lo largo del tiempo y del espacio. Estos impactos no necesariamente se derivan de una sola acción, sino de la interacción reiterada de múltiples actividades sobre un mismo factor ambiental.

En el contexto del Proyecto, los impactos acumulativos se asocian principalmente a actividades que se desarrollan de forma continua o recurrente durante las distintas etapas del Proyecto así como de otras actividades presentes en el Sistema Ambiental Regional. Dentro de las cuales destacan las **actividades agropecuarias, antropogénicas y mineras,** preexistentes en el área de influencia del Proyecto, mismas que han generado, de manera progresiva, la transformación y fragmentación del hábitat natural, principalmente como resultado del cambio de uso de suelo, la eliminación de la cobertura vegetal y la simplificación del paisaje. Estos procesos han ocasionado un desplazamiento continuo de la fauna silvestre hacia áreas con menor nivel de perturbación, así como una reducción en la abundancia de especies terrestres, al disminuir la disponibilidad de refugio, alimento y áreas de reproducción.

De acuerdo con la metodología de evaluación aplicada y con base en los criterios de Conesa, los impactos acumulativos se identifican principalmente en aquellos factores ambientales donde existe una repetición o permanencia de acciones que inciden sobre el mismo componente, tales como la flora, fauna, atmósfera, suelo, agua y paisaje.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 9. Impactos acumulativos identificados en el SAR del Proyecto

Factor	Actividades pasadas		Actividades actuales (Antes del proyecto)			Actividades futuras		
	Actividades agropecuarias	Exploración Minera	Actividades antropogénicas	Minería	Actividades agropecuarias	Proyecto	Actividades antropogénicas	Actividades agropecuarias
Atmósfera	Deterioro gradual de la calidad del aire por emisiones difusas y material particulado por áreas desprovistas de vegetación	-	La emisión recurrente de polvo, gases y humo de origen antrópico contribuye a una carga atmosférica acumulativa, particularmente en periodos secos, aun cuando las fuentes sean de baja intensidad individual.	-	Deterioro gradual de la calidad del aire por emisiones difusas y material particulado	Emisiones en la atmósfera de PM10, PM2.5, NO2, SO2 y CO como producto de las actividades del Proyecto en el AP.	La emisión recurrente de polvo, gases y humo de origen antrópico contribuye a una carga atmosférica acumulativa, particularmente en periodos secos, aun cuando las fuentes sean de baja intensidad individual.	Deterioro gradual de la calidad del aire por emisiones difusas y material particulado por áreas desprovistas de vegetación
Suelo	Alteración de la calidad química del suelo por empleo de fertilizantes o químicos para la producción agrícola.	Compactación del suelo por el tránsito de vehículos y maquinaria durante las actividades de exploración minera	La generación de diferentes tipos de residuos urbanos, afectan la calidad del suelo cuando no se tiene una buena gestión.	-	Alteración de la calidad química del suelo por empleo de fertilizantes o químicos para la producción agrícola.	Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales de soluciones del proceso, grasas, lubricantes y otros líquidos.	La generación de diferentes tipos de residuos urbanos, afectan la calidad del suelo cuando no se tiene una buena gestión.	Alteración de la calidad química del suelo por empleo de fertilizantes o químicos para la producción agrícola.
	El uso reiterado del suelo, el pisoteo del ganado y el tránsito de maquinaria agrícola, generan compactación y erosión, reduciendo gradualmente la calidad y funcionalidad del suelo.	-	El establecimiento de casas, carreteras, caminos contribuyen a la degradación del suelo	Aumento en la tasa de erosión por la superficie sin cobertura vegetal	El uso reiterado del suelo, el pisoteo del ganado y el tránsito de maquinaria agrícola, generan compactación y erosión, reduciendo gradualmente la calidad y funcionalidad del suelo.	Las obras del proyecto conllevan un incremento en la tasa de erosión así como compactación.	El establecimiento de casas, carreteras, caminos contribuyen a la degradación del suelo	El uso reiterado del suelo, el pisoteo del ganado y el tránsito de maquinaria agrícola, generan compactación y erosión, reduciendo gradualmente la calidad y funcionalidad del suelo.
Agua	Alteración en el balance hídrico para actividades agropecuarias	-	La extracción continua de agua subterránea genera una presión sostenida sobre el acuífero, reduciendo su capacidad de recuperación natural.	Disminución de la infiltración del agua por el cambio de uso de suelo	Alteración en el balance hídrico para actividades agropecuarias	Disminución del nivel freático y alteración de la recarga del acuífero por extracción de agua de laboreo.	La extracción continua de agua subterránea genera una presión sostenida sobre el acuífero, reduciendo su capacidad de recuperación natural.	Alteración en el balance hídrico para actividades agropecuarias

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Actividades pasadas		Actividades actuales (Antes del proyecto)			Actividades futuras		
	Actividades agropecuarias	Exploración Minera	Actividades antropogénicas	Minería	Actividades agropecuarias	Proyecto	Actividades antropogénicas	Actividades agropecuarias
	Alteración progresiva de la calidad de los flujos superficiales	-	El arrastre de sedimentos y contaminantes de origen difuso incrementa gradualmente la presión sobre los cuerpos de agua superficiales, afectando su calidad y capacidad de autodepuración.	-	Alteración progresiva de la calidad de los flujos superficiales	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes y otros líquidos.	El arrastre de sedimentos y contaminantes de origen difuso incrementa gradualmente la presión sobre los cuerpos de agua superficiales, afectando su calidad y capacidad de autodepuración.	Alteración progresiva de la calidad de los flujos superficiales
Flora	Disminución progresiva de la cobertura vegetal y de la diversidad florística	Remoción puntual de vegetación	La remoción reiterada de vegetación natural y su sustitución por usos antropógenos reduce gradualmente la cobertura y simplifica las comunidades vegetales, limitando su regeneración	Disminución de la cobertura vegetal, por el CUSTF en el AP por el desarrollo de la primera Etapa.	Disminución progresiva de la cobertura vegetal y de la diversidad florística	El aumento de superficie para CUSTF, impactará en la disminución de la cobertura vegetal	La remoción reiterada de vegetación natural y su sustitución por usos antropógenos reduce gradualmente la cobertura y simplifica las comunidades vegetales, limitando su regeneración florística	Disminución progresiva de la cobertura vegetal y de la diversidad florística
Fauna	La fragmentación del hábitat y la perturbación constante provocan el desplazamiento de especies hacia áreas menos perturbadas y una disminución en la abundancia de fauna.	Perturbación de la fauna por el ruido de vehículos y maquinaria en las exploraciones mineras.	Dado el crecimiento de las áreas rurales, la fauna se ha visto desplazada hacia lugares aledaños.	Disminución del hábitat de la fauna por eliminación de la cobertura vegetal en la primera Etapa.	La fragmentación del hábitat y la perturbación constante provocan el desplazamiento de especies hacia áreas menos perturbadas y una disminución en la abundancia de fauna.	Desplazamiento de fauna hacia áreas de menor perturbación, afectación a la abundancia de especies terrestres por destrucción de su hábitat	Dado el crecimiento de las áreas rurales, la fauna se ha visto desplazada hacia lugares aledaños.	La fragmentación del hábitat y la perturbación constante provocan el desplazamiento de especies hacia áreas menos perturbadas y una disminución en la abundancia de fauna.
Paisaje	Modificación progresiva del paisaje por el cambio de uso de suelo a áreas de uso agropecuario	-	La incorporación paulatina de elementos artificiales genera una pérdida gradual de la calidad escénica y de la continuidad visual del paisaje, produciendo contrastes persistentes en el entorno.	Modificación de la calidad escénica, por el cambio de uso de suelo en la primera Etapa del Proyecto	Modificación progresiva del paisaje por el cambio de uso de suelo a áreas de uso agropecuario	Modificación del paisaje por el desarrollo del Proyecto con la presencia de grandes estructuras y obras como el tajo, tepetateras	La incorporación paulatina de elementos artificiales genera una pérdida gradual de la calidad escénica y de la continuidad visual del paisaje, produciendo contrastes persistentes en el entorno.	Modificación progresiva del paisaje por el cambio de uso de suelo a áreas de uso agropecuario

CONSULTA PÚBLICA

V.6 RESUMEN DE RESULTADOS

Mediante la Matriz de identificación de Impactos del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", se identificaron un total de **36 impactos ambientales**, con **143 interacciones** a lo largo de la vida útil del proyecto, desde la etapa de preparación de sitio hasta el cierre y abandono. De las cuales se distribuyen en **124 interacciones adversas** y **19 interacciones benéficas**.

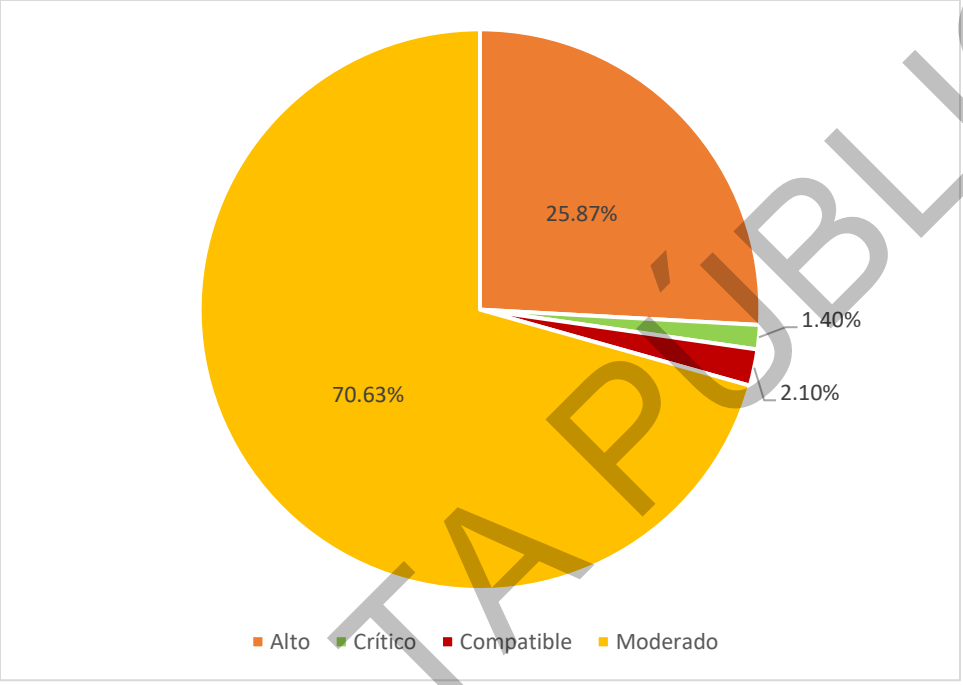


Figura 2. Distribución de la Importancia de los Impactos del Proyecto

Se identificó el **1.40 % de impactos compatibles**, en específico la Generación de aguas residuales en las etapas del Preparación de sitio y Cierre, en dónde el personal es menor en comparación con la etapa operativa. Este impacto estará sujeto a las regulaciones normativas mexicanas vigentes y serán gestionados por empresas con las certificaciones correspondientes.

El **2.10 %** se clasificó con **Importancia Crítica**. Estos impactos negativos relevantes se concentran principalmente en la etapa de preparación del sitio, en particular en las actividades de desmonte y despalme, donde se identificaron afectaciones significativas asociadas a la disminución de la cobertura vegetal en dos tipos de vegetación (pastizal natural y vegetación secundaria de bosque de encino) así como a la pérdida del horizonte orgánico del suelo, los cuales representan impactos críticos para el medio ambiente.

Los impactos de **importancia Alta** representan **25.87 %** del total y se concentran, principalmente, en los factores suelo, hidrología subterránea y paisaje. En suelo, destaca el aumento de la tasa de erosión asociado a los movimientos de tierra propios de la preparación y operación minera (cortes, rellenos, tránsito de maquinaria), así como la afectación a la calidad del suelo por el manejo de soluciones ácidas utilizadas en la lixiviación del mineral de cobre; ambos efectos presentan extensión local a subcuenca, recurrencia durante la actividad y reversibilidad parcial condicionada a controles efectivos (obras de escorrentía y sedimentos y

CONSULTA PÚBLICA

manejo de contingencias). En esta misma categoría se ubica la hidrología subterránea, debido al uso de agua para el proceso, con potencial de descenso temporal del nivel freático y riesgos puntuales de calidad si fallaran las barreras de contención. La magnitud y persistencia de estos impactos severos se atenúan mediante: separación de aguas limpias/de proceso, impermeabilización y detección de fugas, control de escorrentías y sedimentos por subcuencas, operación por fases con cierre progresivo y restauración para restituir cobertura y reducir contraste visual.

Finalmente, los impactos clasificados con **Importancia Moderada** representan el **70.63 %** del total evaluado y se presentan a lo largo de las distintas etapas del Proyecto. Estos impactos fueron valorados con base en su extensión e intensidad, en función de las actividades desarrolladas, incidiendo principalmente sobre los factores suelo, atmósfera, hidrología superficial e hidrología subterránea. Asimismo, se identifican impactos moderados en el factor paisaje, asociados a la modificación del entorno visual derivada de la presencia de taludes, patios de lixiviación y terreros, los cuales alteran la percepción visual del sitio y generan contrastes paisajísticos persistentes.

De manera general, los factores ambientales con mayor nivel de afectación por el desarrollo del Proyecto corresponden a la **flora, la hidrología subterránea y el suelo**, mientras que el **factor económico** presenta impactos de carácter positivo. La flora se ve afectada principalmente por las actividades de desmonte y despalme durante la preparación del sitio. En cuanto a la hidrología subterránea, la extracción de agua para el proceso de beneficio puede generar alteraciones en el balance hídrico local. Por su parte, el suelo resulta impactado por el movimiento de tierras y excavaciones. En contraste, el Proyecto genera beneficios socioeconómicos asociados a la generación de empleos y al impulso de la economía local y estatal.

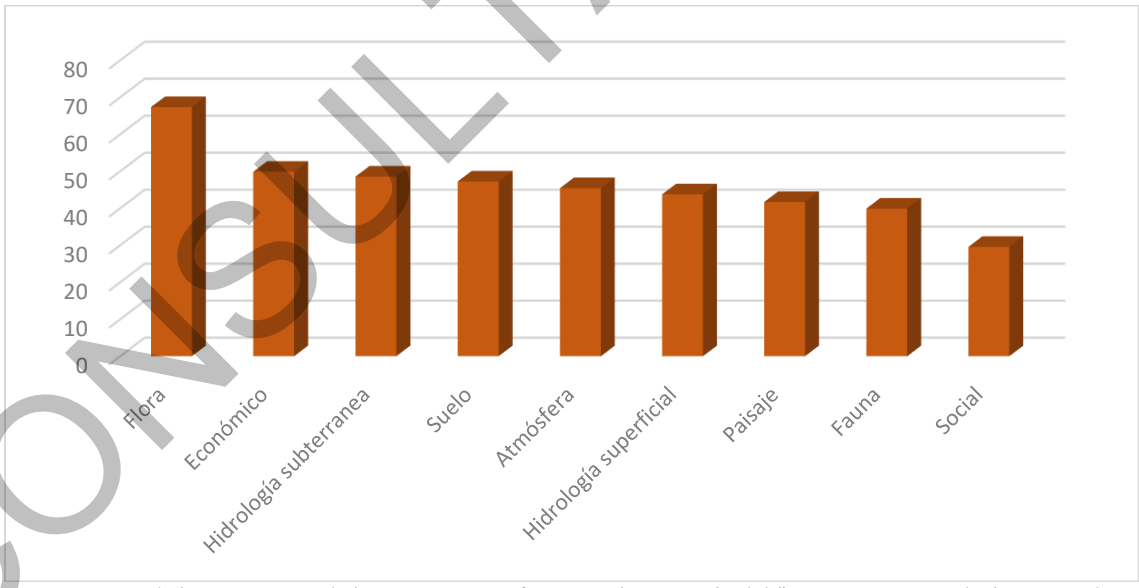


Figura 3. Resumen de la Importancia de los impactos por factor por la ejecución del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"

Por lo anterior, las **medidas de prevención, mitigación y compensación** estarán orientadas prioritariamente a reducir y controlar los impactos sobre estos factores, mediante estrategias, planes y programas, así como acciones que permitan compensar las modificaciones inevitables generadas por la actividad minera. Todas las acciones serán planificadas de acuerdo con el marco jurídico aplicable para garantizar la sustentabilidad del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

V.6.1 IMPACTOS AMBIENTALES REGISTRADOS EN EL SAR GENERADOS POR LAS OBRAS Y/O ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN

Tabla 10. Impactos ambientales registrados en el SAR generados por las obras y/o actividades que se desarrollan actualmente.

Señale la técnica o técnicas utilizadas para la Identificación, análisis y evaluación de impactos: Método de Conesa Fernández-Vitora (1997)								
¿Fueron considerados los impactos ambientales de otras obras o actividades que se desarrollan dentro del SAR? Sí (X) No ( )								
Obras y/o actividades que actualmente se desarrolla en el SAR	**Componente ambiental**	**Impacto ambiental**	**Relación del impacto**					
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efecto**	**Indicador**
Actividades agropecuarias	Flora	Disminución progresiva de la cobertura vegetal y diversidad florística	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Cobertura vegetal (%)
Actividades agropecuarias y tránsito rural	Fauna	Desplazamiento y reducción de la fauna terrestre por fragmentación del hábitat	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Abundancia relativa de fauna
Infraestructura rural y caminos	Paisaje	Modificación y artificialización progresiva del paisaje	Residual	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Índice de la calidad del paisaje
Tránsito vehicular y quema agrícola	Atmósfera	Deterioro gradual de la calidad del aire por emisiones difusas	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Indirecto	Concentración de PM10
Extracción de agua para uso agropecuario	Agua	Presión acumulativa sobre el balance hídrico local	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Nivel piezométrico
Pastoreo y uso intensivo del suelo	Suelo	Degradación progresiva del suelo por compactación y erosión	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Tasa de erosión

CONSULTA PÚBLICA

V.6.2 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS DURANTE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

Tabla 11. Impactos ambientales generados durante la preparación del sitio, para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades

ETAPA: Preparación de sitio								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Desmonte y Despalme	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	Tasa de erosión
	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Volumen de RSU
	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP
	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Indirecto	Número de derrames
	Suelo	Compactación del suelo	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Densidad aparente
	Suelo	Pérdida del horizonte orgánico	Residual	Permanente	Local	Alta	Directo	Superficie afectada
	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Indirecto	Coeficiente de infiltración
	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Indirecto	Volumen generado
	Hidrología superficial	Posible contaminación de los flujos superficiales	Residual	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Calidad del agua
	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10
	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Gases de combustión
	Flora	Disminución de la cobertura vegetal	Residual	Permanente	Regional	Alta	Directo	Superficie desmontada
	Flora	Pérdida de la capacidad de captura de carbono	Residual	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Biomasa removida
	Flora	Disminución de la diversidad florística	Residual	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Riqueza florística
	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie de hábitat
	Fauna	Perturbación por ruido	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
	Fauna	Reducción de las fuentes de alimento	Residual	Permanente	Local	Moderada	Indirecto	Cobertura vegetal
	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica
	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 12. Impactos ambientales generados durante la construcción para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades

ETAPA: Construcción									
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto						
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador	
Corte, nivelación, compactación, descapote	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	Tasa de erosión	
	Suelo	Compactación del suelo	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie con infraestructura	
	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP	
	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Volumen de RSU	
	Suelo	Contaminación por la generación de RME	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RME	
	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Número de derrames	
	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10	
	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Emisiones de maquinaria	
	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	Acumulativo	Permanente	Local	Alta	Indirecto	Coeficiente de infiltración	
	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	Residual	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Cambios en cauces	
	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	Simple	Temporal	Puntual	Mínima	Indirecto	Volumen generado	
	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Evaluación visual	
	Fauna	Perturbación por ruido	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)	
	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie afectada	
	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)	
	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica	
	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos	
Construcción de infraestructura y obras auxiliares	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	Acumulativo	Temporal	Local	Alta	Directo	Tasa de erosión	
	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP	
	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Volumen de RSU	
	Suelo	Contaminación por la generación de RME	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RME	
	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Número de derrames	

CONSULTA PÚBLICA

ETAPA: Construcción								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10
	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Emisiones de maquinaria
	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Indirecto	Coeficiente de infiltración
	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	Residual	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Cambios en cauces
	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Indirecto	Volumen generado
	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
	Paisaje	Artificialización del entorno	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Elementos artificiales
	Fauna	Perturbación por ruido	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie afectada
	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica
	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos

Tabla 13. Impactos ambientales generados durante la Operación y mantenimiento para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades

ETAPA: Operación y mantenimiento								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Tajo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Simple	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10 / PM2.5
Tajo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo	Emisiones de maquinaria
Tajo	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Directo	Tasa de erosión
Tajo	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP
Tajo	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Número de derrames
Tajo	Hidrología superficial	Riesgo de generación de drenaje ácido	Significativo	Temporal	Local	Alta	Indirecto	pH, sulfatos

CONSULTA PÚBLICA

ETAPA: Operación y mantenimiento								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Tajo	Hidrología superficial	Posible contaminación de los flujos superficiales	Residual	Permanente	Local	Moderada	Indirecto	Calidad del agua
Tajo	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Coeficiente de infiltración
Tajo	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
Tajo	Fauna	Perturbación por ruido	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Tajo	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie afectada
Tajo	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Tajo	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica
Tajo	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos
Patio de Lixiviación	Suelo	Contaminación por la generación de Residuos Mineros	Residual	Permanente	Local	Alta	Directo	Volumen de residuos
Patio de Lixiviación	Suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	Significativo	Permanente	Local	Alta	Directo	Factor de seguridad
Patio de Lixiviación	Fauna	Riesgo de mortandad o intoxicación	Significativo	Temporal	Local	Alta	Directo	Registros de fauna
Patio de Lixiviación	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie afectada
Patio de Lixiviación	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10
Patio de Lixiviación	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Emisiones
Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Riesgo de derrame de lixiviante por carga hidráulica	Significativo	Temporal	Local	Alta	Indirecto	Eventos de derrame
Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	Residual	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Cambios en cauces
Patio de Lixiviación	Hidrología subterránea	Riesgo de infiltración de lixiviantes por rotura de recubrimiento	Significativo	Temporal	Local	Alta	Indirecto	Calidad del agua subterránea
Patio de Lixiviación	Hidrología subterránea	Disminución de la disponibilidad de agua	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Nivel piezométrico
Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Riesgo de generación de drenaje ácido	Significativo	Temporal	Local	Alta	Indirecto	pH, sulfatos
Patio de Lixiviación	Hidrología superficial	Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado	Significativo	Temporal	Local	Alta	Indirecto	Metales disueltos
Patio de Lixiviación	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
Patio de Lixiviación	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica
Patio de Lixiviación	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos

CONSULTA PÚBLICA

ETAPA: Operación y mantenimiento								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Tepetatera I y II	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Simple	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10 / PM2.5
Tepetatera I y II	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo	Emisiones de maquinaria
Tepetatera I y II	Suelo	Contaminación por la generación de Residuos Mineros	Residual	Permanente	Local	Alta	Directo	Volumen de residuos mineros
Tepetatera I y II	Suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	Significativo	Permanente	Local	Alta	Directo	Factor de seguridad
Tepetatera I y II	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
Tepetatera I y II	Hidrología superficial	Alteración de corrientes superficiales	Residual	Permanente	Local	Moderada	Indirecto	Cambios en cauces
Tepetatera I y II	Hidrología superficial	Riesgo de generación de drenaje ácido	Significativo	Permanente	Local	Alta	Indirecto	pH, sulfatos
Tepetatera I y II	Hidrología superficial	Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado	Significativo	Permanente	Local	Alta	Indirecto	Metales disueltos
Tepetatera I y II	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica
Tepetatera I y II	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos
Tepetatera I y II	Fauna	Perturbación por ruido	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Tepetatera I y II	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie de hábitat afectado
Tepetatera I y II	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Banco de agregados	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	Tasa de erosión
Banco de agregados	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP
Banco de agregados	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Número de derrames
Banco de agregados	Hidrología subterránea	Disminución de la infiltración	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Coeficiente de infiltración
Banco de agregados	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	PM10
Banco de agregados	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Emisiones
Banco de agregados	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Superficie afectada

CONSULTA PÚBLICA

ETAPA: Operación y mantenimiento								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Banco de agregados	Fauna	Perturbación por ruido	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Banco de agregados	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Temporal	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
Banco de agregados	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Banco de agregados	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos
Relleno Sanitario	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo	Emisiones
Relleno Sanitario	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Evaluación visual
Relleno Sanitario	Hidrología subterránea	Riesgo de contaminación de acuíferos	Significativo	Permanente	Local	Alta	Indirecto	Calidad del agua subterránea
Relleno Sanitario	Fauna	Riesgo de mortandad o intoxicación	Significativo	Permanente	Local	Alta	Directo	Registros de fauna
Relleno Sanitario	Fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie de hábitat
Relleno Sanitario	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos
Planta de proceso	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de vapores ácidos y neblinas	Significativo	Temporal	Local	Alta	Directo	pH del aire, SO_2, H_2SO_4
Planta de proceso	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Directo	Emisiones de proceso
Planta de proceso	Fauna	Perturbación por ruido	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Planta de proceso	Social	Afectación a la población por ruido durante la operación	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Planta de proceso	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP
Planta de proceso	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Volumen de RSU
Planta de proceso	Suelo	Contaminación por la generación de RME	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RME
Planta de proceso	Hidrología subterránea	Disminución de la disponibilidad de agua	Residual	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Volumen extraído
Planta de proceso	Económico	Aumento de la economía local	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Derrama económica
Planta de proceso	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos
Planta de proceso	Económico	Aumento en la productividad minera a nivel municipal y estatal	Significativo	Temporal	Regional	Alta	Directo	Producción de cátodos
Áreas de servicio y apoyo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Emisiones de combustión
Áreas de servicio y apoyo	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	PM10

CONSULTA PÚBLICA

ETAPA: Operación y mantenimiento								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Áreas de servicio y apoyo	Fauna	Perturbación por ruido	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Áreas de servicio y apoyo	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Áreas de servicio y apoyo	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Volumen de RSU
Áreas de servicio y apoyo	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Residual	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP
Áreas de servicio y apoyo	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos

Tabla 14. Impactos ambientales generados durante el Cierre y abandono para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades

ETAPA: Cierre y abandono								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Todas las obras	Suelo	Contaminación por la generación de RSU	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Volumen de RSU
Todas las obras	Suelo	Contaminación por la generación de RP	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RP
Todas las obras	Suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Indirecto	Número de derrames
Todas las obras	Hidrología superficial	Generación de aguas residuales	Simple	Temporal	Puntual	Mínima	Indirecto	Volumen generado
Todas las obras	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	PM10
Todas las obras	Atmósfera	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Directo	Emisiones de maquinaria
Todas las obras	Fauna	Perturbación por ruido	Simple	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Todas las obras	Social	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Simple	Temporal	Local	Mínima	Directo	Decibel (dB)
Todas las obras	Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Directo	Número de empleos
Todas las obras	Suelo	Contaminación por la generación de RME	Acumulativo	Permanente	Puntual	Moderada	Directo	Volumen de RME
Todas las obras	Suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	Significativo	Temporal	Puntual	Alta	Directo	Factor de seguridad

CONSULTA PÚBLICA

V.7 CONCLUSIONES

Con base en la evaluación de impactos, la ejecución del **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"**, en particular la ampliación de la superficie con cambio de uso de suelo forestal, la incorporación del banco de agregados y la ampliación de obras mineras, concentra sus impactos negativos en los factores suelo, hidrología (superficial y subterránea), paisaje, flora y fauna. En el factor suelo, los desmontes, despalmes y movimientos de tierra incrementan la tasa de erosión, afectan la calidad del sustrato y modifican la estabilidad de taludes; en hidrología, las obras y el manejo de soluciones del proceso alteran escurrimientos y recarga, con riesgos a la calidad del agua ante eventos de fuga. El paisaje se ve afectado por cambios morfológicos permanentes (cortes, terreros, patios) y por el aumento de contraste visual; la flora sufre pérdida de cobertura vegetal en transiciones de comunidades; y la fauna enfrenta fragmentación de hábitat, afectación por ruido y vibraciones, y mayor presión en corredores y áreas de uso. Estos efectos, cuya magnitud y persistencia varían por etapa y actividad. Los impactos en su mayoría son parcialmente reversibles o mitigables mediante las medidas técnicas previstas y descritas en el Capítulo VI.

De manera resumida, para el componente ambiental de Flora, que se verá afectado por la remoción de cobertura vegetal, se ejecutará como medida de mitigación un **Programa de reforestación (Anexo 19)**, el cual estará basado en las especies más representativas dentro del área del proyecto, además de un **Programa de rescate y reubicación de flora silvestre** (Anexo 17).

El suelo es otro de los componentes que tendrá un impacto negativo, la remoción de vegetación deja al suelo sin su cubierta protectora y eleva la susceptibilidad a la erosión; así como las actividades operativas de la mina. Por su parte el factor agua se verá afectado principalmente por actividades propias del minado, la operación del patio de lixiviación y la planta ESDE. En conjunto, estas acciones pueden reducir la infiltración y la disponibilidad de agua en el acuífero. Como medida de mitigación, se implementará el **Programa de Conservación de Suelo y Agua (Anexo 20)**, orientado a retener y captar volúmenes de suelo y agua iguales o superiores a los potencialmente afectados por la ejecución del proyecto. De forma complementaria, se aplicarán: separación de aguas limpias y de proceso con canales de desvío perimetrales, impermeabilización y detección de fugas en patio y piletas, balance hídrico y recirculación para minimizar extracciones, y el monitoreo de aguas abajo, con acciones correctivas ante desviaciones. Estas medidas se realizaron en las diferentes fases del proyecto, priorizando frentes expuestos y zonas de mayor sensibilidad, a fin de contener escurrimientos, favorecer la infiltración y proteger la calidad del agua durante todo el ciclo del proyecto.

El paisaje presentará impactos residuales aun con medidas de manejo, persistirán cambios en la calidad visual por la presencia de taludes, patios e infraestructura. Además, el efecto será acumulativo, dado el contexto regional con actividades agrícolas y otras obras existentes cercanas al proyecto, que incrementan el contraste visual y la fragmentación escénica. La magnitud de estos impactos dependerá de la capacidad de absorción visual del entorno y de la distancia de observación. Sin embargo, se implementarán todas las medidas establecidas en la normatividad para garantizar que los impactos sean mitigables en la mayor medida posible.

CONSULTA PÚBLICA

Por su parte, la fauna silvestre se verá afectado por la disminución de la disposición de refugios y lugares de nidificación y reducción de las fuentes de alimento en las actividades de remoción de vegetación. Por lo que, para mitigar dicho impacto, se llevará a cabo un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (Anexo 18)**, que consistirá en el ahuyentamiento de especies que se encuentren dentro o cerca del área del proyecto, y de ser necesario captura y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento para evitar afectaciones. De forma preventiva se colocarán señalamientos para indicar las debidas precauciones ante el paso de fauna a lo largo del área del proyecto. Cabe mencionar que tanto el Programa de reforestación como el de rescate y reubicación de flora, propiciarán el establecimiento de lugares a los que, a mediano y largo plazo, la fauna pueda considerar como lugares de refugio, anidación y fuentes de alimento.

En todas las etapas del proyecto se implementará un **Plan de Manejo de residuos (Anexo 21)** para prevenir la contaminación a la atmósfera, suelo y agua. Este plan se implementará hasta el cierre del proyecto, por lo cual se dará cumplimiento a la normatividad en materia de gestión de residuos. Finalmente para complementar se implementará un **Programa de educación Ambiental (Anexo 22),** dirigido a todos los involucrados del proyecto para fomentar una cultura de cuidado al medio ambiente en todas las áreas del proyecto y en conjunto prevenir y mitigar los impactos ambientales.

Finalmente, los **impactos positivos** se concentran en el factor **socioeconómico**, alcanzando una importancia relevante. La generación de empleo directo e indirecto, así como la derrama económica derivada de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, fortalecerán el comercio local, los servicios, la proveeduría y el tejido productivo regional. Durante la fase operativa, el proyecto mantendrá un impacto benéfico, al dinamizar la economía regional y favorecer la consolidación de servicios asociados.

Con base en la identificación y evaluación de los impactos potenciales, se determina que el **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"** es **ambientalmente viable**, aplicando de manera estricta y verificable las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas. Si bien los principales impactos negativos recaen sobre la flora, suelo e hidrología subterránea; estos pueden ser manejados adecuadamente mediante la aplicación de prácticas de manejo geomorfológico, restauración progresiva, uso eficiente del agua, control de extracción, y la instrumentación de un **Programa de vigilancia ambiental** que permita ajustar las acciones conforme avancen las etapas del proyecto.

En conjunto, la aplicación integral de los programas, planes y acciones ambientales y la adopción de buenas prácticas mineras permiten concluir que el proyecto puede desarrollarse de manera **sostenible y compatible con el entorno**, garantizando la protección de los recursos naturales y el aprovechamiento responsable del territorio.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo VI

CONTENIDO

VI . ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1
VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 1
VI.1.1 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL FACTOR FLORA 4
VI.1.2 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL FACTOR FAUNA 7
VI.1.3 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR SUELO 11
VI.1.4 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR HIDROLOGÍA SUPERFICIAL 15
VI.1.5 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA 18
VI.1.6 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR ATMÓSFERA 20
VI.1.7 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR PAISAJE 23
VI.1.8 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR SOCIAL 26
VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 30
VI.2.1 OBJETIVOS 31
VI.2.1.1 OBJETIVO GENERAL 31
VI.2.1.1 OBJETIVOS PARTICULARES 31
VI.2.2 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO POR EL PVA 31
VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 38

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS Y SUS AGENTES CAUSALES. 2
TABLA 2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL FLORA 4
TABLA 3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL FAUNA 7
TABLA 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL SUELO 11
TABLA 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL 15
TABLA 6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA 18
TABLA 7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL SOBRE LA ATMÓSFERA 20
TABLA 8. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR AMBIENTAL SOBRE EL PAISAJE 23
TABLA 9. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS AL FACTOR SOCIAL 26
TABLA 10. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS Y ACCIONES POR IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO 27
TABLA 11. MATRIZ DE PLANEACIÓN Y APLICACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN QUE ATENDERÁN LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS ASOCIADOS AL DESARROLLO DEL PROYECTO 32

CONSULTA PÚBLICA

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente capítulo tiene por objeto establecer y describir las acciones, medidas y estrategias ambientales que serán implementadas por el promovente con el fin de prevenir, mitigar, restaurar y, en su caso, compensar los impactos ambientales significativos identificados durante la evaluación del Proyecto. Dichas medidas se aplicarán tanto en el Área del Proyecto (AP) y su Área de Influencia (AI), como a nivel del Sistema Ambiental Regional (SAR) en el cual se inserta.

Las medidas propuestas han sido definidas con base en la naturaleza, magnitud y relevancia de los impactos ambientales identificados en el Capítulo V, considerando las distintas etapas del Proyecto. Para cada medida se evaluarán aspectos como su viabilidad técnica y ambiental, costos asociados, duración, métodos de ejecución, requerimientos de capacitación del personal y su confiabilidad bajo las condiciones ambientales y socioeconómicas locales.

La aplicación integral y oportuna de estas medidas permitirá reducir la significancia de los impactos adversos, favorecer la recuperación de los componentes ambientales afectados y fortalecer los beneficios ambientales y socioeconómicos del Proyecto, constituyendo un elemento fundamental para determinar su viabilidad ambiental.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

En congruencia con el esquema de mitigación ambiental, el presente capítulo describe las medidas de prevención y mitigación orientadas a atender los impactos ambientales de carácter negativo identificados para el "**Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa**", en las distintas etapas de su desarrollo: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y cierre y abandono.

Para la integración de estas medidas se consideró la descripción del Proyecto contenida en el Capítulo II, la caracterización y diagnóstico ambiental de los factores del medio descritos en el Capítulo IV, la vinculación con los ordenamientos descritos en el Capítulo II, y la identificación y valoración de impactos ambientales desarrollada en el Capítulo V.

Las acciones propuestas se clasifican, de acuerdo con su naturaleza y relación con los impactos identificados, en medidas prevención y mitigación, conforme a lo establecido en el artículo 3º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

> ***Medida de prevención:*** *Conjunto de acciones que se aplican previo al desarrollo de actividades del proyecto para evitar la generación de posibles efectos que propicien el deterioro del ambiente.*

CONSULTA PÚBLICA

Medida de mitigación: *Conjunto de acciones que se ejecutan durante y posterior al desarrollo de las actividades del proyecto para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que haya sido causada por la realización del proyecto.*

Las medidas descritas en el presente capítulo fueron diseñadas para atender los impactos ambientales adversos identificados, ya sea mediante la mejora del desempeño ambiental de las actividades del Proyecto, con base en buenas prácticas de operación minera, o mediante acciones orientadas al medio receptor, con el fin de incrementar su resiliencia o mitigar los efectos una vez manifestados.

Con base en la identificación y valoración de impactos realizada en el Capítulo V, se definieron medidas de prevención y mitigación aplicables a los componentes de **agua, suelo, flora, fauna**, **atmosfera y paisaje**, así como a factores sociales, mismas que serán implementadas durante todas las etapas del Proyecto. La aplicación de dichas medidas forma parte del compromiso ambiental del promovente, orientado al cumplimiento de la legislación vigente y a la mejora continua del desempeño ambiental. Del análisis efectuado se identificaron 33 impactos ambientales negativos, de los cuales aquellos considerados significativos reciben una atención prioritaria en el presente capítulo.

A continuación, se presenta una síntesis de los agentes causales por factor ambiental, desarrollada mediante un enfoque interdisciplinario. Este análisis conjunto garantiza la precisión en la identificación de impactos y asegura la máxima eficacia en la selección de las medidas de mitigación correspondientes.

Tabla 1. Impactos significativos y sus agentes causales.

Factor Ambiental	Alteración/impacto	Agentes causales
Paisaje	Calidad – estructura del paisaje	Desmonte y descapote de cubierta vegetal, movimientos de tierra, construcción de un banco de agregados pétreos y voladura de material generará cambios en la estructura del paisaje.
Suelos	Incremento de los procesos erosivos	Las actividades del proyecto como el desmonte, movimientos de tierra, emisiones de partículas suspendidas de polvos, construcción de un banco de agregados pétreos y perforación y construcción de pozo de abastecimiento de agua generarán un aumento en el proceso erosivo.
	Calidad (cambio de las características fisicoquímicas del suelo)	Durante las distintas actividades del proyecto, una inadecuada gestión de los residuos tanto líquidos como sólidos pueden generar contaminación del suelo, construcción de patio de lixiviación y construcción de piletas de proceso y emergencias impactos que pueden generar cambios en sus características físico y/o químicas.
Hidrología (superficial y subterránea)	Disminución de la calidad del agua y el nivel freático	Las actividades del proyecto como el desmonte, movimientos de tierra, emisiones de partículas suspendidas de polvos, construcción de un banco de agregados pétreos y perforación y construcción de pozo de abastecimiento, operación de planta ESDE, riego de mineral con solución ácida, que lo hace susceptible de arrastre teniendo como consecuencia la contaminación del agua. Por otra parte, la inadecuada gestión de los residuos tanto líquidos como sólidos pueden generar contaminación del agua y así disminuir su calidad.
	Disminución del área de infiltración, escurrimiento y dirección	El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es fundamental dado que permite la infiltración, por lo que actividades de desmonte y descapote de cubierta vegetal, movimientos de tierra, construcción de un banco de agregados pétreos.

CONSULTA PÚBLICA

Factor Ambiental	Alteración/impacto	Agentes causales
Flora	Disminución de la cobertura de flora	El desmonte y descapote de cubierta vegetal y construcción de un banco de agregados pétreos generará la disminución de la cobertura de la flora en el área del proyecto.
	Disminución de la diversidad de flora	El desmonte y descapote de cubierta vegetal y construcción de un banco de agregados pétreos generará pérdida en la diversidad de la flora.
Fauna	Disminución de abundancia de fauna en el sitio	Durante las actividades del proyecto como el desmonte y despalme, construcción de cerco perimetral y construcción de un banco de agregados pétreos se afectará el hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la abundancia de fauna. Así mismo, se considera que, durante las distintas etapas del proyecto, derivado de la generación de ruido por la maquinaria se ahuyentará la fauna, impactando así en la abundancia.
	Disminución de la diversidad de especies de fauna	Durante las actividades del proyecto como el desmonte y despalme, construcción de cerco perimetral y construcción de un banco de agregados pétreos generará la disminución del hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la diversidad de fauna.
	Disminución de las especies de fauna consideradas en alguna categoría en riesgo.	Las actividades del proyecto como el desmonte y despalme, construcción de cerco perimetral y construcción de un banco de agregados pétreos generará la disminución del hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la diversidad de fauna, lo cual puede repercutir en la disminución de las especies consideradas en riesgo.
Subsuelo	Incremento de los procesos erosivos	Construcción de un banco de agregados pétreos generará afectaciones a nivel subsuelo lo que puede ocasionar incrementos en los niveles erosivos.

Para la identificación y adopción de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica. Las medidas que se adopten deben estar técnicamente contrastadas y ser coherentes con la ejecución del proyecto, los procesos de operación de la mina, los residuos generados, la organización, el control de calidad, requerimientos de superficie, condiciones de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

- Eficacia y eficiencia ambiental. Las medidas deben ser eficaces y eficientes. La eficacia evalúa la capacidad de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

- Viabilidad económica y financiera. Las medidas deben ser viables en las medidas económico-financieras del proyecto; la viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el costo de la medida y las posibilidades presupuestarias de la empresa promovente, que no afecten la viabilidad económica del proyecto.

- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control. En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar.

Derivado del análisis interdisciplinario, se presentan a continuación las medidas de mitigación diseñadas para cada impacto identificado. Para asegurar la transparencia y el éxito del programa, cada acción está vinculada a **indicadores de seguimiento** específicos que permiten monitorear su ejecución y desempeño en tiempo real.

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.1 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL FACTOR FLORA

En el área del proyecto se tiene una vegetación de Pastizal Natural y Bosque de Encino, con el desmonte se afectarán un total de 20,727 individuos arbóreos de dos diferentes tipos de vegetación: Pastizal Natural (PN) y 4,614 individuos de Bosque de Encino; sumando un total de 25,341 individuos. Es importante señalar que no se identificaron especies en algún estatus de riesgo de acuerdo con los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 2. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental Flora

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación de sitio	Desmonte y despalme	Cobertura vegetal	Disminución de la cobertura vegetal por CUSTF	Limitar la remoción de la cobertura vegetal a las áreas autorizadas por CUSTF.	Prevención	Delimitación de CUSTF autorizado	Limitar la remoción de la cobertura vegetal a las áreas autorizadas por CUSTF	Mensual, durante el desarrollo del CUSTF	$S_{CUSTF} / SA_{CUSTF} \leq 1$ S_{CUSTF} = superficie donde se ejecutó CUSTF; SA_{CUSTF} = superficie autorizada para ejecutar CUSTF	Bitácoras del CUSTF
				Rescate y reubicación de especies de interés ecológico y especies normadas	Mitigación	Programa de Rescate y reubicación de flora silvestre	Rescate de 13,816 individuos de 9 especies de Pastizal inducido; y 3,286 individuos de 9 especies de Bosque de encino. Recolecta de 14.5 kg de semillas de especies arbóreas	Mensual durante la ejecución del rescate de flora silvestre.	Total de individuos rescatados y rescatados	Bitácoras de la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.
Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y Abandono	Construcción de Obras			Reuperar la cobertura vegetal, mediante el establecimiento de especies arbóreas nativas	Mitigación	Programa de Reforestación	Recuperar la cobertura vegetal de 389 ha con especies arbóreas como: *Quercus emoryi, Quercus oblongifolia y Eysenhardtia orthocarpa*	Semestral, durante la Operación del Proyecto hasta el cierre	**SRefo/STRefo=1** SRefo=Superficie Reforestada STRefo=Superficie Total a reforestar	Bitácoras de reforestación

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación de sitio	Desmonte y despalme	Diversidad de especies	Disminución de la diversidad florística	Rescate de especies de interés ecológico del área de CUSTF	Mitigación	Programa de Rescate y reubicación de flora silvestre	Rescate de plantas completas y germoplasma de 100% de las especies enlistadas en el Programa	Mensual durante la ejecución del rescate de flora silvestre.	100 % de los individuos rescatados	Bitácoras de de Flora Silvestre
				Reproducción en vivero de 14.5 kg de semillas de especies arbóreas nativas	Mitigación		Reproducir cinco especies nativas en vivero para su posterior plantación	Mensual durante la ejecución del mantenimiento en vivero de la flora silvestre rescatada.	**NIS / NTIPS = 1** NIFSM= número de individuos sembrados NIFRES= total de individuos programados a reproducir .	Bitácora de Reproducción en vivero
				Realizar acciones de inducción y capacitación al personal en el proyecto sobre la protección de la flora	Prevención	Programa de Educación ambiental	Capacitación sobre protección a flora silvestre a 100% del personal, incluidas empresas contratistas y subcontratistas.	Al inicio del proyecto y al personal de nuevo ingreso	**$N_{EP} / N_{ECFS} = 1$** N_{EP} = Número de empleados en el Proyecto; N_{ECFS} = Número de empleados capacitados en la protección de flora silvestre.	Listas de Asistencia a las sesiones de capacitación e inducción sobre la protección de la flora silvestre.
Preparación de sitio	Desmonte y despalme	Cobertura vegetal	Pérdida de la capacidad de captura de carbono	Reforestación en 389 ha con 50,000 individuos de especies nativas	Mitigación	Programa de Reforestación	Reforestar 389 ha con 50,000 individuos	Semestral, una vez ejecutada la reforestación	**$SA_{Refo}/S_{refo}=1$** SA_{Refo}= Superficie de Avance de reforestación S_{refo} = Superficie Total de reforestación	Bitácoras de la ejecución del Programa de reforestación
				Mantenimiento , monitoreo de sobrevivencia durante 5 años de la reforestación	Mitigación		Sobrevivencia de individuos reforestados	Anual durante un periodo de 5 años posteriores a la ejecución de la reforestación	Sobrevivencia del 80 % de la reforestación	Bitácoras de reforestación y de actividades de mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
								de manera progresiva		
				Rescate y reubicación de especies de flora silvestre del AP	Mitigación	Programa de rescate y reubicación	Rescate de plantas completas y germoplasma de 100% de las especies enlistadas en el Programa	Mensual durante la ejecución del rescate de flora silvestre.	100 % de los individuos rescatados y reubicados	Bitácoras de Flora Silvestre

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambiental

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.2 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL FACTOR FAUNA

Las actividades del Proyecto, particularmente el desmonte, la operación de maquinaria y la presencia de personal, generarán una perturbación temporal de la fauna silvestre, principalmente asociada al incremento del ruido y a la modificación del entorno inmediato, lo que inducirá el desplazamiento de las especies hacia áreas aledañas con menores niveles de perturbación.

El impacto potencial se concentra en especies terrestres de lento desplazamiento, por lo que se implementarán medidas de prevención y mitigación, incluyendo acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, conforme al Programa específico. Considerando que el área del Proyecto presenta un grado previo de disturbio antropogénico, no alberga corredores biológicos, ni áreas críticas para la fauna; se identificaron dos especie enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010:** *Accipiter cooperii y Crotalus atrox*, ambas sujetas a Protección especial (Pr). Sin embargo, se estima que, con la aplicación estricta de las medidas propuestas, la ejecución del Proyecto no comprometerá la permanencia de la fauna silvestre en la región.

Tabla 3. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental Fauna

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación del Sitio, Construcción, Operación y mantenimiento	Desmonte y despalme, Construcción de Tajo, Patio de lixiviación, Tepetateras, Banco de agregados y Relleno Sanitario	Hábitat de fauna	Fragmentación y/o pérdida del hábitat	Reubicación de fauna silvestre en sitios favorables a su hábitat en el AI y/o SAR.	Mitigación	Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre	Asegurar la sobrevivencia de fauna silvestre rescatada a través de su reubicación en hábitats favorables.	Mensual durante la ejecución del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	$IFA_{RES} / IFA_{REU} = 1$ IFA_{RES} = número de individuos rescatados IFA_{REU} = número de individuos reubicados;	Bitácoras de rescate y reubicación de fauna silvestre; Anexo fotográfico.
				Rescate de especies nativas silvestres que conforman el hábitat de las especies de fauna.	Mitigación	Programa de rescate, reubicación de flora silvestre	Rescatar especies silvestres de flora que conforman el hábitat de la fauna	Mensual, durante la ejecución de las actividades de rescate.	100 % de los individuos rescatados y reubicados	Bitácoras de Flora Silvestre

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
				Recuperación del hábitat con especies nativas	Mitigación	Programa de Reforestación	Reforestación en 389 ha con 50,000 individuos	Semestral, una vez ejecutada la reforestación	$SA_{Refo}/S_{refo}=1$ SA_{Refo}= Superficie de Avance de reforestación S_{refo} = Superficie Total de reforestación	Bitácoras de la ejecución del Programa de reforestación
Preparación del Sitio	Desmonte y despalme	Alimento de fauna	Reducción de las fuentes de alimento	Reubicación de especies silvestres presentes en el proyecto que son alimento de la fauna silvestre.	Mitigación	Programa de Rescate y reubicación de flora silvestre	Rescate (plantas completas) y reproducción (especies por germoplasma) de 100% de especies arbóreas, arbustivas y de interés ecológico	Mensual durante la ejecución del rescate de flora silvestre.	100 % de los individuos rescatados y reubicados	Bitácoras de mantenimiento de flora silvestre reubicada
Preparación del Sitio, Construcción, Operación y mantenimiento	Desmonte y despalme, Construcción de Tajo, Patio de lixiviación, Tepetateras, Banco de agregados y Relleno Sanitario	Movilidad de especies	Perturbación por ruido a la fauna	Colocación de señalética de No dañar, molestar, capturar y /o afectar a la fauna.	Prevención	Programa de Educación ambiental	Disminuir la afectación a fauna durante su desplazamiento por las zonas del Proyecto	Durante toda la vida útil del proyecto	SPFI / SPFP = 1 SPFI = señalética de protección de fauna instalada; SPFP = señalética de protección de fauna programada a ser instalada.	Evidencia fotográfica de señalética

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
				Realizar acciones de inducción y capacitación a empleados de la empresa sobre la protección de la flora y fauna silvestre.	Prevención	Programa de Educación ambiental	Capacitación sobre protección de fauna silvestre a 100% del personal, incluidas empresas contratistas y subcontratistas	Capacitación al inicio del Proyecto a todo el personal o en una sesión inicial a todo personal de nuevo ingreso.	**NEP / NECFS = 1** NEP = Número de empleados en el Proyecto; NECFS = Número de empleados capacitados en protección de fauna silvestre.	Listas de asistencia y evidencia fotográfica
Operación y mantenimiento	Patio de lixiviación y Relleno Sanitario	Mortandad de fauna silvestre	Riesgo de mortandad e intoxicación	Prohibición de cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la extracción de especies de fauna silvestre en el AP, AI y SAR, por el personal que labore en el Proyecto	Prevención	Programa de Educación ambiental	Colocación de señalética para conservar y proteger la fauna silvestre	Semestral durante el desarrollo del Proyecto.	**SPFI / SPFP = 1** SPFI = señalética de protección de fauna instalada; SPFP = señalética de protección de fauna programada a ser instalada.	Evidencia fotográfica de señalética
				Colocar cercas perimetrales en piletas de agua (operativas).	Prevención	Cerca perimetral en piletas de agua (operativas).	Asegurar la protección de fauna silvestre evitando el acceso a áreas operativas ante la presencia de piletas de agua.	Semestral durante el desarrollo del proyecto	Longitud instalada de cercas perimetrales para protección de fauna.	Evidencia fotográfica de la instalación de cercos perimetrales.

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
				Colocar equipos para Ahuyentamiento de fauna (equipos sonoros para Ahuyentamiento de aves de piletas).	Prevención	Prevención Mitigación	Protección del avifauna en el AP por Ahuyentamiento mediante equipos sonoros.	Semestral durante el desarrollo del Proyecto.	EAFI / EAFP = 1 EAFI = Equipos ahuyentadores de fauna instalados en AP; EAFP = Equipos ahuyentadores de fauna, programados a ser instalados	Evidencia fotográfica de la instalación de equipos para el Ahuyentamiento de fauna.

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambienta

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.3 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR SUELO

Con la eliminación de la vegetación de **604.0 hectáreas** de cambio de uso de suelo forestal, el suelo quedaría potencialmente expuesto a los efectos de la erosión eólica e hídrica, siendo la primera la que se presenta en mayor grado en región semiárida-templado durante la temporada de lluvias y la erosión eólica en climas tropicales es muy poco perceptible.

Tabla 4. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental Suelo

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación del sitio	Desmonte y despalme,	Calidad de suelo	Aumento de la tasa de erosión	Construcción de obras de control de erosión de suelo	Mitigación/ Compensación	Programa de Conservación de Suelo y agua	Establecer 6,500 zanjas trincheras para asegurar la retención de suelo	A partir del segundo año una vez iniciado la preparación del sitio con una vigencia por 5 años de protección y mantenimiento	**Zt/TZt=1** Zt= Zanjas trincheras; TZt= Total de Zanjas trincheras	Informes del Programa de Conservación de Suelo y agua
				Barreas de material muerto	Mitigación/ Compensación		Construcción de 11,500 m de barreras de material muerto		**Ati/Tti=1** Ati= Avance de terrazas individuales; Tti=Total de terrazas individuales	
				Terrazas individuales	Mitigación/ Compensación		Construcción de 50,0000 terrazas individuales		**ABmm/TBmm=1** Ati= Longitud de Avance de barreras; TtBmm=Longitud total de barreras	
Operación y Mantenimiento	Tajo, Tepetateras, Tajos y caminos de acceso			Control de polvos en áreas operativas del tajo, tepetatera, mediante riego con agua y/o supresor de polvos en áreas	Mitigación	Riegos de caminos	Minimizar la erosión a través del control de polvos durante la operación del tajo, tepetatera y caminos de acceso	Semestral, durante la vida útil del proyecto	**SReg*Fre/STRe*Fre= 1** SReg= Superficie regada Frec=Frecuencia de riego STRe= Superficie Total de áreas	Bitácoras de riego

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
			Pérdida del horizonte orgánico	Recuperación , almacenamiento y reincorporación de la capa orgánica de suelo	Prevención/ Mitigación	Plan de rescate de suelo vegetal (top-soil)	Recuperar y mantener el suelo orgánico durante el desmonte y despalme para reincorporar en áreas de restauración con fines de conservación	Preparación de sitio y durante las actividades remediación	**SOR/ SOA=1** SOR= m3 de suelo orgánico reincorporado; SOA= m3 de suelo orgánico recuperado	Bitácoras de recuperación de suelo orgánico
Preparación del sitio, Construcción	Corte, nivelación, compactación, descapote,	Calidad de suelo	Compactación del suelo	Restauración de suelo, incluyendo acciones de revegetación en áreas temporales y permanentes.	Mitigación	Restauración y revegetación de suelo al cierre del Proyecto.	Restaurar y revegetar el suelo para restituir áreas forestales al cierre del Proyecto	Semestral durante la etapa de cierre del Proyecto.	**$SA_{Res}/S_{refo}=1$** ST_{Com}= Superficie de Avance de obras de conservación de suelo ST_{Com} = Superficie Total de compensación	Bitácoras de ejecución del programa de restauración desuelo
Preparación del sitio Construcción , Operación, Mantenimiento, Cierre y transporte	Barrenación, voladuras, carga y transporte (Tajo); Corte y extracción (Banco de agregados)	Calidad de suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	Aplicación de acciones de remediación o limpieza de suelo en caso de derrames de combustible, sustancias, mineral o pulpas de proceso.	Correctiva	Remediación de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos, sustancias o pulpas del proceso de beneficio.	Alcanzar los niveles de contaminantes a las concentraciones de LBA o por debajo de límites normativos permisibles	Semestral durante el desarrollo del Proyecto.	**SSR / SSC = 1** SSR = m^3 de suelo remediado; SSC = m^3 de suelo contaminado por derrames o contingencias.	Bitácoras de remediación. Plan de limpieza o remediación del suelo contaminado

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
			Contaminación por RP	Las áreas de almacén y manejo de combustibles, y preparación de reactivos, contarán con sistemas e infraestructura de contención de derrames, piso impermeable, guardas para disminuir los riesgos de contaminación	Prevención	Plan de Manejo de residuos	Contener los derrames de materiales, reactivos o sustancias contaminantes en áreas operativas del Proyecto.	Mensual durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	100% recuperación de derrames en áreas operativas.	Bitácoras de atención a contingencias; Anexo Fotográfico.
Operación y Mantenimiento, Cierre y transporte	Relleno Sanitario	Calidad de suelo	Contaminación por RSU y RME	Se tendran almacenes temporales dentro del AP y su posterior disposición en el Relleno Sanitario	Mitigación	Plan de Educación ambiental	Capacitar a todo el personal, para realizar una correcta separación, y disposición de residuos	Al inicio del Proyecto y cuando ingrese personal nuevo al Proyecto	PCR/TPCR=1 PCR= Personal capacitado en residuos TPCR=Todo Personal del Proyecto	Listas de Asistencia de capacitación y Evidencia fotográfica
				Implementar el plan de manejo de residuos con una adecuada valorización y disposición final.	Mitigación	Plan de Manejo de residuos	Realizar un manejo integral de los RME y RSU	Semanal, durante toda la vida útil del proyecto	Toneladas de RSU y RME	Bitácoras de gestión de residuos.
Cierre y Abandono	Tepetaras, Patio de lixiviación	Calidad de suelo	Contaminación por la generación de Residuos Mineros	Implementación del Plan de Manejo de residuos mineros	Mitigación	Plan de Manejo de Residuos Mineros	Registrar el Plan de Manejo de Residuos Mineros por DGGIMAR-SEMARNAT	Mensual durante las etapas de Construcción, Operación y Cierre del Proyecto.	RMINR/RMING=1 RMINR=Residuos mineros remediados RMING=Residuos mineros generados en el proyecto	Bitácoras, e informes técnicos

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación del sitio Construcción , Operación, Mantenimiento, Cierre y transporte	Tajo, tepetateras, Patio de lixiviación	Estabilidad de suelo	Riesgo de inestabilidad mecánica en taludes	Estabilizar los taludes para mantener la estabilidad	Mitigación	Estabilización de taludes	Evitar el derrumbe de taludes conformados en las Obras mineras	Mensual durante las etapas de preparación del sitio y operación de las obras	100 % de suelo establecido en taludes	Informes geotécnicos de estabilidad

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **RSU=**Residuos Sólidos Urbanos; **RME:** Residuos de Manejo Especial; **RP:** Residuos Peligrosos; **LBA=**Línea Base Ambiental

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.4 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La ejecución del CUSTF asi como las actividades mineras, podrían generar una afectación potencial a la calidad del agua de las escorrentías cercanas, principalmente por el arrastre de azolves derivados de las actividades de desmonte y despalme, la generación de residuos asociada a la presencia de maquinaria y personal, y el riesgo potencial de lixiviantes sobre escurrimientos aledaños a las obras mineras. No obstante, dichas afectaciones se consideran mitigables mediante la implementación de medidas preventivas, como el monitoreo de aguas arriba y aguas abajo, el manejo adecuado de residuos y la aplicación de buenas prácticas operativas, las cuales han demostrado ser eficaces en la operación actual de la mina, sin alteraciones significativas en los parámetros de calidad del agua aguas abajo.

Tabla 5. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental de hidrología superficial

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación del Sitio Construcción	Construcción de infraestructura y obras auxiliares	Calidad de agua	Generación de aguas residuales	Uso de baños portátiles en los frentes de trabajo	Prevención	Contención y tratamiento de las aguas residuales domésticas, según aplique.	Gestionar adecuadamente las aguas grises generadas en el proyecto	Semanal, durante la vida útil del proyecto	VART / VARP = 1 VART = volumen de aguas residuales tratadas en biodigestor o en PTAR móvil; VARP = Volumen de aguas residuales producidas	Bitácoras de servicio
Operación y Mantenimiento	Operación de Tajo, Patio de lixiviación y Planta ESDE			Uso de fosas sépticas donde se someterán a procesos de sedimentación y oxidación antes de descargar o infiltrar las aguas tratadas.	Mitigación	Implementación de fosas sépticas para la generación de aguas residuales	Evitar la contaminación de agua	Mensual, durante la fase operativa del Proyecto	H2ORT/H20T=1 H2ORT=Volumen de agua residuales tratadas H20T=Volumen total de agua residual generada.	Bitácoras de mantenimiento de fosos

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación del Sitio Construcción Operación y Mantenimiento	Construcción de infraestructura y obras mineras auxiliares	Cantidad de agua	Alteración de corrientes superficiales	Construcción y operación de canales de captación y derivación de agua superficial (de no contacto) que permitirán dirigir el agua de lluvia y escorrentías fuera de áreas operativas para reincorporarse a cuerpos naturales.	Mitigación	Captación y derivación del agua de no contacto para retribuir a la cuenca hidrológica.	Captar el agua pluvial de no contacto aguas arriba del AP para derivarla y retribuirla a la cuenca hidrológica.	Semestral durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto	CDA/TCDA=1 CDA= número de obras de derivación de agua de no contacto construidas; TCDA= total de obras de derivación de agua de no contacto programadas.	Informe del Programa de Vigilancia Ambiental; Anexo Fotográfico.
Construcción y Operación	Patio de lixiviación	Calidad de agua	Riesgo de derrame de lixiviantes por carga hidráulica	Cumplimiento de las medidas aplicables en la normatividad	Prevención	Cumplimiento en el diseño técnico del patio de lixiviación	Evitar derrames de lixiviantes a cuerpos de agua	Semestral durante la etapa de operación del Proyecto	Semestral, durante la operación del proyecto	Informe del Programa de Vigilancia Ambiental
			Riesgo de generación de drenaje ácido	Realizar pruebas de drenaje ácido	Prevención	Análisis de pruebas de drenaje ácido	Evitar la contaminación del agua por drenaje acido	Semestral durante la etapa de operación del Proyecto	Semestral, durante la operación del proyecto	Resultados de laboratorio
			Posible contaminación de los flujos superficiales	Construcción y operación de piletas de captación de agua y bordos de contingencias diseñados para una lluvia de 24 horas, periodo de retorno de 100 años	Prevención	Piletas y bordos de contingencias para captación de agua	Diseñar, construir y operar piletas y bordos de contingencias para captación de agua de lluvia	Semestral durante las etapas de construcción, operación y cierre del Proyecto.	COMA / POMA = 1 NOMA = número de obras para el manejo de agua construidas; TOMA = Total de obras para el manejo de agua programadas por diseño.	Informe del Programa de Vigilancia Ambiental; Anexo Fotográfico

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
				Monitoreo periódico de la calidad química del agua superficial en cuerpos de agua ubicados aguas arriba y aguas abajo del AP.	Prevención	Monitoreo de calidad química del agua superficial aguas arriba y aguas abajo del AP.	Dar seguimiento a la calidad química del agua superficial para asegurar que no existe impacto en la calidad por el desarrollo del Proyecto.	Semestral durante el desarrollo del Proyecto.	**MH20/TMH20=1**, MH20= Monitoreos de agua realizados; TMH20= Total de monitoreos programados	Bitácoras y cadenas de custodia del muestreo y análisis por laboratorio. Informe del Programa de Vigilancia Ambiental.

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambiental

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.5 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Dentro de los principales impactos en el agua subterránea se encuentra la disminución de infiltración, el análisis del balance hidrológico indica que el CUSTF en una superficie de 604.0 ha generaría una disminución inicial de la infiltración del orden de 14,787 m³/año. Sin embargo, esta pérdida es temporal, ya que la reforestación con especies nativas, considerada como medida de mitigación y compensación, permite la recuperación progresiva de los niveles de infiltración, alcanzando valores equivalentes a los del escenario sin Proyecto a partir del tercer año, y superándolos hacia el quinto año.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que las afectaciones al recurso hídrico son mitigables y compensables, mediante la reforestación y la aplicación de medidas complementarias, como prácticas mecánicas de conservación de suelos, que favorecen la infiltración y contribuyen a la recuperación del balance hidrológico local.

Tabla 6. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental de hidrología subterránea

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación del sitio	Desmonte y Despalme	Cantidad de agua	Disminución de la infiltración por ejecución de CUSTF	Recuperar la cobertura forestal para interceptar el agua de lluvia	Mitigación	Programa de Reforestación	Reforestación en 389 ha con 50,000 individuos	Semestral, una vez ejecutada la reforestación	$SA_{Refo}/S_{refo}=1$ SA_{Refo}= Superficie de Avance de reforestación S_{refo} = Superficie Total de reforestación	Bitácoras de la ejecución del Programa de reforestación
				Construcción de obras para la captación de agua	Mitigación	Programa de Conservación de Suelo y agua	Establecer 6500 zanjas trincheras parea aumentar la infiltración	A partir del segundo año una vez iniciado la preparación del sitio con una vigencia por 5 años de	Zt/TZt=1 Zt= Zanjas trincheras; TZt= Total de Zanjas trincheras	Informes de cumplimiento del Programa

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
				Construcción de obras de captación de agua	Mitigación		Construcción de 50,0000 terrazas individuales para captación de agua	protección y mantenimiento	ABmm/TBmm=1, Ati= Longitud de Avance de barreras; TtBmm=Longitud total de barreras a construir	Informes de cumplimiento del Programa
Operación y Mantenimiento	Beneficio de mineral	Cantidad de agua	Disminución de la disponibilidad de agua	Optimización del agua a través de la recirculación	Mitigación	Obras hidráulicas	Optimizar el uso de agua en el proceso de beneficio	Semestral durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto.	H20Us / H20A = 1 H20Us = Volumen de agua utilziada en el proceso; H20A = Volumen de agua autorizada para extracción	Informes del Programa de Vigilancia Ambiental
Operación y Mantenimiento	Patio de lixiviación	Calidad de agua	Riesgo de infiltración de solución lixiviante por rotura de recubrimiento	Cumplimiento con la normatividad aplicable para prevenir riesgos de derrames de sustancias	Mitigación	Contención de derrames contaminantes en agua subterránea.	Contener los derrames de materiales, reactivos o sustancias contaminantes en áreas operativas del Proyecto que puedan contaminar agua subterránea.	Semestral durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	100% recuperación de derrames en áreas operativas.	Bitácoras de atención a contingencias; Anexo fotográfico

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambienta

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.6 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR ATMÓSFERA

Los impactos al factor atmósfera asociados al desarrollo del Proyecto se relacionan principalmente con la emisión de material particulado, gases de combustión y, en etapas específicas del proceso, con la generación de vapores y neblinas derivadas de las actividades mineras y de beneficio. Dichos impactos se presentan de manera local y temporal o permanente, dependiendo de la etapa del Proyecto y de la intensidad de las operaciones.

La evaluación de estos impactos considera las condiciones atmosféricas locales, la naturaleza de las fuentes emisoras y la aplicación de medidas de control y mitigación, orientadas a mantener la calidad del aire dentro de los límites establecidos por la normatividad ambiental vigente y a reducir posibles afectaciones al ambiente y a la población.

Tabla 7. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental sobre la atmósfera

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación de sitio	Desmonte y Despalme	Calidad del aire	Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo)	Riego de caminos en el AP con agua y/o supresor de polvos, cuando sea necesario en función de la temporada del año.	Mitigación	Riego de caminos para mitigar la emisión de polvos.	Disminuir la emisión de partículas fugitivas en caminos de operación del Proyecto.	Constante durante el desarrollo del Proyecto.	Número de pipas empleadas para el riego	Boletas de pipas destinadas al riego de control.
				Restauración de suelo, incluyendo acciones de revegetación en áreas temporales y permanentes	Mitigación	Restauración y revegetación de suelo al cierre del Proyecto.	Mitigar la emisión de polvos por erosión y dispersión de suelo expuesto.	Semestral de manera progresiva	**ARSREV /ATRS = 1** ARSREVEG = Área restaurada de suelo con revegetación; ARS = Área Total restauradas.	Evidencias fotográficas de la ejecución de la restauración del suelo y de su revegetación

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Construcción, Operación y Mantenimiento	Tajo, Tepetaeras, Patios de lixiviación			Control de velocidad en caminos del Área del Proyecto.	Preventivos	Plan de Educación Ambiental	Colocación de señalética de límites de velocidad	Semestral durante el desarrollo del Proyecto.	SPI / SPP = 1 SPFI = señalética de protección instalada; SPFP = señalética programada a ser instalada	Evidencia fotográfica de señalética
Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento	Tajo, Tepetaeras, Patios de lixiviación	Calidad del aire	Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	Monitoreo de polvos y partículas (PM10 y PM2.5) y NO2 por laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA)	Mitigación	Monitoreo de control de emisiones (PM10, PM2.5, NO2).	Seguimiento y vigilancia de las emisiones atmosféricas que estén asociadas al desarrollo del Proyecto para prevenir o aplicar acciones correctivas.	Trimestral durante las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y cierre.	Limites permisibles de acuerdo con la normatividad mexicana	Evidencias de la ejecución del monitoreo: Informes del laboratorio acreditado y cadenas de custodia.
				Mantenimiento de la flotilla de vehículos ligeros y pesados, y maquinaria empleados en el Proyecto.	Preventivo	Mantenimiento de vehículos y maquinaria para prevenir la emisión de contaminantes.	Mitigar la emisión de contaminantes por vehículos y maquinaria de combustión en	Semestral durante las etapas de construcción, operación y cierre.	VEHM/TVEH=1 VEHM=vehículos con mantenimiento TVEH=Total de vehículos en el Proyecto	Bitácoras de mantenimiento de vehículos y maquinaria.

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Operación y Mantenimiento	Planta ESDE	Calidad de aire	Afectación de la calidad del aire por emisiones de vapores ácidos y neblinas	colocación de esferas de poliestireno y abanicos de extracción para disminuir la superficie de emisiones	Preventivo/ Mitigación	Colocación de esferas de poliestireno y abanicos de extracción para disminuir la emisión de neblina acida	Disminuir las emisiones de neblina acida durante la operación del del Proyecto.	Semestral durante las etapas de operación	**EC/TEP=1** EC=Esferas colocadas TEP=Total de esperas programadas a colocar	Informes del Programa de Vigilancia Ambiental, Evidencia fotográfica

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambiental

CONSULTA PUBLICA

VI.1.7 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR PAISAJE

Los impactos al factor paisaje derivados del desarrollo del Proyecto se asocian principalmente a la modificación de la morfología natural del terreno y a la incorporación de elementos artificiales como tajos, tepetateras, patios de lixiviación, infraestructura de apoyo y caminos de acceso. Estas modificaciones generan cambios en la calidad escénica y en la percepción visual del entorno, cuya magnitud depende de la extensión de las obras, la topografía y el grado previo de intervención antrópica en el área.

La evaluación del impacto paisajístico considera los resultados del análisis de calidad visual, la visibilidad de las obras y la sensibilidad del entorno, así como la aplicación de medidas de mitigación y restauración orientadas a reducir el contraste visual y favorecer la integración paisajística del Proyecto en el SAR.

Tabla 8. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor ambiental sobre el Paisaje

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación de sitio	Desmonte y Despalme	Paisaje	Modificación de la calidad escénica	Ejecución del plan de minado para implementar las técnicas apropiadas para asegurar una estabilidad adecuada.	Prevención	Plan de Minado	Cumplir con los criterios técnico y áreas de minado para evitar afectar la calidad escénica por encima de lo autorizado	Mensual, durante la Operación	S_{MIN} = superficie de minado SA_{MIN} = superficie autorizada para minado	Bitácoras de minado e informes técnicos
				Limitar la remoción de la cobertura vegetal a las áreas con cobertura vegetal autorizadas por CUSTF.	Prevención	Delimitación de CUSTF autorizado	Limitar la remoción de la cobertura vegetal a las áreas autorizadas por CUSTF	Mensual, durante el desarrollo del CUSTF	$S_{CUSTF} / SA_{CUSTF} \leq 1$ S_{CUSTF} = superficie donde se ejecutó CUSTF; SA_{CUSTF} = superficie autorizada para ejecutar CUSTF	Bitácoras del CUSTF

CONSULTA PUBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
			Modificación de la calidad escénica	Recuperación del horizonte orgánico	Prevención	Recuperación de la capa fértil (Top soil)	Recuperar y resguardar la capa orgánica para su posterior uso en la etapa de cierre	Semestral. Durante la Preparación de sitio y durante las actividades remediación	**SOR/ SOA=1** SOR= m3 de suelo orgánico reincorporado; SOA= m3 de suelo orgánico recuperado	Bitácoras de recuperación de suelo orgánico
				Recuperación de las especie de importancia ecológica del AP, para su conservación y mantenimiento	Mitigación	Programa de Rescate y reubicación de flora silvestre	Rescate de plantas completas y germoplasma de 100% de las especies enlistadas en el Programa	Mensual durante la ejecución del rescate de flora silvestre.	100 % de los individuos rescatados y reubicados	Bitácoras de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
				Recuperación del paisaje a través de la plantación de especies nativas	Mitigación	Programa de Reforestación	Reforestación en 389 ha con 50,000 individuos	Semestral, una vez ejecutada la reforestación	**$SA_{Refo}/S_{refo}=1$** SA_{Refo}= Superficie de Avance de reforestación S_{refo} = Superficie Total de reforestación	Bitácoras de la ejecución del Programa de reforestación
Operación y Mantenimiento	Tepetateras, Patio de lixiviación		Artificialización del entorno	Monitoreo con brigadas de topografía para asegurar la estabilidad de taludes en los bancos conforme a las características geotécnicas	Mitigación	Monitoreo de Taludes	Estabilizar taludes para su posterior revegetación	Semestral, durante la operación de Tepetateras y patios de lixiviación.	**STE/STT=1** STE= Superficie con taludes estabilizada STT = Superficie Total de taludes	Informes geotécnicos

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Cierre	Construcción de obras e instalaciones permanentes del Proyecto.		Artificialización del entorno	Una vez iniciadas las actividades de Cierre (con previa autorización de SEMARNAT), se procederá con el retiro de estructuras, limpieza y remediación de las áreas ocupadas por el Proyecto.	Mitigación	Retiro de instalaciones y limpieza del sitio al cierre	Preparar el sitio al cierre previo inicio de las acciones de restauración y revegetación del sitio al cierre.	Semestral durante la etapa de Cierre.	**SinfraR/STinfra=1** **SinfraR=** Superficie con infraestructura removida **STinfra=**Superficie Total removida	Bitácoras de ejecución del Programa de Cierre; Anexo fotográfico.
	Tepetateras, Patio de lixiviación	Paisaje		Estabilización de taludes de la tepetatera para lograr una perspectiva paisajística homogénea; e instalación de una cubierta diseñada en la corona de la tepetatera vegetación característica de los tipos de vegetación en el SAR.	Mitigación	Enrocamiento de taludes de tepetatera y Patio de lixiviación; e instalación de cubierta diseñada de la corona de los depósitos de residuos mineros al cierre.	Incrementar la Calidad paisajística al cierre del Proyecto	Semestral durante las etapas de construcción, operación y cierre.	**STER / ST = 1** STR = superficie de taludes con enrocamiento de material estéril Y revegetación; SDRM = superficie total de taludes en tepetatera y patio de lixiviación	Bitácoras de ejecución del Programa de Cierre; Anexo fotográfico.

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambiental

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.8 MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL FACTOR SOCIAL

Los impactos al factor social asociados al desarrollo del Proyecto se relacionan principalmente con el incremento de los niveles de ruido generado por la operación de maquinaria, el tránsito de vehículos y las actividades propias de las distintas etapas del Proyecto. Dichas emisiones sonoras pueden influir en la calidad de vida de la población ubicada en el área de influencia, particularmente durante los periodos de mayor actividad operativa.

La evaluación de este impacto considera la ubicación de los centros de población, las condiciones de fondo sonoro existentes y la duración e intensidad de las fuentes emisoras, así como la implementación de medidas de control y mitigación orientadas a mantener los niveles de ruido dentro de los límites establecidos por la normatividad aplicable y a minimizar posibles molestias a la población.

Tabla 9. Medidas de prevención y mitigación que atenderán los impactos al factor Social

Etapa del Proyecto	Obras y/o actividades del Proyecto	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Medida	Tipo de Medida	Indicador				
						Nombre	Objetivo	Periodicidad	Método de cálculo	Fuente de información
Preparación de sitio, Construcción Operación, Mantenimiento y Cierre		Atmosfera	Afectación a la población por ruido de maquinaria y transporte	Monitoreo de vibraciones en zonas estratégicas cercanas a la operación; Horario controlado de voladuras; Medición y cumplimiento de límites acordados permitidos.	Mitigación	Cumplimiento del programa de monitoreo de vibraciones en comunidades Seguimiento y atención al Mecanismo de Retroalimentación y Queja.	Mantener el monitoreo de vibraciones en comunidades del AI para atender quejas asociadas a este impacto	Semestral durante las etapas de construcción y operación del Proyecto	Atención al 100 % de las quejas recibidas por generación de ruido y/o vibraciones.	Quejas recibidas por la comunidad. Registros de voladuras en horarios establecidos

SAR = Sistema Ambiental Regional; **AI** = Área de Influencia; **AP** = Área del Proyecto; **CUSTF** = Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales; **LBA=**Línea Base Ambiental

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con las tablas anteriores, y a la depuración de un listado de actividades inherentes a prevenir y mitigar los impactos ambientales significativos, se concluyó con el siguiente listado de medidas de prevención y mitigación de los impactos:

Tabla 10. Identificación de medidas y acciones por impacto ambiental significativo

Factor Ambiental	Alteración/impacto	Medidas de mitigación
Paisaje	Calidad – estructura del paisaje	• Ejecución el plan de minado para implementar las técnicas apropiadas para asegurar una estabilidad adecuada (Realizar la sección tipo de corte con bermas o banquetas) • Reforestación del predio de compensación adicional • Diseñar e implementar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área autorizada en materia de CUSTF y/o Impacto Ambiental. • Monitoreo con brigadas de topografía para asegurar la estabilidad de taludes en los bancos conforme a las características geotécnicas • En el sitio del proyecto se deberá de retirar toda la maquinaria y equipo que se utilizará para las actividades de operación; así como también de dejar totalmente el área del proyecto libre de cualquier residuo o instalación.
Suelos	Incremento de los procesos erosivos	• Rescate de la capa fértil • Ejecutar el programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua • Ejecutar la reforestación del predio de compensación adicional
		Realizar el diseño de minado conforme a proyecto específico del banco de agregados pétreos para mantener la estabilidad física (el corte, ángulo de inclinación y pendiente gobernadora) en el sitio del proyecto, con la finalidad de no tener afectaciones al medio ambiente por erosión hídrica o eólica, así como a la flora y fauna aledañas al proyecto.
	Calidad (cambio de las características fisicoquímicas del suelo)	• Ejecutar el programa de obras de conservación de suelo y agua. • Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos • Diseñar e implementar los instrumentos donde se especifique la gestión para el manejo de los residuos en sus tres categorías. • Diseñar e implementar un instrumento donde se especifique la metodología para realizar la atención oportuna y eficaz durante situaciones de emergencias y/o contingencias ambientales por liberación de sustancias, materiales o residuos peligrosos, así mismo contar con el Programa de Prevención de Accidentes.
Hidrología (superficial y subterránea)	Disminución de la calidad del agua y el nivel freático	• Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias y materiales peligrosos. • Integración de los planes de manejo donde se dé prioridad a la prevención de su generación, posteriormente a la valorización y por último a una disposición final, todo en cumplimiento con el marco legislativo aplicable. • Diseñar e implementar un instrumento donde se especifique la metodología para realizar la atención oportuna y eficaz durante situaciones de emergencias y/o contingencias ambientales por liberación de sustancias, materiales o residuos peligrosos, así mismo contar con el Programa de Prevención de Accidentes. • Diseñar e implementar un programa en el cual se plasme el plan de monitoreo de agua subterránea y superficial para determinar si existen

CONSULTA PÚBLICA

Factor Ambiental	Alteración/impacto	Medidas de mitigación
		variaciones y con ello implementar acciones para disminuir la posibilidad de cambios en la calidad del agua • Diseñar e implementar un instrumento donde se especifiquen los controles de ingeniería y operativos para el manejo de aguas residuales, que contenga por lo menos: • Sistemas eficientes para el manejo, transporte y almacenamiento de las aguas residuales, en base a la capacidad de usuarios que marca la norma 006 CONAGUA • Colocar señalamiento de la correcta segregación y depósito de residuos en sus tres categorías
	Disminución del área de infiltración, escurrimiento y dirección	• Ejecutar el programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua • Ejecutar la reforestación del predio de compensación adicional • Diseñar e implementar un programa para la canalización y control de escorrentías seleccionando y construyendo la cantidad adecuada de obras para el control y redireccionamiento de escorrentías hacia los cauces naturales.
Flora	Disminución de la cobertura de flora	• Diseñar e implementar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área autorizada en materia de CUSTF y/o Impacto Ambiental. • Diseñar e implementar un programa para el rescate y reubicación de especies de flora silvestre de importancia en la zona donde se desarrollará el proceso. Ejecutar la reforestación del predio de compensación adicional • Diseñar e implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales. • Diseñar e implementar un programa calendarizado con base a las necesidades del proceso el cual permita ejecutar paulatinamente las actividades de desmonte y despalme en áreas que sean factibles, la recuperación de suelo orgánico y material maderable exclusivamente de las zonas requeridas para el desarrollo del proceso.
	Disminución de la diversidad de flora	• Diseñar e implementar un programa para el rescate y reubicación de especies de flora silvestre de importancia en la zona donde se desarrollará el proceso. • Ejecutar la reforestación del predio de compensación adicional • Prohibir el realizar fogatas y quemas. • Diseñar e implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales.
Fauna	Disminución de abundancia de fauna en el sitio	• Ejecutar e implementar el programa para el ahuyentamiento, rescate, reubicación, y protección de la fauna silvestre que pueda verse afectada por el desarrollo del proceso. • Prohibir el realizar fogatas y quemas. • Diseñar e implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales. • Colocar señalización para prohibir la cacería, captura, colecta, consumo, comercialización, tráfico y la extracción de especies de flora y fauna silvestres, tanto en el área del Proyecto, como en sus caminos de acceso y colindancias, por el personal que labore en el mismo. • Colocar señalamientos de velocidad conforme al área del proyecto.
	Disminución de la diversidad de especies de fauna	• Diseñar e implementar un programa de trabajo en el que se especifiquen las acciones a realizar para delimitar físicamente el área autorizada en materia de CUSTF y/o Impacto Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Factor Ambiental	Alteración/impacto	Medidas de mitigación
		• Diseñar e implementar un instrumento para la prevención y atención de incendios forestales. • Diseñar e implementar un programa en el cual se compense a través de la reforestación la proporcionalidad de vegetación que fue removida o que no pudo ser extraída o recuperada de los sitios sujetos a CUSTF
	Disminución de las especies de fauna consideradas en alguna categoría en riesgo.	• Ejecutar e implementar el programa para el ahuyentamiento, rescate y reubicación fauna silvestre que pueda verse afectada por el desarrollo del proceso. • Implementar un programa de concientización y capacitación al personal en cada uno de los temas ambientales, así como en la difusión de las actividades y programas de conservación y de las obligaciones establecidas en los estándares ambientales de la empresa.

El análisis de la tabla precedente demuestra que la implementación rigurosa de las medidas de prevención, mitigación y compensación garantiza una atenuación relevante de los efectos adversos del Proyecto, eliminando por completo los impactos de significancia alta. Bajo este esquema, la mayoría de las interacciones ambientales se reducen a niveles de significancia baja o muy baja, permaneciendo únicamente el factor **Relieve** con una significancia media residual, lo que confirma la eficacia de la estrategia ambiental propuesta para salvaguardar la integridad del entorno.

CONSULTA PÚBLICA

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El éxito ambiental del **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"** se fundamenta en la integración de dos pilares complementarios: la ejecución estratégica de programas de mitigación (actividades descritas anteriormente) y la supervisión rigurosa a través de la vigilancia ambiental.

Como se ha descrito en el capítulo anterior, las actividades del Proyecto tienen el potencial de afectar recursos físicos y biológicos dentro del SAR definido en el Capítulo IV. Para asegurar que estos impactos se mantengan bajo control y se cumpla con la normativa vigente, se definieron los programas que conforman el eje de acción ambiental del proyecto:

Gestión de la Biodiversidad:

- ✓ Programa de Rescate y Reubicación de Flora: Estrategias de salvamento para especies vegetales de interés (**Anexo 17**).
- ✓ Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna: Protocolos para la protección y movilidad segura de la fauna local (**Anexo 18**).
- ✓ Programa de Reforestación: Acciones de recuperación de la cubierta vegetal y servicios ecosistémicos (**Anexo 19**).

Residuos y Conservación:

- ✓ Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua: Medidas técnicas para prevenir la erosión y proteger el recurso hídrico (**Anexo 20**).
- ✓ Plan de Manejo de Residuos: Sistema de clasificación, almacenamiento y disposición final de desechos (**Anexo 21**).
- ✓ Programa de Educación Ambiental: Difusión de acciones y estrategias para la concientización ambiental para todos los involucrados en el Proyecto (**Anexo 22**).

Para dar cabal cumplimiento con los Programas específicos, se requiere la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). El PVA actúa como el mecanismo de control y seguimiento transversal, su función es garantizar que cada uno de los programas mencionados se aplique correctamente y con la efectividad esperada. Para ello, el PVA articula las medidas de prevención, las especificaciones de construcción/operación y los protocolos de emergencia bajo un marco de estricta legalidad ambiental, asegurando que la interacción entre el Proyecto y el ambiente sea monitoreada en tiempo real.

El PVA tiene como objetivo establecer un esquema sistemático de seguimiento y vigilancia ambiental que permita verificar la correcta aplicación de los planes, programas y acciones ambientales propuestos para el Proyecto, así como evaluar su efectividad en la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados.

El modelo de gestión para el Proyecto se articula mediante el PVA, el cual garantiza el cumplimiento técnico y normativo de las medidas de mitigación enfocadas en la protección de la flora, fauna, suelo, agua y manejo de residuos. Esta estrategia se sustenta en un sistema de indicadores de respuesta y de efectos, diseñados para medir tanto la implementación operativa como la efectividad real de las acciones, permitiendo la activación de medidas correctivas inmediatas para asegurar la integridad del Sistema Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

VI.2.1 OBJETIVOS

VI.2.1.1 Objetivo general

Garantizar el cumplimiento integral de las medidas preventivas, de mitigación, correctivas y de compensación establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) del Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como en la etapa de cierre y abandono, con el fin de asegurar la protección del ambiente y el apego a la normatividad ambiental aplicable.

VI.2.1.1 Objetivos particulares

- Asegurar la correcta implementación y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental establecidas en la MIA-R, conforme a lo autorizado por la autoridad competente.
- Definir y aplicar metodologías técnicas y operativas para la ejecución de las medidas ambientales, considerando las características del proyecto minero y las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional.
- Establecer mecanismos de monitoreo, control y calendarización de las medidas ambientales, a fin de evaluar su eficacia y garantizar el cumplimiento de los objetivos ambientales durante la vida útil del proyecto.
- Detectar oportunamente desviaciones o incumplimientos en la aplicación de las medidas ambientales, y proponer e implementar acciones correctivas que aseguren la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales identificados.

VI.2.2 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO POR EL PVA

La implementación del PVA estará a cargo de un equipo multidisciplinario compuesto por especialistas internos y subcontratados, bajo la dirección del Responsable Ambiental de la Unidad Minera.

Para cada obra o acción de mitigación, se definirán con precisión las técnicas, métodos y cronogramas de aplicación. Este control permite establecer metas cuantificables y verificables, asegurando que la vigilancia física en campo se traduzca en indicadores de éxito ambiental.

El PVA partirá de los impactos ambientales identificados en el Capítulo V, de las medidas de mitigación y compensación propuestas en el presente Capítulo de la MIA-R y de los lineamientos identificados y aplicables al Proyecto. La metodología que comprende el presente Programa se divide en cuatro fases, como se muestra en la siguiente figura.

El desempeño del proyecto se evaluará mediante los indicadores de las Tablas 2 a 9, los cuales permiten medir la implementación operativa y la eficacia real de las medidas para determinar la necesidad de acciones correctivas. Cada evaluación se documentará en registros de conformidad que validen el cumplimiento de los objetivos, tomando como eje rector la matriz de planeación y aplicación de medidas detallada a continuación.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 11. Matriz de planeación y aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación que atenderán los impactos identificados asociados al desarrollo del Proyecto

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
• Pérdida de cobertura vegetal • Disminución de la diversidad florística • Pérdida de captura de carbono • Fragmentación y/o pérdida del hábitat • Reducción de las fuentes de alimento • Modificación de la calidad escénica	**Programa de rescate, reubicación de flora silvestre (véase Anexo 17)** Objetivo: desarrollar acciones previo al desmonte, que permitan rescatar ejemplares de flora de importancia ecológica que se ubican en las zonas del proyecto. Con especial interés en identificar, rescatar y reproducir las especies flora silvestre presente en el área del proyecto que se encuentren dentro del predio; con el propósito de contribuir a la preservación y conservación de esas especies.	Rescate: 10 meses para las actividades de rescate previo a las actividades de desmonte y despalme (Preparación de sitio). Reubicación: 12 meses, de manera paralela a las actividades de rescate (Etapa de Construcción) Reproducción de planta en vivero: 12 meses para el establecimiento Mantenimiento de planta reubicada: 5 años de mantenimiento. (Etapa de Operación y Cierre del Proyecto)	**Recursos humanos** • 1 Técnico forestal. • 2 Biólogos • 1 Ingeniero agrónomo • 1 Supervisor de seguridad • 5 Ayudantes **Herramientas y equipo** • 3 vehículos tipo pick up de doble tracción • Palas, Pico, Barras metálicas, • Cubetas, bolsas negras de vivero • Suelo orgánico rescatado • 4 GPS, Radios de comunicación, Estadal y nivel de mano • Cámaras fotográficas • Equipo de Protección Personal (EPP)	Supervisión conforme a lo establecido en el Programa y al oficio de autorización de CUSTF; Bitácoras , reportes y evidencia fotográfica Para asegurar una sobrevivencia del 80 % de individuos rescatados y reubicados.
• Fragmentación y/o pérdida del hábitat para la fauna • Perturbación por ruido a la fauna	**Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna (véase Anexo 18)** **Objetivo:** Mitigar los impactos negativos que se ocasionarán a la fauna silvestre durante la ejecución del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", mediante acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación.	La ejecución del Programa, está previsto para las etapas de preparación de sitio y construcción, la fase de preparación del sitio tendrá una duración aproximada de 10 años, durante los cuales se realizarán actividades de desmonte y despalme en un total de ocho fases. Por otra parte, la fase de construcción también requerirá un periodo de 10 años, siendo importante señalar que las fases de preparación del sitio y construcción se desarrollarán de manera paralela y progresiva.	**Recursos humanos** • Jefe de brigada: biólogo o ingeniero con experiencia en manejo de fauna silvestre. • Técnicos de campo: gente de las diferentes comunidades que abarca el proyecto. **Herramientas y equipo** • Binoculares, Ganchos y Pinzas herpetológicos, Sacos de tela para fauna, contenedores de plástico para transporte de fauna. • Trampas Sherman para mamíferos pequeños • Guantes para manipulación de fauna • Cámaras fotográficas • Equipo de Protección Personal (EPP)	Supervisión conforme a lo establecido en el Programa y al oficio de autorización de CUSTF; Bitácoras , reportes y evidencia fotográfica.

CONSULTA PÚBLICA

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
• Pérdida de cobertura vegetal • Disminución de la diversidad florística • Pérdida de captura de carbono • Fragmentación y/o pérdida del hábitat • Disminución de la infiltración • Modificación de la calidad escénica	**Programa de Reforestación (véase Anexo 19)** Objetivo: Reforestar y monitorear 389 ha de terrenos que actualmente no poseen una cobertura forestal, con la finalidad de recuperar una condición forestal en el mediano y largo plazo, plantando especies forestales afectadas por el CUSTF del proyecto "El Pilar Segunda Etapa", creando una cobertura arbórea para la provisión de los servicios ambientales como una medida de contrarrestar los impactos negativos por la afectación del desmonte.	Reproducción de planta: 12 meses de reproducción en vivero (Etapa de Construcción, Operación del Proyecto) Reforestación: Se realizará de manera progresiva durante 10 años (Etapa de Operación y Cierre) Mantenimiento: 5 años de hasta garantizar su establecimiento (Etapa de Operación y Cierre)	**Recursos humanos** • 2 Técnico forestal. • 2 Biólogos • 1 Ingeniero agrónomo • 1 Supervisor de seguridad • 10 Ayudantes **Herramientas y equipo** • 3 vehículos tipo pick up de doble tracción • Palas, Pico, Barras metálicas, • Cubetas, bolsas negras de vivero • Suelo orgánico rescatado, para el relleno del envase • 4 GPS, Radios de comunicación, Estadal y nivel de mano • Cámaras fotográficas • Equipo de Protección Personal (EPP)	Supervisión conforme al Programa de reforestación y Oficio resolutivo de CUSTF; sobrevivencia del 80 % de individuos plantados
• Aumento de la tasa de erosión • Disminución de la infiltración • Disminución de la disponibilidad de agua	**Programa de obras de conservación de suelo y agua (véase Anexo 20)** Objetivo: Implementar obras de conservación de suelo y agua para mitigar los impactos derivados de la erosión y la pérdida de infiltración hídrica durante la ejecución del proyecto "Minero El Pilar, Segunda Etapa". Este objetivo se cumplirá mediante la ejecución de las siguientes acciones estratégicas: 6,500 zanjas trincheras, 11,500 m de Barreras de material muerto, 50,000 terrazas individuales.	La construcción de las barreras de material muerto, las zonas trincheras y las terrazas individuales se construirán de manera paulatina durante la Operación de la mina.	**Recursos humanos** • 1 Técnico forestal. • 1 Supervisor de seguridad • 5 Ayudantes **Herramientas y equipo** • 3 vehículos tipo pick up de doble tracción • Palas, Pico, Barras metálicas, • 4 GPS, Radios de comunicación, Estadal y nivel de mano • Cámaras fotográficas • Equipo de Protección Personal (EPP)	La supervisión se realizará de manera mensual, una vez iniciada las actividades de construcción. Se dará seguimiento a través de informes, bitácoras de avance y evidencia fotográfica

CONSULTA PÚBLICA

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
• Contaminación por RP • Contaminación por la generación de RSU • Contaminación por la generación de RME • Contaminación por la generación de Residuos Mineros • Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	**Plan de Manejo de residuos (véase Anexo 21)** El Plan de manejo de residuos tiene el objetivo general de programar las acciones y actividades para realizar la gestión integral de los residuos generados en el Proyecto "Minero El Pilar, Segunda Etapa", ubicado en el municipio de Santa Cruz, Sonora, el siguiente objetivo particular: • Realizar un manejo integral de los residuos peligrosos. • Realizar un manejo integral de los residuos de manejo especial. • Realizar un manejo integral de los residuos sólidos urbanos	El Plan se implementará durante toda la vida útil del Proyecto, desde la Etapa desde Preparación del Sitio hasta el Cierre de la Mina. Durante la etapa operativa se construirá un relleno Sanitario para la disposición final de los residuos. Todas las acciones se realizarán con base a la normatividad aplicable	**Recursos humanos** • Responsable de Gestión de Residuos • Operadores de Maquinaria Pesada: • Cuadrilla de Recolección y Clasificación • Técnico de Mantenimiento de Lixiviados • Personal de Vigilancia y Báscula **Herramientas y equipo** • Tractor de Oruga (Dozer), Camión Compactador / Recolector, Excavadora. • Contenedores y Estaciones de Transferencia. • Bombas para Lixiviados • Herramienta manual menor	Para la supervisión se dará seguimiento a través de las bitácoras de generación de residuos, transporte y disposición final. Aplicación de la normatividad en materia de residuos.
• Disminución de la diversidad florística • Perturbación por ruido a la fauna • Riesgo de mortandad e intoxicación • Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo) • Contaminación por RSU y RME	**Programa de Educación Ambiental (véase Anexo 22)** Objetivo: crear conciencia ambiental mediante la difusión de información ambiental clara y objetiva, así como de la capacitación del personal involucrado en el desarrollo del proyecto, a fin de promover prácticas de protección hacia los componentes ambientales involucrados en el desarrollo del proyecto y de este modo reducir la probabilidad de impactos ambientales a ocasionar por la ejecución del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa.	Los Talleres de educación ambiental sobre fauna terrestre, atmosfera, paisaje, flora, manejo de residuos, serán impartidos a todo el personal al inicio del Proyecto y de manera mensual (Etapa de preparación de sitio). La colocación de señalética se realizará en cada etapa del Proyecto, conforme a las necesidades de Protección, conservación de cada área.	**Recursos humanos** • Responsable de Medio ambiente • Facilitares/Educadores (biólogos, ecólogos, forestales, ambiental) **Herramientas y equipo** • Material Impreso: Folletos, guías prácticas, manuales de capacitación y pósters informativos (idealmente en papel reciclado). • Material Audiovisual: Presentaciones interactivas, videos documentales y podcasts. • Señalética informativa, prohibitivo/restrictivo o preventivo de los recursos naturales.	Listas de Asistencia de los Talleres. Evidencia fotográfica de la colocación de señalética

CONSULTA PÚBLICA

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
• Contaminación por la generación de residuos mineros	**Plan de Manejo de residuos mineros** **Objetivo:** Registrar del Plan de Manejo de Residuos Mineros por DGGIMAR-SEMARNAT; Instalación, operación y mantenimiento de Tepetatera.	Supervisión mensual durante las etapas de Construcción, Operación y Cierre del Proyecto.	**Recursos humanos** • Jefe de Medio Ambiente • Ingeniero Geotécnico • Técnicos de Impermeabilización • Operadores de Maquinaria Pesada • Especialista en HSE	Cumplimiento obligatorio. conforme a lo señalado por la NOM-141- SEMARNAT-2003 y NOM-157-SEMARNAT-2009, y al Plan de Manejo de Residuos Mineros que sea registrado ante SEMARNAT.
• Pérdida del horizonte orgánico • Aumento de la tasa de erosión • Modificación de la calidad escénica	**Rescate de suelo vegetal (top-soil)** Objetivo: Ejecutar el retiro, almacenamiento temporal y reincorporación de 724,800 toneladas de suelo orgánico estimadas sobre una capa promedio de 10 cm en la superficie de CUSTF con un coeficiente de abundamiento de 1.20 para asegurar la disponibilidad de material fértil durante el proceso de restauración del sitio.	Estas actividades se llevarán a cabo posteriores a los trabajos de desmonte y despalme, por lo que esta actividad de retiro es en la etapa de preparación del sitio. En la etapa de operación será resguardada y en la etapa de abandono será reincorporada a los procesos de restauración del sitio	**Recursos humanos** • Responsable Ambiental / Ingeniero Residente • Operadores Especializados • Cuadrilla de Apoyo (4 a 6 persona • Topógrafo **Herramientas y equipo** • Tractores de Oruga, Excavadoras Hidráulicas: Camiones de Volteo , Motoniveladora • Palas, picos • Estacas, banderillas de señalización • Equipo de Protección Personal (EPP)	Cumplimiento conforme al Oficio Resolutivo y lo establecido en la MIA-R
• Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases • Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles y lubricantes	**Mantenimiento de la flotilla de vehículos ligeros y pesados, y maquinaria del Proyecto** Objetivo: Prevenir fugas accidentales por fallas mecánicas y garantizar el buen estado del equipo usado en el Proyecto	Todo mantenimiento preventivo se realizará durante toda la vida útil del Proyecto para disminuir cualquier riesgo sobre el medio ambiente. Revisión periódica (mínimo mensual) a cada unidad de maquinaria o vehículo para asegurar que no presenten fugas. Se tendrá un Taller de mantenimiento para ejecutar dichas actividades.	**Recursos humanos** • Jefe de Mantenimiento • Planificador de Mantenimiento • Personal Técnico especializado (Mecánicos de Maquinaria Pesada, Técnicos Hidráulicos, Electricistas, etc.)	Verificación de bitácoras de mantenimiento, Inspección en campo, Comparativos de fugas y reparaciones
• Aumento de la tasa de erosión • Afectación de la calidad del aire por la emisión y	**Control de polvos en las áreas operativas del Proyecto** Objetivo: Disminuir el levantamiento de polvo en vialidades, así como	Las actividades se realizarán desde la etapa de Construcción hasta la etapa de cierre, con mayor regularidad en la época seca de la zona.	**Recursos humanos** • Responsable ambiental • Operadores de camiones cisterna	Uso de Bitácoras de riego e informes

CONSULTA PÚBLICA

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
levantamiento de material particulado (Polvo)	durante le transporte del material particulado para sui posterior beneficio, mediante riegos o uso de supresores de polvo.		**Equipo insumos** • Camiones cisterna • Operadores y supervisores • Agua residual tratada	
• Perturbación por ruido a la fauna • Riesgo de mortandad e intoxicación	**Señalización de velocidad máxima en obra** Objetivo: Disminuir accidentes y atropellamientos hacia la fauna silvestre	Colocación de señalética en puntos clave del proyecto indicando límites de velocidad (30 km/h). La señalética se colocará desde la Preparación de sitio hasta la etapa de Cierre.	**Recursos humanos** • Responsable ambiental • Técnicos y ayudantes **Equipo insumos** • Señales reflectantes • Postes y herramienta de instalación Radar portátil (opcional) • Manual de señalización	- Inspección semanal - Reportes de incidencias - Validación de cumplimiento
• Generación de aguas residuales • Posible contaminación de los flujos superficiales	**Instalación y Mantenimiento de Sanitarios móviles** Objetivo: Evitar la contaminación del agua superficial con la generación de aguas residuales.	Se instalarán baños móviles suficientes según la cantidad de trabajadores durante la Etapa de Preparación de sitio y Construcción. Tendrán mantenimiento periódico por empresa contratada.	**Recursos humanos:** • Empresa con las autorizaciones correspondiente • Operadores en mantenimiento de baños portátiles	Contrato con proveedor certificado. Control del mantenimiento, limpieza y disposición mediante bitácoras de limpieza.
	Instalación de fosas sépticas Objetivo: Implementar infraestructura apropiada para la captura, almacenamiento y tratamiento de las aguas residuales domésticas.	Supervisión mensual durante las etapas de Operación y Cierre y Abando	**Recursos humanos:** • Empresa con las autorizaciones correspondiente • Operadores de fosas sépticas	Cumplimiento obligatorio.
• Pérdida de cobertura vegetal • Disminución de la diversidad florística • Pérdida de captura de carbono	**Delimitación de áreas de CUSTF** Objetivos: Delimitar el área de CUSTF previamente autorizada por la SEMARNAT	Preparación de sitio, previo al Desmonte y despalme de cada una de las área operativas del Proyecto.	**Recursos humanos:** • Responsable ambiental • Cuadrillas de Topógrafos • jefes de cuadrilla **Equipo insumos** • Cinta de delimitación • Estacas, croquis de obra • GPS, estación total	Verificación en campo, Bitácoras de CUSTF, Resolutivo de DGGIMAR-SEMARNAT

CONSULTA PÚBLICA

Impacto al que va dirigida la acción	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en el que se instrumentará o duración	Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.	Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia
• Riesgo de infiltración de solución lixiviante por rotura de recubrimiento • Posible contaminación de los flujos superficiales • Riesgo de movilidad de metales y metaloides del mineral lixiviado	**Monitoreos de calidad de agua** Objetivo: Monitorear periódicamente la calidad química del agua subterránea aguas arriba y aguas abajo del AP. Muestreo y análisis mediante laboratorio acreditado por EMA y aprobado por PROFEPA.	Monitoreo semestral de la calidad química del agua, (Etapa de Operación hasta el Cierre y Abandono del Proyecto)	Contratación de laboratorio acreditado por EMA y autorizado por PROFEPA. Supervisión Ambiental.	Cumplimiento obligatorio. Comparación con la concentración de línea base ambiental.
• Afectación de la calidad del aire por la emisión y levantamiento de material particulado (Polvo) • Afectación de la calidad del aire por emisiones de gases	**Monitoreo de polvos y partículas (PM10 y PM2.5)** Objetivo: Monitorear la calidad del aire mediante laboratorios acreditados por la EMA	En todas las etapas del Proyecto	Contratación de laboratorio acreditado por EMA y autorizado por PROFEPA.	Cumplimiento obligatorio. Supervisión conforme a Programa de Monitoreo.
• Posible contaminación de los flujos superficiales • Disminución de la infiltración • Disminución de la disponibilidad de agua	**Construcción de obras hidráulicas** Objetivo: Construir y operar obras (alcantarillas y vados) para permitir la libre escorrentía (agua de no contacto).	Construcción de obras desde las etapas de Construcción y de Operación.	Contratista para la construcción de obras. Cuadrilla de mantenimiento de obras.	Cumplimiento obligatorio. Supervisión mensual de obras, informes técnicos
• Modificación de la calidad escénica • Compactación del suelo • Artificialización del entorno	**Plan de Cierre** **Objetivo:** Realizar el retiro de instalaciones al término de la etapa de Operación del Proyecto y como parte de la etapa de cierre del Proyecto (con previa notificación y autorización de la SEMARNAT). llevar a cabo la limpieza de las áreas ocupadas por las instalaciones, retiro de estructuras y de todo tipo de residuos generados durante el	Etapa de Cierre y Abandono	**Recursos humanos:** • Gerente de Cierre de Mina • Ingenieros Geotécnicos • Ecólogos y Especialistas en Restauración • Cuadrillas de técnicos en desmantelamientos **Equipo insumos** • Bulldozers y Motoniveladoras • Equipos de Demolición	Cumplimiento obligatorio. Supervisión conforme a Plan de Cierre autorizado por SEMARNAT.

CONSULTA PÚBLICA

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Como parte del PVA y con la finalidad de mostrar la correcta ejecución de éste, se dará seguimiento a las fichas técnicas diseñadas acorde al PVA que permitirán realizar una descripción y seguimiento de las actividades ambientales en las distintas etapas y actividades del Proyecto. Todas las medidas ambientales están agrupadas por componente e Indicador Ambiental para el establecimiento de acciones de seguimiento (supervisión), programación (cronograma) y control (registros) del Programa.

Para asegurar el cumplimiento de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental, el promovente, a través de la empresa que contrate para la ejecución de los trabajos, contará con personal especializado en supervisión y vigilancia ambiental de obra, el cual dará seguimiento puntual y permanente a todas las actividades que se desarrollen en el sitio del proyecto, así como a la implementación de los programas ambientales establecidos.

La supervisión ambiental será responsable de registrar y documentar, en las bitácoras correspondientes, los avances de los trabajos de preparación del sitio, construcción y demás etapas del proyecto, así como el grado de cumplimiento de cada una de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Adicionalmente, con el propósito de garantizar el adecuado cumplimiento de las disposiciones en materia ambiental, el promovente designará a un responsable externo a la empresa contratista, quien fungirá como supervisor ambiental del proyecto. Dicho responsable contará con los conocimientos técnicos y la experiencia necesaria en materia ambiental, y tendrá a su cargo el cumplimiento de los siguientes objetivos:

1. Registrar y sistematizar la información generada durante la ejecución del proyecto en materia de cumplimiento ambiental, estructurando resultados de carácter cualitativo y cuantitativo que permitan evaluar la efectividad de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental aplicadas.

2. Elaborar informes técnicos de avance, cumplimiento y efectividad de las medidas ambientales, los cuales serán presentados conforme a los requerimientos de la autoridad ambiental competente. Dichos informes deberán integrar, al menos, los siguientes apartados:

   a. Introducción.
   b. Estado de desarrollo de la ejecución de las obras.
   c. Grado o porcentaje de cumplimiento de las medidas ambientales establecidas en el proyecto, incluyendo evidencia documental y fotográfica, bitácoras ambientales y registros de supervisión.
   d. Descripción de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias implementadas, en caso de haber sido requeridas.
   e. Identificación y análisis de impactos ambientales no previstos inicialmente, que pudieran manifestarse durante el desarrollo del proyecto, así como la definición e implementación de las medidas correctivas necesarias para su atención y control oportuno.

CONSULTA PÚBLICA

f. Conclusiones generales sobre el cumplimiento ambiental del proyecto y la efectividad de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación aplicadas.

3. Identificar la ocurrencia de situaciones o condiciones anómalas en uno o varios componentes del sistema ambiental que evidencien la presencia de alteraciones no previstas, derivadas de la ejecución del proyecto, y que requieran la aplicación de acciones correctivas, ajustes operativos o el establecimiento de nuevas medidas de control ambiental.

4. Integrar y mantener una memoria documental y gráfica del proceso de desarrollo del proyecto, así como del cumplimiento de los programas, planes y acciones ambientales autorizadas, con el fin de evidenciar la protección de los recursos naturales y del entorno ambiental adyacente al área de influencia del proyecto.

En caso de ser necesario, los responsables de la supervisión ambiental podrán recurrir al apoyo de personal especializado o a instituciones públicas o privadas, tales como universidades, centros de investigación o consultores externos, para la atención de contingencias ambientales específicas o para la ejecución de monitoreos especializados de factores ambientales particulares.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo VII

CONTENIDO

VII . PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO 1
VII.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 1
VII.1.1.1 ASPECTOS ABIÓTICOS 1
VII.1.1.1.1 FACTOR SUELO 1
VII.1.1.1.1.1 EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA ACTUAL EN EL ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO (AFP) 1
VII.1.1.1.2 FACTOR AGUA 2
VII.1.1.1.2.1 INFILTRACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO (AFP) 2
VII.1.1.2 ASPECTOS BIÓTICOS 2
VII.1.1.2.1 FACTOR FLORA 2
VII.1.1.2.1.1 ÍNDICES DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LA FLORA EXISTENTE EN EL AFP 2
VII.1.1.2.1.1.1 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL NATURAL 3
VII.1.1.2.1.1.2 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO 11
VII.1.1.2.1.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA FLORA EXISTENTE EN EL AFP SIN PROYECTO 18
VII.1.1.2.1.2.1 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL NATURAL 18
VII.1.1.2.1.2.2 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO 22
VII.1.1.2.2 FACTOR FAUNA 26
VII.1.1.2.2.1 CÁLCULOS DE ABUNDANCIA DE ESPECIES DE FAUNA EN EL AFP 26
VII.1.1.2.2.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA FAUNA EXISTENTE SIN PROYECTO 26
VII.1.1.3 PAISAJE 32
VII.1.1.4 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS 33
VII.1.1.5 ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO MEDIANTE EL MÉTODO SISTÉMICO 34
VII.1.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIO CON PROYECTO 38
VII.1.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS 38
VII.1.2.1.1 FACTOR SUELO 38
VII.1.2.1.1.1 EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN 38
VII.1.2.1.2 FACTOR AGUA 40
VII.1.2.1.2.1 INFILTRACIÓN SUPERFICIAL UNA VEZ EJECUTADA LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN 40
VII.1.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS 42
VII.1.2.2.1 FACTOR FLORA 42
VII.1.2.2.1.1 COMPARATIVA DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) 42
VII.1.2.2.1.1.1 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL NATURAL 42
VII.1.2.2.1.1.2 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO 46
VII.1.2.2.1.2 COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD 50
VII.1.2.2.1.2.1 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL NATURAL 50
VII.1.2.2.1.2.2 VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BOSQUE DE ENCINO 53
VII.1.2.2.2 FACTOR FAUNA 56

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.2.2.2.1 COMPARATIVA DE LA ABUNDANCIA FAUNÍSTICA PARA EL ÁREA FORESTAL DEL PROYECTO Y EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 56
VII.1.2.2.2.2 COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD 62
VII.1.2.3 ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO MEDIANTE EL DIAGRAMA CAUSAL 64
VII.1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 69
VII.1.3.1 SUELO Y AGUA 71
VII.1.3.2 FLORA 74
VII.1.3.3 FAUNA 75
VII.1.3.4 PAISAJE 76
VII.1.3.5 PRONOSTICO AMBIENTAL 77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 3
TABLA 2. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 4
TABLA 3. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 5
TABLA 4. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 7
TABLA 5. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 8
TABLA 6. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 11
TABLA 7. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 12
TABLA 8. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 13
TABLA 9. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 14
TABLA 10. VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 16
TABLA 11. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 18
TABLA 12. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 19
TABLA 13. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 19
TABLA 14. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 20
TABLA 15. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN EN EL AFP 21
TABLA 16. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBÓREO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 22
TABLA 17. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE REGENERACIÓN PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 22

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 18. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO ARBUSTIVO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 23
TABLA 19. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 24
TABLA 20. VALORES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE CONFORMAN EL ESTRATO HERBÁCEO PARA LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ EN EL AFP 25
TABLA 21. REGISTROS DE ANFIBIOS PARA EL ÁREA DEL AFP 26
TABLA 22. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE ANFIBIOS PARA EL ÁREA DEL AFP 26
TABLA 23. REGISTROS DE AVES PARA EL ÁREA DEL AFP 27
TABLA 24. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE AVES PARA EL ÁREA DEL AFP 28
TABLA 25. REGISTROS DE MAMÍFEROS PARA EL ÁREA DEL AFP 29
TABLA 26. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS PARA EL ÁREA DEL AFP 30
TABLA 27. REGISTROS DE REPTILES PARA EL ÁREA DEL AFP 31
TABLA 28. DATOS DEL CÁLCULO PARA EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE REPTILES PARA EL ÁREA DEL AFP 31
TABLA 29. ESTRUCTURACIÓN Y FUNCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 34
TABLA 30. CLASIFICACIÓN DE LA INFLUENCIA E INFLUENCIABILIDAD DE FACTORES Y COMPONENTES AMBIENTALES 36
TABLA 31. INCREMENTO DE LA EROSIÓN HÍDRICA 38
TABLA 32. EROSIÓN POTENCIAL HÍDRICA POR FASES DEL PROYECTO 39
TABLA 33. INCREMENTO DE LA EROSIÓN EÓLICA. 39
TABLA 34. EROSIÓN POTENCIAL EÓLICA POR FASES DEL PROYECTO 39
TABLA 35. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN EN EL ÁREA DE CUSTF EN DOS ESCENARIOS 40
TABLA 36. INFILTRACIÓN TOTAL Y POR FASES DEL PROYECTO 41
TABLA 37. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO ARBÓREO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 42
TABLA 38. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 43
TABLA 39. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 44
TABLA 40. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO OTRAS ESPECIES DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 44
TABLA 41. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO HERBÁCEO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 45
TABLA 42. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO ARBÓREO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 46
TABLA 43. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO DE REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 47
TABLA 44. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO ARBUSTIVO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 48
TABLA 45. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO OTRAS ESPECIES DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 49
TABLA 46. LISTADO DE COMPARACIÓN DE ESPECIES E IVIE %, DEL ESTRATO HERBÁCEO DE LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 50
TABLA 47. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 51
TABLA 48. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO DE REGENERACIÓN EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 51
TABLA 49. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 52

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 50. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 52
TABLA 51. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PN 53
TABLA 52. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 53
TABLA 53. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO DE REGENERACIÓN EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 54
TABLA 54. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 54
TABLA 55. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO DE OTRAS ESPECIES EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 55
TABLA 56. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN LA VEGETACIÓN SECUNDARIA DE BQ 55
TABLA 57. COMPARATIVA DE ESPECIES DE FAUNA PARA ENTRE AMBAS ÁREAS DE ESTUDIOS 56
TABLA 58. NÚMERO DE ESPECIES DE VERTEBRADOS TERRESTRES RECONOCIDA PARA EL ESTADO DE SONORA 58
TABLA 59. COMPARATIVA DE ABUNDANCIA RELATIVA PARA EL GRUPO DE ANFIBIOS 58
TABLA 60. COMPARATIVA DE ABUNDANCIA RELATIVA PARA EL GRUPO DE AVES 59
TABLA 61. COMPARATIVA DE ABUNDANCIA RELATIVA PARA EL GRUPO DE MAMÍFEROS 61
TABLA 62. COMPARATIVA DE ABUNDANCIA RELATIVA PARA EL GRUPO DE REPTILES 61
TABLA 63. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE ANFIBIOS 62
TABLA 64. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE AVES 62
TABLA 65. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE MAMÍFEROS 63
TABLA 66. COMPARATIVA DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD PARA EL GRUPO DE REPTILES 63
TABLA 67. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PARA EVITAR EL INCREMENTO EN EROSIÓN 71
TABLA 68. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE SUELO UNA VEZ APLICADO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 72
TABLA 69. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE FLORA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 74
TABLA 70. ESCENARIO AMBIENTAL ESPERADO PARA EL COMPONENTE FAUNA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 75
TABLA 71. SUPERFICIE NECESARIA DE CAMBIO DE USO DE SUELO NECESARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA 76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURA DE EFECTOS EN EL SAR 35
FIGURA 2. ESQUEMA AXIAL O DE COORDENADAS DEL SA 36
FIGURA 3. DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 65
FIGURA 4. ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 70

CONSULTA PÚBLICA

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Los pronósticos de los escenarios representan una de las herramientas que permiten visualizar de manera teórica los efectos negativos y positivos que conllevan la implementación de proyectos con impactos directos e indirectos en los ecosistemas.

Con apoyo de los escenarios ambientales elaborados en el capítulo IV del presente estudio y con base en los impactos identificados, así como las medidas de mitigación propuestas, en el presente capítulo se describe y presenta el análisis bajo tres escenarios hipotéticos: 1) Pronósticos del escenario en condiciones actuales; 2) Pronósticos del escenario con proyecto y 3) Pronósticos del escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

El procedimiento a seguir para establecer dichos escenarios y estimaciones, se detallan a lo largo del presente capítulo; donde se han tomado como base los componentes ambientales e indicadores de impacto en el Sistema Ambiental Regional identificados para el área del proyecto.

VII.1.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En este apartado se formula un escenario para el área de estudio sin considerar el proyecto como variable de cambio (condición actual). Se abordarán cada uno de los componentes ambientales considerados (abióticos, bióticos, paisaje y socioeconómicos), en cada uno de ellos se presentan datos concisos de las condiciones actuales.

VII.1.1.1 Aspectos abióticos

VII.1.1.1.1 Factor suelo

VII.1.1.1.1.1 Erosión hídrica y eólica actual en el Área Forestal del Proyecto (AFP)

Con base en los resultados del capítulo IV, la erosión hídrica en los terrenos con vegetación forestal presenta valores muy bajos: el 96.48 % del área se clasifica como leve o ligera, el 3.46 % como moderada y únicamente el 0.06 % como fuerte, sin registrarse niveles muy fuertes dentro del área del proyecto. Esto indica que la erosión hídrica no representa un problema significativo ni un riesgo de deterioro del suelo, dado que las pendientes son muy suaves a lo largo del sitio. El valor promedio estimado de erosión hídrica es de 2.05 ton/ha/año, equivalente a 1,238.2 ton/año en las 604.0 ha evaluadas.

Por otra parte la erosión eólica en los terrenos con vegetación forestal presenta mayoritariamente valores moderados: el 59.72% de la superficie se encuentra en un nivel moderado y el 40.13% en el nivel fuerte. Esto indica que la erosión eólica representa un problema moderadamente significativo como proceso de deterioro del suelo. El valor promedio estimado de erosión eólica es de 45.5 ton/ha/año, equivalente a 27,482 ton/año en las 604.0 ha evaluadas. Por lo anterior, la erosión total de las 604.0 ha evaluadas da como resultado 28,720.2 Ton/año.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.1.2 Factor agua

VII.1.1.1.2.1 Infiltración actual en el Área Forestal del Proyecto (AFP)

Considerando una precipitación promedio anual de 527.2 mm registrada en la estación Santa Cruz FFCC, se estima un volumen de 5,272 m³/ha, equivalente a 3,184,288 m³ para las 604.0 ha del área evaluada. El volumen de agua captado por la cobertura vegetal se calculó multiplicando la precipitación por el porcentaje de cobertura, obteniendo 1,244,891 m³. Posteriormente, se determinó la intercepción, producto de multiplicar el agua captada por el coeficiente correspondiente, resultando en 76,145 m³, lo que representa el 2.39% del total precipitado.

La evapotranspiración estimada asciende a 2,260,960 m³, lo que corresponde a un coeficiente del 71.00%, indicando que del total de agua precipitada, el 71% se evapotranspira. Por su parte, el escurrimiento superficial dentro del predio se calculó en 308,616 m³, equivalente al 9.66% del volumen total.

Finalmente, aplicando la ecuación de Infiltración:

$$Inf = P - (Int + Ev + E),$$

Se obtuvo el siguiente resultado:

$$Infiltración = 3,184,288 - (76,145 + 2,260,960 + 308,616) = 538,567\ m^3$$

Este valor representa el 16.91% del total de agua precipitada en las 604.0 ha del área evaluada.

VII.1.1.2 Aspectos bióticos

VII.1.1.2.1 Factor flora

Para dar a conocer la composición florística en el área forestal del proyecto, se presentarán los cálculos del IVIE e índices de diversidad para los tipos de vegetación secundaria de Pastizal Natural (PN) y Bosque de Encino (BQ), que serán afectados con la realización del proyecto, cabe mencionar que los datos fueron retomados del Capítulo IV, de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

VII.1.1.2.1.1 Índices de valor de importancia de la flora existente en el AFP

En los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo del IVIE, para los tipos de vegetación secundaria de Pastizal Natural y Bosque de Encino, por estratos; arbóreo, regeneración, arbustivo, otras especies y herbáceos, para una mejor interpretación de los valores obtenidos se optó por expresar el IVIE de manera gráfica y en una escala del 0 al 300 %.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.2.1.1.1 Vegetación secundaria de pastizal natural

Estrato arbóreo

En lo que respecta el estrato arbóreo, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 230 individuos, integrados en una riqueza especifica de dos especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 1. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Celtis caudata*	Zorro	4	0.6	1.7	6.7	0.6	9.0
2	*Prosopis velutina*	Mezquite	226	32.8	98.3	93.3	99.4	291.0
TOTAL			230	33.3	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbóreo de vegetación secundaria en el pastizal natural presenta una estructura extremadamente simplificada, dominada casi por completo por *Prosopis velutina* (mezquite), esta especie alcanza un IVIE muy elevado (291 %), sustentado por su alta densidad relativa (98.3 %) y su marcada frecuencia dentro del área evaluada, su dominancia refleja un proceso claro de matorralización del pastizal, fenómeno común en sitios sometidos a perturbación continua, ausencia prolongada de fuego o sobrepastoreo. *Prosopis velutina* actúa como un ingeniero ecosistémico, modificando las condiciones microambientales mediante la generación de sombra, la alteración de la infiltración del agua y el incremento del aporte de hojarasca, su predominio absoluto indica un sistema en transición hacia una comunidad leñosa más cerrada.

La única especie acompañante en el estrato es *Celtis caudata* (zorro), con un IVIE muy bajo (9.0 %), lo que la posiciona como un elemento marginal dentro de la estructura vegetal, su escasa representación sugiere la presencia de condiciones favorables únicamente para la expansión de especies tolerantes a disturbio y de carácter pionero como el mezquite, mientras que otras especies leñosas tienen dificultades para establecerse.

Este patrón, caracterizado por la baja riqueza específica, la equidad prácticamente nula y una dominancia extrema, es típico de pastizales que han perdido cobertura herbácea y han permitido la entrada y proliferación de especies leñosas, la estructura resultante evidencia un pastizal abierto que ha sido sustituido progresivamente por elementos arbustivos, lo que puede implicar cambios significativos en la disponibilidad de hábitats para la fauna, la productividad primaria y los procesos de infiltración y retención de humedad.

En conjunto, el estrato arbóreo de vegetación secundaria del pastizal natural refleja un ambiente sometido a disturbios crónicos y en proceso de transición hacia una comunidad matorralizada, la presencia casi exclusiva de *Prosopis velutina* señala una pérdida de funcionalidad propia del pastizal nativo, al tiempo que indica condiciones ecológicas que favorecen la dominancia de especies leñosas oportunistas, esta composición tiene implicaciones importantes sobre la dinámica sucesional, la capacidad de resiliencia del sistema y la disponibilidad de recursos para la biota asociada. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 1. Valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

Estrato de regeneración

En lo que respecta el estrato de regeneración, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 215 individuos, integrados en una riqueza especifica de 3 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 2. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Celtis caudata*	Zorro	1	1.4	0.5	2.0	0.0	2.5
2	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	22	31.9	10.2	16.3	1.8	28.3
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	192	278.3	89.3	81.6	98.2	269.2
TOTAL			**215**	**311.6**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**300.0**

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de regeneración muestra una composición fuertemente sesgada hacia la dominancia de *Prosopis velutina* (mezquite), especie que concentra un IVIE extremadamente alto (269.2 %), su elevada densidad relativa (89.3 %) y frecuencia (81.6 %) reflejan una recolonización intensa y una clara capacidad de esta especie para establecerse y expandirse bajo condiciones de perturbación o sobreexplotación del pastizal, la presencia masiva de renuevos indica un proceso activo de matorralización temprana, en el cual el mezquite avanza sobre el espacio previamente ocupado por especies herbáceas o pastos nativos, esta dinámica es típica de sistemas con alteraciones antropogénicas persistentes, reducción de cobertura vegetal baja y ausencia de disturbios reguladores como el fuego.

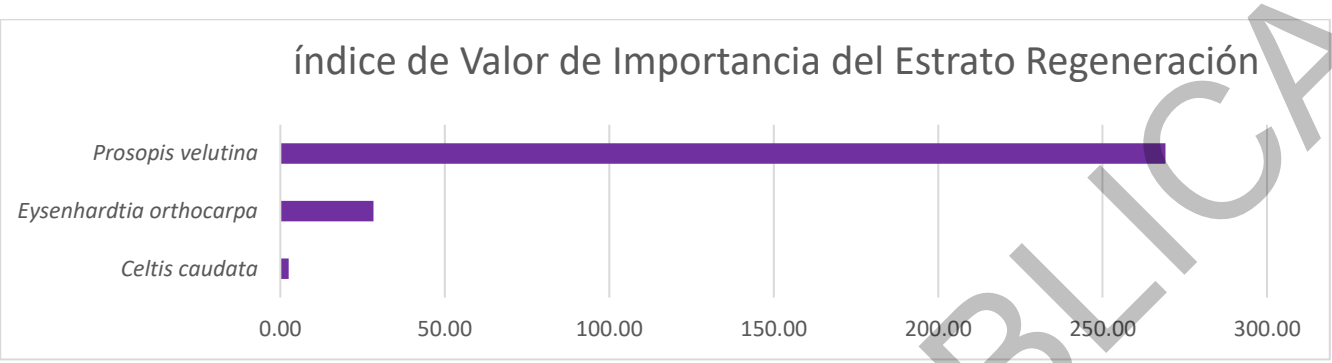
La segunda especie en importancia es *Eysenhardtia orthocarpa* (palo dulce), con un IVIE de 28.3 %, valor bajo, pero suficiente para considerarla un componente secundario dentro de la regeneración, su presencia sugiere condiciones ambientales que permiten el establecimiento de especies leñosas de rápido crecimiento, aunque en proporciones significativamente menores que el mezquite.

Eysenhardtia orthocarpa funciona como un indicador de microhábitats ligeramente más estables o menos compactados, aportando diversidad estructural y funcional al proceso regenerativo. *Celtis caudata* (zorro) aparece con valores muy bajos (2.5 %), actuando como un elemento marginal dentro del estrato, su baja densidad y frecuencia indican que su establecimiento es ocasional y probablemente condicionado por microambientes protegidos o situaciones particulares de dispersión.

En conjunto, el estrato de regeneración evidencia un sistema en transición acelerada hacia una comunidad dominada por especies leñosas, particularmente *Prosopis velutina*, cuya abundante de regeneración confirma su papel como especie invasora del espacio abierto del pastizal, la marcada desigualdad entre especies, la baja

CONSULTA PÚBLICA

riqueza y la casi nula equidad sugieren una regeneración poco diversa y fuertemente orientada hacia la consolidación del matorral, un proceso que modifica profundamente la estructura del paisaje, la disponibilidad de recursos para la fauna y el funcionamiento del ecosistema. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 2. Valores de importancia ecológica del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el AFP

Estrato arbustivo

En lo que respecta el estrato de arbustivo, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 1,619 individuos, integrados en una riqueza especifica de 6 especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 3. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	19	27.5	1.2	4.6	0.1	5.9
2	*Calliandra eriophylla*	Vara de ángel enano	1,011	1,465.2	62.4	30.6	14.7	107.7
3	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	100	144.9	6.2	11.1	27.8	45.1
4	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	20	29.0	1.2	5.6	1.3	8.1
5	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	452	655.1	27.9	40.7	54.4	123.1
6	*Tecoma stans*	Tecoma	17	24.6	1.1	7.4	1.8	10.2
TOTAL			1,619	2,346.4	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbustivo presenta una estructura claramente dominada por *Calliandra eriophylla* (vara de ángel enano) y *Mimosa dysocarpa* (uña de gato), especies que juntas representan la mayor parte de la abundancia y del papel estructural del matorral. *Calliandra eriophylla* es la especie más destacada por densidad (62.4 %) y frecuencia (30.6 %), alcanzando un IVIE de 107.7 %, lo que la convierte en un elemento clave dentro del estrato, su elevada presencia sugiere condiciones de perturbación moderada y disponibilidad de luz, ya que esta especie tiende a prosperar en ambientes abiertos, aportando complejidad estructural y protección al suelo mediante su cobertura densa.

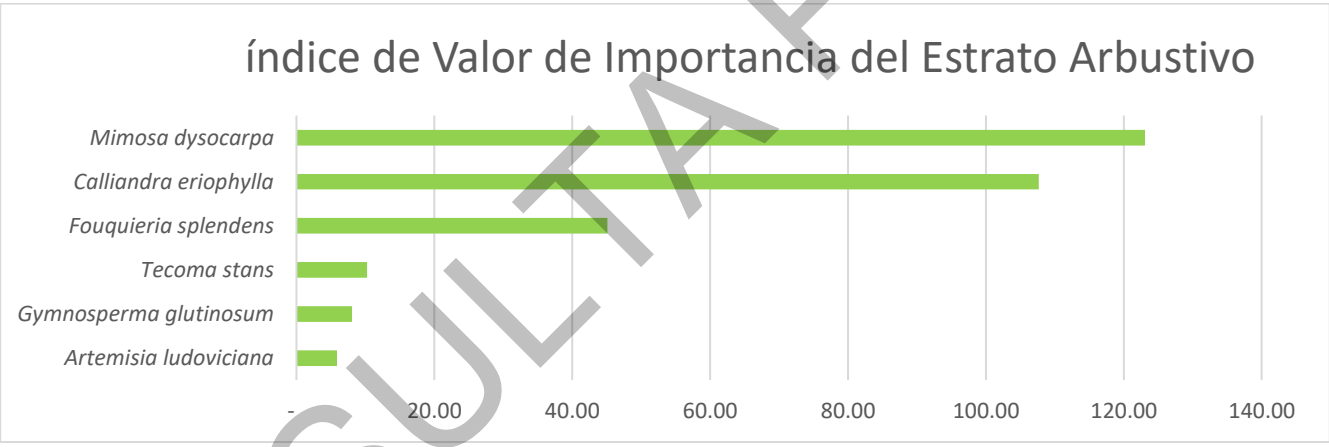
La especies *Mimosa dysocarpa* muestra un IVIE aún mayor (123.1 %), debido principalmente a su alto dominio (54.4 %) y una frecuencia notable (40.7 %), ubicándola como la especie fundamental del estrato arbustivo, esta especie es típica de zonas semiáridas tolerante a sequía y asociada con suelos delgados o disturbios recurrentes, su abundancia refleja un proceso de matorralización avanzado, en el cual especies arbustivas espinosas incrementan su presencia y terminan desplazando a herbáceas o pastos nativos. *Fouquieria splendens* (ocotillo), aunque menos abundante en valor ecológico (45.1 %), mantiene una influencia significativa en la estructura del

CONSULTA PÚBLICA

estrato debido a su alta dominancia relativa (27.8 %), su presencia indica microhábitats con suelos bien drenados y exposición solar, esta especie contribuye a la heterogeneidad vertical y proporciona importantes recursos florales para polinizadores durante sus periodos de floración.

Especies de menor importancia relativa como; *Artemisia ludoviciana* (estafiate), *Gymnosperma glutinosum* (jarilla amarilla) y *Tecoma stans* (tecoma), con valores de IVIE entre 5.9 % y 10.2 %, aportan diversidad funcional y estructural sin tener un peso significativo en la dinámica del estrato, estas especies suelen asociarse con microambientes específicos, como zonas de escorrentía, claros entre arbustos dominantes o sitios con perturbación superficial.

En conjunto, el estrato arbustivo evidencia un matorral denso, fuertemente estructurado por especies espinosas y de amplia tolerancia a la sequía, particularmente *Mimosa dysocarpa* y *Calliandra eriophylla*, la marcada dominancia y la baja equidad sugieren un sistema sometido a procesos de apertura y degradación pasados, pero actualmente en consolidación hacia una comunidad arbustiva madura, esta conformación resulta crítica para la provisión de refugio, estabilización del suelo y generación de microhábitats que facilitan la regeneración de otras especies leñosas. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 3. Valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En lo que respecta el estrato de otras especies, se realizó un muestreo de 69 sitios, registrando un total de 64 individuos, integrados en una riqueza especifica de 10 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 4. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	7.2	7.8	8.3	3.1	19.2
2	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	7	10.1	10.9	12.5	0.4	23.9
3	*Cylindropuntia imbricata*	Cardón tunero	6	8.7	9.4	12.5	0.6	22.5
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	7	10.1	10.9	14.6	22.9	48.4
5	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	7	10.1	10.9	8.3	0.7	20.0
6	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	8.7	9.4	12.5	0.5	22.4
7	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	5.8	6.3	8.3	0.3	14.9
8	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	5	7.2	7.8	6.3	18.1	32.2
9	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	10	14.5	15.6	8.3	15.1	39.1
10	*Yucca schottii*	Yucca	7	10.1	10.9	8.3	38.3	57.5
TOTAL			64	92.8	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de "otras especies" está compuesto principalmente por cactáceas, agaváceas y suculentas resistentes a la sequía, las cuales desempeñan un papel importante en la estabilidad ecológica de zonas semiáridas, dentro de este conjunto, *Yucca schottii* presenta el mayor valor de importancia de IVIE (57.5 %), debido a su alta frecuencia y especialmente a su elevada dominancia relativa (38.3 %), esta especie funciona como un elemento estructural clave, proporcionando sombra, amortiguando la erosión e influyendo en la retención de humedad en el suelo, su presencia indica condiciones de aridez marcada y terrenos bien drenados, además de una comunidad vegetal en trayectorias sucesionales avanzadas.

En segundo lugar, destaca *Dasylirion wheeleri* (sotol) con un IVIE de 48.4 %, resultado de una dominancia notable (22.9 %) y una alta densidad relativa, esta especie característica de matorrales áridos contribuye significativamente a la fisonomía del sitio y ofrece refugio y sustrato para fauna menor, además de ser un indicador de suelos pedregosos y exposición solar intensa. Las especies *Opuntia robusta* (39.1 %) y *Opuntia chlorotica* (32.2 %) también muestran valores elevados de importancia, su presencia refleja microhábitats con perturbación moderada, apertura del dosel y suelos con buena disponibilidad de luz, estas cactáceas desempeñan funciones claves como proveer alimento y refugio a diversos organismos, además de contribuir a la heterogeneidad estructural del paisaje.

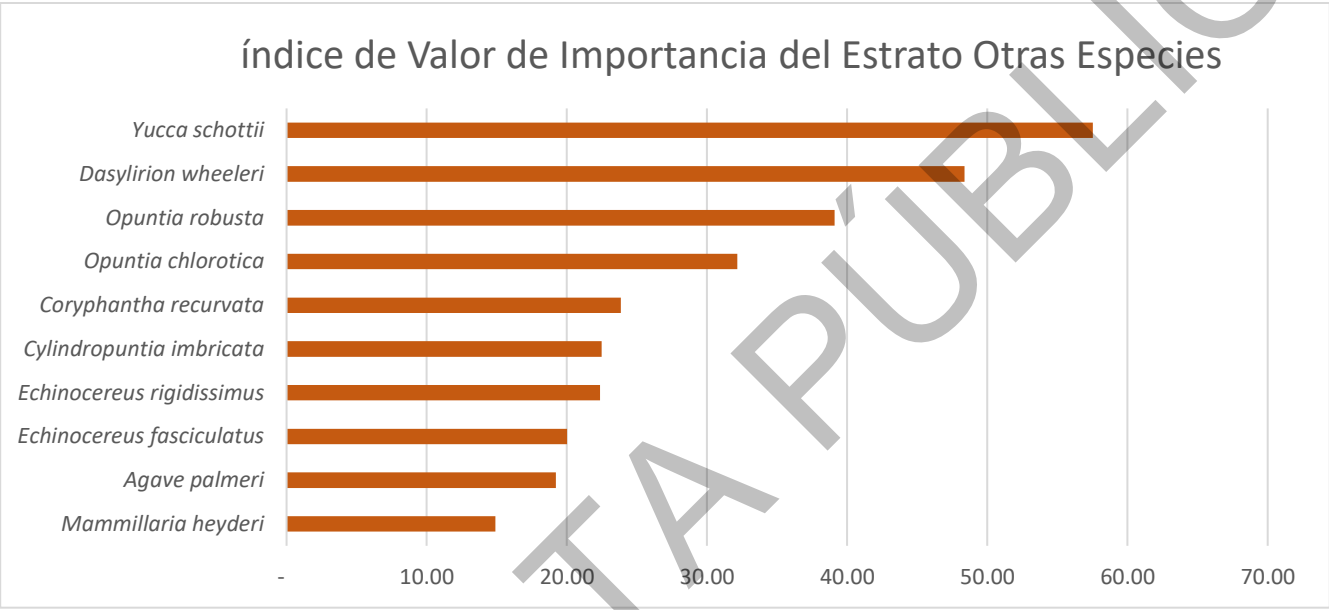
Mientras que las especies; *Coryphantha recurvata*, *Cylindropuntia imbricata* y *Echinocereus rigidissimus* presentan valores intermedios de IVIE (entre 22.4 % y 23.9 %), y aunque no dominan el estrato, aportan diversidad funcional y estructural, estas especies suelen establecerse en zonas rocosas y abiertas, actuando como indicadores de condiciones edáficas particulares y contribuyendo al incremento de la complejidad microambiental.

Por su parte, *Agave palmeri* y *Echinocereus fasciculatus* presentan valores moderados de importancia (entre 19.2 % y 20.0 %), participando activamente en la protección del suelo, la infiltración de agua y la oferta de recursos florales y frutales para la fauna. Finalmente, *Mammillaria heyderi* con el 14.9 %, aunque con baja dominancia y frecuencia, aporta a la diversidad del estrato mediante su presencia en microespacios rocosos y poco competidos.

CONSULTA PÚBLICA

En conjunto, este estrato evidencia una comunidad característica de ambientes áridos y semiáridos, dominada por suculentas y plantas estructurales que soportan condiciones de estrés hídrico, la alta representación de *Yucca schottii*, *Dasylirion wheeleri* y especies del género *Opuntia* indica un ecosistema maduro, estable y adaptado a la limitación de agua, con una estructura vertical y horizontal que favorece la fauna y mantiene la funcionalidad ecológica del sitio.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 4. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el AFP

Estrato herbáceo

En lo que respecta el estrato herbáceo, se realizó un muestreo de 345 sitios, registrando un total de 9,491 individuos, integrados en una riqueza especifica de 23 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 5. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	322	9,333.3	3.4	6.9	4.3	14.7
2	*Aristida ternipes*	Tres barbas	382	11,072.5	4.0	2.0	4.1	10.1
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	176	5,101.4	1.9	2.6	1.9	6.3
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	697	20,202.9	7.3	5.0	7.2	19.5
5	*Bouteloua radicosa*	Pasto trigo	75	2,173.9	0.8	1.0	0.6	2.3
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	830	24,058.0	8.7	7.1	9.6	25.5
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	604	17,507.2	6.4	8.7	5.8	20.9
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	740	21,449.3	7.8	7.6	8.3	23.8
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	30	869.6	0.3	0.7	0.2	1.2
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	44	1,275.4	0.5	1.3	0.8	2.5
11	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	51	1,478.3	0.5	0.8	0.6	1.9
12	*Cynodon dactylon*	Pasto estrellita	72	2,087.0	0.8	1.1	0.5	2.3
13	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	1,948	56,463.8	20.5	18.0	18.4	56.9
14	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	30	869.6	0.3	0.4	0.6	1.3

CONSULTA PÚBLICA

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
15	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	69	2,000.0	0.7	2.1	0.9	3.7
16	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	228	6,608.7	2.4	2.0	2.1	6.4
17	*Melinis repens*	Cola de zorra	632	18,318.8	6.7	5.7	6.2	18.5
18	*Panicum coloratum*	Zacatón	128	3,710.1	1.3	1.3	2.1	4.7
19	*Parthenium incanum*	Romerillo	343	9,942.0	3.6	8.1	4.8	16.6
20	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	15	434.8	0.2	0.9	0.5	1.5
21	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	2,012	58,318.8	21.2	14.9	19.5	55.6
22	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	19	550.7	0.2	1.0	0.4	1.6
23	*Zinnia elegans*	Zinnia	44	1,275.4	0.5	1.0	0.6	2.1
TOTAL			9,491	275,101.4	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato herbáceo presentó una alta riqueza específica dominada principalmente por gramíneas, que concentran los valores más altos de abundancia, dominancia y contribución ecológica dentro del índice de importancia ecológica (IVIE). Las especies con mayor aportación estructural fueron; *Eragrostis intermedia* (56.9 %) y *Sporobolus airoides* (55.6 %), ambas gramíneas ampliamente adaptadas a suelos abiertos y de alta exposición, estas especies presentan las densidades más elevadas (56,463.8 y 58,318.8 ind/ha, respectivamente), lo que refleja su papel dominante en la cobertura herbácea, así como su capacidad competitiva para ocupar grandes áreas del sustrato disponible.

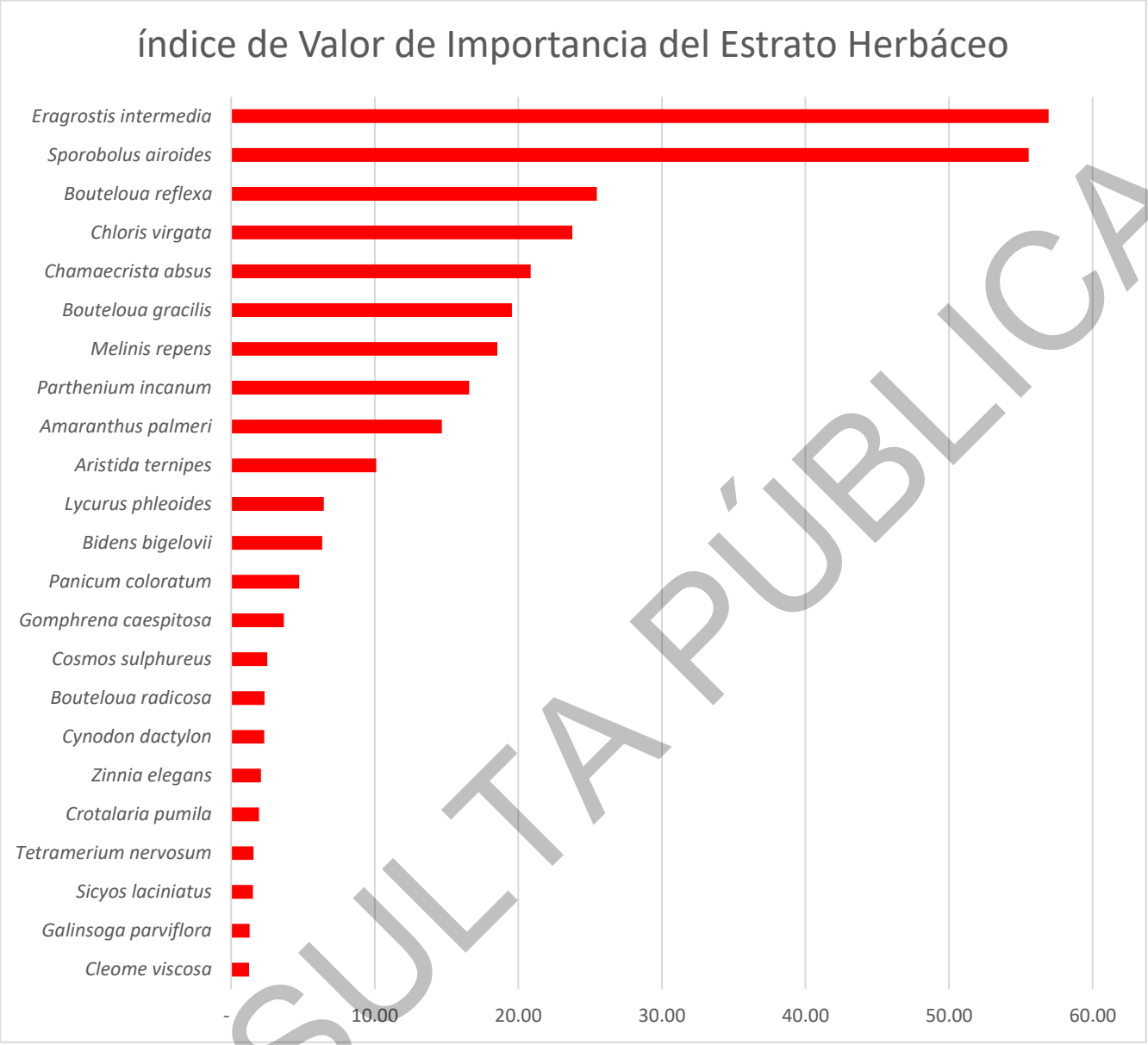
Otras especies importantes en términos de contribución ecológica incluyen; *Bouteloua reflexa* (25.5 %), *Chloris virgata* (23.8 %), *Chamaecrista absus* (20.9 %), *Bouteloua gracilis* (19.5 %), *Melinis repens* (18.5 %) y *Aristida ternipes* (10.1 %), estas especies se distribuyen ampliamente en el sitio, como lo expresan sus valores significativos de frecuencia relativa (FR) y dominancia relativa (DR), formando parte esencial de la estructura y del funcionamiento del estrato herbáceo.

La mayor parte de las especies restantes presenta valores de IVIE inferiores al 10 %, con contribuciones puntuales dentro del ensamblaje herbáceo, entre ellas se incluyen especies como; *Parthenium incanum*, *Amaranthus palmeri*, *Lycurus phleoides*, *Panicum coloratum* y *Gomphrena caespitosa*, cuya presencia aporta diversidad, aunque con menor influencia estructural. Finalmente, especies con baja abundancia y limitada frecuencia, como *Cleome viscosa*, *Galinsoga parviflora*, *Sicyos laciniatus* y *Tetramerium nervosum*, representan elementos escasos o de distribución restringida, pero que contribuyen a la heterogeneidad florística del sitio.

En conjunto, el estrato herbáceo se caracteriza por una fuerte dominancia de gramíneas perennes y anuales, alta cobertura y una distribución relativamente homogénea, lo que indica condiciones ambientales favorables para especies de crecimiento rápido y buena tolerancia a la perturbación.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 5. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.2.1.1.2 Vegetación secundaria de bosque de encino

Estrato arbóreo

En lo que respecta el estrato arbóreo, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 203 individuos, integrados en una riqueza especifica de dos especies, de las cuales ninguna se encuentra listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 6. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Quercus emoryi*	Encino prieto	176	80.0	86.7	67.9	81.4	236.0
2	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	27	12.3	13.3	32.1	18.6	64.0
TOTAL			203	92.3	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbóreo de la vegetación secundaria de bosque de encino está conformado únicamente por dos especies del género *Quercus*, lo que refleja una baja riqueza arbórea, pero con una estructura fuertemente dominada por una de ellas, e registró un total de 203 individuos, equivalentes a 92.3 ind/ha, lo que indica una cobertura moderada típica de áreas en recuperación o con antecedentes de disturbio selectivo.

La especie dominante es *Quercus emoryi* (encino prieto), que concentra el 86.7 % de la densidad relativa y destaca por sus altos valores tanto en frecuencia relativa (67.9 %) como en dominancia relativa (81.4 %), lo que se refleja en su aporte ecológico total mediante un IVIE de 236 %, este comportamiento indica que *Q. emoryi* es la especie estructuradora del estrato arbóreo, formando la mayor parte del dosel y ejerciendo un control significativo sobre la disponibilidad de luz, espacio y recursos.

Por su parte, *Quercus oblongifolia* (encino blanco) presenta una participación mucho menor dentro del ensamblaje arbóreo, con 13.3 % de la densidad relativa, pero con una frecuencia relativamente alta (32.1 %), lo cual sugiere que, aunque menos abundante su distribución es amplia dentro del sitio, su contribución ecológica es moderada, reflejada en un IVIE de 64 %, lo que la posiciona como una especie acompañante importante en el dosel secundario.

En conjunto, la estructura arbórea muestra una dominancia clara de *Quercus emoryi*, característica común en etapas sucesionales intermedias de bosques de encino perturbados, donde esta especie tiende a regenerarse con mayor vigor, la presencia secundaria de *Q. oblongifolia* contribuye a la heterogeneidad del dosel, aunque sin competir directamente con la especie dominante. Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 6. Valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de regeneración

En lo que respecta el estrato de regeneración, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 3 individuos, integrados en una riqueza especifica de 3 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 7. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	46	209.1	71.9	46.2	76.9	194.9
2	*Quercus emoryi*	Encino prieto	16	72.7	25.0	38.5	19.6	83.1
3	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	2	9.1	3.1	15.4	3.5	22.0
TOTAL			64	290.9	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de regeneración está conformado por tres especies leñosas, sumando 64 individuos (290.9 ind/ha), lo cual representa una regeneración moderada del bosque. Este estrato muestra una estructura claramente dominada por una especie pionera, acompañada por la regeneración incipiente de los encinos característicos del dosel.

La especie con mayor representatividad es *Eysenhardtia orthocarpa* (palo dulce), que aporta 71.9 % de la densidad relativa, además de presentar una frecuencia relativa del 46.2 % y una dominancia relativa de 76.9 %, lo que se traduce en un IVIE de 194.9 %, estos valores indican que *E. orthocarpa* es la especie más exitosa en la regeneración, probablemente favorecida por su capacidad de establecerse rápidamente en áreas abiertas y con suelo perturbado, típico de ambientes secundarios.

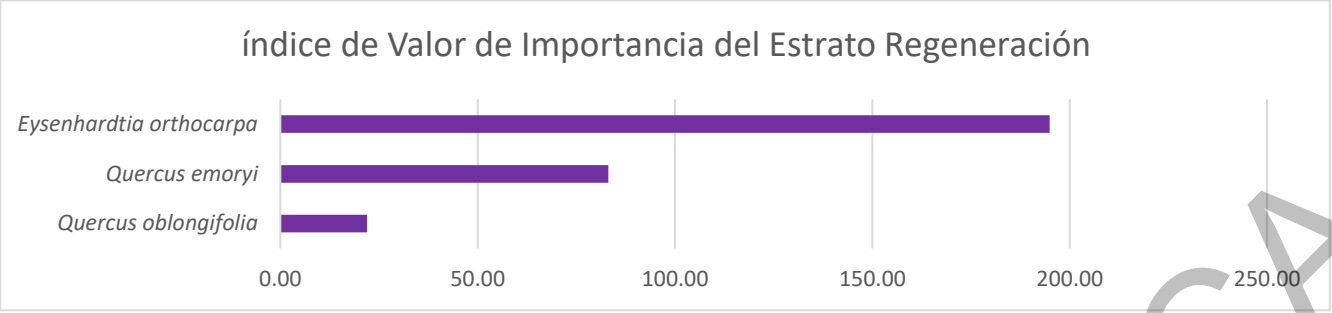
En segundo lugar, se encuentra *Quercus emoryi* (encino prieto), con una densidad relativa del 25 % y una frecuencia relativa del 38.5 %, reflejando un buen nivel de reclutamiento, aunque significativamente menor respecto a la especie pionera, su dominancia relativa del 19.6 % y su IVIE de 83.1 % indican que esta especie se está regenerando activamente y podría, a mediano plazo, restablecer su papel como especie dominante del dosel, tal como ocurre en el estrato arbóreo.

Finalmente, *Quercus oblongifolia* (encino blanco) presenta una regeneración escasa, con solo 3.1 % de la densidad relativa y un IVIE de 22 %, lo cual sugiere un reclutamiento limitado, su baja presencia podría deberse a condiciones menos favorables para su germinación o establecimiento, o a una competencia inicial desfavorable frente a *E. orthocarpa*.

En conjunto, la composición del estrato de regeneración indica una fase temprana a intermedia de recuperación, dominada por especies pioneras como *E. orthocarpa*, pero con presencia clara de regeneración de *Q. emoryi*, lo que asegura un eventual retorno a una estructura más típica del bosque de encino conforme avance la sucesión.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 7. Valores de importancia ecológica del estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

Estrato arbustivo

En lo que respecta el estrato de arbustivo, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 307 individuos, integrados en una riqueza especifica de 8 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 8. Valores de importancia ecológica para las especies del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	10	45.5	3.3	8.6	3.1	14.9
2	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	31	140.9	10.1	6.9	3.2	20.2
3	*Calliandra eriophylla*	Vara de Ángel enano	28	127.3	9.1	10.3	2.5	21.9
4	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	29	131.8	9.4	17.2	9.5	36.2
5	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	23	104.5	7.5	15.5	13.7	36.7
6	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	28	127.3	9.1	6.9	14.2	30.2
7	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	27	122.7	8.8	8.6	0.8	18.2
8	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	131	595.5	42.7	25.9	53.1	121.6
TOTAL			307	1,395.5	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato arbustivo está compuesto por 307 individuos, con una densidad total de 1,395.5 ind/ha, lo cual refleja una estructura bien desarrollada y con participación de diversas especies típicas de ambientes abiertos y de ecotonos entre encinares y matorrales, la composición muestra un claro patrón de dominancia hacia una especie clave, aunque existe una representación equilibrada de taxas secundarios.

La especie claramente dominante es *Mimosa dysocarpa* (uña de gato), que aporta 42.7 % de la densidad relativa, además de poseer la frecuencia relativa más alta (53.1 %) y una dominancia relativa de 25.9 %, lo que se refleja en un IVIE de 121.6 %, estos valores demuestran que *M. dysocarpa* es el elemento estructural principal del estrato arbustivo, probablemente favorecida por su resistencia a la sequía y capacidad de rebrote, características que le permiten una presencia constante en el sotobosque del encinar secundario.

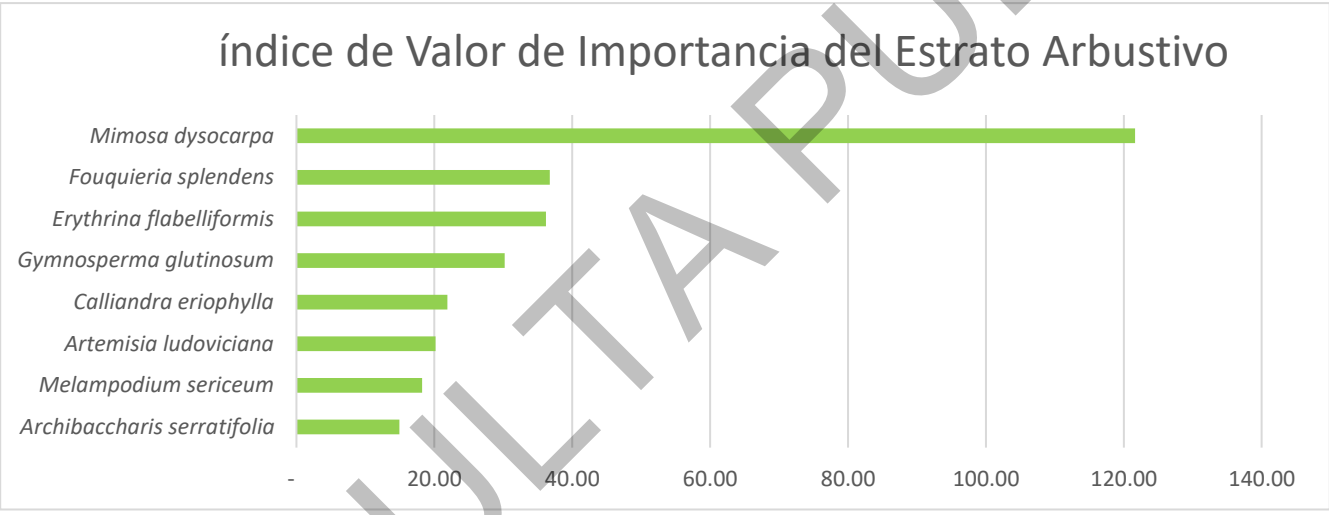
Otras especies con aportes significativos son; *Erythrina flabelliformis* (colorín arbustivo) y *Fouquieria splendens* (ocotillo). *E. flabelliformis* presenta un IVIE de 36.2 %, con alta frecuencia relativa (17.2 %), indicando que está bien distribuida y cumple un papel relevante en la estructura intermedia. por su parte, *F. splendens* posee un IVIE de 36.7 %, destacando principalmente por su dominancia relativa (15.5 %), evidenciando individuos de mayor tamaño o proyección espacial que contribuyen de manera notable al estrato.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, *Gymnosperma glutinosum* (jarilla amarilla) participa con un IVIE de 30.2 %, mostrando una combinación equilibrada entre densidad y dominancia, las especies *Artemisia ludoviciana* (estafiate), *Calliandra eriophylla* (vara de ángel enano) y *Melampodium sericeum* (girasol rojo) muestran valores intermedios, aportando entre 8 % y 10 % de la densidad relativa cada una, actuando como componentes secundarios pero constantes dentro del estrato.

Finalmente, *Archibaccharis serratifolia* (baccharis lineal), aunque menos abundante, mantiene una presencia importante en términos de frecuencia (8.6 %) y contribuye a la heterogeneidad estructural del sotobosque. En conjunto, el estrato arbustivo presenta una estructura compleja y diversa, dominada por *M. dysocarpa*, pero acompañada por un grupo de especies bien representadas que contribuyen a la heterogeneidad del encinar secundario, esta composición es indicativa de un ecosistema en recuperación, donde especies propias de matorrales y áreas perturbadas coexisten con taxas más asociados a condiciones de sotobosque.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.



Gráfica. 8. Valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

Estrato de otras especies

En lo que respecta el estrato de otras especies, se realizó un muestreo de 22 sitios, registrando un total de 375 individuos, integrados en una riqueza especifica de 11 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 9. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	22.7	1.3	5.7	0.5	7.6
2	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	55	250.0	14.7	7.1	17.9	39.7
3	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	230	1,045.5	61.3	15.7	30.2	107.2
4	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	9	40.9	2.4	8.6	1.2	12.1
5	*Cylindropuntia imbricata*	Cardón tunero	6	27.3	1.6	7.1	2.9	11.6
6	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	38	172.7	10.1	18.6	36.7	65.4
7	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	6	27.3	1.6	7.1	1.7	10.5
8	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	27.3	1.6	7.1	0.7	9.4
9	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	18.2	1.1	4.3	0.4	5.7

CONSULTA PÚBLICA

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
10	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	8	36.4	2.1	8.6	3.3	14.0
11	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	8	36.4	2.1	10.0	4.5	16.7
TOTAL			375	1,704.5	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato de otras especies, compuesto principalmente por cactáceas, suculentas y helechos, presenta una estructura diversa, este conjunto aporta elementos estructurales y funcionales clave dentro del ecosistema, especialmente en zonas rocosas, laderas y claros del encinar. La especie más representativa es *Cheilanthes lozanoi* (helecho pinado), que alcanza un IVIE de 107.2 %, resultado de su alta densidad relativa (61.3 %) y amplia frecuencia (30.2 %), su abundancia sugiere condiciones favorables de humedad edáfica y microambientes sombreados entre rocas o bajo el dosel, donde los helechos suelen proliferar, este taxón constituye un componente esencial para la retención de suelo y humedad en microcuencas del sotobosque.

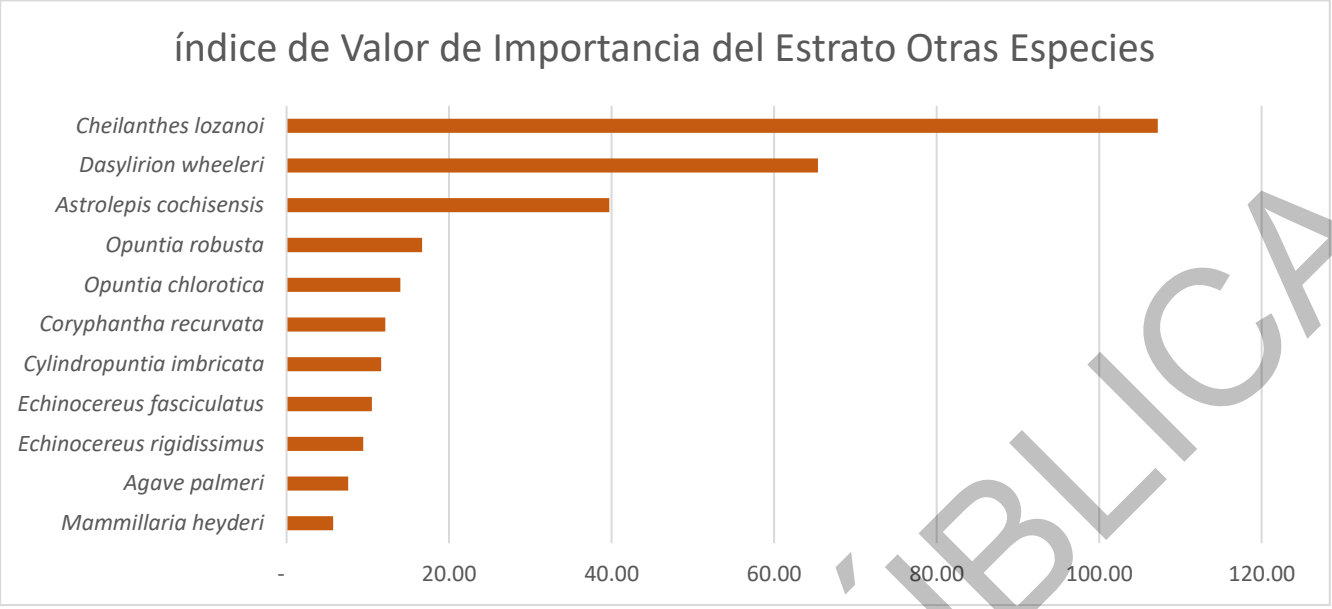
En segundo lugar, *Dasylirion wheeleri* (sotol) presenta un IVIE de 65.4 %, con una destacada dominancia relativa (36.7 %) debido al tamaño y volumen que sus individuos aportan al paisaje, la frecuencia elevada (18.6 %) confirma que es un elemento estructural sólido del ecotono entre encinar y matorral xerófilo, favorecido por su resistencia a sequías prolongadas. También sobresale *Astrolepis cochisensis* (helecho dentado), con un IVIE de 39.7 %, caracterizado por una combinación equilibrada de densidad relativa (14.7 %) y dominancia (17.9 %), su presencia refuerza la importancia de los helechos en este estrato, indicando sitios con retención de humedad y sustratos rocosos estables.

Las cactáceas como; *Coryphantha recurvata*, *Cylindropuntia imbricata*, *Echinocereus fasciculatus*, *E. rigidissimus*, *Mammillaria heyderi* y *Opuntia chlorotica*, junto con *Opuntia robusta*, presentan valores de IVIE que oscilan entre 5.7 % y 16.7 %, aunque sus densidades y frecuencias son menores en comparación con los helechos, constituyen componentes relevantes en microhábitats xerofíticos, aportando estructura, cobertura baja y recursos esenciales para fauna polinizadora y dispersora. *Opuntia robusta* y *O. chlorotica*, en particular, muestran frecuencias relativamente altas, lo que sugiere una distribución amplia en áreas expuestas o con mayor radiación solar.

Finalmente, *Agave palmeri* (maguey bravo), con un IVIE de 7.6 %, aunque menos abundante, cumple un rol importante en áreas secas y pedregosas, contribuyendo a la estabilidad del suelo y actuando como un recurso clave para fauna nectarívora. En conjunto, este estrato refleja una alta heterogeneidad ecológica, donde coexisten especies de helechos con suculentas y cactáceas propias de ambientes más secos, esta combinación indica un mosaico ambiental característico de encinares secundarios con microrelieves variables, proporcionando diversidad funcional y hábitats esenciales para una amplia gama de organismos.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 9. Valores de importancia ecológica del estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

Estrato herbáceo

En lo que respecta el estrato herbáceo, se realizó un muestreo de 110 sitios, registrando un total de 1,751 individuos, integrados en una riqueza especifica de 11 especies, mismas que no se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

Tabla 10. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD	DENSIDAD (IND/HA)	Dr	FR	DR	IVIE %
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	9	818.2	0.5	3.2	2.0	5.7
2	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	21	1,909.1	1.2	3.2	2.6	7.0
3	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	107	9,727.3	6.1	7.2	6.2	19.5
4	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	249	22,636.4	14.2	11.3	12.9	38.4
5	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	33	3,000.0	1.9	3.6	3.2	8.7
6	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	54	4,909.1	3.1	5.9	5.2	14.1
7	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	500	45,454.5	28.6	24.3	24.2	77.0
8	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	139	12,636.4	7.9	8.6	8.2	24.7
9	*Melinis repens*	Cola de zorra	492	44,727.3	28.1	23.9	27.5	79.5
10	*Parthenium incanum*	Romerillo	34	3,090.9	1.9	3.6	2.6	8.1
11	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	113	10,272.7	6.5	5.4	5.4	17.2
TOTAL			1,751	159,181.8	100.0	100.0	100.0	300.0

Dr= Densidad Relativa; **FR=** Frecuencia Relativa**; DR=** Dominancia Relativa; **IVIE**= Índice de Valor de Importancia Ecológica.

El estrato herbáceo muestra una estructura dominada por gramíneas perennes y anuales propias de áreas abiertas dentro del encinar secundario, este estrato desempeña un papel clave en la cobertura del suelo, regulación microclimática y en la provisión de recursos para insectos, pequeños mamíferos y aves granívoras.

Las especies con mayor valor de importancia son; *Melinis repens* (79.5 %) y *Eragrostis intermedia* (77.0 %), que juntas representan una proporción sustancial de la estructura herbácea. *Melinis repens*, conocida por su carácter oportunista y su afinidad por sitios perturbados o con suelos removidos, muestra la mayor dominancia relativa (27.5%) y una frecuencia elevada (23.9%), su prevalencia sugiere condiciones de perturbación reciente o continua, favoreciendo su propagación.

CONSULTA PÚBLICA

Por otra parte, *Eragrostis intermedia* refleja un componente más estable dentro del pastizal del encinar, dado su carácter nativo y su capacidad para colonizar suelos compactados o con moderada alteración, su alta densidad relativa (28.6 %) evidencia su función estructural como uno de los pastos dominantes en claros y bordes del bosque.

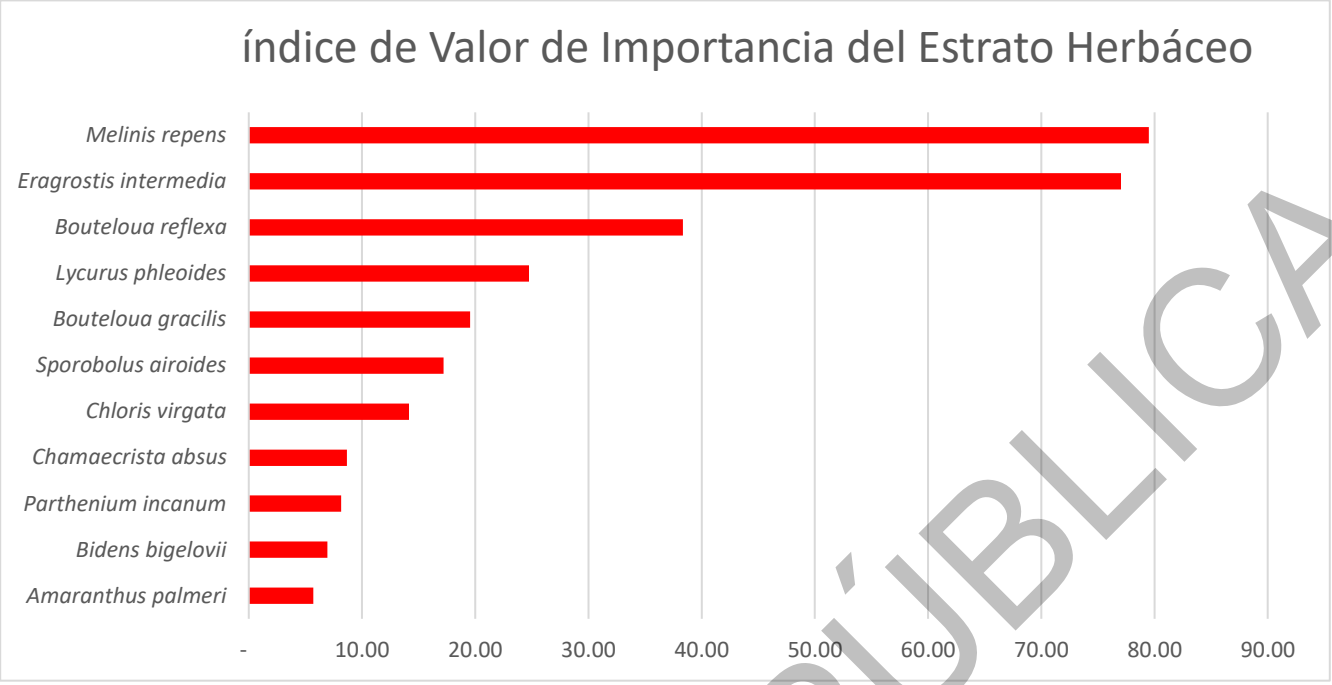
En posiciones intermedias se encuentran; *Bouteloua reflexa* (38.4 %) y *Lycurus phleoides* (24.7 %), especies que contribuyen significativamente a la continuidad del tapiz herbáceo, ambas gramíneas indican suelo bien drenado, buena exposición solar y zonas de transición entre matorral y encinar. *Bouteloua reflexa*, con alta densidad y representatividad, participa en la estabilización del suelo y en el mantenimiento de la productividad primaria del ecosistema. Otros pastos como *Bouteloua gracilis* (19.5 %) y *Chloris virgata* (14.1 %) complementan la estructura del estrato herbáceo. *B. gracilis*, característica de pastizales semiáridos, señala microambientes más abiertos y con posible presión por pastoreo, mientras que *Chloris virgata* suele asociarse a sitios moderadamente perturbados y suelos removidos.

La presencia de especies como; *Chamaecrista absus* (8.7 %), *Parthenium incanum* (8.1 %) y *Sporobolus airoides* (17.2 %) aporta diversidad funcional al estrato. *C. absus*, como leguminosa fijadora de nitrógeno, contribuye al mejoramiento del suelo; *P. incanum* está asociado a áreas con ligera perturbación y suelos pedregosos; *S. airoides*, por su parte, denota microambientes alcalinos o con mayor compactación. Finalmente, especies de baja representación como; *Amaranthus palmeri* y *Bidens bigelovii* cumplen funciones complementarias como componentes de las etapas tempranas de sucesión o como elementos temporales tras eventos de disturbio.

En conjunto, el estrato herbáceo del encinar secundario evidencia un mosaico vegetal influido por la apertura del dosel y por procesos de perturbación, donde gramíneas dominantes especialmente *Melinis repens* y *Eragrostis intermedia* conviven con pastos nativos y herbáceas diversas, este patrón sugiere un sistema dinámico que mantiene su funcionalidad ecológica, a la vez que refleja señales de alteración y regeneración propias de vegetación secundaria.

Para una mejor interpretación de los datos antes descritos, se presenta la siguiente gráfica con la tendencia de los valores ecológicos.

CONSULTA PÚBLICA



Gráfica. 10. Valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

VII.1.1.2.1.2 Índices de diversidad de la flora existente en el AFP sin proyecto

VII.1.1.2.1.2.1 Vegetación secundaria de pastizal natural

Estrato arbóreo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbóreo.

Tabla 11. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Celtis caudata*	Zorro	4	0.6	0.017	-4.052	0.1
2	*Prosopis velutina*	Mezquite	226	32.8	0.983	-0.018	0.0
TOTAL			230	33.3			0.1

Riqueza específica (S)	2
Índice de Margalef (SMg)	0.18
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.09
Diversidad máxima (H max)	0.69
Equidad de Pielou (J)	0.13
Índice de Berger-Parker	0.9826

Para este estrato en específico se obtuvo una abundancia de 230 individuos y una riqueza especifica total de dos especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.18, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.09 con relación al 0.69 de la diversidad máxima esperada, de igual manera se registra una baja equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.13, siendo la especie dominante *Prosopis velutina* (Mezquite) representando el 98.26 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de regeneración

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de regeneración.

Tabla 12. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de regeneración para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Celtis caudata*	Zorro	1	1.4	0.005	-5.371	0.0
2	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	22	31.9	0.102	-2.280	0.2
3	*Prosopis velutina*	Mezquite	192	278.3	0.893	-0.113	0.1
TOTAL			215	311.6			0.4
				Riqueza específica (S)			3
				Índice de Margalef (SMg)			0.37
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.36
				Diversidad máxima (H max)			1.10
				Equidad de Pielou (J)			0.33
				Índice de Berger-Parker			0.8930

Para este estrato en específico se obtuvo una abundancia de 230 individuos y una riqueza especifica total de tres especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.37, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.36 con relación al 1.10 de la diversidad máxima esperada, de igual manera se registra una baja equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.33, siendo la especie dominante *Prosopis velutina* (Mezquite) representando el 89.30 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato arbustivo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbustivo.

Tabla 13. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	19	27.5	0.012	-4.445	0.1
2	*Calliandra eriophylla*	Vara de Ángel enano	1,011	1,465.2	0.624	-0.471	0.3
3	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	100	144.9	0.062	-2.784	0.2
4	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	20	29.0	0.012	-4.394	0.1
5	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	452	655.1	0.279	-1.276	0.4
6	*Tecoma stans*	Tecoma	17	24.6	0.011	-4.556	0.0
TOTAL			1,619	2,346.4			1.0
				Riqueza específica (S)			6
				Índice de Margalef (SMg)			0.68
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.98
				Diversidad máxima (H max)			1.79
				Equidad de Pielou (J)			0.55
				Índice de Berger-Parker			0.6245

CONSULTA PÚBLICA

Para el estrato arbustivo se determinó una abundancia de 1,619 individuos y una riqueza especifica total de 6 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.68, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.98 con relación al 1.79 de la diversidad máxima esperada, registra una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.55, siendo la especie dominante *Calliandra eriophylla* (Vara de ángel enano) representando el 62.45 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato de otras especies

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de otras especies.

Tabla 14. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de otras especies para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	7.2	0.078	-2.549	0.2
2	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
3	*Cylindropuntia imbricata*	Cardón tunero	6	8.7	0.094	-2.367	0.2
4	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
5	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
6	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	8.7	0.094	-2.367	0.2
7	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	5.8	0.063	-2.773	0.2
8	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	5	7.2	0.078	-2.549	0.2
9	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	10	14.5	0.156	-1.856	0.3
10	*Yucca schottii*	Yucca	7	10.1	0.109	-2.213	0.2
TOTAL			64	92.8			2.3

Riqueza específica (S)	10
Índice de Margalef (SMg)	2.16
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.27
Diversidad máxima (H max)	2.30
Equidad de Pielou (J)	0.99
Índice de Berger-Parker	0.1563

De acuerdo con la tabla que antecede para este estrato se determinó una abundancia de 64 individuos y una riqueza especifica total de 10 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.16, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.27 con relación al 2.30 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.99, siendo la especie relativamente dominante *Opuntia robusta* (Nopal redondo) representando el 15.63 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PUBLICA

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de herbáceo.

Tabla 15. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo para la vegetación secundaria de PN en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	322	9,333.3	0.034	-3.384	0.1
2	*Aristida ternipes*	Tres barbas	382	11,072.5	0.040	-3.213	0.1
3	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	176	5,101.4	0.019	-3.988	0.1
4	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	697	20,202.9	0.073	-2.611	0.2
5	*Bouteloua radicosa*	Pasto trigo	75	2,173.9	0.008	-4.841	0.0
6	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	830	24,058.0	0.087	-2.437	0.2
7	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	604	17,507.2	0.064	-2.755	0.2
8	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	740	21,449.3	0.078	-2.551	0.2
9	*Cleome viscosa*	Pegagosilla	30	869.6	0.003	-5.757	0.0
10	*Cosmos sulphureus*	Cempasuchil	44	1,275.4	0.005	-5.374	0.0
11	*Crotalaria pumila*	Cascabelillo	51	1,478.3	0.005	-5.226	0.0
12	*Cynodon dactylon*	Pasto estrellita	72	2,087.0	0.008	-4.881	0.0
13	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	1,948	56,463.8	0.205	-1.584	0.3
14	*Galinsoga parviflora*	Amargosilla	30	869.6	0.003	-5.757	0.0
15	*Gomphrena caespitosa*	Diente amarillo	69	2,000.0	0.007	-4.924	0.0
16	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	228	6,608.7	0.024	-3.729	0.1
17	*Melinis repens*	Cola de zorra	632	18,318.8	0.067	-2.709	0.2
18	*Panicum coloratum*	Zacatón	128	3,710.1	0.013	-4.306	0.1
19	*Parthenium incanum*	Romerillo	343	9,942.0	0.036	-3.320	0.1
20	*Sicyos laciniatus*	Hiedra tronadora	15	434.8	0.002	-6.450	0.0
21	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	2,012	58,318.8	0.212	-1.551	0.3
22	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	19	550.7	0.002	-6.214	0.0
23	*Zinnia elegans*	Zinnia	44	1,275.4	0.005	-5.374	0.0
TOTAL			**9,491**	**275,101.4**			**2.4**

Riqueza específica (S)	**23**
Índice de Margalef (SMg)	**2.40**
Índice de Shannon-Wiener (H)	**2.45**
Diversidad máxima (H max)	**3.14**
Equidad de Pielou (J)	**0.78**
Índice de Berger-Parker	**0.2120**

Para este estrato se determinó una abundancia de 9,491 individuos y una riqueza especifica total de 23 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.40, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.45 con relación al 3.14 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.78, siendo la especie relativamente dominante *Sporobolus airoides* (Pasto alcalino) representando el 21.20 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.2.1.2.2 Vegetación secundaria de bosque de encino

Estrato arbóreo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbóreo.

Tabla 16. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbóreo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Quercus emoryi*	Encino prieto	176	80.0	0.867	-0.143	0.1
2	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	27	12.3	0.133	-2.017	0.3
TOTAL			203	92.3			0.4
				Riqueza específica (S)			2
				Índice de Margalef (SMg)			0.19
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.39
				Diversidad máxima (H max)			0.69
				Equidad de Pielou (J)			0.57
				Índice de Berger-Parker			0.8670

El estrato arbóreo registra una abundancia de 203 individuos y una riqueza especifica total de dos especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.19, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.39 con relación al 0.69 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.57, siendo la especie dominante *Quercus emoryi* (Encino prieto) representando el 86.70 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato de regeneración

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de regeneración.

Tabla 17. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de regeneración para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo dulce	46	209.1	0.719	-0.330	0.2
2	*Quercus emoryi*	Encino prieto	16	72.7	0.250	-1.386	0.3
3	*Quercus oblongifolia*	Encino blanco	2	9.1	0.031	-3.466	0.1
TOTAL			64	290.9			0.7
				Riqueza específica (S)			3
				Índice de Margalef (SMg)			0.48
				Índice de Shannon-Wiener (H)			0.69
				Diversidad máxima (H max)			1.10
				Equidad de Pielou (J)			0.63
				Índice de Berger-Parker			0.7188

Para este estrato se registra una abundancia de 64 individuos y una riqueza especifica total de tres especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 0.48, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.69 con relación al 1.10 de la diversidad máxima esperada, se registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.63, siendo la especie dominante *Eysenhardtia orthocarpa* (Palo dulce) representando el 86.70 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

Estrato arbustivo

CONSULTA PÚBLICA

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato arbustivo.

Tabla 18. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato arbustivo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Archibaccharis serratifolia*	Baccharis lineal	10	45.5	0.033	-3.424	0.1
2	*Artemisia ludoviciana*	Estafiate	31	140.9	0.101	-2.293	0.2
3	*Calliandra eriophylla*	Vara de Ángel enano	28	127.3	0.091	-2.395	0.2
4	*Erythrina flabelliformis*	Colorín arbustivo	29	131.8	0.094	-2.360	0.2
5	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	23	104.5	0.075	-2.591	0.2
6	*Gymnosperma glutinosum*	Jarilla amarilla	28	127.3	0.091	-2.395	0.2
7	*Melampodium sericeum*	Girasol rojo	27	122.7	0.088	-2.431	0.2
8	*Mimosa dysocarpa*	Uña de gato	131	595.5	0.427	-0.852	0.4
TOTAL			307	1,395.5			1.8
				Riqueza específica (S)			8
				Índice de Margalef (SMg)			1.22
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.77
				Diversidad máxima (H max)			2.08
				Equidad de Pielou (J)			0.85
				Índice de Berger-Parker			0.4267

Para este estrato se determinó una abundancia de 307 individuos y una riqueza especifica total de 8 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.22, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad baja de especies al comprender un valor de 1.77, en relación al 2.08 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.85, siendo la especie relativamente dominante *Mimosa dysocarpa* (Uña de gato) representando el 42.67 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de otras especies.

Tabla 19. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato de otras especies para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Agave palmeri*	Maguey bravo	5	22.7	0.013	-4.317	0.1
2	*Astrolepis cochisensis*	Helecho dentado	55	250.0	0.147	-1.920	0.3
3	*Cheilanthes lozanoi*	Helecho pinado	230	1,045.5	0.613	-0.489	0.3
4	*Coryphantha recurvata*	Coryphantha	9	40.9	0.024	-3.730	0.1
5	*Cylindropuntia imbricata*	Cardón tunero	6	27.3	0.016	-4.135	0.1
6	*Dasylirion wheeleri*	Sotol	38	172.7	0.101	-2.289	0.2
7	*Echinocereus fasciculatus*	Choya	6	27.3	0.016	-4.135	0.1
8	*Echinocereus rigidissimus*	Corifanta fina	6	27.3	0.016	-4.135	0.1
9	*Mammillaria heyderi*	Mamilaria	4	18.2	0.011	-4.541	0.0
10	*Opuntia chlorotica*	Nopal espina amarilla	8	36.4	0.021	-3.847	0.1
11	*Opuntia robusta*	Nopal redondo	8	36.4	0.021	-3.847	0.1
TOTAL			**375**	**1,704.5**			**1.4**
				Riqueza específica (S)			**11**
				Índice de Margalef (SMg)			**1.69**
				Índice de Shannon-Wiener (H)			**1.37**
				Diversidad máxima (H max)			**2.40**
				Equidad de Pielou (J)			**0.57**
				Índice de Berger-Parker			**0.6133**

Para el estrato de otras especies se determinó una abundancia de 375 individuos y una riqueza especifica total de 11 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.69, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 1.37 con relación al 2.40 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.57, siendo la especie relativamente dominante *Cheilanthes lozanoi* (Helecho pinado) representando el 61.33 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para la determinación de las métricas de diversidad para el estrato de herbáceo.

Tabla 20. Valores de diversidad de especies que conforman el estrato herbáceo para la vegetación secundaria de BQ en el AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	DENSIDAD (IND/HA)	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Amaranthus palmeri*	Bledo	9	818.2	0.005	-5.271	0.0
2	*Bidens bigelovii*	Aceitilla	21	1,909.1	0.012	-4.423	0.1
3	*Bouteloua gracilis*	Pasto navaja	107	9,727.3	0.061	-2.795	0.2
4	*Bouteloua reflexa*	Pasto bandera	249	22,636.4	0.142	-1.950	0.3
5	*Chamaecrista absus*	Frijolillo	33	3,000.0	0.019	-3.971	0.1
6	*Chloris virgata*	Pasto pata de gallo	54	4,909.1	0.031	-3.479	0.1
7	*Eragrostis intermedia*	Pasto llanero	500	45,454.5	0.286	-1.253	0.4
8	*Lycurus phleoides*	Pasto cordon	139	12,636.4	0.079	-2.533	0.2
9	*Melinis repens*	Cola de zorra	492	44,727.3	0.281	-1.269	0.4
10	*Parthenium incanum*	Romerillo	34	3,090.9	0.019	-3.942	0.1
11	*Sporobolus airoides*	Pasto alcalino	113	10,272.7	0.065	-2.741	0.2
TOTAL			1,751	159,181.8			1.9
				Riqueza específica (S)			11
				Índice de Margalef (SMg)			1.34
				Índice de Shannon-Wiener (H)			1.88
				Diversidad máxima (H max)			2.40
				Equidad de Pielou (J)			0.78
				Índice de Berger-Parker			0.2856

Para el estrato herbáceo se determinó una abundancia de 1,751 individuos y una riqueza especifica total de 11 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.34, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una baja diversidad de especies al comprender un valor de 1.88 con relación al 2.40 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.78, siendo las especies relativamente dominante *Eragrostis intermedia* (Pasto llanero) y *Melinis repens* (Cola de zorra) representando independientemente el 28.56 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.2.2 Factor fauna

VII.1.1.2.2.1 Cálculos de abundancia de especies de fauna en el AFP

A continuación, se presenta la abundancia de las especies de fauna registradas, para los tipos de vegetación secundarias de pastizal natural y bosque de encino.

VII.1.1.2.2.2 Índices de diversidad de la fauna existente sin proyecto

a) Grupo de anfibios

Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de anfibios, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 2 individuos avistados, correspondientes a 1 especies.

Tabla 21. Registros de anfibios para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	2	0.18	11.00	100.0
TOTAL			**2**	**0.18**		**100.0**

Como se puede observar en la tabla y gráfica anterior, En el AFP se registró una riqueza de una sola especie de anfibio cuya abundancia total es de 2 ejemplares, por lo cual, la abundancia relativa para *Dryophytes arenicolor* es de 100.00%.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 22. Datos del cálculo para el índice de diversidad de anfibios para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	2	1.000	0.000	0.0
TOTAL			**2**			**0.0**
			Riqueza específica (S)			**1**
			Índice de Margalef (SMg)			**0.00**
			Índice de Shannon-Wiener (H)			**0.00**
			Diversidad máxima (H max)			**0.00**
			Equidad de Pielou (J)			**0.00**
			Índice de Berger-Parker			**1.0000**

Como se muestra en la tabla anterior, el grupo de los anfibios en cada uno de los índices posee valores de 0.0000 esto derivado de una única especie registrada, misma que presenta la mayor dominancia.

CONSULTA PÚBLICA

b) Grupo de aves

Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de aves, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 569 individuos avistados, correspondientes a 45 especies.

Tabla 23. Registros de aves para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	10	0.91	11.00	1.8
2	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	8	0.73	11.00	1.4
3	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	8	0.73	11.00	1.4
4	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	10	0.91	11.00	1.8
5	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	12	1.09	11.00	2.1
6	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	7	0.64	11.00	1.2
7	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	9	0.82	11.00	1.6
8	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	8	0.73	11.00	1.4
9	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	10	0.91	11.00	1.8
10	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	14	1.27	11.00	2.5
11	*Cathartes aura*	Zopilote aura	7	0.64	11.00	1.2
12	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	11	1.00	11.00	1.9
13	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	15	1.36	11.00	2.6
14	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	6	0.55	11.00	1.1
15	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	11	1.00	11.00	1.9
16	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	7	0.64	11.00	1.2
17	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	11	1.00	11.00	1.9
18	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	14	1.27	11.00	2.5
19	*Corvus corax*	Cuervo Común	36	3.27	11.00	6.3
20	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	9	0.82	11.00	1.6
21	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	12	1.09	11.00	2.1
22	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	4	0.36	11.00	0.7
23	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	7	0.64	11.00	1.2
24	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	26	2.36	11.00	4.6
25	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	12	1.09	11.00	2.1
26	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	3	0.27	11.00	0.5
27	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	7	0.64	11.00	1.2
28	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	10	0.91	11.00	1.8
29	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	10	0.91	11.00	1.8
30	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	10	0.91	11.00	1.8
31	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	4	0.36	11.00	0.7
32	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	12	1.09	11.00	2.1
33	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	7	0.64	11.00	1.2
34	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	7	0.64	11.00	1.2
35	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	11	1.00	11.00	1.9
36	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	7	0.64	11.00	1.2
37	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	8	0.73	11.00	1.4
38	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	8	0.73	11.00	1.4
39	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	10	0.91	11.00	1.8
40	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	7	0.64	11.00	1.2
41	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	9	0.82	11.00	1.6
42	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	4	0.36	11.00	0.7
43	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	7	0.64	11.00	1.2

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
44	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	37	3.36	11.00	6.5
45	*Zenaida macroura*	Huilota Común	107	9.73	11.00	18.8
TOTAL			**569**	**51.73**		**100.0**

En la gráfica anterior se puede observar que, de las especies registradas durante el muestreo, las especies que mejor fueron representadas son; *Zenaida macroura* (Huilota Común) con el 18.80 %, seguido de *Zenaida asiatica* (Paloma Alas Blancas) con el 6.50 %, *Corvus corax* (Cuervo Común) con el 6.33 %, posteriormente *Lanius ludovicianus* (Verdugo Americano) con el 4.57 % y *Chondestes grammacus* (Gorrión arlequín) con el 2.64 %. El resto de las especies tuvieron una abundancia menor al 2.5 %.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 24. Datos del cálculo para el índice de diversidad de aves para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	10	0.018	-4.041	0.1
2	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	8	0.014	-4.264	0.1
3	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	8	0.014	-4.264	0.1
4	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	10	0.018	-4.041	0.1
5	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	12	0.021	-3.859	0.1
6	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	7	0.012	-4.398	0.1
7	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	9	0.016	-4.147	0.1
8	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	8	0.014	-4.264	0.1
9	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	10	0.018	-4.041	0.1
10	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	14	0.025	-3.705	0.1
11	*Cathartes aura*	Zopilote aura	7	0.012	-4.398	0.1
12	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	11	0.019	-3.946	0.1
13	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	15	0.026	-3.636	0.1
14	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	6	0.011	-4.552	0.0
15	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	11	0.019	-3.946	0.1
16	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	7	0.012	-4.398	0.1
17	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	11	0.019	-3.946	0.1
18	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	14	0.025	-3.705	0.1
19	*Corvus corax*	Cuervo Común	36	0.063	-2.760	0.2
20	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	9	0.016	-4.147	0.1
21	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	12	0.021	-3.859	0.1
22	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	4	0.007	-4.958	0.0
23	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	7	0.012	-4.398	0.1
24	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	26	0.046	-3.086	0.1
25	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	12	0.021	-3.859	0.1
26	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	3	0.005	-5.245	0.0
27	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	7	0.012	-4.398	0.1
28	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	10	0.018	-4.041	0.1
29	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	10	0.018	-4.041	0.1
30	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	10	0.018	-4.041	0.1
31	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	4	0.007	-4.958	0.0
32	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	12	0.021	-3.859	0.1
33	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	7	0.012	-4.398	0.1
34	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	7	0.012	-4.398	0.1

CONSULTA PÚBLICA

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
35	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	11	0.019	-3.946	0.1
36	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	7	0.012	-4.398	0.1
37	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	8	0.014	-4.264	0.1
38	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	8	0.014	-4.264	0.1
39	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	10	0.018	-4.041	0.1
40	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	7	0.012	-4.398	0.1
41	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	9	0.016	-4.147	0.1
42	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	4	0.007	-4.958	0.0
43	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	7	0.012	-4.398	0.1
44	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	37	0.065	-2.733	0.2
45	*Zenaida macroura*	Huilota Común	107	0.188	-1.671	0.3
TOTAL			569			3.4
			Riqueza específica (S)			45
			Índice de Margalef (SMg)			6.94
			Índice de Shannon-Wiener (H)			3.43
			Diversidad máxima (H max)			3.81
			Equidad de Pielou (J)			0.90
			Índice de Berger-Parker			0.1880

De acuerdo con los datos plasmados en la tabla anterior para el grupo de aves se determinó una abundancia de 569 individuos, integrados en una riqueza especifica total de 45 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 6.94, es decir, se registra una alta riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una alta diversidad de especies al comprender un valor de 3.43 con relación al 3.81 de la diversidad máxima esperada, este valor se justifica al registrar una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.90, siendo la especie relativamente dominante *Zenaida macroura* (Huilota Común) representando el 18.80 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

c) Grupo de mamíferos

Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de mamíferos, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 92 individuos avistados, correspondientes a 13 especies.

Tabla 25. Registros de mamíferos para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	11	1.00	11.00	12.0
2	*Canis latrans*	Coyote	7	0.64	11.00	7.6
3	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	12	1.09	11.00	13.0
4	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	14	1.27	11.00	15.2
5	*Lepus alleni*	Liebre antílope	12	1.09	11.00	13.0
6	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	2	0.18	11.00	2.2
7	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	6	0.55	11.00	6.5
8	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	5	0.45	11.00	5.4
9	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	15	1.36	11.00	16.3
10	*Procyon lotor*	Mapache	5	0.45	11.00	5.4
11	*Puma concolor*	Puma	1	0.09	11.00	1.1
12	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	1	0.09	11.00	1.1
13	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.09	11.00	1.1
TOTAL			92	8.36		100.0

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la gráfica anterior, las especies que presentan la mayor abundancia relativa fueron: *Peromyscus boylii* (Ratón arbustero) con una abundancia relativa de 16.30 % y *Eptesicus fuscus* (Murciélago moreno norteamericano) con un 15.22 %, las especies; *Chaetodipus penicillatus* (Ratón de abazones desértico) y *Lepus alleni* (Liebre antílope), estas especies tienen una abundancia relativa del 13.04 %. Finalmente, *Antrozous pallidus* (Murciélago desértico norteño) con el 11.96 %.

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 26. Datos del cálculo para el índice de diversidad de mamíferos para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	11	0.120	-2.124	0.3
2	*Canis latrans*	Coyote	7	0.076	-2.576	0.2
3	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	12	0.130	-2.037	0.3
4	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	14	0.152	-1.883	0.3
5	*Lepus alleni*	Liebre antílope	12	0.130	-2.037	0.3
6	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	2	0.022	-3.829	0.1
7	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	6	0.065	-2.730	0.2
8	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	5	0.054	-2.912	0.2
9	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	15	0.163	-1.814	0.3
10	*Procyon lotor*	Mapache	5	0.054	-2.912	0.2
11	*Puma concolor*	Puma	1	0.011	-4.522	0.0
12	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	1	0.011	-4.522	0.0
13	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.011	-4.522	0.0
TOTAL			92			2.3
			Riqueza específica (S)			13
			Índice de Margalef (SMg)			2.65
			Índice de Shannon-Wiener (H)			2.29
			Diversidad máxima (H max)			2.56
			Equidad de Pielou (J)			0.89
			Índice de Berger-Parker			0.1630

Para este grupo en específico se registró una abundancia de 92 individuos, integradas en una riqueza especifica total de 13 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 2.65, es decir, se registra una riqueza media de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, de igual manera manifiesta una diversidad media de especies al comprender un valor de 2.29 con relación al 2.56 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, se registra una alta equidad de acuerdo al índice de Pielou de 0.89, siendo la especie relativamente dominante; *Peromyscus boylii* (Ratón arbustero), representando el 16.30 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

d) Grupo de reptiles

Abundancia relativa

En la siguiente tabla, se muestra la riqueza de especies de reptiles, registradas en los transectos de fauna realizados en el AFP, obteniéndose un total de 131 individuos avistados, correspondientes a 8 especies.

Tabla 27. Registros de reptiles para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IND. AVISTADOS MUESTREO	DENSIDAD Ha	*2WL	ABUNDANCIA RELATIVA %
1	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	2	0.18	11.00	1.5
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	10	0.91	11.00	7.6
3	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	9	0.82	11.00	6.9
4	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	1	0.09	11.00	0.8
5	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	2	0.18	11.00	1.5
6	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	4	0.36	11.00	3.1
7	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	4	0.36	11.00	3.1
8	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	99	9.00	11.00	75.6
TOTAL			131	11.91		100.0

Índice de diversidad

Para la determinación del índice de diversidad para este grupo faunístico se tomó en cuenta la densidad, obteniendo así los siguientes resultados.

Tabla 28. Datos del cálculo para el índice de diversidad de reptiles para el área del AFP

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	PI	LN DE PI	-PI*LN(PI)
1	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	2	0.015	-4.182	0.1
2	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	10	0.076	-2.573	0.2
3	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	9	0.069	-2.678	0.2
4	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	1	0.008	-4.875	0.0
5	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	2	0.015	-4.182	0.1
6	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	4	0.031	-3.489	0.1
7	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	4	0.031	-3.489	0.1
8	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	99	0.756	-0.280	0.2
TOTAL			131			1.0
			Riqueza específica (S)			8
			Índice de Margalef (SMg)			1.44
			Índice de Shannon-Wiener (H)			0.97
			Diversidad máxima (H max)			2.08
			Equidad de Pielou (J)			0.47
			Índice de Berger-Parker			0.7557

Para el grupo de reptiles se registró una abundancia de 131 individuos, integradas en una riqueza especifica total de 8 especies, esto se reflejó en el índice de Margalef, resultando un valor de 1.44, es decir, se registra una baja riqueza de especies. Mientras que el índice de Shannon para evaluar la composición estructural, manifiesta de igual manera una baja diversidad de especies al comprender un valor de 0.97 con relación al 2.08 de la diversidad máxima esperada, sin embargo, se registró una equidad media de acuerdo al índice de Pielou de 0.47, siendo la especie *Urosaurus ornatus* (Lagartija de árbol norteña) la que representa el 75.57 % de la dominancia de acuerdo al índice de Berger-Parker.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.3 Paisaje

La calidad visual del paisaje se cuantificó mediante un índice compuesto que integra los valores ponderados de cada uno de los componentes evaluados. Para el cálculo se aplicó un promedio ponderado, utilizando los pesos derivados de la matriz de Saaty: Calidad fisiográfica (0.35), Calidad de la vegetación (0.30), Calidad de elementos antrópicos (0.10), Calidad de elementos protegidos (0.10) y Calidad de elementos singulares (0.15). Con ello se obtuvo un índice continuo entre 1 y 5, donde los valores mayores representan una mejor calidad visual.

Posteriormente, el índice final fue reclasificado en cinco categorías de calidad visual, que van de muy baja a muy alta, mediante los siguientes umbrales: 1.00–1.79; 1.80–2.59; 2.60–3.39; 3.40–4.19; y 4.20–5.00. Esta metodología permitió integrar, de manera reproducible y transparente, criterios fisiográficos, ecológicos, antrópicos y de conservación, ajustándose al juicio experto y a la disponibilidad de información espacial.

La distribución espacial de la calidad visual del paisaje muestra una predominancia de zonas con **calidad baja a media**, que en conjunto abarcan más del 60% del territorio evaluado. Estas áreas suelen corresponder a zonas transformadas por actividades humanas—como agricultura, ganadería o infraestructura—o bien a áreas donde los elementos fisiográficos y de naturalidad son menos sobresalientes. Desde la perspectiva de una MIA, estas zonas representan espacios donde la capacidad de absorción visual del paisaje es mayor, y por tanto, la implementación de proyectos puede generar impactos visuales moderados o relativamente más tolerables, siempre que se adopten medidas de integración paisajística.

Las áreas clasificadas con **calidad muy baja** (15.99%) representan sectores con menor valor escénico y natural, comúnmente con presencia de usos de suelo degradados, fragmentación o elementos antrópicos dominantes. En términos de evaluación ambiental, estos espacios podrían considerarse más aptos para el desarrollo de infraestructura, dado que su sensibilidad visual es reducida.

En contraste, las zonas con **calidad alta y muy alta** —que en conjunto representan aproximadamente el 16% del área total—corresponden a sectores con fuerte presencia de rasgos fisiográficos destacados, vegetación natural bien conservada y elementos singulares o protegidos. Estas áreas constituyen unidades de paisaje altamente sensibles donde la introducción de infraestructura puede generar impactos visuales significativos y difíciles de mitigar. Su presencia obliga a una evaluación cuidadosa del trazo o ubicación del proyecto, implementando preferentemente medidas de evitación, restricción de intervenciones y estrategias avanzadas de restauración o camuflaje visual

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.4 Aspectos socioeconómicos

El análisis socioeconómico del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa se elaboró con información de INEGI, COESPO, CONEVAL, DENUE y SEP, considerando variables demográficas, económicas, educativas, de salud, vivienda y factores socioculturales en los municipios de Santa Cruz y Nogales, Sonora. Aunque el proyecto se ubica físicamente en Santa Cruz, su viabilidad depende en gran medida de la infraestructura, servicios y recursos humanos disponibles en Nogales, lo que configura una relación territorial interdependiente: Santa Cruz recibirá los impactos directos, mientras que Nogales absorberá efectos indirectos vinculados a movilidad, servicios y dinámica económica.

Nogales es un centro urbano y fronterizo con más de 264 mil habitantes, caracterizado por una población joven, alto crecimiento natural, inmigración interna y una economía diversificada orientada principalmente al comercio, los servicios y la manufactura. Su estructura educativa es amplia y su sistema de salud presenta una cobertura robusta. La vivienda muestra buenas condiciones de habitabilidad y acceso a servicios básicos, además de un nivel elevado de equipamiento tecnológico.

Por su parte, Santa Cruz es un municipio rural con 1,835 habitantes, marcada dispersión territorial y una tendencia al envejecimiento y despoblamiento debido a la migración. Su economía es pequeña y se concentra en servicios esenciales y actividades gubernamentales, con escasa diversificación y limitada oferta laboral, lo que genera dependencia hacia municipios vecinos. La infraestructura educativa consiste principalmente en planteles básicos, con un solo bachillerato y ausencia de educación superior local. En materia de salud, el municipio cuenta únicamente con una clínica y carece de servicios privados o comunitarios complementarios. Aunque la cobertura de servicios básicos en las viviendas es casi total, persiste un rezago significativo en acceso a tecnologías de información y conectividad digital. En términos socioculturales, Nogales presenta mayor diversidad religiosa y étnica, incluyendo población indígena bilingüe y afromexicana, mientras que Santa Cruz mantiene una composición más homogénea, con muy baja presencia de grupos indígenas o afrodescendientes.

En conjunto, la evaluación evidencia que Nogales ofrece las condiciones urbanas, económicas y de servicios que darán soporte regional al proyecto, mientras que Santa Cruz, como sede directa, presenta rezagos estructurales que deberán considerarse para prevenir afectaciones sociales y aprovechar potenciales beneficios locales.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.1.5 Análisis del escenario sin proyecto mediante el método sistémico

Para el escenario sin proyecto se tomó como base en una primera instancia el Método Sistémico, siendo este un conjunto de herramientas que de modo formal, gráfico, matemático, se utilizan en Ciencias y en Ingeniería para el diseño de modelos que son capaces de representar y hacer comprensibles los sistemas reales como lo son; seres vivos, sistemas físicos, cuerpos celestes, clima, economía, sociología, psicología o todo lo que los seres humanos desarrollamos desde la ingeniería y el diseño de organizaciones.

Se desarrolló el panorama del sistema, el cual consistió en la búsqueda e identificación de todos los factores potenciales de importancia que ejercen una influencia sobre la estructura y función del sistema ambiental Regional; agrupándolos para este caso en ocho grandes categorías, mismos que a su vez, son influenciados por factores secundarios (15). Para la selección de factores ambientales se consideró esencialmente la interrelación directa que existe entre ellos y la Importancia que representan en la dinámica del sistema, los factores seleccionados son los siguientes:

Tabla 29. Estructuración y función del Sistema Ambiental Regional

SÍMBOLO	FACTORES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	Σ SA
P1	Calidad del aire	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	2	2	2	0	2	17
P2	Ruido	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	7
P3	Calidad del agua	0	0	0	0	0	3	2	2	2	0	0	2	0	0	0	11
P4	Disminución de infiltración	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
P5	Perdida de suelo	1	0	0	3	0	2	1	1	2	0	1	3	0	1	0	15
P6	Características fisicoquímicas del suelo	1	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7
P7	Abundancia de fauna	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	2	0	0	0	7
P8	Reducción del hábitat de la fauna	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	2	3	0	0	0	15
P9	Cobertura vegetal	2	1	1	3	3	3	3	2	0	1	2	3	0	0	1	25
P10	Generación de empleos	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	3	1	3	0	1	13
P11	Economía	1	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	3	3	0	1	14
P12	Estructura/Calidad del paisaje	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	2	0	0	0	0	12
P13	Demanda de energía eléctrica	1	1	0	0	1	0	1	1	1	2	3	2	0	0	0	13
P14	Topoformas	0	0	0	2	3	1	1	2	2	0	0	3	1	0	2	17
P15	Clima	0	0	0	3	2	1	2	2	2	1	2	2	3	0	0	20
Σ SP		10	4	2	14	14	12	23	22	20	11	19	26	12	1	7	

La información señalada en la matriz de influencia fue organizada de una manera más visible a través de la "estructura de efectos" (siguiente figura), la cual nos muestra el curso y la intensidad de las corrientes de los efectos individuales.

CONSULTA PÚBLICA

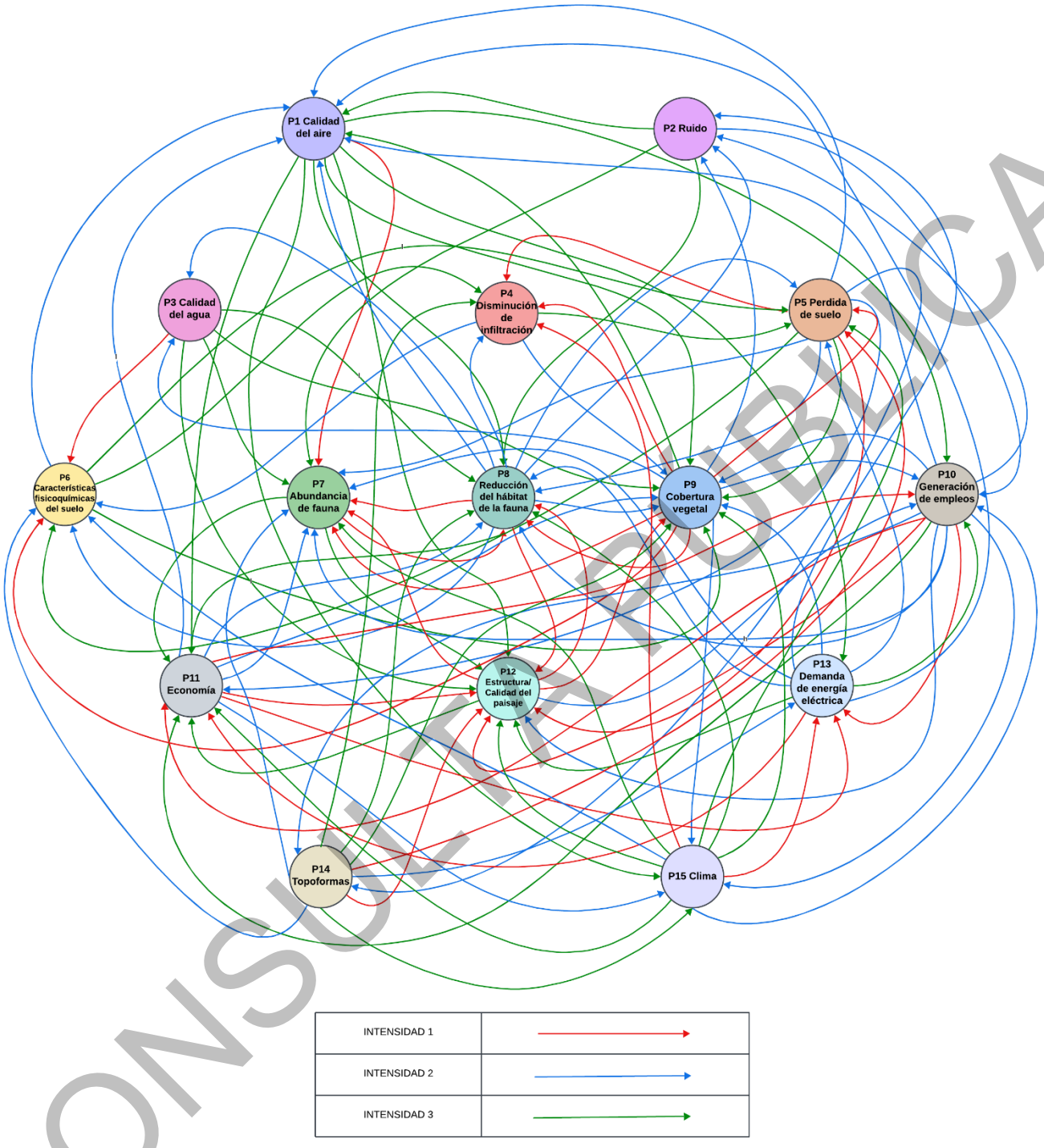


Figura 1. Estructura de efectos en el SAR

En la "estructura de efectos" se registraron todas las corrientes de efectos con intensidad 3 o alta (color rojo), intensidad 2 o media (color verde) e intensidad 1 o baja (color azul), lo que nos muestra cómo funciona el sistema de un factor determinado, siendo los factores con mayor suma activa: Cobertura vegetal y Clima, los cuales reunieron el mayor número de corrientes de efectos entrantes y salientes.

CONSULTA PÚBLICA

A la postre, se elaboró un "esquema axial", también conocido como sistema de coordenadas, el cual proporciona la intensidad relativa de la influencia en cada factor, en comparación con los otros factores y con el grado relativo de "sensibilidad" (influenciabilidad) de ese factor incidido por parte del sistema.

Para el desarrollo de dicho esquema, se tomó como base la suma Activa y la Pasiva de cada factor de la matriz de influencia, lo que permitió crear un sistema de coordenadas en el que se le asignó un valor a cada factor; en el eje de las X se colocó la Suma Activa (SA), mientras que en el eje de las y la Suma Pasiva (SP) (siguiente figura); posteriormente se le asignaron los números correspondientes a ambos ejes para determinar la intensidad relativa de cada factor y en la cual estos tienen influencia hacia otros factores, dividiendo dicho esquema en 4 cuadrantes (siguiente tabla).

posteriormente se les asignaron los números correspondientes a ambos ejes para determinar la intensidad relativa de cada factor y en la cual estos tienen influencia hacia otros factores, dividiendo dicho esquema en 4 cuadrantes (siguiente tabla).

Tabla 30. Clasificación de la influencia e influenciabilidad de factores y componentes ambientales

DENOMINACIÓN DEL FACTOR	INFLUENCIA	INFLUENCIABILIDAD
Activo	Intensa	Baja
Pasivo	Baja	Alta
Crítico	Intensa	Alta
Inerte	Baja	Baja

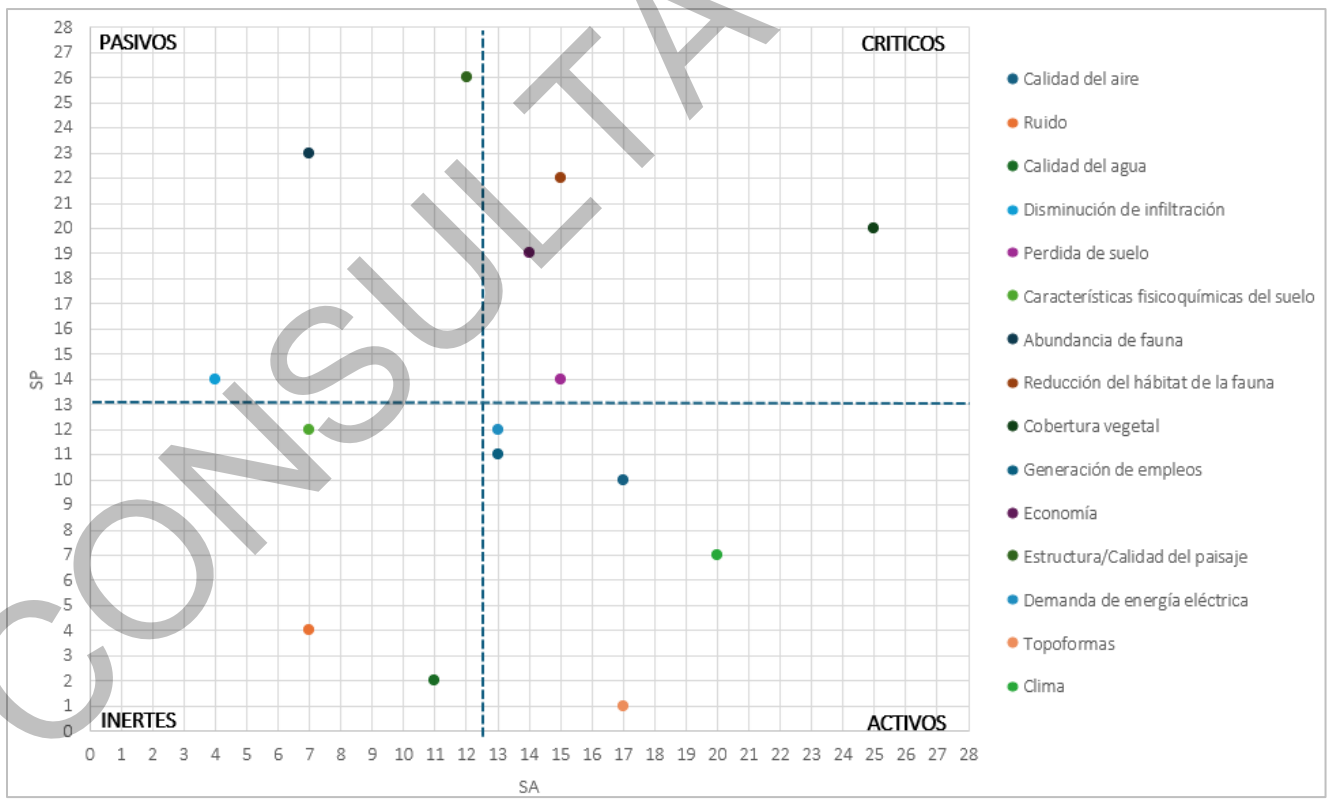


Figura 2. Esquema axial o de coordenadas del SA

CONSULTA PÚBLICA

Al utilizar la clasificación de la influencia e influenciabilidad de factores y componentes ambientales, los resultados expuestos en el Esquema axial o de coordenadas del SA, se tiene que los factores o componentes socio-ambientales activos son la Calidad del aire, Generación de empleos, Demanda de energía eléctrica, Topoformas, Clima; los pasivos están compuestos por la Disminución de infiltración, Abundancia de fauna, Estructura/Calidad del paisaje; los críticos por la Pérdida de suelo, Reducción del hábitat de la fauna, Cobertura vegetal, Economía y los inertes, sólo por el Ruido, Calidad del agua, Características fisicoquímicas del suelo. Cabe mencionar que la demanda de energía se presenta en el centro de la referida clasificación.

Con la información descrita en la estructura de efectos y del esquema axial se formularon algunas conclusiones; sin embargo; podrían surgir un sin número de ellas, por lo que en el capítulo VI de la MIA se describen las medidas de mitigación específicas para cada uno de los factores señalados en este análisis sistémico y en la identificación de los impactos ambientales identificados para el proyecto

- El clima tiene una influencia sobre todos los factores, ya que es una causa para que se den los procesos erosivos, la distribución y riqueza de especies, el tipo de paisaje imperante en la región y las actividades humanas.

- La Pérdida de suelo, Reducción del hábitat de la fauna, Cobertura vegetal y Economía, son los factores considerados como críticos, ya que presentan y reciben una alta influencia sobre el resto de los factores del sistema ambiental Regional, mientras que la demanda de energía eléctrica y la erosión, se encuentran en los límites para ser considerados en la toma de decisiones.

- Por otro lado, la Calidad del aire, Generación de empleos, Demanda de energía eléctrica, Topoformas, Clima, presentan una alta influencia sobre el resto de los factores del sistema ambiental Regional, y a su vez y reciben un baja influenciabilidad por parte de ellos, por ejemplo, el sistema de topoformas es un factor imprescindible ya que ejerce una influencia de manera intensa sobre la pérdida del suelo y la calidad visual.

- Con respecto a los factores Disminución de infiltración, Abundancia de fauna, Estructura/Calidad del paisaje, presentan poca o nula influencia sobre el resto de los factores; sin embargo, son altamente influenciados por estos.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIO CON PROYECTO

VII.1.2.1 Aspectos abióticos

VII.1.2.1.1 Factor suelo

VII.1.2.1.1.1 Erosión hídrica y eólica una vez ejecutada la remoción de la vegetación

Este escenario representa los niveles de erosión una vez ejecutado el proyecto y remoción de la vegetación (arbórea, matorrales y herbácea) lo que representa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y sin considerar medidas de mitigación, con lo cual se estima el incremento en los niveles de erosión a causa del proyecto.

Considerando la afectación por el desmonte del área en las 604.0 ha con la ejecución del proyecto, y valorando la eliminación de la vegetación, se realizó el mismo proceso que con el escenario actual y sólo se modificó el factor C con el proyecto (capa ráster), considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación, siendo este factor de 0.45 obtenido también de la tabla de valores del libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (áreas sin vegetación apreciable ver tabla 72 Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)), este valor corresponde a una cobertura sin vegetación y un cubrimiento del suelo del 20%. Como resultado el valor promedio estimado de erosión hídrica para este escenario fue de 14.07 ton/ha/año, equivalente a 8,498.28 ton/año en las 604.0 ha evaluadas.

De acuerdo con el análisis comparando los niveles medios de erosión hídrica en toneladas por hectárea por años el actual (2.05) y con el proyecto (14.07) se tendría un incremento potencial de 12.02 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área de CUSTF (604 ha) se estima una pérdida de suelo anualmente en lo que se ejecuta el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 7,260.08 toneladas por año a consecuencia del proyecto.

Tabla 31. Incremento de la erosión hídrica

Erosión	Erosión Actual (Ton/Año)	Erosión Con Proyecto (Ton/Año)	Incremento (Ton/Año)
Erosión hídrica (ton/ha/año)	2.05	14.07	12.02
Erosión hídrica total (ton/año)	1,238.20	8,498.28	7,260.08

Sin embargo, de acuerdo con el programa general de trabajo, el desmonte del área se ejecutará de manera gradual en 8 fases que durarán un total 10 años. Por lo que se realizó un análisis de la erosión por periodo del desmonte (etapa) con lo cual se obtendría un escenario más real de los procesos erosivos a generar, esto considerando que una vez concluida una fase se procederá a compensar estos niveles con obras de conservación de suelo y agua en la parte baja, con el objetivo de retener los sedimentos arrastrados de la parte alta, con lo cual disminuirá la erosión a general por el proyecto en total y así sucesivamente.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 32. Erosión potencial hídrica por fases del proyecto

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Niveles de erosión actual Ton /Ha/año	Erosión para generar actual (ton/año)	Niveles de erosión con CUSTF Ton /Ha/año	Erosión a generar con CUSTF (ton/año)	Incremento de erosión con CUSTF (ton/año)
1	Año 1-2	335.811	1.87	628.0	11.97	4,018.00	3,390.03
2	Año 3-4	63.6032	3.05	194.0	20.70	1,316.68	1,122.69
3	5	19.6936	1.9	37.4	13.96	274.92	237.50
4	6	41.3672	1.5	62.1	10.98	454.23	392.18
5	7	50.5032	3.15	159.1	27.76	1,401.97	1,242.88
6	8	19.5775	1.63	32.0	10.89	213.20	181.23
7	9	25.9687	1.66	43.1	11.34	294.49	251.38
8	10	47.4756	1.74	82.6	11.05	524.80	442.19
Total		**604.0**		**1,238.2**		**8,498.28**	**7,260.08**

Conforme a la tabla anterior, se observa que el nivel máximo de erosión a generar será de 3,390.03 ton/año en la primera fase del proyecto (1-2 años) mientras que en las siguientes etapas los niveles de erosión son menores, con lo cual se demuestra que durante la ejecución del proyecto nunca se tendrán los niveles totales de erosión, por lo que estos son inferiores a un desmonte total, siendo esta medida (CUSTF de forma gradual y por etapas) fundamental para la prevención del proceso erosivo.

Cuando se inicie el segundo periodo de CUSTF (3-4 años) se iniciará la construcción de obras de retención de suelo de forma temporal y así sucesivamente, cuando se inicia el desmonte de la tercera fase (5 año) se iniciará la construcción de obras de retención finalmente cuando el proyecto en la última etapa (año 10) se compensará en el predio de compensación adicional; por lo que en ningún momento se tendrá la totalidad del proyecto expuesto al desmonte, esto se observa de manera gráfica a continuación,.

Por otra parte la erosión eólica al igual que la erosión hídrica tendrá un incremento cuando se ejecuten las actividades de desmonte. Como resultado el valor promedio estimado de erosión eólica para este escenario fue de 155.43 ton/ha/año, equivalente a 93,940.12 ton/año en las 604.0 ha evaluadas.

Tabla 33. Incremento de la erosión eólica.

Erosión	Erosión Actual (Ton/Año)	Erosión Con Proyecto (Ton/Año)	Incremento (Ton/Año)
Erosión eólica (ton/ha/año)	45.5	155.53	110.03
Erosión eólica total (ton/año)	27,482.00	93,940.12	66,458.12

Tabla 34. Erosión potencial eólica por fases del proyecto

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Niveles de erosión actual Ton /Ha/año	Erosión a generar actual (ton/año)	Niveles de erosión con CUSTF Ton /Ha/año	Erosión a generar con CUSTF (ton/año)	Incremento de erosión con CUSTF (ton/año)
1	Año 1-2	335.811	48.93	16,432.62	164.24	55,152.82	38,720.20
2	Año 3-4	63.6032	44.68	2,841.79	150.89	9,597.09	6,755.30
3	5	19.6936	56.35	1,109.73	201.63	3,970.82	2,861.09
4	6	41.3672	41.58	1,720.05	140.53	5,813.36	4,093.31
5	7	50.5032	37.90	1,914.07	157.99	7,979.00	6,064.93
6	8	19.5775	35.88	702.44	123.32	2,414.30	1,711.86

CONSULTA PÚBLICA

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Niveles de erosión actual Ton /Ha/año	Erosión a generar actual (ton/año)	Niveles de erosión con CUSTF Ton /Ha/año	Erosión a generar con CUSTF (ton/año)	Incremento de erosión con CUSTF (ton/año)
7	9	25.9687	37.24	967.19	125.54	3,260.11	2,292.92
8	10	47.4756	37.79	1,794.10	121.17	5,752.62	3,958.52
Total		604.0		27,482.00		93,940.12	66,458.12

Conforme a la tabla anterior, se observa que el nivel máximo de erosión eólica a generar será de 38,720.20 ton/año en la primera fase del proyecto (1-2 años) mientras que en las siguientes etapas los niveles de erosión son menores, con lo cual se demuestra que durante la ejecución del proyecto nunca se tendrán los niveles totales de erosión, por lo que estos son inferiores a una desmonte total, siendo esta medida (CUSTF de forma gradual y por etapas) fundamental para la prevención del proceso erosivo.

Cuando se inicie el segundo periodo de CUSTF (3-4 años) se iniciará la construcción de obras de retención de suelo de forma temporal y así sucesivamente, cuando se inicia el desmonte de la tercera fase (5 año) se iniciará la construcción de obras de retención finalmente cuando el proyecto en la última etapa (año 10) se compensará en el predio de compensación adicional; por lo que en ningún momento se tendrá la totalidad del proyecto expuesto al desmonte, esto se observa de manera gráfica a anterior.

VII.1.2.1.2 Factor agua

VII.1.2.1.2.1 Infiltración superficial una vez ejecutada la remoción de la vegetación

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal y con la remoción de la vegetación en general que afectará una superficie total de 604.0 ha, por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración, por lo que para determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodologías del balance hidrológico, con la modificación de las variables de Intercepción y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación (Infiltración = P – (Int + Ev + E)).

Con base a las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se llegó al siguiente resultado:

$$\text{Infiltración} = 3{,}184{,}288 - (0 + 2{,}260{,}960 + 399{,}547) = 523{,}780\ m^3$$

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tendría una disminución de 14,786 m^3 (538,567 – 523,780) volumen que se incrementa en el escurrimiento. Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas de mitigación que se detallan en el capítulo XI y X que corresponde a la restauración del sitio del proyecto al finalizar la fase operativa en la etapa de abandono y de un predio de compensación adicional a través de la reforestación con especies nativas.

Tabla 35. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios

Infiltración actual (m^3)	Infiltración con CUSTF (m^3)	Diferencia (m^3)
538,567	523,780	14,786

CONSULTA PÚBLICA

Considerando las etapas o fases descritas en el capítulo II e igualmente presentado en la figura y tabla siguientes de este capítulo considerando el desmonte gradual (etapa) con lo cual se obtendría un escenario más real del impacto en la disminución de la infiltración, esto considerando que una vez concluida una fase se procederá a compensar estos niveles con obras de conservación de suelo y agua en la parte baja, con el objetivo de aumentar la infiltración, con lo cual aumentará este proceso hacia el acuífero.

Tabla 36. Infiltración total y por fases del proyecto

Fase	Año de CUSTF	Área de CUSTF (ha)	Infiltración promedio m3/Ha/año actual	Infiltración actual (m3/año)	Infiltración promedio m3/Ha/año con CUSTF	Infiltración con CUSTF (m3/año)	Disminución de infiltración por fase (m3/año)	Disminución de infiltración acumulada (m3/año)
1	Año 1-2	335.811	891.667	299,432	867.186	291,211	-8,220.99	-8,220.99
2	Año 3-4	63.6032	891.667	56,713	867.186	55,156	-1,557.07	-17,999.05
3	5	19.6936	891.667	17,560	867.186	17,078	-482.12	-28,259.23
4	6	41.3672	891.667	36,886	867.186	35,873	-1,012.71	-39,532.11
5	7	50.5032	891.667	45,032	867.186	43,796	-1,236.37	-52,041.37
6	8	19.5775	891.667	17,457	867.186	16,977	-479.28	-65,029.91
7	9	25.9687	891.667	23,155	867.186	22,520	-635.74	-78,654.18
8	10	47.4756	891.667	42,332	867.186	41,170	-1,162.25	-85,219.71
Total		**604**		**538,567**		**523,780**	**-14,787**	

Conforme a la tabla anterior, se observa que el nivel de pérdida de infiltración a generar en el año de mayor impacto será de -85,219.71 m^3/año en el último año (10 año) mientras que en las siguientes etapas los niveles de reducción en la infiltración son menores, con lo cual se demuestra que durante la ejecución del proyecto nunca se tendrán los niveles considerando el impacto total, por lo que el impacto de este impacto real es inferior a un desmonte total, siendo esta medida (CUSTF de forma gradual y por etapas) fundamental para la reducción de la magnitud del impacto en la hidrología.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.2.2 Aspectos bióticos

VII.1.2.2.1 Factor flora

VII.1.2.2.1.1 Comparativa del Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE)

Con la finalidad de tener un punto comparativo de la afectación que implica el desarrollo del proyecto en el factor flora, a continuación, se presenta una relación de las especies que se infirieron para el área forestal del proyecto (AFP) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Los datos fueron retomados del análisis presentado en el capítulo IV, de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

En este apartado se presenta una comparativa entre las especies presentes en el Área Forestal del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional, el análisis se divide por estratos y para cada tipo de vegetación.

VII.1.2.2.1.1.1 Vegetación secundaria de pastizal natural

Estrato arbóreo

El IVIE del estrato arbóreo muestra que tanto en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en el Área Forestal del Proyecto (AFP) existe una marcada dominancia de *Prosopis velutina*, especie que concentra casi la totalidad del peso ecológico del dosel, esto indica que la estructura del bosque en ambos sitios está fuertemente determinada por esta especie, característica típica de comunidades semiáridas.

En el SAR, aunque *P. velutina* sigue siendo dominante, se registra una mayor participación de especies acompañantes como *Celtis caudata*, *Quercus emoryi* y *Q. oblongifolia*, que aportan valores bajos pero presentes en el IVIE, esto genera una estructura ligeramente más heterogénea y con mayor resiliencia ecológica.

En contraste, en el AFP la dominancia de *P. velutina* es aún más marcada y solo *Celtis caudata* contribuye de manera secundaria, mientras que las especies de *Quercus* no tienen representación en el índice, esto refleja un sistema más simplificado y ecológicamente vulnerable, donde prácticamente todo el aporte estructural recae en una sola especie.

En síntesis, el SAR presenta una comunidad arbórea ligeramente más diversa y estable, mientras que el AFP muestra una estructura más homogénea y dependiente de *P. velutina*, asociada a disturbios previos o condiciones ambientales más restrictivas.

Tabla 37. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato arbóreo de la vegetación secundaria de PN

ESTRATO ARBÓREO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Celtis caudata	6.6	9.0
Prosopis velutina	279.1	291.0
Quercus emoryi	10.9	-
Quercus oblongifolia	3.3	-
TOTAL	300.0	300.0

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de regeneración

El estrato de regeneración presenta en ambos sitios una dominancia muy marcada de *Prosopis velutina*, con valores más altos en el AFP (269.2) respecto al SAR (220.9), esto indica que *P. velutina* no solo domina el dosel, sino también la regeneración, asegurando su continuidad ecológica y reafirmando su papel como especie estructurante del sistema.

En el SAR, además de *P. velutina*, se observa una mayor contribución de especies secundarias, principalmente *Eysenhardtia orthocarpa* y en menor proporción *Celtis caudata*, esta presencia más equilibrada sugiere un proceso de regeneración ligeramente más diverso y potencialmente más estable a largo plazo.

En el AFP, aunque *E. orthocarpa* mantiene participación, lo hace en menor medida, mientras que *C. caudata* presenta valores muy bajos, esto refleja una regeneración más simplificada, donde casi todo el peso ecológico recae en *P. velutina*, lo cual puede estar asociado a disturbios previos, degradación del suelo o condiciones más favorables únicamente para esta especie.

En conclusión, el SAR muestra un proceso de regeneración más diverso, mientras que el AFP evidencia una fuerte concentración en *P. velutina*, indicando mayor homogeneidad y menor resiliencia ecológica.

Tabla 38. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato de regeneración de la vegetación secundaria de PN

ESTRATO REGENERACIÓN	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Celtis caudata	13.6	2.5
Eysenhardtia orthocarpa	65.6	28.3
Prosopis velutina	220.9	269.2
TOTAL	**300.0**	**300.0**

Estrato arbustivo

En el SAR, la comunidad está dominada por *Fouquieria splendens* y *Mimosa dysocarpa*, seguidas por *Calliandra eriophylla*, este patrón indica un ensamble más diverso y equilibrado, donde varias especies aportan de manera importante a la composición y función del estrato, favoreciendo una mayor heterogeneidad estructural.

En contraste, en el AFP, la dominancia se concentra principalmente en *Mimosa dysocarpa* y *Calliandra eriophylla*, aunque *Fouquieria splendens* mantiene presencia, su aporte es menor, esta configuración sugiere una comunidad más simplificada y con dominancia más marcada, posiblemente reflejo de presiones antrópicas o condiciones ambientales que favorecen a pocas especies tolerantes o colonizadoras.

Además, en el SAR aparece un mayor número de especies con contribuciones moderadas (por ejemplo, *Dalea bicolor*, *Lasianthaea fruticosa*, *Erythrina flabelliformis*), mientras que en el AFP estas están ausentes, lo que evidencia una pérdida de diversidad arbustiva en el sitio del proyecto.

En conclusión, el SAR presenta un estrato arbustivo más heterogéneo y estructuralmente complejo, mientras que el AFP muestra una composición más restringida y con fuerte dominancia de pocas especies, indicativo de menor integridad ecológica y resiliencia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 39. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato arbustivo de la vegetación secundaria de PN

ESTRATO ARBUSTIVO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Acourtia thurberi	3.4	-
Artemisia ludoviciana	3.3	5.9
Baccharis sarothroides	3.6	-
Calliandra eriophylla	66.8	107.7
Dalea bicolor var. argyrea	12.9	-
Erythrina flabelliformis	5.6	-
Fouquieria splendens	88.8	45.1
Gymnosperma glutinosum	9.4	8.1
Lasianthaea fruticosa	13.0	-
Matelea producta	2.8	-
Mimosa dysocarpa	81.1	123.1
Tecoma stans	9.3	10.2
TOTAL	300.0	300.0

Estrato de otras especies

El estrato de "otras especies", compuesto principalmente por agaváceas y cactáceas, muestra diferencias notables entre ambos sitios que reflejan variaciones en la estructura y composición ecológica.

En el Sistema Ambiental Regional (SAR), la mayor contribución al IVIE proviene de *Dasylirion wheeleri*, seguida por *Yucca schottii* y *Coryphantha recurvata*, este patrón indica una comunidad relativamente equilibrada, donde varias especies aportan de manera importante a la composición del estrato, generando una estructura más diversa y funcional. Además, el SAR presenta mayor número de especies exclusivas (*Agave wocomahi*, *Opuntia gosseliniana*), lo cual refuerza su mayor riqueza y variabilidad ecológica.

En el Área Forestal del Proyecto, aunque *Yucca schottii* también destaca, la dominancia se desplaza hacia *Opuntia robusta*, *Opuntia chlorotica* y *Echinocereus fasciculatus*, la reducción del IVIE de *Dasylirion wheeleri* en el SAR sugiere cambios en la estructura del estrato asociados a disturbios, donde especies más resistentes o tolerantes a perturbación ganan predominio, también se observa una menor presencia de especies exclusivas, lo que indica pérdida de heterogeneidad ecológica en comparación con el SAR.

En conjunto, el SAR presenta un estrato más diverso, complejo y equilibrado, mientras que el AFP muestra una composición más simplificada, con dominancia de especies oportunistas o adaptadas a condiciones más perturbadas, estas diferencias reflejan una mayor integridad ecológica en el SAR y una posible degradación o presión ambiental en el AFP.

Tabla 40. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato otras especies de la vegetación secundaria de PN

ESTRATO OTRAS ESPECIES	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Agave palmeri	16.8	19.2
Agave wocomahi	4.6	-
Coryphantha recurvata	35.0	23.9
Cylindropuntia imbricata	26.3	22.5
Dasylirion wheeleri	76.3	48.4
Echinocereus fasciculatus	5.9	20.0
Echinocereus rigidissimus	28.6	22.4
Mammillaria heyderi	21.2	14.9
Opuntia chlorotica	14.4	32.2

CONSULTA PÚBLICA

ESTRATO OTRAS ESPECIES	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Opuntia gosseliniana	12.0	-
Opuntia robusta	10.4	39.1
Yucca schottii	48.4	57.5
TOTAL	300.0	300.0

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo muestra diferencias notables entre ambos sitios que reflejan variaciones en la estructura y composición ecológica.

En el Sistema Ambiental Regional (SAR), la mayor contribución al IVIE proviene de *Melinis repens*, seguida por *Eragrostis intermedia* y *Sporobolus airoides*, este patrón indica una comunidad relativamente equilibrada, donde varias especies aportan de manera importante al estrato, generando una estructura más diversa y funcional. Además, el SAR presenta mayor número de especies con contribuciones moderadas como; *Bouteloua gracilis*, *Chloris virgata* y *Bidens bigelovii*, lo cual refuerza su mayor riqueza y variabilidad ecológica.

En el Área Forestal del Proyecto, aunque *Eragrostis intermedia* y *Sporobolus airoides* también destacan, la dominancia se desplaza hacia especies como *Bouteloua reflexa* y *Chamaecrista absus*, la reducción del IVIE de *Melinis repens* sugiere cambios en la estructura del estrato asociados a disturbios, donde especies oportunistas o tolerantes a perturbación ganan predominio, también se observa una menor presencia de especies con aportes intermedios, lo que indica una pérdida de heterogeneidad ecológica en comparación con el SAR.

En conjunto, el SAR presenta un estrato herbáceo más diverso, complejo y equilibrado, mientras que el AFP muestra una composición más simplificada, con dominancia de especies pioneras o adaptadas a condiciones más perturbadas, estas diferencias reflejan una mayor integridad ecológica en el SAR y una posible degradación o presión ambiental en el AFP.

Tabla 41. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato herbáceo de la vegetación secundaria de PN

ESTRATO HERBÁCEO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Amaranthus palmeri	14.2	14.7
Aristida ternipes	9.5	10.1
Bidens bigelovii	13.2	6.3
Bouteloua gracilis	24.3	19.5
Bouteloua radicosa	2.5	2.3
Bouteloua reflexa	7.7	25.5
Chamaecrista absus	13.8	20.9
Chloris virgata	23.8	23.8
Cleome viscosa	3.2	1.2
Cosmos sulphureus	1.6	2.5
Crotalaria pumila	1.2	1.9
Cynodon dactylon	1.2	2.3
Digitaria californica	6.0	-
Eragrostis intermedia	50.7	56.9
Galinsoga parviflora	0.7	1.3
Gomphrena caespitosa	3.4	3.7
Lycurus phleoides	4.6	6.4
Machaeranthera gracilis	0.5	-
Melinis repens	63.0	18.5

CONSULTA PÚBLICA

ESTRATO HERBÁCEO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Panicum coloratum	1.2	4.7
Parthenium incanum	9.5	16.6
Sicyos laciniatus	0.7	1.5
Solanum rostratum	0.6	-
Sporobolus airoides	41.0	55.6
Tetramerium nervosum	1.1	1.6
Zinnia elegans	0.7	2.1
TOTAL	300.0	300.0

VII.1.2.2.1.1.2 Vegetación secundaria de bosque de encino

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo de la vegetación secundaria de bosque de encino muestra diferencias claras entre ambos sitios, reflejando variaciones en la composición y en la estructura ecológica asociadas al grado de conservación o perturbación.

En el Sistema Ambiental Regional, la mayor contribución al IVIE proviene de *Quercus emoryi*, seguida por *Quercus oblongifolia*, estas dos especies dominan la estructura del estrato, representando la base del bosque de encino secundario, la presencia adicional de *Juniperus deppeana* y *Eysenhardtia orthocarpa* aporta heterogeneidad estructural y funcional, indicando que el SAR conserva elementos arbóreos complementarios que enriquecen la comunidad.

En el Área Forestal del Proyecto, aunque la dominancia sigue centrada en *Quercus emoryi* y *Quercus oblongifolia*, se observa la ausencia de *Juniperus deppeana* y *Eysenhardtia orthocarpa*, lo que evidencia una reducción en la diversidad arbórea del estrato, esta simplificación estructural puede asociarse a procesos de disturbio o a condiciones ambientales menos favorables para la regeneración y permanencia de especies acompañantes.

En conjunto, el SAR presenta un estrato arbóreo más diverso y estructuralmente complejo, mientras que el AFP muestra una composición más restringida y dominada exclusivamente por especies del género *Quercus*, estas diferencias reflejan mayor integridad ecológica en el SAR y una posible pérdida de heterogeneidad y resiliencia en el AFP.

Tabla 42. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato arbóreo de la vegetación secundaria de BQ

ESTRATO ARBÓREO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Eysenhardtia orthocarpa	3.4	-
Juniperus deppeana	11.6	-
Quercus emoryi	230.2	236.0
Quercus oblongifolia	54.8	64.0
TOTAL	300.0	300.0

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de regeneración

El estrato de regeneración de la vegetación secundaria de bosque de encino muestra diferencias marcadas entre ambos sitios, reflejando contrastes en la dinámica de reclutamiento y en la composición ecológica.

En el Sistema Ambiental Regional, la mayor contribución al IVIE proviene de *Quercus emoryi*, seguida por *Eysenhardtia orthocarpa* y *Quercus oblongifolia*, este patrón indica un proceso de regeneración relativamente equilibrado, donde además de las especies dominantes del bosque de encino, persisten especies acompañantes como *Eysenhardtia orthocarpa* y *Juniperus deppeana*, que aportan diversidad y favorecen una estructura más compleja y funcional del estrato.

En el Área Forestal del Proyecto, la dominancia se desplaza hacia *Eysenhardtia orthocarpa*, mientras que la contribución de *Quercus emoryi* disminuye significativamente. Asimismo, *Quercus oblongifolia* presenta un valor menor y *Juniperus deppeana* está ausente, esta reconfiguración sugiere un proceso de regeneración más alterado, donde las especies tolerantes a disturbio o de rápido crecimiento adquieren mayor importancia ecológica, mientras que la regeneración de las especies estructurales del bosque, especialmente *Quercus emoryi*, es menos robusta.

En conjunto, el SAR presenta un estrato de regeneración más diverso y coherente con la estructura natural del bosque de encino, mientras que el AFP muestra una composición más simplificada y dominada por especies oportunistas, estas diferencias reflejan una mayor integridad ecológica en el SAR y una posible presión ambiental o alteración del proceso de regeneración en el AFP.

Tabla 43. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato de regeneración de la vegetación secundaria de BQ

ESTRATO REGENERACIÓN	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Eysenhardtia orthocarpa	102.9	194.9
Juniperus deppeana	8.7	-
Quercus emoryi	153.8	83.1
Quercus oblongifolia	34.6	22.0
TOTAL	**300.0**	**300.0**

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo de la vegetación secundaria de bosque de encino presenta diferencias claras entre los sitios evaluados, evidenciando variaciones en los procesos sucesionales, la respuesta al disturbio y la estructura ecológica asociado al encinar.

En el Sistema Ambiental Regional, el IVIE muestra una mayor contribución de *Fouquieria splendens* y *Mimosa dysocarpa* , seguidas por *Gymnosperma glutinosum* y *Erythrina flabelliformis*. Estas especies, características de ambientes abiertos y condiciones de sucesión temprana a intermedia, aportan heterogeneidad estructural y funcional al estrato, la presencia de diversos taxa con valores moderados como; *Acourtia thurberi*, *Archibaccharis serratifolia*, *Calliandra eriophylla* y *Rhus trilobata* indica que el SAR mantiene una composición arbustiva relativamente equilibrada, donde la coexistencia de especies tolerantes a sequía y de respuesta rápida permite una comunidad más compleja y estable.

CONSULTA PÚBLICA

En el AFP, la estructura del estrato arbustivo se encuentra notablemente dominada por *Mimosa dysocarpa*, cuya contribución supera ampliamente a la del resto de las especies. En este sitio, los valores de *Fouquieria splendens*, *Erythrina flabelliformis* y *Gymnosperma glutinosum* son menores en comparación con la dominancia principal, lo que refleja una composición más simplificada y fuertemente influida por especies oportunistas. Además, la presencia de especies como *Artemisia ludoviciana* y *Melampodium sericeum* con valores considerables sugiere condiciones de mayor perturbación o apertura del dosel, que favorecen a especies pioneras y de rápido establecimiento.

En conjunto, el SAR presenta un estrato arbustivo más diverso y balanceado, con una mayor representación de especies propias de ecotonos entre matorral y encinar, lo cual sugiere un proceso sucesional más avanzado o una menor presión de disturbio reciente. En contraste, el AFP muestra una estructura arbustiva más homogénea y fuertemente dominada por *Mimosa dysocarpa*, reflejando una dinámica asociada a perturbación más intensa o frecuente, estas diferencias indican una mayor integridad ecológica en el SAR y un estado más alterado del estrato arbustivo en el AFP.

Tabla 44. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato arbustivo de la vegetación secundaria de BQ

ESTRATO ARBUSTIVO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Acourtia thurberi	25.7	-
Archibaccharis serratifolia	9.0	14.9
Artemisia ludoviciana	7.0	20.2
Baccharis sarothroides	24.7	-
Calliandra eriophylla	10.1	21.9
Dalea bicolor var. argyrea	7.1	-
Erythrina flabelliformis	18.9	36.2
Fouquieria splendens	61.1	36.7
Gymnosperma glutinosum	39.7	30.2
Lasianthaea fruticosa	19.0	-
Melampodium sericeum	6.3	18.2
Mimosa dysocarpa	59.5	121.6
Rhus trilobata	11.8	-
TOTAL	300.0	300.0

Estrato de otras especies

El estrato de "otras especies" dentro de la vegetación secundaria de bosque de encino evidencia diferencias importantes entre el Sistema Ambiental Regional y el Área Forestal del Proyecto, las cuales reflejan variaciones en la composición ecológica y en el grado de perturbación del sitio.

En el Sistema Ambiental Regional, la mayor contribución al IVIE proviene de *Cheilanthes lozanoi* y *Dasylirion wheeleri*, seguidas por *Astrolepis cochisensis*, *Coryphantha recurvata* y *Agave palmeri,* este patrón indica una comunidad más diversa y equilibrada, donde coexisten especies típicamente asociadas a ambientes rocosos o de ladera (*Cheilanthes*, *Argyrochosma*) junto con cactáceas y agaváceas características de zonas semiáridas, la presencia de especies exclusivas del SAR, como *Argyrochosma incana*, refuerza la mayor heterogeneidad ecológica del sitio y sugiere una estructura menos perturbada, con condiciones microambientales más estables.

CONSULTA PÚBLICA

En el Área Forestal del Proyecto, aunque *Cheilanthes lozanoi* y *Dasylirion wheeleri* siguen siendo las especies con mayor aporte al IVIE, se observa un incremento notable en especies asociadas a condiciones más abiertas o perturbadas, como *Astrolepis cochisensis*, *Opuntia chlorotica* y *Echinocereus fasciculatus*, la ausencia de *Argyrochosma incana* y la disminución de *Agave palmeri* y *Cylindropuntia imbricata* podrían reflejar cambios microambientales vinculados a disturbios antrópicos o a una menor retención de humedad y cobertura del suelo. Asimismo, la composición general del estrato en el AFP muestra una mayor homogenización, con predominio de especies oportunistas o tolerantes a perturbación.

En conjunto, el SAR presenta un estrato de "otras especies" más diverso, equilibrado y compuesto por especies indicadoras de microhábitats conservados, mientras que el AFP refleja una estructura más simplificada, con mayor dominancia de especies adaptadas a estrés o disturbio, estas diferencias señalan una mayor integridad ecológica en el SAR y posibles presiones ambientales en el AFP que han modificado la composición y funcionalidad del estrato.

Tabla 45. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato otras especies de la vegetación secundaria de BQ

ESTRATO OTRAS ESPECIES	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Agave palmeri	17.2	7.6
Argyrochosma incana	12.1	-
Astrolepis cochisensis	19.7	39.7
Cheilanthes lozanoi	86.7	107.2
Coryphantha recurvata	18.5	12.1
Cylindropuntia imbricata	24.5	11.6
Dasylirion wheeleri	73.9	65.4
Echinocereus fasciculatus	4.6	10.5
Echinocereus rigidissimus	5.4	9.4
Mammillaria heyderi	6.2	5.7
Opuntia chlorotica	8.7	14.0
Opuntia robusta	22.5	16.7
TOTAL	300.0	300.0

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo de la vegetación secundaria de bosque de encino muestra contrastes importantes entre el Sistema Ambiental Regional y el Área Forestal del Proyecto, reflejando diferencias en la estructura, dinámica y nivel de perturbación del sotobosque.

En el Sistema Ambiental Regional, las mayores contribuciones al IVIE provienen de *Melinis repens*, *Eragrostis intermedia*, *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua reflexa*. Estas especies, representativas de pastizales asociados a bosques abiertos, indican un sotobosque funcional donde coexisten gramíneas perennes y anuales, proporcionando una cobertura herbácea diversa, la presencia de varias especies exclusivas del SAR, como *Acourtia humboldtii*, *Bouteloua radicosa* y *Cosmos sulphureus*, sugiere una mayor heterogeneidad ambiental y una menor alteración del microhábitat. Además, la contribución relevante de *Lycurus phleoides* y *Sporobolus airoides* refuerza la estructura ecológica propia de un estrato herbáceo más equilibrado y complejo.

En el Área Forestal del Proyecto, la dominancia se concentra en *Melinis repens* y *Eragrostis intermedia*, valores notablemente superiores a los registrados en el SAR, este incremento indica una mayor presencia de especies oportunistas o favorecidas por disturbios, que tienden a expandirse rápidamente en áreas con mayor apertura del

CONSULTA PÚBLICA

dosel o menor estabilidad del suelo. Asimismo, se observa un aumento de *Chloris virgata* y *Amaranthus palmeri*, ambas especies comúnmente asociadas a suelos removidos o condiciones de perturbación, la reducción de *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua reflexa*, junto con la ausencia de varias especies que sí están presentes en el SAR, sugiere una simplificación de la comunidad herbácea y una disminución de la diversidad funcional.

En conjunto, el SAR presenta un estrato herbáceo más diverso, equilibrado y representativo de condiciones ecológicas más conservadas, mientras que el AFP muestra una mayor dominancia de especies oportunistas y una composición más homogénea, estas diferencias reflejan una mayor integridad ecológica del estrato herbáceo en el SAR y evidencian posibles procesos de degradación o disturbio en el AFP.

Tabla 46. Listado de comparación de especies e IVIE %, del estrato herbáceo de la vegetación secundaria de BQ

ESTRATO HERBÁCEO	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE)	
	SAR	AFP
Acourtia humboldtii	1.0	-
Amaranthus palmeri	2.9	5.7
Bidens bigelovii	16.3	7.0
Bouteloua gracilis	41.4	19.5
Bouteloua radicosa	5.4	-
Bouteloua reflexa	35.7	38.4
Chamaecrista absus	9.7	8.7
Chloris virgata	4.0	14.1
Cleome viscosa	4.1	-
Cosmos sulphureus	5.9	-
Eragrostis intermedia	43.7	77.0
Gomphrena caespitosa	1.6	-
Lycurus phleoides	30.6	24.7
Melinis repens	67.7	79.5
Panicum coloratum	0.9	-
Parthenium incanum	4.7	8.1
Plantago rhodosperma	2.2	-
Sporobolus airoides	20.6	17.2
Zinnia elegans	1.4	-
TOTAL	**300.0**	**300.0**

VII.1.2.2.1.2 Comparativa de los índices de diversidad

VII.1.2.2.1.2.1 Vegetación secundaria de pastizal natural

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo, ambos sitios registran una riqueza y diversidad baja, con una estructura fuertemente dominada por *Prosopis velutina*. El SAR presentó una abundancia de 258 individuos y una riqueza específica de cuatro especies, indicando una baja riqueza reflejada por el índice de Margalef, el índice de Shannon fue igualmente bajo con relación a la diversidad máxima esperada, lo cual se asocia con la baja equidad registrada mediante el índice de Pielou, la dominancia estuvo marcada por *P. velutina*, que representó el 96.51 % de acuerdo con el índice de Berger-Parker. En el AFP, aunque la abundancia fue ligeramente menor (230 individuos), la riqueza se redujo a dos especies, con un índice de Margalef de apenas 0.18, la diversidad también fue baja (Shannon 0.09), en comparación con su diversidad máxima esperada (0.69), presentando igualmente una equidad baja de Pielou de 0.13, la dominancia de P. *velutina* fue aún más marcada en este sitio (98.26 %).

CONSULTA PÚBLICA

En conjunto, ambos sitios presentan un estrato arbóreo simplificado y dominado por una sola especie, siendo AFP el sitio con menor riqueza y mayor dominancia.

Tabla 47. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato arbóreo en la vegetación secundaria de PN

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	4	2
Índice de Margalef (SMg)	0.54	0.18
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.18	0.09
Diversidad máxima (H max)	1.39	0.69
Equidad de Pielou (J)	0.13	0.13
Índice de Berger-Parker	0.9651	0.9826

Estrato de regeneración

En el estrato de regeneración, ambos sitios mostraron una baja riqueza específica, aunque con diferencias claras en diversidad, equidad y dominancia. El SAR registró 189 individuos y tres especies, con un índice de Margalef de 0.38, la diversidad fue baja pero mayor respecto a AFP (Shannon 0.77), en relación con su diversidad máxima esperada. Este comportamiento se reflejó en una equidad media de Pielou de 0.70, cercana a valores altos, la especie dominante fue *Prosopis velutina*, con un 67.20 % de dominancia. En contraste, el AFP registró una abundancia mayor (230 individuos) y la misma riqueza (tres especies), pero con menor valor de diversidad de Shannon (0.36), la equidad de Pielou se clasificó como baja (0.33), principalmente debido a la fuerte dominancia de *P. velutina*, que alcanzó un 89.30 % según Berger-Parker.

El análisis comparativo muestra que el SAR presenta una regeneración más equitativa y estructuralmente heterogénea, mientras que en AFP la regeneración se encuentra más simplificada y fuertemente dominada por una sola especie.

Tabla 48. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato de regeneración en la vegetación secundaria de PN

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	3	3
Índice de Margalef (SMg)	0.38	0.37
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.77	0.36
Diversidad máxima (H max)	1.10	1.10
Equidad de Pielou (J)	0.70	0.33
Índice de Berger-Parker	0.6720	0.8930

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se observaron diferencias marcadas en riqueza y diversidad entre los sitios. En el SAR se registraron 1,442 individuos correspondientes a 12 especies, con un índice de Margalef de 1.51, clasificándose como un estrato de baja riqueza, pero relativamente más diverso que el AFP, el índice de Shannon fue bajo (1.59), con una equidad media de Pielou (0.64), la especie dominante fue *Calliandra eriophylla*, representando el 41.75 % del total. En el AFP la abundancia total fue ligeramente mayor (1,619 individuos), pero la riqueza disminuyó significativamente a seis especies, con un índice de Margalef de 0.68, la diversidad del índice de Shannon también fue menor (0.98), la equidad de Pielou se mantuvo en valores medios (0.55), mientras que la dominancia de *C. eriophylla* aumentó considerablemente (62.45 %).

CONSULTA PÚBLICA

Estos resultados indican que el SAR presenta un estrato arbustivo más complejo y equilibrado, mientras que el AFP muestra una comunidad más homogénea y dominada.

Tabla 49. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato arbustivo en la vegetación secundaria de PN

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	12	6
Índice de Margalef (SMg)	1.51	0.68
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.59	0.98
Diversidad máxima (H max)	2.48	1.79
Equidad de Pielou (J)	0.64	0.55
Índice de Berger-Parker	0.4175	0.6245

Estrato de otras especies

Este estrato muestra condiciones de diversidad media-alta en ambos sitios. En el SAR se registraron 240 individuos y 12 especies, con un índice de Margalef de 2.01, indicando riqueza media, el índice de Shannon (2.19) estuvo cercano a la diversidad máxima esperada (2.48), evidenciando equidad media estructural de Pielou (0.88), la dominancia fue baja, destacando *Dasylirion wheeleri* con un 18.75 % del total. En el AFP la abundancia fue menor (64 individuos), aunque la riqueza se mantuvo relativamente alta (10 especies), reflejada en un índice de Margalef ligeramente superior (2.16), la diversidad fue similar a la del SAR (2.27), con una equidad muy alta de Pielou (0.99), la especie dominante fue *Opuntia robusta*, con un 15.63 %.

Ambos sitios presentan comunidades equilibradas y diversas en este estrato, con AFP mostrando mayor equidad y ligeramente menor dominancia.

Tabla 50. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato de otras especies en la vegetación secundaria de PN

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	12	10
Índice de Margalef (SMg)	2.01	2.16
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.19	2.27
Diversidad máxima (H max)	2.48	2.30
Equidad de Pielou (J)	0.88	0.99
Índice de Berger-Parker	0.1875	0.1563

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo fue el más abundante y uno de los más diversos en ambos sitios. En el SAR se registraron 11,251 individuos pertenecientes a 26 especies, con un índice de Margalef de 2.68, indicador de riqueza media, la diversidad del índice de Shannon fue media (2.32), en relación con una diversidad máxima esperada de 3.26, registrándose una equidad alta mediante el índice de Pielou (0.71), la especie dominante fue *Melinis repens*, con un 23.55 %. En el AFP la abundancia fue menor (9,491 individuos), al igual que la riqueza (23 especies), reflejada en un índice de Margalef de 2.40. No obstante, la diversidad fue ligeramente mayor que en SAR (2.45), la equidad de Pielou se clasificó como alta (0.78), con *Sporobolus airoides* como especie dominante (21.20 %).

En síntesis, ambos sitios presentan comunidades herbáceas diversas y equitativas, siendo AFP ligeramente más diverso y equitativo, mientras que SAR presenta mayor riqueza total.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 51. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato herbáceo en la vegetación secundaria de PN

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	26	23
Índice de Margalef (SMg)	2.68	2.40
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.32	2.45
Diversidad máxima (H max)	3.26	3.14
Equidad de Pielou (J)	0.71	0.78
Índice de Berger-Parker	0.2355	0.2120

El análisis comparativo muestra que el Sistema Ambiental Regional (SAR) tiende a presentar mayor riqueza y diversidad en la mayoría de los estratos, especialmente en el arbustivo y en la regeneración, mientras que el Área Forestal del Proyecto (AFP) presenta comunidades con mayor dominancia y menor equidad, particularmente en los estratos arbóreo, regenerativo y arbustivo. No obstante, en los estratos de otras especies y herbáceo, el AFP muestra altos niveles de equidad y diversidad comparables e incluso ligeramente superiores a los del SAR.

En conjunto, estos patrones reflejan diferencias en la estructura y composición de la vegetación asociadas a procesos de disturbio, regeneración y dominancia específica presentes en cada sitio.

VII.1.2.2.1.2.2 Vegetación secundaria de bosque de encino

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo, ambos sitios registran baja riqueza y diversidad, con marcada dominancia de *Quercus emoryi*. En el SAR se contabilizaron 246 individuos pertenecientes a cuatro especies, lo cual se reflejó en un índice de Margalef de 0.54, característico de baja riqueza, la diversidad estructural referente al índice de Shannon también fue baja (0.49), acompañada de una equidad igualmente baja según el índice de Pielou (0.36), la dominancia de *Q. emoryi* fue elevada, representando el 85.37 % del total. Por su parte, el AFP presentó menor abundancia (203 individuos) y una riqueza reducida a dos especies, con un índice de Margalef de 0.19, la diversidad del índice de Shannon permaneció baja (0.39), aunque la equidad de Pielou fue moderadamente mayor (0.57), debido a una ligera distribución más equitativa entre especies. Aun así, la dominancia de *Q. emoryi* se mantuvo muy elevada (86.70 %).

En conjunto, el estrato arbóreo muestra simplificación estructural en ambos sitios, con AFP presentando menor riqueza, pero una equidad relativamente mayor.

Tabla 52. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato arbóreo en la vegetación secundaria de BQ

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	4	2
Índice de Margalef (SMg)	0.54	0.19
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.49	0.39
Diversidad máxima (H max)	1.39	0.69
Equidad de Pielou (J)	0.36	0.57
Índice de Berger-Parker	0.8537	0.8670

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de regeneración

En el estrato de regeneración, el SAR registró 148 individuos y cuatro especies, con un índice de Margalef de 0.60, que corresponde a baja riqueza, la diversidad del índice de Shannon fue baja (0.98) en relación a su diversidad máxima (1.39), aunque con una equidad alta de Pielou (0.71), la especie dominante fue *Q. emoryi*, con un 56.08 % del total, reflejando un patrón aún equilibrado en la regeneración. En contraste, el AFP presentó 64 individuos y tres especies, con un índice de Margalef de 0.48, la diversidad del índice de Shannon fue igualmente baja (0.69) respecto a la máxima esperada (1.10), con equidad media de Pielou (0.63). Sin embargo, a diferencia del SAR, la dominancia estuvo marcada por *Eysenhardtia orthocarpa*, que concentró el 86.70 % de la abundancia.

Comparativamente, el SAR presenta una regeneración más diversa y equitativa, mientras que en el AFP la regeneración es más pobre en riqueza y fuertemente dominada por una sola especie.

Tabla 53. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato de regeneración en la vegetación secundaria de BQ

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	4	3
Índice de Margalef (SMg)	0.60	0.48
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.98	0.69
Diversidad máxima (H max)	1.39	1.10
Equidad de Pielou (J)	0.71	0.63
Índice de Berger-Parker	0.5608	0.7188

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se observaron diferencias consistentes entre ambos sitios. En el SAR se registraron 386 individuos y una riqueza de 13 especies, con un índice de Margalef de 2.01, clasificándose como un estrato de riqueza media, la diversidad referente al índice de Shannon fue también media (2.31), con una equidad de Pielou alta (0.90), la dominancia recayó en *Mimosa dysocarpa*, con solo el 19.95 %, reflejando una estructura equilibrada. Por el contrario, el AFP mostró menor abundancia (307 individuos) y una riqueza reducida a ocho especies, con un índice de Margalef de 1.22, la diversidad del índice de Shannon fue baja a media (1.77), y aunque se registró una equidad alta de Pielou (0.85), la dominancia de *M. dysocarpa* fue significativamente mayor (42.67 %).

Estos patrones muestran que el SAR presenta un estrato arbustivo más diverso y menos dominado, mientras que el AFP registra menor heterogeneidad y una mayor concentración en la especie dominante.

Tabla 54. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato arbustivo en la vegetación secundaria de BQ

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	13	8
Índice de Margalef (SMg)	2.01	1.22
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.31	1.77
Diversidad máxima (H max)	2.56	2.08
Equidad de Pielou (J)	0.90	0.85
Índice de Berger-Parker	0.1995	0.4267

CONSULTA PÚBLICA

Estrato de otras especies

En el estrato de otras especies, los valores entre sitios fueron similares en riqueza y diversidad. En el SAR se contabilizaron 696 individuos y 12 especies, con un índice de Margalef de 1.68, lo cual indica baja riqueza, la diversidad referente al índice de Shannon fue baja (1.43) respecto a su diversidad máxima (2.48), con una equidad media de Pielou (0.57), la dominancia estuvo marcada por *Cheilanthes lozanoi*, con 60.49 %. De manera comparable, el AFP presentó 375 individuos y 11 especies, con un índice de Margalef de (1.69), la diversidad fue también baja con un índice de Shannon de 1.37, respecto a una diversidad máxima de 2.40, con una equidad media de Pielou (0.57), la especie dominante se mantuvo como *C. lozanoi* (61.33 %).

El análisis muestra que ambos sitios presentan una estructura similar en este estrato, con baja diversidad y fuerte dominancia de la misma especie.

Tabla 55. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato de otras especies en la vegetación secundaria de BQ

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	12	11
Índice de Margalef (SMg)	1.68	1.69
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.43	1.37
Diversidad máxima (H max)	2.48	2.40
Equidad de Pielou (J)	0.57	0.57
Índice de Berger-Parker	0.6049	0.6133

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo, el SAR registró 2,975 individuos y 19 especies, con un índice de Margalef de 2.25, característico de una riqueza media, el índice de Shannon indicó una diversidad media (2.10), con relación a una diversidad máxima de 2.94, mientras que la equidad de Pielou se clasificó como alta (0.71), la especie dominante fue *Melinis repens*, con un 27.29 %. En el AFP se registraron 1,751 individuos y 11 especies, con un índice de Margalef de 1.34, correspondiente a una riqueza baja, la diversidad de Shannon fue menor que en el SAR (1.88), respecto a una diversidad máxima de 2.40, aunque la equidad de Pielou fue ligeramente superior (0.78), las especies dominantes fueron *Eragrostis intermedia* y *Melinis repens*, cada una con 28.56 % de dominancia.

En síntesis, el SAR presenta un estrato herbáceo más rico y diverso, mientras que el AFP muestra menor riqueza, aunque con una distribución ligeramente más equitativa entre especies.

Tabla 56. Comparativa de los índices de diversidad para el estrato herbáceo en la vegetación secundaria de BQ

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	19	11
Índice de Margalef (SMg)	2.25	1.34
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.10	1.88
Diversidad máxima (H max)	2.94	2.40
Equidad de Pielou (J)	0.71	0.78
Índice de Berger-Parker	0.2729	0.2856

De manera general, el Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta mayor riqueza y diversidad en la mayoría de los estratos, particularmente en los estratos arbustivo y herbáceo. El Área Forestal del Proyecto (AFP), en contraste, muestra una estructura más simplificada, con menor riqueza y mayor dominancia en varios estratos, especialmente en la regeneración y el arbustivo.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.2.2.2 Factor fauna

VII.1.2.2.2.1 Comparativa de la abundancia faunística para el área forestal del proyecto y el Sistema Ambiental Regional

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AFP, arrojando los siguientes resultados.

Tabla 57. Comparativa de especies de fauna para entre ambas áreas de estudios

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SAR	AFP
Anfibios					
1	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	P	P
Aves					
1	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	P	P
2	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	P	P
3	Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	P	P
4	Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara pecho gris	P	P
5	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	P	P
6	Paridae	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado	P	P
7	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	P	NR
8	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	P	P
9	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	P	P
10	Odontophoridae	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	P	P
11	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	P	P
12	Cardinalidae	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal Desértico	P	NR
13	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	P	P
14	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	P	P
15	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	P	P
16	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	P	P
17	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	P	P
18	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí	P	P
19	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	P	P
20	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	P	NR
21	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	P	P
22	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo Común	P	P
23	Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz de Moctezuma	P	NR
24	Tyrannidae	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita	P	P
25	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón	P	P
26	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	P	P
27	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	P	NR
28	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	P	P
29	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	P	P
30	Parulidae	*Leiothlypis luciae*	Chipe Rabadilla Castaña	P	P
31	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	P	P
32	Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	P	P
33	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	P	P
34	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	P	P
35	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	P	P
36	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	P	P
37	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	P	P
38	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	P	P
39	Passerellidae	*Pipilo chlorurus*	Rascador Cola Verde	P	NR
40	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	P	NR
41	Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	P	P
42	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	P	NR
43	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	P	P

CONSULTA PÚBLICA

ID	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SAR	AFP
44	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	P	P
45	Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	P	NR
46	Sittidae	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	P	P
47	Picidae	*Sphyrapicus nuchalis*	Carpintero Nuca Roja	P	NR
48	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	P	P
49	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	P	P
50	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	P	NR
51	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	P	P
52	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	P	P
53	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	P	P
54	Vireonidae	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	P	P
55	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	P	P
56	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	P	P
Mamíferos					
1	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago desértico norteño	P	P
2	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	P	P
3	Heteromyidae	*Chaetodipus penicillatus*	Ratón de abazones desértico	P	P
4	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	P	P
5	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre antílope	P	P
6	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	P	NR
7	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	P	P
8	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	P	P
9	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	P	P
10	Cricetidae	*Peromyscus boylii*	Ratón arbustero	P	P
11	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	P	P
12	Felidae	*Puma concolor*	Puma	P	P
13	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	P	P
14	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	P	P
Reptiles					
1	Teiidae	*Aspidoscelis exsanguis*	Huico pinto de Chihuahua	P	P
2	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto del noreste	P	P
3	Teiidae	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	P	P
4	Viperidae	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	P	P
5	Anguidae	*Elgaria kingii*	Lagarto escorpión de Arizona	P	NR
6	Phrynosomatidae	*Holbrookia maculata*	Lagartija sorda menor	P	P
7	Phrynosomatidae	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	P	P
8	Phrynosomatidae	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	P	P
9	Natricidae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	P	NR
10	Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	P	P

P = Registro, **NR =** No Registro

Debe considerarse que las especies registradas en el predio no se encuentran establecidas como tal, sino que algunos ejemplares emplean el sitio como paso, pernocta y de alimentación, lo que posiblemente no suceda en el SAR que contiene en gran parte vegetación en mejores condiciones, dichas especies se encuentran de forma permanente, siendo entonces un lugar con fauna diversa que se distribuye en la superficie que presenta el SAR.

En cuanto a la fauna registrada en el SAR y el AFP se verificó la presencia de **81 especies**, que representan el **9.15 %,** de las especies de vertebrados terrestres reconocidas para el estado de Sonora. Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el SAR, a la reconocida para el estado de Sonora.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 58. Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para el estado de Sonora

GRUPO FAUNÍSTICO	RIQUEZA ESPECIFICA
Anfibios	37
Reptiles	154
Aves	533
Mamíferos terrestres	161

Coordinación de información y Servicios Externos. Conabio. México. 2015.

A continuación, se integra la comparación para cada uno de los grupos faunísticos que integran las áreas de estudio.

Grupo de anfibios

El grupo de anfibios muestra un patrón extremadamente simple y homogéneo entre ambos sitios, reflejando una comunidad con muy baja diversidad específica y dominada por una sola especie.

En el SAR y AFP, la abundancia relativa está representada al 100 % por *Dryophytes arenicolor*, indicando que es la única especie registrada en este grupo, este patrón sugiere condiciones ambientales favorables solo para esta especie generalista y tolerante, lo que puede reflejar una disponibilidad limitada de microhábitats húmedos o cuerpos de agua permanentes en el área muestreada. En conjunto, ambos sitios presentan una comunidad de anfibios extremadamente simplificada, dominada exclusivamente por *Dryophytes arenicolor*, esto sugiere que los ambientes evaluados no ofrecen suficiente heterogeneidad estructural o recursos hídricos para sostener una comunidad anfibia más diversa, la igualdad entre SAR y AFP indica que, para este grupo, no se observan diferencias significativas.

Tabla 59. Comparativa de abundancia relativa para el grupo de anfibios

GRUPO: ANFIBIOS	ABUNDANCIA RELATIVA	
	SAR	AFP
Dryophytes arenicolor	100.0	100.0
TOTAL	**100.0**	**100.0**

Grupo de aves

El grupo de aves muestra diferencias claras en la distribución de abundancias relativas entre el Sistema Ambiental Regional y el Área Forestal del Proyecto, reflejando variaciones en la disponibilidad de hábitat, recursos y niveles de perturbación.

En el Sistema Ambiental Regional, la comunidad está encabezada por *Zenaida macroura*, *Zenaida asiatica* y *Corvus corax*, especies ampliamente distribuidas y adaptables, pero que también requieren una estructura de hábitat relativamente conservada. Asimismo, especies insectívoras y frugívoras como *Myiarchus cinerascens*, *Lanius ludovicianus* y *Haemorhous mexicanus* presentan valores importantes, lo cual sugiere una oferta equilibrada de recursos tróficos y una heterogeneidad del ecosistema que permite la coexistencia de distintos gremios alimenticios, el SAR también presenta mayor número de especies exclusivas, lo que refuerza su mayor integridad ecológica y complejidad estructural.

CONSULTA PÚBLICA

En el (AFP), aunque se mantienen como dominantes *Zenaida macroura* y *Zenaida asiatica*, se observa un aumento notable en la abundancia relativa de especies asociadas a áreas abiertas, disturbadas o con menor cobertura vegetal, como *Corvus corax*, *Mimosa dysocarpa*, *Chondestes grammacus*, *Campylorhynchus brunneicapillus* y *Athene cunicularia*, la presencia y mayor representatividad de estos taxa sugiere condiciones más simplificadas, con menor cobertura y mayor fragmentación del hábitat, favoreciendo especies oportunistas o tolerantes a la perturbación. Además, el AFP presenta menos especies exclusivas, lo que indica una reducción en la heterogeneidad ecológica y en la oferta de microhábitats especializados.

En conjunto, el SAR presenta una comunidad avifaunística más equilibrada, diversa y estructuralmente compleja, con una distribución más homogénea entre gremios tróficos y especies indicadoras de integridad ecológica. Por el contrario, el AFP muestra una comunidad más simplificada y dominada por especies generalistas o asociadas a perturbación, lo que refleja cambios en la estructura del hábitat, posiblemente vinculados a apertura del paisaje, uso del suelo y mayor presión antrópica, estas diferencias evidencian una mayor calidad ecológica del SAR y una mayor vulnerabilidad o degradación en el AFP.

Tabla 60. Comparativa de abundancia relativa para el grupo de aves

GRUPO: AVES	ABUNDANCIA RELATIVA	
	SAR	AFP
Accipiter cooperii	0.6	1.8
Aimophila ruficeps	1.1	1.4
Amphispiza bilineata	1.1	1.4
Aphelocoma wollweberi	1.4	1.8
Athene cunicularia	0.6	2.1
Baeolophus wollweberi	1.4	1.2
Buteo brachyurus	0.6	-
Buteo jamaicensis	1.9	1.6
Buteo plagiatus	0.8	1.4
Callipepla squamata	0.8	1.8
Campylorhynchus brunneicapillus	1.3	2.5
Cardinalis sinuatus	0.9	-
Cathartes aura	2.0	1.2
Charadrius vociferus	1.1	1.9
Chondestes grammacus	0.9	2.6
Circus hudsonius	0.9	1.1
Colaptes auratus	1.1	1.9
Colinus virginianus	2.2	1.2
Contopus sordidulus	0.8	1.9
Coragyps atratus	1.9	-
Corthylio calendula	1.1	2.5
Corvus corax	3.6	6.3
Cyrtonyx montezumae	1.1	-
Empidonax wrightii	1.9	1.6
Falco columbarius	0.8	2.1
Falco sparverius	2.4	0.7
Geococcyx californianus	0.8	-
Haemorhous mexicanus	2.7	1.2
Lanius ludovicianus	3.3	4.6
Leiothlypis luciae	1.9	2.1
Melanerpes formicivorus	1.4	0.5
Melanerpes uropygialis	1.1	1.2
Melozone fusca	1.7	1.8
Mimus polyglottos	0.8	1.8
Molothrus ater	1.6	1.8
Myiarchus cinerascens	3.0	0.7

CONSULTA PÚBLICA

GRUPO: AVES	ABUNDANCIA RELATIVA	
	SAR	AFP
Myiarchus tyrannulus	2.0	2.1
Passer domesticus	2.7	1.2
Pipilo chlorurus	0.9	-
Piranga rubra	0.5	-
Pooecetes gramineus	0.8	1.2
Pyrocephalus rubinus	0.9	-
Sayornis nigricans	1.3	1.9
Sayornis saya	1.6	1.2
Sialia sialis	1.4	-
Sitta carolinensis	1.3	1.4
Sphyrapicus nuchalis	0.6	-
Spizella passerina	1.4	1.4
Sturnella magna	0.9	1.8
Thryomanes bewickii	0.8	-
Toxostoma curvirostre	1.9	1.2
Tyrannus verticalis	1.4	1.6
Vireo huttoni	0.8	0.7
Vireo plumbeus	0.6	1.2
Zenaida asiatica	6.4	6.5
Zenaida macroura	19.2	18.8
TOTAL	100.0	100.0

Grupo de mamíferos

El grupo de mamíferos muestra variaciones en la abundancia relativa entre el Sistema Ambiental Regional y el Área Forestal del Proyecto, reflejando diferencias en la disponibilidad de hábitats, conectividad ecológica y nivel de perturbación.

En el Sistema Ambiental Regional, la comunidad presenta una distribución relativamente equilibrada, con varias especies aportando proporciones similares: *Antrozous pallidus*, *Chaetodipus penicillatus*, *Otospermophilus variegatus*, *Eptesicus fuscus* y *Peromyscus boylii*, esta uniformidad sugiere un ecosistema más estable, con disponibilidad de microhábitats diversos que permiten la coexistencia de especies con distintos requerimientos ecológicos. Además, la presencia de carnívoros medianos como *Lynx rufus* y *Puma concolor* indica una mayor integridad ecológica y conectividad, características de áreas con menor presión antrópica.

En el Área Forestal del Proyecto, se observa un incremento en la representación de especies oportunistas o adaptables a ambientes más abiertos o perturbados, como *Peromyscus boylii*, *Eptesicus fuscus*, *Chaetodipus penicillatus* y *Lepus alleni*. Por el contrario, disminuye la abundancia relativa de especies con mayor dependencia de cobertura vegetal o refugios estructurales, como *Otospermophilus variegatus* y *Mephitis macroura*, y desaparece *Lynx rufus*, lo que sugiere una disminución de hábitats adecuados para especies de mayor tamaño o sensibilidad al disturbio, la presencia de carnívoros generalistas como *Canis latrans* y *Odocoileus virginianus* indica un ambiente más abierto, con mayor presión antrópica y menor complejidad del ecosistema.

En conjunto, el SAR presenta una comunidad de mamíferos más equilibrada, diversa y estructuralmente completa, donde incluso especies de niveles tróficos superiores están presentes, lo que refleja una mayor calidad del hábitat y conectividad ecológica.

CONSULTA PÚBLICA

En contraste, el AFP muestra una comunidad más simplificada, dominada por especies generalistas y oportunistas, con menor representación de mamíferos medianos y mayores, lo que evidenciaría procesos de perturbación, fragmentación o presión humana más intensa, estas diferencias sugieren una mayor integridad ecológica en el SAR frente a un escenario de mayor alteración en el AFP.

Tabla 61. Comparativa de abundancia relativa para el grupo de mamíferos

GRUPO: MAMÍFEROS	ABUNDANCIA RELATIVA	
	SAR	AFP
Antrozous pallidus	12.1	12.0
Canis latrans	6.1	7.6
Chaetodipus penicillatus	11.4	13.0
Eptesicus fuscus	10.6	15.2
Lepus alleni	8.3	13.0
Lynx rufus	2.3	-
Mephitis macroura	6.8	2.2
Odocoileus virginianus	4.5	6.5
Otospermophilus variegatus	12.1	5.4
Peromyscus boylii	10.6	16.3
Procyon lotor	6.1	5.4
Puma concolor	1.5	1.1
Sylvilagus audubonii	3.8	1.1
Urocyon cinereoargenteus	3.8	1.1
TOTAL	100.0	100.0

Grupo de reptiles

En el grupo de reptiles, ambos sitios presentan una marcada dominancia de *Urosaurus ornatus*, aunque con una diferencia notable en su peso relativo, en el SAR esta especie concentra el 61.1% de la abundancia, mientras que en AFP su valor aumenta hasta 75.6%, lo que evidencia una estructura comunitaria considerablemente más dominada en este último sitio. En SAR, la presencia de especies como *Aspidoscelis sonorae*, *A. exsanguis* y *A. gularis* aporta una mayor distribución relativa entre especies secundarias, favoreciendo una equidad ligeramente superior respecto a AFP.

En contraste, en el AFP las especies acompañantes muestran valores reducidos y mayor homogeneidad en bajas abundancias, destacando únicamente *A. gularis* y *A. sonorae*, mientras que especies como *Elgaria kingii* y *Thamnophis cyrtopsis* están ausentes, esta reducción en la representación del ensamble y el incremento en la dominancia sugieren condiciones más restrictivas o una mayor presión ambiental en AFP, resultando en una comunidad menos diversa y con menor equidad en comparación con SAR.

Tabla 62. Comparativa de abundancia relativa para el grupo de reptiles

GRUPO: REPTILES	ABUNDANCIA RELATIVA	
	SAR	AFP
Aspidoscelis exsanguis	8.1	1.5
Aspidoscelis gularis	6.5	7.6
Aspidoscelis sonorae	9.7	6.9
Crotalus atrox	1.1	0.8
Elgaria kingii	0.5	-
Holbrookia maculata	4.9	1.5
Phrynosoma solare	2.7	3.1
Sceloporus clarkii	4.3	3.1
Thamnophis cyrtopsis	1.1	-
Urosaurus ornatus	61.1	75.6
TOTAL	100.0	100.0

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.2.2.2.2 Comparativa de los índices de diversidad

Grupo de anfibios

En ambos sitios, Sistema Ambiental Regional y Área Forestal del Proyecto, el grupo de anfibios registró una única especie. Esto derivó en valores de 0.0000 en todos los índices ecológicos (Margalef, Shannon y Pielou), reflejando nula diversidad, ausencia de equidad y dominancia absoluta de la única especie presente. Por tanto, no se identifican diferencias en la composición de anfibios entre ambos sitios.

Tabla 63. Comparativa de los índices de diversidad para el grupo de anfibios

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	1	1
Índice de Margalef (SMg)	0.00	0.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.00	0.00
Diversidad máxima (H max)	0.00	0.00
Equidad de Pielou (J)	0.00	0.00
Índice de Berger-Parker	1.0000	1.0000

Grupo de aves

Al comparar ambos sitios, el Sistema Ambiental Regional presenta mayores valores en abundancia y riqueza específica respecto al Área Forestal del Proyecto. En SAR se registraron 637 individuos pertenecientes a 56 especies, mientras que en AFP se contabilizaron 569 individuos de 45 especies, esta diferencia se refleja en el índice de Margalef, que indica una mayor riqueza en SAR (8.52) que en AFP (6.94). En cuanto a la composición estructural, el índice de Shannon muestra una diversidad ligeramente mayor en SAR (3.59) respecto a AFP (3.43), manteniéndose en ambos casos una alta diversidad si se compara con la diversidad máxima esperada, la equidad fue alta en los dos sitios, con valores de Pielou de 0.89 para SAR y 0.90 para AFP, lo que indica una distribución relativamente uniforme de individuos entre las especies registradas.

En ambos sitios, la especie dominante fue *Zenaida macroura* (Huilota Común), con valores de dominancia similares (19.51 % en SAR y 18.80 % en AFP), evidenciando patrones equivalentes en la estructura de dominancia.

Tabla 64. Comparativa de los índices de diversidad para el grupo de aves

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	56	45
Índice de Margalef (SMg)	8.52	6.94
Índice de Shannon-Wiener (H)	3.59	3.43
Diversidad máxima (H max)	4.03	3.81
Equidad de Pielou (J)	0.89	0.90
Índice de Berger-Parker	0.1915	0.1880

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de mamíferos

El Sistema Ambiental Regional mostró una mayor abundancia (132 individuos) en comparación con el Área Forestal del Proyecto, donde se registraron 92 individuos. No obstante, ambos sitios presentaron una riqueza específica similar, con 14 especies en SAR y 13 en AFP, el índice de Margalef refleja esta similitud, con valores casi equivalentes (2.66 en SAR y 2.65 en AFP), ambos correspondientes a una riqueza media.

El índice de Shannon indica una diversidad media en ambos sitios, aunque ligeramente mayor en SAR (2.50) que en AFP (2.29), la equidad fue alta en ambos casos: 0.95 en SAR y 0.89 en AFP, lo que indica comunidades relativamente balanceadas. En cuanto a la dominancia, el SAR presentó dos especies relativamente dominantes (*Antrozous pallidus* y *Otospermophilus variegatus*), ambas con 12.12 %, mientras que en AFP la especie dominante fue *Peromyscus boylii*, con un 16.30 % de la dominancia.

Tabla 65. Comparativa de los índices de diversidad para el grupo de mamíferos

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	14	13
Índice de Margalef (SMg)	2.66	2.65
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.50	2.29
Diversidad máxima (H max)	2.64	2.56
Equidad de Pielou (J)	0.95	0.89
Índice de Berger-Parker	0.1212	0.1630

Grupo de reptiles

El Sistema Ambiental Regional registró mayores valores de abundancia (185 individuos) y riqueza específica (10 especies) que el Área Forestal del Proyecto, donde se contabilizaron 131 individuos y 8 especies. En consecuencia, el índice de Margalef indicó una riqueza ligeramente mayor en SAR (1.72) respecto a AFP (1.44), aunque ambos valores corresponden a baja riqueza.

Los valores del índice de Shannon reflejaron una baja diversidad en ambos sitios, siendo mayor en SAR (1.42) que en AFP (0.97), la equidad fue media en ambos casos, aunque más alta en SAR (0.61) que en AFP (0.47). En cuanto a la dominancia, en ambos sitios destacó *Urosaurus ornatus* como especie dominante, con un 61.08 % de dominancia en el SAR y un 75.57 % en AFP, lo cual indica una mayor concentración de individuos en una sola especie dentro del sitio AFP.

Tabla 66. Comparativa de los índices de diversidad para el grupo de reptiles

ÍNDICE DE DIVERSIDAD	SAR	AFP
Riqueza específica (S)	10	8
Índice de Margalef (SMg)	1.72	1.44
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.42	0.97
Diversidad máxima (H max)	2.30	2.08
Equidad de Pielou (J)	0.61	0.47
Índice de Berger-Parker	0.6108	0.7557

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.2.3 Análisis del escenario con proyecto mediante el diagrama causal

Considerando que en el escenario "actual" (representado anteriormente), no se abordan de manera específica los factores y componentes relacionados con las actividades del proyecto, en este apartado se presentan dichos factores o componentes ambientales que tienen relación con el proyecto y sus actividades particulares. Para lo anterior, se presenta un diagrama causal que representa las condiciones actuales específicas del área de estudio y las acciones del proyecto y sus respectivos efectos.

El Diagrama Causal, es un diagrama de flujo que recoge los elementos clave del Sistema y las relaciones entre ellos. Es importante empezar a hacer versiones que poco a poco nos vayan aproximando a la complejidad del modelo. Una vez conocidas globalmente las variables del sistema y las hipotéticas relaciones causales existentes entre ellas, se pasa a la representación gráfica de las mismas. En este diagrama, las diferentes relaciones están representadas por flechas entre las variables afectadas por ellas.

CONSULTA PÚBLICA

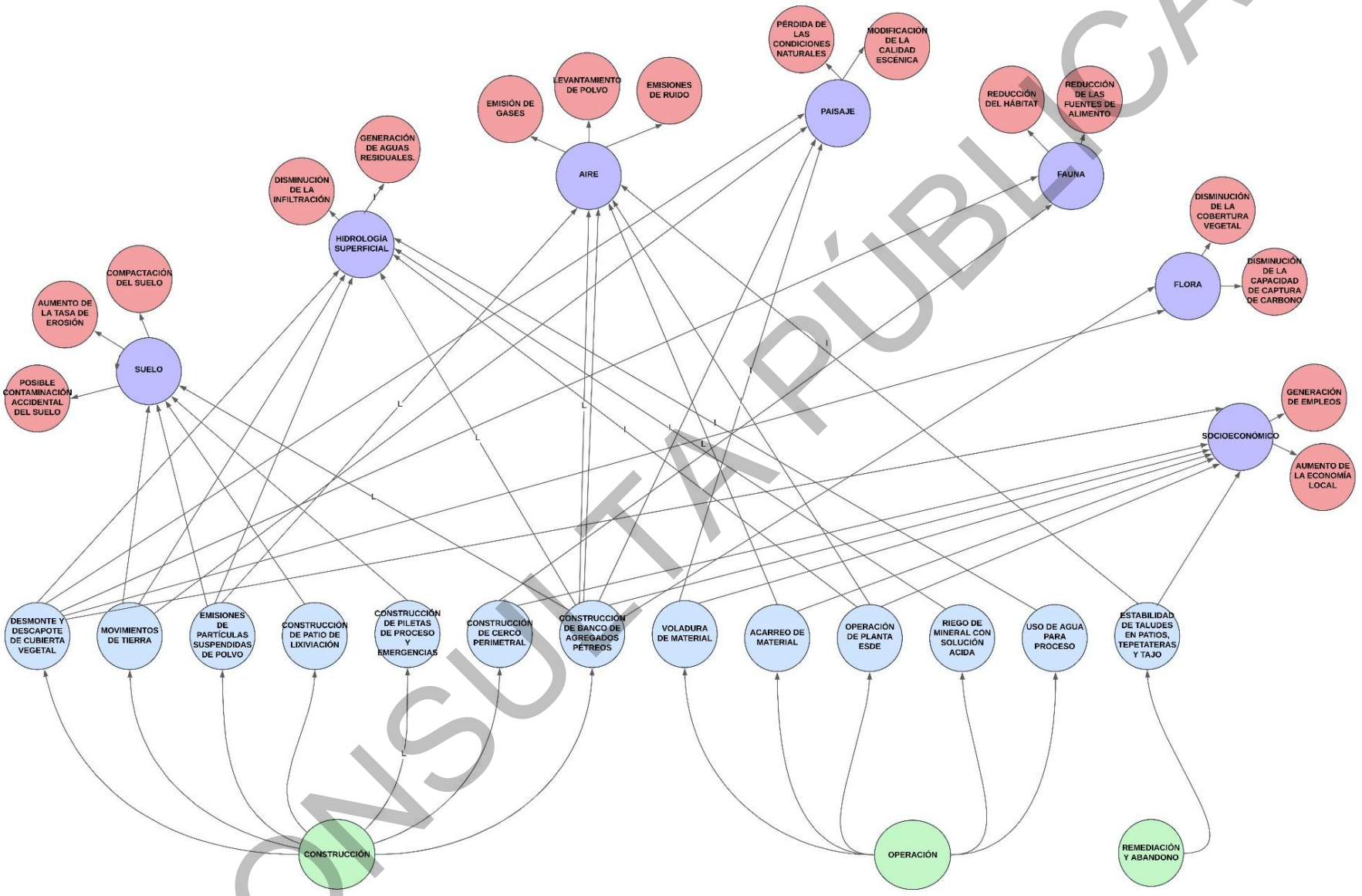


Figura 3. Diagrama causa efecto de las acciones del proyecto sobre el sistema ambiental Regional

CONSULTA PÚBLICA

Partiendo del escenario sin proyecto y tomando en cuenta la información de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se tiene que los principales impactos negativos que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto están dirigidos especialmente a los suelos (aumento de la tasa de erosión), al agua (disminución de la infiltración), a la flora y la fauna (reducción de las fuentes de alimento, reducción del hábitat, disminución de la cobertura vegetal) y al factor paisaje (modificación de la calidad escénica, pérdida de las condiciones naturales).

Por ello, a continuación, se presenta una breve descripción de las condiciones actuales y cómo se espera que cambien las mismas con el desarrollo del proyecto:

Agua

En el contexto del proyecto, en específico en la etapa de Preparación de sitio y Operación se identificó como de Importancia **Moderada** los impactos sobre la hidrología superficial. Los cuales se concentran en la modificación de escurrimientos (dirección y caudal), la generación de sedimentos y el riesgo de afectación a la calidad del agua durante la preparación del sitio y la operación. La apertura de frentes, movimientos de tierra, canalizaciones y estructuras (patios, piletas, caminos, planta ESDE, tajo, tepetateras) pueden alterar patrones locales de flujo y aumentar la carga de sólidos por erosión de superficies expuestas y del apilamiento de tepetate.

La calidad de las aguas superficiales también podría verse afectada en algunos componentes fisicoquímicos ante escenarios de contingencias o derrames (soluciones de proceso o hidrocarburos), deposición de partículas finas por erosión del tepetate y posibles escurrimientos de soluciones ácidas provenientes del patio de lixiviación. Las obras mineras interceptarán nueve arroyos o escurrimientos locales efímeros (activos solo en lluvias), los cuales confluyen al río Santa Cruz; por ello, la influencia espacial de los impactos es local a subcuenca y su persistencia dependerá de la permanencia de las obras y del control de erosión y fugas.

Las medidas de prevención y mitigación para los impactos en el agua superficial se presentan en el Capítulo VI e incluyen, entre otras, la instalación de sistemas de contención impermeabilizados en todas las áreas con manejo de sustancias químicas o soluciones de proceso; la implementación de un programa de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos; el monitoreo de agua superficial y de sedimentos en arroyos; y la ejecución de obras de control de avenidas y escurrimientos pluviales. Conforme avance la construcción de cada obra minera, se habilitarán canales de desvío perimetrales para conducir el agua de lluvia hacia los cauces naturales más cercanos y evitar el ingreso de escurrimientos a las zonas de operación.

Fauna

En fauna, todos los grupos se verán afectados por el desarrollo de las obras, con mayor susceptibilidad en aves, reptiles y mamíferos, así como en sus hábitats, madrigueras, corredores y rutas de movimiento. Los desmontes y despalmes son la principal fuente de pérdida y fragmentación de hábitat; en operación destacan el proceso de lixiviación ácida, la planta ESDE y las voladuras. Estas últimas con ruido y vibraciones cuyo radio de influencia rebasa el área estricta de minado y puede provocar desplazamiento temporal, interrupciones en reproducción/forrajeo y cambios en patrones de actividad. La fauna acuática del río Santa Cruz es susceptible a efectos indirectos por aportes de sedimentos provenientes de superficies expuestas y, en escenarios de contingencia, por derrames de sustancias o escurrimientos ácidos.

CONSULTA PÚBLICA

El proyecto se localiza dentro del área de distribución de 305 especies de fauna; se documentan 62 especies protegidas: 10 mamíferos, 27 aves, 18 reptiles, 1 anfibio y 6 peces. No obstante, la proximidad al poblado Miguel Hidalgo y los usos previos (exploración minera y ganadería) han reducido la presencia de especies más sensibles en los sitios intervenidos. Observaciones de campo confirman baja abundancia y actividad de fauna especializada en zonas con mayor perturbación, mayor representación de especies generalistas cerca de caminos/instalaciones y evidencia indirecta (huellas/excretas) circunscrita a parches de vegetación mejor conservados, lo que sugiere desplazamientos hacia áreas menos afectadas.

La reversibilidad de los impactos en fauna es parcial y depende de mantener medidas preventivas y de mitigación a lo largo del proyecto: rescate y reubicación de fauna antes de desmonte; diseño de franjas de exclusión y continuidad de corredores; calendarización de voladuras y operaciones ruidosas fuera de periodos críticos; control de sedimentos y separación de aguas limpias/de proceso; manejo y contención estrictos de sustancias peligrosas; velocidades y señalización para reducir atropellamiento; y vigilancia de fauna (línea base, indicadores de uso de hábitat y reportes de incidentes) con acciones correctivas. En cierre, la reforestación con nativas, la restauración de microhábitats y la estabilización de taludes y cauces serán esenciales para acelerar la recuperación funcional de los ensambles faunísticos.

Flora

En flora, la cubierta vegetal es el componente más afectado con una importancia Critica durante los desmontes y despalmes, necesarios para la preparación del sitio, con efectos que se manifiestan a corto plazo (pérdida inmediata de cobertura y microhábitat) y se prolongan a largo plazo por la remoción de suelo orgánico y el tránsito de maquinaria; su reversibilidad es parcial y depende de aplicar de forma oportuna las medidas de restauración (ver Cap. VI). Por su parte la agregación de la obra bancos de agregados mantiene una importancia Severa, por la eliminación de la cubierta vegetal para el uso del suelo en las obras mineras que así lo requiera. La afectación se concentra en las transiciones entre los dos tipos de vegetación presentes en el área de interés: Vegetación secundaria de Bosque de Encino y Vegetación secundaria arbórea de Pastizal Natural.

Dentro del área del proyecto se registraron cactáceas que, aunque no están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sí son de interés biológico regional y están incluidas en el Apéndice II de CITES; por ello se propone incorporarlas al programa de protección de flora, que contemplará rescate, reubicación y, cuando proceda, propagación en vivero para su posterior reintroducción.

Las medidas compensatorias y de mitigación se aplicarán en todas las fases del proyecto: pago compensatorio al fondo forestal por el cambio de uso de suelo forestal; salvamento y acopio estratificado del suelo orgánico durante el despalme para su reincorporación en cierre; escarificación y mejoramiento del sustrato previo a la revegetación; y plantación de especies nativas conforme a un plan de restauración por subunidades. El programa de protección de flora incluirá señalización de exclusión, capacitación al personal, rescate previo a obra en zonas sensibles y monitoreo de éxito (supervivencia y cobertura vegetal) con acciones correctivas cuando los indicadores queden por debajo de las metas. Con estas medidas, el proyecto busca acotar la magnitud y persistencia de la afectación y acelerar la recuperación funcional de la cubierta vegetal en las áreas intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

Paisaje

En paisaje, los efectos se manifiestan desde la preparación del sitio y persisten durante la operación y el cierre. Los componentes más sensibles son el relieve y la calidad escénica/visual. El relieve se modifica de forma irreversible por cortes, rellenos, descapote, voladuras, conformación de terraplenes/tepetateras y patios; estas acciones cambian la morfología (formas, pendientes y drenajes) y generan estructuras de larga permanencia.

La construcción de un banco de agregados pétreos tiene un impacto Moderado, La huella del banco y sus frentes activos introducen contrastes visibles y cambios topográficos acotados, con efectos recurrentes durante la explotación, pero parcialmente reversibles si se opera por fases con cierre progresivo, se limitan alturas y ángulos de talud, y se aplica revegetación escalonada y coloración/estabilización de superficies expuestas.

El paisaje (líneas, color, textura y contraste) se afecta a corto y largo plazo por desmontes y despalmes, trazos de caminos, instalaciones mineras y exposición de materiales; el impacto visual puede ser parcialmente mitigable con reconfiguración de taludes, restitución de suelo vegetal, revegetación progresiva con nativas, estabilización y coloración de superficies para reducir contraste, pantallas vegetales y control de polvo. En síntesis, el relieve presenta un impacto irreversible el paisaje, aunque admite mitigación y recuperación parcial a largo plazo, para lo cual se aplicará revegetación progresiva, límites de altura y ángulos en terreros, y restauración orientada a devolver formas suaves compatibles con el entorno original.

Suelo

La erosión asociada a los Movimientos de Tierra alcanza importancia **Crítica** por la combinación de alta intensidad y amplia extensión, sumada a una persistencia elevada mientras existan superficies expuestas y taludes recién conformados. Este efecto, además, presenta carácter acumulativo y sinérgico con el tránsito de maquinaria y la apertura de varios frentes. Su reversibilidad es solo parcial y depende de instalar obras de control de escorrentías y sedimentos antes de cada frente (canales perimetrales, bermas, disipadores, presas/trampas), estabilizar taludes y aplicar revegetación temprana, junto con límites de velocidad y programación de tierra en función de lluvias.

La calidad del suelo muestra importancia **Severa** en tres frentes: (i) Movimientos de Tierra (pérdida de horizonte orgánico, mezclas con tepetate y compactación); (ii) Construcción del Patio de Lixiviación y (iii) Construcción de Piletas de Proceso y Emergencias, donde el riesgo principal es la percolación de soluciones si fallaran las barreras. También es Severo el efecto de Erosión por la Construcción de un banco de agregados pétreos (en suelo y subsuelo) por la magnitud de superficies descubiertas y pendientes operativas. La mitigación exige salvamento y acopio estratificado de suelo vegetal, control de compactación, sistemas de impermeabilización y detección de fugas en patio y piletas, mantenimiento de bordos, fases de explotación con cierre progresivo en el banco, y revegetación escalonada. En cierre, se prevé el recubrimiento del patio para favorecer la formación de suelo fértil.

Se clasificaron con una importancia **Moderada**: (i) la Erosión por Emisiones de Partículas Suspendidas de Polvo, por su alcance local y controlabilidad y (ii) la Erosión asociada a la Perforación y Construcción de pozos de abastecimiento, de carácter temporal y localizado. Su manejo se centra en riego y estabilización de caminos y áreas, uso de supresores de polvo, cobertura de cargas, mantenimiento preventivo de maquinaria y buenas prácticas en plataformas de perforación (contenedores de recortes/lodos, cunetas provisionales y restitución del sitio).

CONSULTA PÚBLICA

De manera transversal, se mantendrá monitoreo para evitar afectar la calidad de suelo, a través de bitácoras de contingencias y acciones correctivas ante desviaciones, con la expectativa de recuperabilidad o en su caso de remediación.

Atmosfera

En la atmósfera se identifica una importancia de los impactos Moderado, los componentes con afectación adversa son la calidad del aire, el ruido y los olores. Las principales fuentes son el acarreo de material y la construcción y rehabilitación de caminos (generación de partículas suspendidas por tránsito y movimientos de tierra), los desmontes y despalmes, los movimientos de roca y de suelo en patios, así como las voladuras programadas a lo largo de la vida del proyecto. Adicionalmente, la planta de beneficio, la planta ESDE (emisión de vapores), junto con los generadores diésel (fase inicial), constituyen fuentes fijas emisoras de CO_2 y otros gases criterio.

En conjunto, estos impactos ocurren a corto plazo, con extensión local (área de obra, frentes y ejes de acarreo), y se consideran parcialmente controlables y reversibles siempre que se apliquen controles operativos consistentes: riego y estabilización de superficies (incluido el banco de agregados), confinamiento y abatimiento en procesos (captación, filtros o lavadores donde corresponda), mantenimiento preventivo de maquinaria y generadores, y gestión de horarios para reducir picos de ruido. Se prevé que la emisión de partículas sea el vector más relevante durante la preparación del sitio y el acarreo, por lo que se reforzarán medidas como limitar velocidades, cobertura de cargas y uso de supresores de polvo. Como parte de la prevención y mitigación se contemplan el riego de caminos y áreas, el mantenimiento sistemático de equipos y los monitoreos de emisiones (criterio y opacidad), integrados a un programa de vigilancia con bitácoras de operación y acciones correctivas ante desviaciones.

VII.1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El presente escenario representa las condiciones ambientales que se esperan al implementar las medidas de prevención y mitigación correspondientes para cada uno de los impactos que se estima ocasione el desarrollo del proyecto.

Considerando que en el escenario "con proyecto", representado anteriormente, se presentan dichos factores o componentes ambientales que tienen relación con el proyecto y sus actividades particulares, añadiendo la aplicación de las medidas de prevención y mitigación. Para lo anterior, se presenta un diagrama causal (siguiente figura) que representa las condiciones actuales específicas del área de estudio, las acciones del proyecto, sus respectivos efectos, la aplicación de medidas y su resultado o efectos esperados.

Además, se presenta una breve descripción de las condiciones con proyecto y la aplicación de medidas de prevención y mitigación de los principales impactos negativos (el resto de las medidas se describen en el Capítulo VI), que se presentan como consecuencia del desarrollo del proyecto:

CONSULTA PÚBLICA

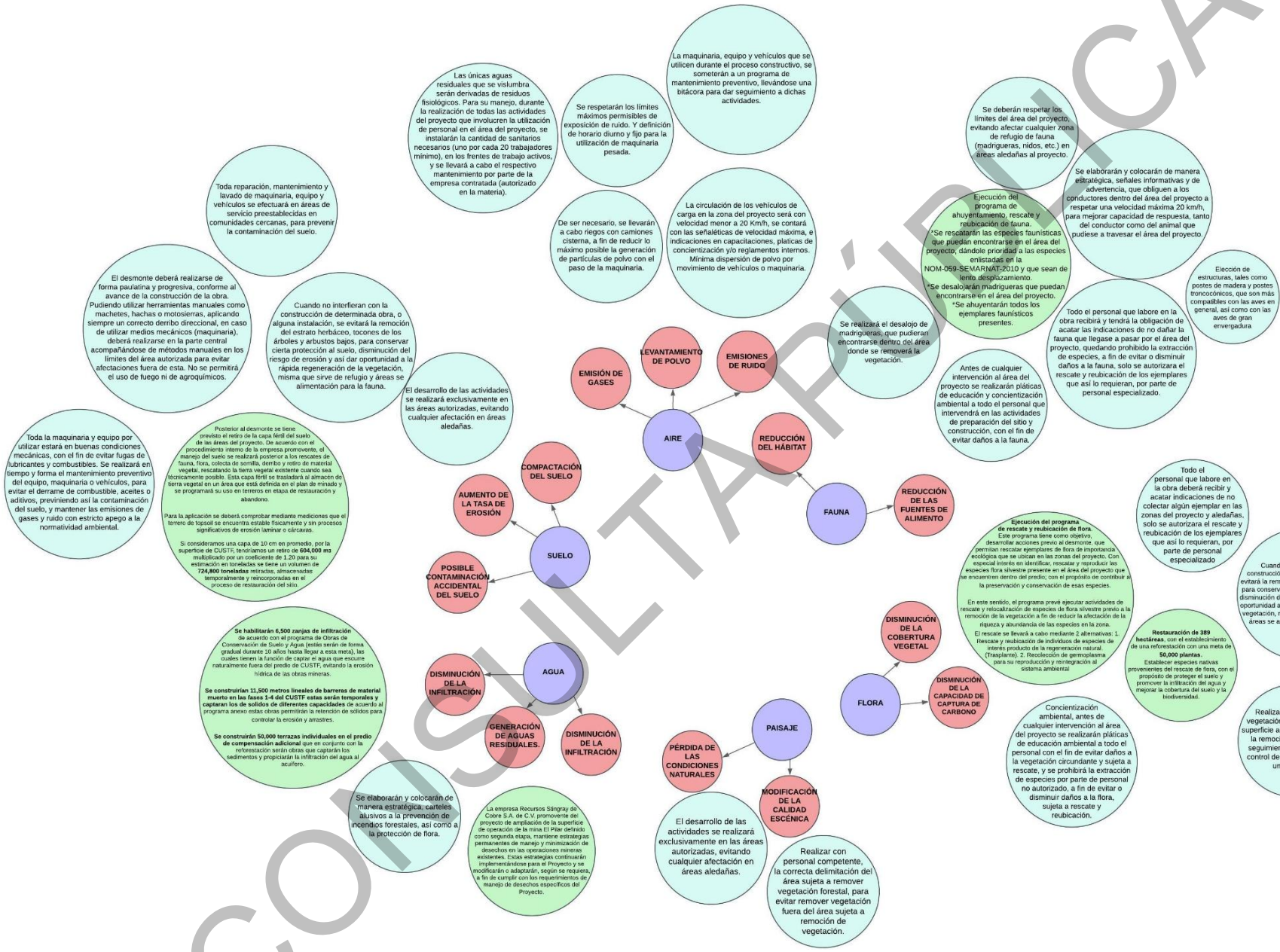


Figura 4. Escenario considerando las medidas de mitigación

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.3.1 Suelo y agua

En condiciones actuales la pérdida de suelo es de 47.55 toneladas por ha por año; sin embargo, la ejecución del proyecto implica un incremento en la pérdida de suelo en comparación con el escenario original, llegando a erosionarse 169.6 ton/ha/año. El incremento en la pérdida de suelo es de 122.05 ton/ha/año, por una superficie de 604.0 ha de CUSTF, se tendría una pérdida potencial de 73,718.2 ton/año, misma cantidad que deberá ser mitigada.

Por otra parte, para la estimación de la posible cantidad de agua infiltrada en el área por afectar, se consideraron los parámetros del balance hidrológico, obteniéndose que con el cambio de uso de suelo forestal se dejaría de infiltrar 14,787 m^3 en las 604.0 hectáreas. Esto es la diferencia de la infiltración actual en la zona del proyecto (538,567 m^3) y la que se tiene considerando que no se tendría vegetación forestal (523,780 m^3).

Para evitar el incremento en la pérdida de suelo y agua por efectos de la implementación del proyecto, se tienen previstas las siguientes medidas de prevención y mitigación:

Tabla 67. Medidas de prevención y mitigación para evitar el incremento en erosión

MEDIDA	META	UBICACIÓN	ETAPA DE APLICACIÓN
Retiro, almacenamiento y resguardo de la capa fértil del suelo	604.0 (ha)	Superficie total del proyecto, que incluye áreas forestales	Inmediatamente después del desmonte, se almacena en un sitio ex profeso para su conservación e Inmediatamente después de concluida la conformación de los terreros y la conclusión del Tajo
Reforestación	389 (ha)	Superficie del predio de compensación adicional	A partir del segundo año una vez iniciado la preparación del sitio con una vigencia por 5 años de protección y mantenimiento
Zanjas trincheras	6,500 (zanja)	Predio de compensación adicional	Durante la preparación del sitio conforme se avance en el CUSTF (10 años)
Barreas de material muerto	11,500 (ML)	Sitio del proyecto en las anualidades 6-10 del CUSTF	A partir del segundo año una vez iniciado la preparación del sitio con una vida útil de 5 años
Terrazas individuales	50,000 (terraza)	Predio de compensación adicional	A partir del segundo año una vez iniciado la preparación del sitio con una vigencia por 5 años de protección y mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 68. Escenario ambiental esperado para el componente suelo una vez aplicado las medidas de mitigación

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Programa de conservación y restauración de suelo y agua (ANEXO 20)	Se construirían 11,500 metros lineales de barreras de material muerto en las fases 1-4 del CUSTF estas serán temporales y captaran los de solidos de diferentes capacidades, estas obras permitirán la retención de sólidos para controlar la erosión y arrastres.	Retener la cantidad de suelo que se perderá por la remoción de la vegetación. Reducir el arrastre de sedimentos y aumentar la captación de agua en el suelo.	
Programa de reforestación (ANEXO 19)	Restauración de 389 hectáreas, con el establecimiento de pastos y una reforestación con una densidad de plantación de 50,000 plantas (de forma irregular) y con ello la ejecución de 50,000 terrazas individuales.	Recuperar la cubierta forestal, establecer una cobertura vegetal que sirva de protección al suelo ante los agentes erosivos. En conjunto con la reforestación serán obras que captarán los sedimentos y propiciarán la infiltración del agua al acuífero.	

CONSULTA PÚBLICA

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Plan de rescate de suelo vegetal (Top soil)	Posterior al desmonte se tiene previsto el retiro de la capa fértil del suelo de las áreas del proyecto. De acuerdo con el procedimiento interno de la empresa promovente, el manejo del suelo se realizará posterior a los rescates de fauna, flora, colecta de semilla, derribo y retiro de material vegetal, rescatando la tierra vegetal existente cuando sea técnicamente posible. Esta capa fértil se trasladará al almacén de tierra vegetal en un área que está definida en el plan de minado y se programará su uso en terreros en etapa de restauración y abandono. Si consideramos una capa de 10 cm en promedio, por la superficie de CUSTF, tendríamos un retiro de **604,000 m³** multiplicado por un coeficiente de 1.20 para su estimación en toneladas se tiene un volumen de **724,800 toneladas** retiradas, almacenadas temporalmente y reincorporadas en el proceso de restauración del sitio.	Si consideramos que existe un incremento potencial en la pérdida de suelo por efectos del retiro de la capa vegetal, esta pérdida potencial de suelo se evita quitando la capa fértil del suelo, almacenándola y reincorporarla al mismo sitio en la etapa de restauración, por lo que el impacto se reduce o nulifica.	
Zanjas trincheras	**Se habilitarán 6,500 zanjas de infiltración** de acuerdo con el programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua (estás serán de forma gradual durante 10 años hasta llegar a esta meta), las cuales tienen la función de captar el agua que escurre naturalmente fuera del predio de CUSTF, evitando la erosión hídrica de las obras mineras.	Implementación de estructuras para el control de erosión y sedimentos, criterios que tienen la finalidad de minimizar y mitigar impactos negativos al medio ambiente.	

CONSULTA PÚBLICA

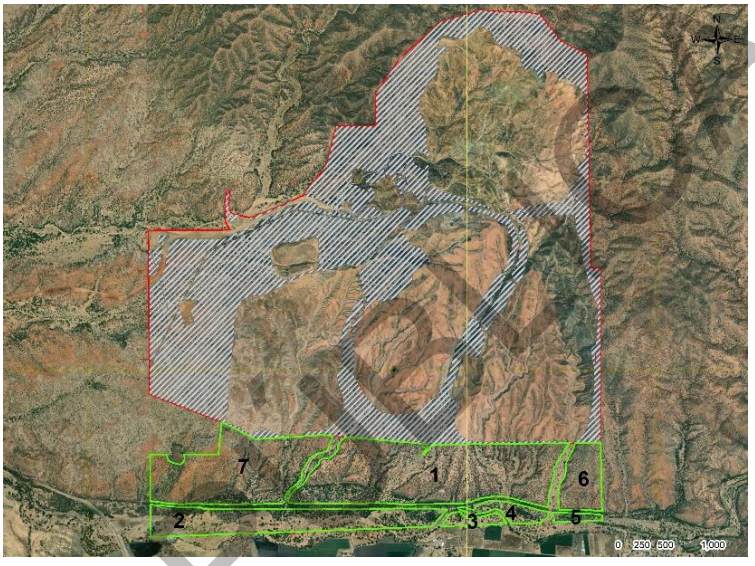
VII.1.3.2 Flora

El área del proyecto contará con una superficie de remoción de vegetación de 604.00 hectáreas, por lo que para compensar esta superficie removida y reducir los daños ocasionados por la remoción, se propone realizar las medidas de prevención y de mitigación. En este caso se propone la realización de un programa de reforestación en una superficie de 383 ha, así como el rescate y reubicación de flora.

Tabla 69. Escenario ambiental esperado para el componente flora con la implementación de las medidas de mitigación

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre	Realizar el rescate mediante trasplante y reubicación de individuos producto de la regeneración natural de 9 especies que se verán afectadas en las áreas de desmonte: **13,816 plantas a rescatar para el tipo de vegetación de Pastizal Natural** de las especies: *Agave palmeri, Coryphantha recurvata, Dasylirion wheeleri, Echinocereus fasciculatus, Echinocereus rigidissimus, Mammillaria heyderi, Opuntia chlorotica, Opuntia robusta y Yucca schottii* **3,286 plantas a rescatar para el tipo de vegetación de Bosque de Encino** de las *especies Agave palmeri Coryphantha recurvata Cylindropuntia imbricata, Dasylirion wheeleri, Echinocereus fasciculatus, Echinocereus rigidissimus, Mammillaria heyderi, Opuntia chlorotica, Opuntia robusta.* **Y 14.5 kg de semilla de las especies** *Celtis caudata, Eysenhardtia orthocarpa, Prosopis velutina, Quercus emoryi, Quercus oblongifolia.*	Conservar las especies de mayor importancia dentro del área del proyecto.	 

CONSULTA PÚBLICA

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Programa de reforestación (ANEXO 19).	Se reforestará una superficie de 389 ha con un total de 50,000 individuos de las especies : *Eysenhardtia orthocarpa* *Quercus emoryi* *Quercus oblongifolia* *Dasylirion wheeleri* *Echinocereus fasciculatus* *Echinocereus rigidissimus* *Mammillaria heyderi* *Opuntia chlorotica* *Opuntia robusta* con una densidad de plantación de 129 plantas por hectárea (forma irregular)	Establecer la vegetación y el incremento de la cobertura vegetal afectada por el desarrollo del presente proyecto.	
		Mantener una composición similar de la vegetación que será afectada reforestando con especies de mayor valor de importancia.	

VII.1.3.3 Fauna

La remoción de la vegetación afectara al componente fauna, principalmente con la disminución de la disposición de refugios y lugares de anidación, así como la reducción de las fuentes de alimento, no obstante, se espera que con las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares, estas se adapten al nuevo sitio de reubicación.

Tabla 70. Escenario ambiental esperado para el componente fauna con la implementación de las medidas de mitigación

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	Se desalojarán las madrigueras que se localicen en el área del proyecto. Se rescatarán y reubicarán todos los individuos que se registren en el área del proyecto., dando especial atención a las que están enlistadas en la especie enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.** Se ahuyentarán las especies con la finalidad de que estos se alejen por sus propios medios.	Adaptación de las especies en los sitios de reubicación. Conservación de las especies de los tres grupos faunísticos registrados en el área del proyecto.	

CONSULTA PÚBLICA

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
Programa de reforestación	Se reforestará una superficie de 389 ha con un total de 50,000 individuos de las especies : *Eysenhardtia orthocarpa* *Quercus emoryi* *Quercus oblongifolia* *Dasylirion wheeleri* *Echinocereus fasciculatus* *Echinocereus rigidissimus* *Mammillaria heyderi* *Opuntia chlorotica* *Opuntia robusta* con una densidad de plantación de 129 plantas por hectárea (forma irregular)	Establecer una cobertura forestal mayor a la que será afectada con la remoción de la vegetación, esperando que en determinado tiempo estas áreas sirvan como sitios de refugio y anidación, así como la existencia de fuentes de alimento.	

VII.1.3.4 Paisaje

Modificación de la topografía o relieve del área del proyecto (Geomorfología)

Descripción del impacto reducido. La afectación topográfica no solo se será en el área de extracción del mineral en el tajo, si bien la magnitud en este punto será considerable o extrema donde se llevará movimientos de tierras con cortes en el banco de préstamos, las tepetateras, patio de lixiviación y el área de canales y piletas, además de los caminos internos, por lo que el impacto de la afectación topográfica representa una superficie de **514.0688 ha o el equivalente de 85.12 %** del proyecto "El Pilar, Segunda Etapa" quedando el resto donde no se considera la afectación geomorfológica o de forma ligera en 89.9312 ha o su equivalente de 14.88% es decir únicamente las áreas de servicio y apoyo se considera que no se afectará la geomorfología.

Tabla 71. Superficie necesaria de cambio de uso de suelo necesaria para la construcción de la segunda etapa

USO FINAL	ÁREA (HA)	PORCENTAJE %	AFECTACIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA
Tepetatera Oeste	76.3862	12.65%	Extrema
Patio Lixiviación	106.6375	17.66%	Extrema
Relleno sanitario-AR-OAA	15.393	2.55%	Moderada
Piletas-Planta-Canal Agua Pluvial	68.6167	11.36%	Extrema
Banco De préstamo	77.1622	12.78%	Extrema
Tepetatera Este	47.2271	7.82%	Extrema
Tajo	138.0391	22.85%	Extrema
Áreas de Servicio y Apoyo	74.5382	12.34%	Sin afectación o ligera
TOTAL	**604.00**	**100.00%**	

De acuerdo con el proyecto, una vez concluida la fase de explotación del mineral se restaurará iniciando con la restitución del suelo vegetal, pastización y finalmente la reforestación con especies nativas, con lo cual la atenuación del impacto se llevará a cabo en el área de **604 hectáreas**, es decir en el **100% del área del proyecto de la segunda etapa** en el cual con las medidas de restauración del sitio se verá reducido este impacto.

CONSULTA PÚBLICA

Afectación al paisaje por el cambio de la topografía de la zona y del cambio de uso de suelo forestal.

El área del proyecto se encuentra cubierto por vegetación forestal en un 100 %, es decir que la afectación de este impacto será en la totalidad del área. Con lo cual se verá afectada la estructura y composición de la vegetación a través del desmonte y la remoción total de la vegetación, por consiguiente, se tendrá una pérdida de la calidad del paisaje y transformación a una condición de suelo desnudo, si bien esta situación será temporal, emprendiendo acciones como las del programa de restauración tenderá a disminuir la magnitud del impacto.

Restaurar el sitio a su condición original, en primer lugar, por el cambio en la condición topográfica será imposible, en cuanto a la reforestación de las especies de valor ecológico, no será posible formar una condición dasonómica, estructural, ni en composición a la que se tiene actualmente. Que si bien puede ser semejante conforme se reestablezcan los procesos naturales de sucesión ecológica y/o con apoyo del ser humano, llevará un tiempo considerable el llegar a un punto similar, pero nunca igual.

Tener condiciones fijas no existen en la naturaleza, siempre se encuentra en evolución y transformación, por ende, la zona del proyecto, como ya se ha demostrado, se encuentra bajo una presión ganadera considerable por lo que en el corto plazo.

VII.1.3.5 Pronostico ambiental

El pronóstico ambiental integra los resultados del análisis del escenario con proyecto considerando la aplicación total de las medidas de prevención, mitigación y compensación. Su finalidad es estimar la condición futura del sistema ambiental Regional, incorporando la respuesta de cada componente frente a la ejecución de las obras y actividades del Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa y la eficacia esperada de las medidas implementadas.

En los apartados previos del presente capítulo, así como en el capítulo V se determinó que los factores más sensibles ante el desarrollo del proyecto son: suelo, agua, flora, fauna y paisaje, todos ellos identificados como críticos. Sin embargo, las medidas de mitigación diseñadas en el Capítulo VI que incluyen obras de conservación de suelo y agua, rescate y reubicación de flora y fauna, controles de escorrentía, manejo de residuos, revegetación, reforestación compensatoria y restauración del sitio permiten modificar significativamente la magnitud y persistencia de los impactos ambientales.

Conforme al análisis sistémico y causal, y a la integración de las medidas en cada componente ambiental, el escenario pronosticado se caracteriza de la siguiente manera:

Suelo

En ausencia de medidas, el incremento potencial de la erosión alcanzaría hasta 73,718 t/año, derivado principalmente del desmonte y movimientos de tierra en las 604 ha de CUSTF. No obstante, con la implementación de las medidas de mitigación adecuadas, se prevé una reducción sustancial del potencial erosivo, evitando la pérdida neta de suelo y garantizando su reincorporación durante la fase de restauración. Estas acciones permitirán mantener la estabilidad de taludes, reducir la generación de sedimentos y favorecer la recuperación del perfil edáfico, a continuación, se enlistan las principales:

CONSULTA PÚBLICA

- Retiro y acopio del suelo fértil,
- 6,500 zanjas de infiltración,
- 11,500 m de barreras de material muerto,
- 50,000 terrazas individuales,
- Reforestación de 389 ha del predio de compensación,

En consecuencia, el pronóstico ambiental para el componente suelo indica una condición estable y manejable, con impactos bajos y plenamente mitigables al cierre del proyecto.

Agua superficial y subterránea

Las modificaciones iniciales en patrones de escurrimiento, infiltración y calidad del agua asociadas a estructuras mineras, canales de desvío, operaciones ESDE y lixiviación ácida se consideran controlables con las medidas previstas:

- Sistemas de contención impermeabilizados para sustancias y soluciones.
- Programas de manejo de residuos y emergencias.
- Obras de control de avenidas, canales perimetrales y piletas de sedimentación.
- Zanjas trincheras y terrazas que compensan la pérdida de infiltración e incrementan la retención de agua en el predio de compensación.

Los balances hidrológicos presentados en el Capítulo VI muestran que la capacidad de infiltración adicional generada por las obras compensa la disminución del área de infiltración asociada al CUSTF

Por lo anterior, el pronóstico ambiental es que no se generarán afectaciones significativas a la calidad del agua ni al balance hidrológico local, siempre que se mantenga el programa de monitoreo y acciones correctivas.

Flora

El desmonte y los bancos de agregados representan impactos críticos por la pérdida inmediata de cobertura vegetal. Sin embargo, con la ejecución del:

- Programa de rescate y reubicación de flora,
- Reforestación del predio de compensación,
- Restauración progresiva del sitio,
- Protección contra incendios,

Se prevé una recuperación gradual de la cobertura vegetal y del funcionamiento ecosistémico asociado. Las especies de interés biológico incluyendo cactáceas incluidas en CITES serán protegidas mediante rescate y propagación, lo que contribuye a mantener la diversidad regional.

El escenario pronosticado es de recuperación progresiva y funcional, alcanzando condiciones ecológicas comparables a las originales en el mediano y largo plazo.

CONSULTA PÚBLICA

Fauna

Las afectaciones iniciales por ruido, presencia humana y pérdida de hábitat se atenúan considerablemente mediante:

- Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación.
- Protección de corredores y zonas de exclusión.
- Señalización y control de tránsito.
- Medidas para prevenir incendios y cacería ilegal.
- Restauración de hábitats y revegetación.

Aunque ciertas especies sensibles pueden desplazarse temporalmente, la disponibilidad de hábitat restaurado y la reducción de disturbios durante la operación favorecen la recolonización y recuperación de las comunidades faunísticas.

El pronóstico ambiental para fauna es de reversibilidad parcial a alta, con impactos residuales moderados a bajos al final de la vida útil del proyecto.

Paisaje

Las modificaciones topográficas derivadas de cortes, taludes, terreros y patios de proceso constituyen el componente menos reversible. Sin embargo, las medidas de:

- Conformación de taludes con bermas,
- Retiro total de instalaciones al cierre,
- Reforestación y revegetación progresiva,
- Estabilización y coloración de superficies,

mitigan sustancialmente el contraste visual y permiten alcanzar una condición final armónica y estable, compatible con el paisaje regional. El pronóstico ambiental indica que el impacto visual será permanente pero atenuado, con una integración paisajística adecuada durante la fase de abandono.

El conjunto de medidas descritas en el Capítulo VI y el análisis sistémico del Capítulo VII demuestran que el proyecto, bajo un esquema de cumplimiento total, no compromete la integridad del sistema ambiental Regional y mantiene niveles de impacto aceptables y mitigables dentro del marco normativo.

Los componentes críticos (suelo, agua, flora y fauna) presentan tendencias claras de recuperación, y los impactos residuales se consideran controlables, siempre que se mantenga el programa de monitoreo y mejora continua.

El escenario con proyecto y con medidas de mitigación representa un estado ambiental significativamente mejor que el escenario con proyecto sin mitigación y compatible con los objetivos de sustentabilidad planteados por el promovente.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo VIII

CONTENIDO

VIII . IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN 1
VIII.1.1 CARTOGRAFÍA 1
VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS 1
VIII.1.3 VIDEOS 1
VIII.1.4 LISTAS DE FLORA Y FAUNA 2
VIII.2 OTROS ANEXOS 2
VIII.3 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EROSIÓN 3
VIII.3.1 ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA 3
VIII.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE FACTORES 3
VIII.3.1.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CON SIG 6
VIII.3.2 ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN EÓLICA 7
VIII.4 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 13
VIII.4.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 13
VIII.4.2 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS 15
VIII.5 GLOSARIO DE TÉRMINOS 17
VIII.6 REFERENCIAS CITADAS Y CONSULTADAS 21
VIII.6.1 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO III 21
VIII.6.2 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO IV 24
VIII.6.3 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO V 29
VIII.6.4 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO VI 29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANEXOS QUE SE INTEGRAN LA MIA-P "PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA". 2
TABLA 2. ECUACIONES DE EROSIVIDAD DE LA LLUVIA PARA LAS DIFERENTES REGIONES DE MÉXICO. 3
TABLA 3. VALORES DEL FACTOR K DE LOS SUELOS DEL PROYECTO. 4
TABLA 4. VALORES DE C EN ÁREAS FORESTALES (TRAGSA, 1998) 5
TABLA 5. VALORES DE C EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO. 5
TABLA 6. VALORES RASTERIZADOS DE LOS FACTORES DE LA EUPS PARA EL ESCENARIO ACTUAL. 6
TABLA 7. NIVEL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL ÁREA ACTUALMENTE SIN PROYECTO. 7
TABLA 8. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CALOR Y SU CONSTANTE A POR MES. 8
TABLA 9. PROCESO DE LA ECUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PET POR MES. 8
TABLA 10. FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA PET ESTÁNDAR EN FUNCIÓN DE LA LATITUD (DUNNE Y LEOPOLD, 1978). 9
TABLA 11. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE PET CORREGIDA. 9
TABLA 12. VALORES DEL FACTOR C PARA EL CÁLCULO DE LA AGRESIVIDAD CLIMÁTICA. 10
TABLA 13. CLASIFICACIÓN DE LAS VALORACIONES DEL FACTOR "C". FAO (1980). 10

CONSULTA PÚBLICA

TABLA 14. VALORES DEL FACTOR S DE LOS SUELOS DEL PROYECTO. 11
TABLA 15. FACTOR DE PONDERACIÓN DEL FACTOR TOPOGRÁFICO "T". FAO (1980). 11
TABLA 16. VALORACIONES DEL FACTOR VEGETACIÓN NATURAL·"V" ADIMENSIONAL. FAO (1980). 11
TABLA 17. VALORES DE V EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO. 12
TABLA 18. VALORACIONES DEL FACTOR USO DEL SUELO "L" (ADIMENSIONAL). FAO (1980). 12
TABLA 19. VALORES DE L EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO. 12
TABLA 20. FACTORES E INSUMOS PARA EL CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA. 12
TABLA 21. NIVEL DE EROSIÓN EÓLICA DEL ÁREA DE CUSTF ACTUAL SIN PROYECTO. 13
TABLA 22. CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO 16
TABLA 23. CLASIFICACIÓN DE RANGOS DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS 17

CONSULTA PÚBLICA

VIII. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De conformidad con lo establecido en el Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional del **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"**. Asimismo, todo el estudio se ha grabado en memoria magnética (USB), incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, mismo que es presentado en formato *Word (.docx)*, y en los documentos que corresponden en formato *Excel (.xlsx)* o *Pdf (.pdf*).

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA

Para la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR), del área del Proyecto y de sus distintos elementos y características, se generó información geográfica georreferenciada con base en la Serie VII del INEGI y en otras fuentes cartográficas, como el Servicio Geológico Mexicano y la Comisión Nacional del Agua.

Asimismo, en el desarrollo de cada capítulo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en su modalidad Regional, se incorporaron los mapas georreferenciados correspondientes, con el fin de respaldar la descripción de las características analizadas y facilitar la interpretación de la información. Los mapas se presentan con el sistema de coordenadas UTM WGS84.

Los mapas se presentan de forma impresa y digital con la escala adecuada al análisis que se requiere de acuerdo con el proyecto y al Sistema Ambiental Regional (SAR). En el **Anexo 23** se presenta la **Cartografía descriptiva,** que recopila todos los mapas georeferenciados incluidos en el cuerpo de los capítulos que integran la MIA-P.

VIII.1.2 FOTOGRAFÍAS

En el cuerpo de los capítulos que integran la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R) Modalidad Regional se incluyen fotografías que facilitan el análisis de lo que se describe y caracteriza.

VIII.1.3 VIDEOS

No se presentan videos como parte del presente documento.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.1.4 LISTAS DE FLORA Y FAUNA

Se incluyen las bases de datos en Excel (Anexo 14 y 15) las bases de datos de cada sitio de muestreo en el AP y en el SAR.

VIII.2 OTROS ANEXOS

En la siguiente tabla se presenta el listado de todos los Anexos que integran la MIA-R del **"Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".**

Tabla 1. Anexos que se integran la MIA-P "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".

CONTENIDO		ID
Documentación Legal del promovente		1
CAPÍTULO 2	Antecedentes (oficios resolutivos)	2
	Archivos Shapefiles de: Grandes áreas, Área del proyecto, Área de desmonte, Sistema Ambiental Regional	3
	Archivo Excel con las coordenadas de: Grandes áreas, Área del proyecto, Área de desmonte, Sistema Ambiental Regional	4
	Oficio de Revalidación del permiso general 4660-Son, para el periodo 2025 y el oficio de solicitud de revalidación para periodo 2026	5
CAPÍTULO 3	Oficio INAH	6
	Concesiones de agua autorizadas	7
CAPÍTULO 4 (FÍSICO)	Archivos raster, Erosión hídrica y eólica	8
	Archivos raster, Balance hídrico	9
CAPÍTULO 4 (BIÓTICO)	Cálculos de fauna AP	10
	Cálculos de fauna SAR	11
	Cálculos de flora SAR	12
	Cálculos de flora AP	13
	Coordenadas de los sitios de muestreo AP	14
	Coordenadas de los sitios de muestreo SAR	15
CAPÍTULO 5	Matriz de identificación y evaluación de impactos	16
PROGRAMAS	Programa de Rescate y Reubicación de flora	17
	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna	18
	Programa de Reforestación	19
	Programa de obras de conservación de suelo y agua	20
	Plan de manejo de residuos	21
	Programa de educación ambiental	22
CARTOGRAFÍA	Cartografía descriptiva	23
CATÁLOGOS	Catálogo de flora representativa	24
	Catálogo de fauna representativa	25

SAR: Sistema Ambiental Regional, **AP:** Área del proyecto, **AFP:** Área Forestal del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.3 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EROSIÓN

VIII.3.1 ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA

Para el cálculo de la erosión hídrica se usó la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (EUPS), desarrollada por Wischmeier y Smith (1978).

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Donde:
A = Pérdida de suelo (ton/ha/año)
R= Factor de erosividad de la lluvia
K= Factor de Erosionabilidad del Suelo
L= Longitud de la pendiente
S= Grado de la pendiente
C= Factor de cultivo ó Cobertura vegetal
P= Prácticas mecánicas de control de erosión

Para el cálculo del nivel de erosión en el área de del proyecto en su totalidad se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS) a través de la creación de un modelo algebraico de mapas con las variables de la ecuación de la EUPS. A continuación se desglosa cada uno de los factores para la estimación de la erosión.

VIII.3.1.1 Descripción de factores

- Factor R: Erosividad de la lluvia

Cortés (1991), propone catorce modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R. Para el "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa"se utilizó la ecuación de la Región 2.

Tabla 2. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

REGIÓN	ECUACIONES	R^2
1	$Y= 1.20785X + 0.002276X^2$	0.92
2	**$Y= 3.45552X + 0.006470X^2$**	**0.93**
3	$Y= 3.67516X - 0.001720X^2$	0.94
4	$Y= 2.89594X + 0.002983X2$	0.92
5	$Y= 3.48801X - 0.000188X^2$	0.94
6	$Y= 6.68471X + 0.001680X^2$	0.90
7	$Y= 0.03338X + 0.006661X^2$	0.98
8	$Y= 1.99671X +0.003270X^2$	0.98
9	$Y= 7.04579X - 0.002096X^2$	0.97
10	$Y= 6.8375X + 0.000442X^2$	0.95
11	$Y= 3.77448X + 0.004540X^2$	0.98
12	$Y= 2.46190X + 0.006067X^2$	0.96
13	$Y= 10.74273X - 0.001008X^2$	0.97
14	$Y= 1.50046X +0.002640X^2$	0.95

CONSULTA PÚBLICA

$$Y= 3.45552X + 0.006470X^2$$

Dónde:

R: Valor del factor R (índice de erosividad expresado en MJ mm/ha h)
X: Precipitación media anual del pixel de la isoyeta

La fórmula se aplicó utilizando una matriz de puntos con precipitación generada a partir de datos de estaciones meteorológicas de la región. Con base en las normales climatológicas 1951-2010 procesadas por CONAGUA, se elaboró una matriz de puntos equidistantes para el área de influencia y, mediante interpolación Kriging, se obtuvieron valores de precipitación anual a nivel de píxel.

- **Factor K: Erosionabilidad del Suelo**

Se utilizó la Carta de suelos 1:50,000 de INEGI, de acuerdo con la información edafológica en la zona del proyecto se presenta tres unidades edafológicas que corresponde a un suelo con varias texturas como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3. Valores del Factor K de los suelos del proyecto.

SUE1	SUB1	SUE2	SUB2	SUE3	SUB3	Textura	K1	K2	K3	Factor K
Feozem	háplico	Regosol	Eutrico			Fina	0.007	0.013	0	0.01
Litosol	N/A	Feozem	háplico	Regosol	Eútrico	Media	0.02	0.02	0.04	0.0267
Regosol	Rutrico	Feozem	háplico			Gruesa	0.026	0.013	0	0.0195

- **Factor L: Longitud de la pendiente y Factor S: Grado de la pendiente**

Para la variable LS de la ecuación de la erosión hídrica se utilizó el Modelo de Elevación Digital del INEGI obtenido del vuelo Lidar del estado de Sonora (MED de las cartas 1:10,000 con clave H12B41C3, H12B41C4 y H12B2A3, el cual cuenta con una resolución de 5x5 metros.

Una vez obtenidos los valores del MDE a nivel pixel de 25 m2, se utilizó la siguiente ecuación:

$$LS = \left[\frac{\lambda}{22.1}\right]^m \left[\frac{0.043s^2 + 0.3s + 0.43}{6.613}\right]$$

Donde:

LS: Factor de longitud y grado de pendiente
l: Longitud de la Ladera
s: Pendiente del terreno
m: Valor dependiente de la pendiente media según la siguiente expresión:

CONSULTA PÚBLICA

$$m = \frac{\frac{sen\phi}{0.0896\left(3(sen\phi)^{0.8}\right)+0.56}}{1+\frac{sen\phi}{0.0896\left(3(sen\phi)^{0.8}\right)+0.56}}$$

Dónde:
ϕ: pendiente media en grados

El valor de s varía de acuerdo con las siguientes reglas:

Para pendiente menores del 9% s = 10.8 (senf) + 0.03
Para pendiente mayores del 9% s = 16.8 (senf) - 0.5

El valor de LS es distinto para cada píxel puesto que cada uno tiene una pendiente y una longitud distinta, el rango de valores para el área de estudio va de 0.04040 hasta 35.8940 y una media 0.6644 para toda el área del proyecto, siendo estos valores adimensionales

- Factor C: Factor de cultivo ó Cobertura vegetal

Para la asignación de valores al factor C en el área de estudio, se han adoptado los criterios descritos en el libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998) referido a ecosistemas naturales: Matorrales, Pastizales y Bosques.

Tabla 4. Valores de C en áreas forestales (TRAGSA, 1998).

% De Cabida Cubierta	% De Cubierta En Contacto Con El Suelo (1)	Tipo De Ordenación (2)	
		C	NC
100 - 75	100 - 90	0.001	0.003 – 0.011
75 - 40	90 - 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 (3)	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

(1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas. (2) C= montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo. Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla de pastizales, matorrales y arbustos.

Para el área de estudio se clasificó la vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural y la vegetación secundaria del Bosque de Encino con una densidad del suelo variable, obteniendo 5 valores de C para las diferentes características del área de estudio (Densidad de la vegetación, presencia de ganado y cubrimiento del suelo), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Valores de C en las áreas forestales del proyecto.

Tipo de vegetación	Densidad	Recubrimiento vegetal (estrato arbóreo)	Cubierta en contacto con el suelo	Valor de C
Vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural	Muy Baja	25 %	40 %	0.09
	Baja	40 %	50 %	0.07
	Media	50 %	60 %	0.03
Vegetación secundaria del Bosque de Encino	Baja	40 %	50 %	0.05
	Media	60 %	60 %	0.02

CONSULTA PÚBLICA

Factor P: Prácticas mecánicas de control de erosión

Para la evaluación que contempla la estimación del incremento de la erosión hasta el descapote por lo que este factor tiene un valor de 1 ya que no se realizan este tipo de prácticas, además de considerarse que este factor ya está incluido dentro de valor C en cuanto a vegetación actual del área.

VIII.3.1.2 Análisis de información con SIG

Una vez que se generan las capas de información en formato ráster y con tamaño de píxel de 5 m para los seis factores de la EUPS, se procedió a ejecutar la herramienta "ModelBuilder" en el software ArcGIS, estimando el valor de erosión potencial actual para el área del proyecto.

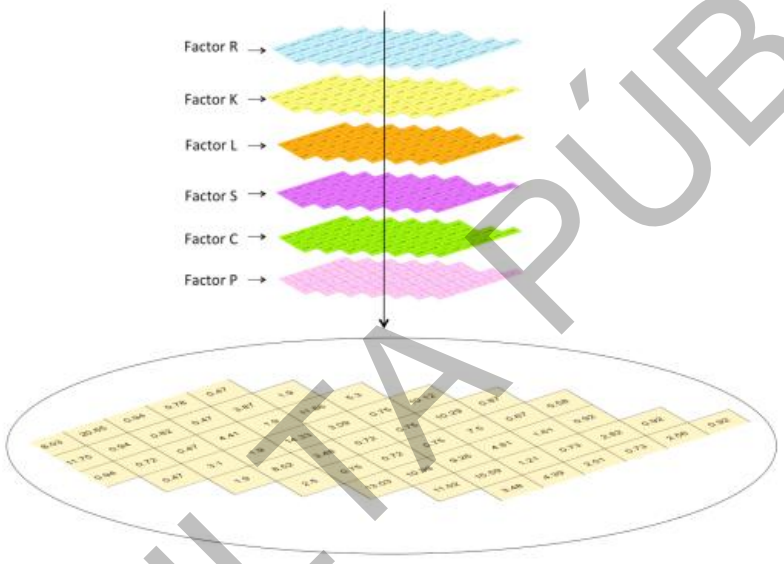


Figura 1. Ejemplificación del proceso realizado en el SIG.

Para el proyecto, se obtuvieron y rasterizaron las seis capas con valores a nivel pixel de 25 m^2 y el modelbuilder realizó el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos. Los valores de cada capa se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6. Valores rasterizados de los factores de la EUPS para el escenario actual.

Factor	Valor De Los Pixeles En El Área Del Proyecto
R	2769 hasta 2829
K	0.01 a 0.02667
LS	0.040 hasta 35.89
C	0.02 a 0.09
P	1

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel pixel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel. En virtud de que se tiene una diversidad de resultados a nivel pixel, se agruparon los valores de acuerdo con los rangos establecidos por la FAO, obteniendo los resultados de la siguiente tabla siguiente.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 7. Nivel de erosión hídrica del área actualmente sin proyecto.

Nivel	Rangos Ton /Ha/Año	Área Forestal	
		Área (Ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	582.57	96.48
Moderada	10-50	21.07	3.46
Fuerte (severa)	50- 200	0.36	0.06
Muy Fuerte	>200	0	0.00
Total		**604.0**	**100.00**

VIII.3.2 ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN EÓLICA

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica en el SAR y en el AFP se evaluó utilizando la Ecuación Paramétrica desarrollada por la FAO en 1980, la cual fue utilizada por Torres *et al*. (2003).

$$\boldsymbol{Pee = f(C,S,T,VL)}$$

Donde:

Pee = Pérdida de suelo por erosión eólica (Ton/ha/Año);
C = Factor de agresividad climática;
S = Factor suelo;
T = Factor topográfico;
V = Factor de vegetación natural, y
L= Factor de uso de la tierra

- *Factor C: Agresividad climática*

El cálculo de este factor se realizó mediante una forma modificada del índice eólico de propuesta por la FAO (1980) para la evaluación a nivel general, como se muestra a continuación:

$$C = \frac{1}{100}\sum_{1}^{12} V^3\left(\frac{PET - P}{PET}n\right)$$

Donde:

V= velocidad media mensual del viento a 2m de altura, m/s
P= precipitación pluvial, mm
PET = evapotranspiración potencial, mm
n = número de días del mes

Paso 1: Obtener el Valor de PET

En lo concerniente al cálculo de la Evapotranspiración Potencial (PET, por sus siglas en inglés) se puede obtener de diversos métodos. Para el caso del presente análisis se usó la metodología de Thornthwaite modificada (Dunne y Leopold, 1978); la cual se expresa mediante la siguiente igualdad:

$$PET = 16\left(10\,x\,\frac{Tm}{I}\right)^a$$

Donde:

CONSULTA PÚBLICA

PET= es la evapotranspiración potencial en mm
Tm= Temperatura media
I= Índice de calor:
a= la constante local del índice (I)

$$a = 675(I\ x\ 10^{-3})^3 - 77.1(I\ x\ 10^{-3})^2 + 1792(I\ x\ 10^{-5}) + 0.49329$$

Para calcular la **Intensidad de Calor** se toma en cuenta los valores de la temperatura media por mes de la estación meteorológica de Santa Cruz (FFCC), al ser la estación dentro del área de CUSTF con mayores datos, aplicando la ecuación siguiente (metodología de Thornthwaite modificada (Dunne y Leopold, 1978):

$$I = \sum_{k=1}^{12} \left(\frac{\mathrm{Tm}}{5}\right)^{1.514}$$

De igual manera, con los resultados de la Intensidad de Calor se calcula la constante local del índice (a).

Tabla 8. Resultados del cálculo de la Intensidad de Calor y su constante a por mes.

Mes	TM*	I	a
Enero	10.1	2.891	0.544
Febrero	12	3.751	0.559
Marzo	14.2	4.836	0.578
Abril	16.5	6.067	0.599
Mayo	19.9	8.051	0.633
Junio	23.3	10.216	0.669
Julio	24.5	11.020	0.682
Agosto	23.9	10.615	0.676
Septiembre	22.8	9.886	0.664
Octubre	19	7.507	0.624
Noviembre	14.9	5.201	0.584
Diciembre	11.1	3.334	0.552

*Datos de la estación Santa Cruz (FFCC), la cual es la estación con datos de precipitación y temperatura media mensual

Posteriormente se calcula la Evapotranspiración Potencial (PET) aplicando los valores a la ecuación antes referida:

Tabla 9. Proceso de la ecuación para la obtención de PET por mes.

Mes	Tm / I	TM / I X 10	(TM/I X10)A	PET Calculada
Enero	3.49	34.93	6.92	110.76
Febrero	3.20	31.99	6.95	111.21
Marzo	2.94	29.36	7.06	112.94
Abril	2.72	27.20	7.24	115.84
Mayo	2.47	24.72	7.61	121.84
Junio	2.28	22.81	8.10	129.63
Julio	2.22	22.23	8.30	132.79
Agosto	2.25	22.51	8.20	131.19
Septiembre	2.31	23.06	8.02	128.38
Octubre	2.53	25.31	7.50	120.07

CONSULTA PÚBLICA

Mes	Tm / I	TM / I X 10	(TM/I X10)A	PET Calculada
Noviembre	2.86	28.65	7.11	113.71
Diciembre	3.33	33.29	6.93	110.86

Paso 2: Cálculo de PET corregida

Para el cálculo de la PET de un mes determinado se debe corregir la PET, en función de la latitud, esto es con base la latitud en que se encuentre la estación termopluviométrica de donde se obtuvieron los datos base (30ºN para el proyecto).

$$PET\ (corregida) = PET \times FC\ (mm/mes)$$

Tabla 10. Factor de corrección de la PET estándar en función de la latitud (Dunne y Leopold, 1978).

Latitud	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
60ºN	0.54	0.67	0.97	1.19	1.33	1.56	1.55	1.33	1.07	0.84	0.58	0.48
50ºN	0.71	0.84	0.98	1.14	1.28	1.35	1.33	1.21	1.06	0.9	0.76	0.68
40ºN	0.8	0.89	0.99	1.1	1.2	1.25	1.23	1.15	1.04	0.93	0.83	0.78
30ºN	0.87	0.93	1	1.07	1.14	1.17	1.16	1.11	1.03	0.96	0.89	0.85
20ºN	0.92	0.96	1	1.05	1.09	1.11	1.1	1.07	1.02	0.98	0.93	0.91
10ºN	0.97	0.98	1	1.03	1.05	1.06	1.05	1.04	1.02	0.99	0.97	0.96
0º	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10ºS	1.05	1.04	1.02	0.99	0.97	0.96	0.97	0.98	1	1.03	1.05	1.06
20ºS	1.1	1.07	1.02	0.98	0.93	0.91	0.92	0.96	1	1.05	1.09	1.11
30ºS	1.16	1.11	1.03	0.96	0.89	0.85	0.87	0.93	1	1.07	1.14	1.17
40ºS	1.23	1.15	1.04	0.93	0.83	0.78	0.8	0.89	0.99	1.1	1.2	1.25
50ºS	1.33	1.19	1.05	0.89	0.75	0.68	0.7	0.82	0.97	1.13	1.27	1.36

Los valores calculados del PET nos indican la cantidad de agua que se puede evapotranspirar en óptimas condiciones y, generalmente, son siempre mayores a la evapotranspiración real.

Tabla 11. Resultados de la estimación de PET Corregida.

Mes	PET Calculada	Factor De Corrección	PET Corregida (Mm/Mes)
Enero	110.76	0.87	96.36
Febrero	111.21	0.93	103.42
Marzo	112.94	1	112.94
Abril	115.84	1.07	123.95
Mayo	121.84	1.14	138.90
Junio	129.63	1.17	151.67
Julio	132.79	1.16	154.04
Agosto	131.19	1.11	145.62
Septiembre	128.38	1.03	132.23
Octubre	120.07	0.96	115.27
Noviembre	113.71	0.89	101.20
Diciembre	110.86	0.85	94.23
Total	**1,439.21**		**1,469.82**

Factor de Corrección Latitud 30ºN (Valores de tabla 58)

CONSULTA PÚBLICA

Paso 3: Con el valor de PET corregida, se calcula el factor C

Una vez calculado el valor de PET, son necesarios los valores de velocidad media mensual del viento (V) y los registros de la precipitación, información que se obtuvo de la estación meteorológica Santa Cruz (FFCC), así como el número de días por mes (N), para finalmente aplicar la ecuación y obtener el factor C:

Tabla 12. Valores del factor C para el cálculo de la agresividad climática.

Mes	V (M/S)	Precipitación (Mm/Mes)	PET Corregida (Mm/Mes)	N	Factor C
Enero	4.53	41.6	96.36	31	1637.97
Febrero	4.74	28.5	103.42	28	2161.35
Marzo	4.98	29.5	112.94	31	2830.35
Abril	4.96	14.9	123.95	30	3220.86
Mayo	4.56	6.7	138.90	31	2797.53
Junio	4.27	14.8	151.67	30	2107.73
Julio	3.75	134.9	154.04	31	202.89
Agosto	3.28	98.1	145.62	31	356.43
Septiembre	3.33	50.9	132.23	30	683.85
Octubre	3.96	31.1	115.27	31	1409.53
Noviembre	4.33	29	101.20	30	1742.56
Diciembre	4.43	47.2	94.23	31	1346.84
C		**527.2**	**1,469.82**		**204.98**

V=Velocidad del viento; N=número de días del mes

Fuente: elaboración con base en la información meteorológica de Santa Cruz (FFCC). La velocidad media mensual del viento a 2m de altura m/s y se obtuvo de la base de datos del The National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) (http://globalweather.tamu.edu/)

El factor de agresividad climática obtenido es válido para el área de CUSTF donde las condiciones de evapotranspiración y temperatura es similar alrededor de la misma, el valor del factor C obtenido es:

$$C = \frac{1}{100}\sum_{1}^{12} V^3\left(\frac{PET - P}{PET}n\right) = \mathbf{204.98}$$

La FAO (1980) hace una clasificación de las valoraciones del factor de agresividad climática "C", que para el caso del área de CUSTF corresponde a una valoración de Muy Alta, lo cual es común en las zonas semiáridas en el noroeste de México, donde la erosión eólica es la más relevant

Tabla 13. Clasificación de las valoraciones del factor "C". FAO (1980).

Clasificación	Valor De "C"
Ninguna o ligera	0-20
Moderada	20 – 50
Alta	50- 150
Muy Alta	>150

CONSULTA PÚBLICA

- Factor S: Suelo

La determinación de la influencia que tiene el factor suelo sobre las tasas de erosión eólica, se realizó tomando como base la textura del suelo superficial. Se consideró que un suelo es calcáreo cuando la subunidad de la unidad de suelo fue cálcica o calcárea, las cuales se caracterizan por el alto contenido de cal (CaCO3). Toda la información referente a textura del suelo, unidades cartográficas de suelos con unidades de suelos calcáreos o no calcáreos, suelos pedregosos o guijarrosos, se obtuvo de la carta edafológica a una escala de 1:250,000, del INEGI.

Tabla 14. Valores del Factor S de los suelos del proyecto.

SUE1	SUB1	SUE2	SUB2	SUE3	SUB3	Textura	Fase Física	Factor S
Feozem	heplico	Regosol	Rutrico			Fina	Pedregosa	0.92
Litosol	N/A	Feozem	heplico	Regosol	Rutrico	Media		1.25
Regosol	Rutrico	Feozem	heplico			Gruesa	Pedregosa	1.75

- Factor T: topográfico

Este factor se derivó a partir del modelo de elevación digital del terreno del INEGI con una resolución de 5 metros, obtenido de las cartas del MED 1:10,000 H12B41C3, H12B41C4 y H12B2A3 como se describió en el proceso del cálculo de la erosión hídrica, este proceso del cálculo y clasificación de la pendiente está dentro como un subproceso del modelo del "Model Builder" para la erosión eólica.

Tabla 15. Factor de ponderación del factor topográfico "T". FAO (1980).

Pendiente %	Valoración (T)
0-8	1
8 - 30	0.5
> 30	0.3

- Factor V: vegetación natural

La determinación del efecto de protección que tiene el factor de vegetación natural sobre la erosión del suelo por el viento, para una evaluación al nivel seleccionado, la FAO (1980) propone el uso de la siguiente serie de valoraciones para tipos de vegetación natural muy generales, y para diferentes porcentajes de cubierta vegetal.

Tabla 16. Valoraciones del factor vegetación natural·"V" adimensional. FAO (1980).

Tipo De Vegetación	Porcentaje De Cubierta Del Suelo					
	0-1	1-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Estepa (sin árboles)	1	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Sabana con árboles	1	0.7	0.4	0.25	0.1	0.03
Bosque sabanero	1	0.6	0.3	0.2	0.1	0.01
Monte alto	0.9	0.5	0.3	0.15	0.05	0.001

Para el área de CUSTF en análisis consideramos el tipo de vegetación, los cultivos que se presentan en la zona y su clasificación por densidad y cobertura, obteniendo los valores de V considerando la cobertura más semejante, para lo cual se obtuvieron los siguientes valores.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 17. Valores de V en las áreas forestales del proyecto.

Tipo de vegetación	Densidad	Recubrimiento vegetal (estrato arbóreo)	Cubierta en contacto con el suelo	Valor de V
Vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural	Muy Baja	25%	40%	0.4
	Baja	40%	50%	0.3
	Media	50%	60%	0.2
Vegetación secundaria del Bosque de Encino	Baja	40%	50%	0.25
	Media	60%	60%	0.1

- Factor L: uso del suelo

Uso del suelo, en este caso se refiere a las diferentes tierras o sistemas de cultivos y la valoración de la influencia que tiene este factor en el movimiento de las partículas por la acción del viento, también se realizó tomando como base las valoraciones consideradas por la FAO (1980), para una evaluación a nivel general "L", las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18. Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional). FAO (1980).

Sistema de cultivo	Valoración
Cultivos anuales de periodo vegetativo corto	0.7
Cultivo de áreas tropicales húmedas	0.4
Cultivos de regadío	0.2

Este factor fue considerado con un valor de 1, debido a que en el área del proyecto que comprende las superficies de CUSTF no se encuentran áreas de uso agrícola, por lo que este factor ya está considerado en el factor "V" previamente descrito.

Tabla 19. Valores de L en las áreas forestales del proyecto.

Uso del suelo	Valor de L
Vegetación secundaria arbórea del Pastizal Natural	1
Vegetación secundaria del Bosque de Encino	1

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los insumos para cada factor.

Tabla 20. Factores e insumos para el cálculo de la erosión eólica.

Factor	Nombre	Insumo	Fuente	Proceso
C	Agresividad climática	Velocidad media mensual del viento Precipitación pluvial Temperatura media Evapotranspiración	Datos de la estación meteorológica Venustiano Carranza (06025) y el viento de Climate Forecast System Reanalysis (CFSR)	Cálculo mediante fórmulas (tablas de Excel) y su posterior digitalización
S	Suelo	Tipo de suelo Textura del suelo	Carta de Suelos INEGI 1:250,000	Digitalización de valores de tablas de acuerdo con al tipo de suelo y valor de tablas
T	Topografía	Modelo de elevación digital Pendiente del terreno	Modelo de elevación digital del terreno resolución de 5 metros obtenido del vuelo Lidar del	Cálculo de valores de tablas de acuerdo con la pendiente.

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Nombre	Insumo	Fuente	Proceso
			INEGI (cartas H12B41C3, H12B41C4 y H12B2A3)	
V	Vegetación Natural	Tipo de vegetación Cobertura de la vegetación	Levantamiento de Campo y muestreo forestal	Digitalización de dos valores de tablas de acuerdo con la cobertura
L	Uso de la tierra	Clasificación de acuerdo con las Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional).	Levantamiento de Campo	Asignación del Valor de tablas a toda el área

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la siguiente tabla, en donde el 59.72% de la superficie se encuentra en un nivel moderado y el 40.13% en el nivel fuerte, lo cual significa que este tipo de procesos de deterioro del suelo actualmente son moderados a fuertes.

Tabla 21. Nivel de Erosión eólica del área de CUSTF actual sin proyecto.

Grado	Rangos Ton /Ha/Año	Área (Ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.88	0.15
Moderada	10-50	360.72	59.72
Fuerte (severa)	50- 200	242.39	40.13
Muy Fuerte	>200	0.0000	0.00
Total		**604**	**100.00**

A nivel general el promedio de la erosión eólica se encuentra en un nivel de 45.50 ton/ha/año lo cual se ubica en niveles moderados.

En el **Anexo 8**, se presentan los archivos ráster de la Erosión hídrica y eólica para el Proyecto.

VIII.4 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

VIII.4.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Para la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto se siguieron las siguientes fases:

Fase 1 Análisis del Proyecto: Corresponde al análisis detallado de la totalidad del proyecto. Esta fase implica la revisión exhaustiva de sus componentes, actividades y requerimientos, tal como se describen en el Capítulo II de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

Fase 2 Identificación de Impactos: Una vez analizado el proyecto, se procede a la identificación de los impactos potenciales. Esta etapa se nutre de la información contenida en los Capítulos II y IV de la MIA. El resultado de esta fase es la elaboración de una Matriz de identificación de impactos, que relaciona las etapas y actividades del proyecto con los factores y sus factores ambientales susceptibles de ser afectados.

CONSULTA PÚBLICA

Fase 3 Valoración Cualitativa de Impactos: En esta fase, cada impacto identificado en la matriz es valorado de forma numérica. La metodología de Conesa utiliza un conjunto de criterios (intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, sinergia, entre otros) para asignar un valor ponderado a cada impacto, permitiendo así una evaluación objetiva.

Fase 4 Construcción de la Matriz de Importancia: Con la información recabada en la fase anterior, se construye la Matriz de Importancia de Impactos. Esta matriz es el instrumento analítico principal, donde se interrelacionan las actividades del proyecto con los factores ambientales impactados.

Fase 5: Valoración de la importancia del Impacto: A partir de la valoración numérica, se utiliza una fórmula para realizar la predicción del valor total del impacto para cada factor ambiental. Esto proporciona una visión agregada del efecto global del proyecto en los diferentes componentes del entorno.

Fase 6: Predicción de la importancia del factor: A partir de la valoración de la importancia del impacto, se determina el factor con mayor afectación por la implementación del proyecto.

Fase 7: Definición de Medidas de Mitigación: Con base en los resultados de la valoración, se proponen medidas de mitigación y/o compensaciones específicas para los impactos identificados. El objetivo es reducir, compensar o eliminar los efectos negativos del proyecto. Estas medidas serán las que se describan de manera detallada en el Capítulo VI.



Figura 2. Proceso de Evaluación de Impactos Ambientales

La metodología para la identificación de impactos ambientales se basa en el diseño y aplicación de una matriz de interacción derivada de la Matriz de Leopold, adaptada específicamente a las condiciones del proyecto. Esta matriz contempla los atributos ambientales relevantes y permite establecer, en cada cruce entre actividades del proyecto (columnas) y factores ambientales (renglones), los impactos que pueden tener posibilidad de ocurrencia a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo. Cada intersección identifica no solo la existencia de un impacto potencial, sino también el factor ambiental afectado y la etapa del proyecto en que dicho efecto podría manifestarse. Con ello, se consolida un procedimiento sistemático que facilita la determinación de la *significancia* de los impactos, conforme a los criterios definidos en la normatividad ambiental aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso prolongado.
a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.
B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.
b = Benéfico poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Se identificaron en esta matriz general las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente, mismas que fueron calificadas en forma cualitativa usando la simbología descrita anteriormente.

VIII.4.2 VALORIZACIÓN DE IMPACTOS

La matriz de importancia integra, para cada cruce acción–factor de la matriz de identificación de impactos, para la valorización se utilizó la metodología de Conesa (1997), el cual integra 11 criterios con sus respectivos valores numéricos. Cada casilla de la matriz se valora numéricamente con los criterios Signo (SG), Intensidad (I), Extensión (EXT), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR) y Recuperabilidad (MC). Para EXT y MO, cuando el efecto se ubica en un sitio crítico o el momento es crítico, se adicionan cuatro unidades al valor base. El signo se reporta como "+" si el efecto es beneficioso y "–" si es adverso; en caso de "sin efecto" se aplica valor 0.

Esta matriz permite priorizar impactos y orientar la definición de medidas de manejo. Un valor alto o crítico indica la necesidad de reforzar prevención, mitigación, restauración o compensación, según corresponda, mientras que un valor irrelevante sugiere control y seguimiento básico. A continuación se describen los criterios utilizados por Conesa (1997).

- **Naturaleza (NA):** Hace alusión al carácter *Beneficioso (+) o Perjudicial* de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- **Intensidad (I):** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.
- **Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. **Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.
- **Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
- **Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción.
- **Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, la componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

CONSULTA PÚBLICA

- **Acumulación (AC).** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada a la acción que lo genera.
- **Efecto (EF):** Distingue la relación causal entre la acción y la respuesta del medio.
- **Periodicidad (PR):** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto bien sea de manera cíclica o recurrente.
- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la actuación por medio de la intervención humana.

En la siguiente tabla de presenta los valores asignados para cada categoría de los 11 criterios.

Tabla 22. Criterios para la valoración de la importancia del Impacto

SIGNO		INTENSIDAD (I)	
Sin efecto	0	Baja	1
Positivo	+	Media	2
Negativo	-	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EXT)		**MOMENTO (MO)**	
Puntual	1	Largo plazo (> 5 años)	1
Parcial	2	Mediano plazo (1 a 5 años)	2
Extenso	4	Inmediato (< 1 año)	4
Total	8	Crítico	(+4)
Critica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		**REVERSIBILIDAD (RV)**	
Fugaz (< 1 año)	1	Corto plazo	1
Temporal (1 a 10 años)	2	Mediano plazo (1 a 5 años)	2
Permanente (> 10 años)	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		**ACUMULACIÓN (AC)**	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		**PERIODICIDAD (PR)**	
Indirecto (Secundario)	1	Irregular y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		**IMPORTANCIA (I)**	
Inmediato	1	Irrelevante	<25
Medio plazo	2	Moderado	25 a < 50
Mitigable	4	Alto	50 - 75
Irrecuperable	8	Critico	> 75

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la siguiente ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR) + MC$$

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 23. Clasificación de rangos de importancia de Impactos

Rango de Importancia	Clase de Efecto	Categoría	Impacto
0 ≤ 25	Compatible	Verde	Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.
26 ≤ 50	Moderado	Amarillo	Son Impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.
51 ≤ 75	Severo	Naranja	Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.
76 ≤ 100	Crítico	Rojo	Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversible. Para su manejo se requieren medidas de control, prevención y mitigación

En el **Anexo 16**, se presenta la Matriz de identificación y evaluación de impactos del "**Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa".**

VIII.5 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Agua del área de minado superficial (agua de laboreo): agua subterránea que necesita ser extraída para permitir la ejecución de trabajos de descapote y de aprovechamiento minero bajo condiciones seguras en el tajo.

Agua de contacto: es el agua que resulta de la precipitación pluvial directa sobre obras e instalaciones mineras, así como sobre los depósitos de residuos mineros (presa de jales y tepetatera) o bien, que resulta del proceso de la planta concentradora.

Área de influencia: Espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterara algún elemento ambiental.

Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del deterioro nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que quieren ser preservadas y restauradas.

Beneficio de minerales: se define como las actividades para la preparación, tratamiento, fundición de primera mano y/o refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos (NOM-157-SEMARNAT-2009).

CONSULTA PÚBLICA

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmosfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición u condición natural.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la perdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Descapote: Material estéril que cubre una estructura mineralizada y que para su minado a cielo abierto se tiene que desalojar (NOM-157-SEMARNAT-2009).

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempos determinados.

Educación ambiental: Proceso de formación dirigido a toda sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente.

Emisión: Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

Escenario: Descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente con varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que este se vuelva abrumador e inmanejable.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Evaluación ambiental: Predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

CONSULTA PÚBLICA

Fauna silvestre: Las especies animales que persisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental: Modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre.

Impactos acumulativos: Efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generan otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente lo están generando.

Impactos indirectos: Variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo.

Impactos potenciales: Posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.
Impactos residuales: Impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impactos sinérgicos: Aquel que se produce cuando el efecto continúo de la presencia simultánea de varias acciones supone la incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Indicador: Los indicadores son parámetros, o algunos valores derivados de los parámetros que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Minado: Conjunto de obras realizadas para iniciar la extracción del mineral con valor económico del yacimiento. Pueden ser actividades de minado a cielo abierto y subterráneas.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo. Utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, toxicas, inflamables o biológico infecciosas, presenten un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Tepetate: Residuos conformados por apilamiento de material mineral, sin valor económico. Incluye al descapote (NOM-157-SEMARNAT-2009).

CONSULTA PÚBLICA

VIII.6 REFERENCIAS CITADAS Y CONSULTADAS

VIII.6.1 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO III

Acuerdo de Escazú. (2018). Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú) se adoptó el 4 de marzo de 2018 en Escazú, Costa Rica

Arriaga, L., et al. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 433-457.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. (2002). Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO, México.

AvesMX-CONABIO. (2015). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

AvesMX-CONABIO. (2015). Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental. https://avesmx.conabio.gob.mx/FichaRegion.html#AICA_126

CDB. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Firmado en Río de Janeiro, 5 de junio de 1992. Entrada en vigor: 29 de diciembre de 1993. Recuperado de https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

CITES. (1973).Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Firmada en Washington D.C. el 3 de marzo de 1973; entrada en vigor: 1 de julio de 1975. https://cites.org/eng

CONABIO. (2021). Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitiosp-terrestre.

CONABIO. (2023a). Regiones hidrológicas prioritarias (RHP). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado en: https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico

CONABIO. (2023b). Regiones terrestres prioritarias de México (RTP). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado en:https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico

CONABIO. (2023c).Regiones marinas prioritarias de México (RMP). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consultado en:https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico

CONABIO.(2023d). Regiones hidrológicas prioritarias. https://biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico

CONABIO.(2023e) 13. Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_013.html

Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

CONANP. (2014). RAMSAR, Sitios, Convención. México. Recuperado de: https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php

CONSULTA PÚBLICA

CONANP. (2025). Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Recuperado de: https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226?idiom=es

Congreso del estado de Sonora.(2025). Leyes estatales. http://legismex.mty.itesm.mx/estados/_ley-son.htm

Convenio 169. (1989).Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, acordado por la Organización Internacional del Trabajo. Ginebra, Suiza.

D.O.F. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2024. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf

D.O.F. (2012).ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado en el Diario Oficial de la federación el 07 de septiembre del 2012. México

D.O.F. (2019). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.

INAH.(2025). Directorio de zona arqueológicas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. https://sic.gob.mx/datos.php?table=zona_arqueologica&estado_id=30&municipio_id=4&table_id=112

LAN. (2023).Ley de Aguas Nacionales publicada en el Diario Oficial de la Federación 1 de diciembre de 1992, última reforma publicada 8 de mayo de 2023. México.

Ley de Minería (1992), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992, última reforma publicada en el DOF el 08 de mayo del 2023

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. (2018). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972, Última reforma publicada DOF 16-02-2018. México.

LGCC. (2024). Ley General de Cambio Climático, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, última reforma publicada el 01 de abril del 2024. México.

LGDFS. (2003).Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 abril del 2003, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024. México.

LGEEPA. (2024). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de febrero de 1988, última reforma publicada el 01 de abril de 2024. México.

LGPGIR. (2023). Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, última reforma publicada el 8 de mayo de 2023. México.

LGVS. (2021). Ley General de Vida Silvestre. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, última reforma publicada el 20 de mayo del 2021. México.

NOM-001-SEMARNAT-2021: Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Publicada el 11 de marzo de 2022 en el Diario Oficial de la Federación. México.

NOM-002-SEMARNAT-1996: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998 en el Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México.

NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Publicada el 8 de Agosto de 1997 en el Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México.

NOM-006-CNA-1997. Fosas sépticas prefabricadas Especificaciones y métodos de prueba. Publicado e 29 de enero de 1999 en el Diario Oficial de la Federación. México.

CONSULTA PÚBLICA

NOM-041-SEMARNAT-2015: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada el 10 de junio de 2015 en el Diario Oficial de la Federación; vigente a partir del 8 de septiembre de 2015

NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2005.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.

NOM-045-SEMARNAT-2017: Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de marzo de 2018; vigente a partir del 5 de septiembre de 2017

NOM-050-SEMARNAT-2018: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Publicada el 12 de octubre de 2018 en el Diario Oficial de la Federación; vigente a partir de 90 días después de su publicación (8 de enero de 2019).

NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Publicada el 23 de junio de 2006 en el Diario Oficial de la Federación; vigente a partir del 21 de septiembre de 2006.

NOM-054-SEMARNAT-1993: Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993; vigente a partir del 23 de octubre de 1993.

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. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. Recuperado de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/nom_059_semarnat_2010.pdf

NOM-080-ECOL-1994: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995; aprobada el 15 de diciembre de 1994.

NOM-081-SEMARNAT-1994: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995, con aclaración el 3 de marzo de 1995

NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbano y de manejo especial. Publicada el 20 de Octubre del 2004

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 02 de febrero de 2012.

CONSULTA PÚBLICA

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012: Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Publicada el 10 de septiembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación; vigente a partir del 9 de noviembre de 2013

NOM-157-SEMARNAT-2009. Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros. Publicado en el Diario Oficial de la federación el 30 de agosto de 201.

NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre. Publicada en el Diario Oficial de la federación el 13 de febrero de 2012.

P.O. del Estado de Sonora (2025). Reglamentos estatales. Periódico Oficial. http://legismex.mty.itesm.mx/estados/_ley-son.htm

P. O. del Estado de Sonora. 2005. Ley del Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora. Número 48, Sección I. 15 de diciembre.

P.O. del estado de Sonora. (2015). Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (POETES). Publicado en el Boletín Oficial del Estado de Sonora el 21 de mayo de 2015.

P.O. del Estado de Sonora. 2022. Programa Estatal de Cambio Climático de Sonora, 2022-2027. CCIX, Número 46, Sección III. 09 de junio.

Reglamento la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Publicado en el DOF el 25 de noviembre de 1988, y reformado el 31 de octubre de 2014.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 2014. México.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el Diario Oficial de la Federación 21 de febrero de 2005, última reforma publicada el 9 de diciembre de 2020. México.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, publicado en el Diario Oficial de la Federación 30 de noviembre de 2006, última reforma publicada el 9 de mayo de 2014. México.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. México.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de Residuos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. México

Reglamento De La Ley Minera. Publicado en el DOF el 12 de octubre de 2012, última reforma publicada en el DOF el 31 de Octubre del 2014.

SEMARNAT.(2025). Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10–20–40. México.

VIII.6.2 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO IV

Aguirre, M. Z., & Geada-Lopez, G. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa 24 (1). Pag 207-228.

Alldredge, M. W., K. H. Pollock, T. S. Simons, and S. A. Shriner. (2007). Multiple-species analysis of point count data: A more parsimonious modeling framework. Journal of Applied Ecology

Arturo Navas, Carlos. (1999)."Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica." Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. 23, 1999, p.

Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CONSULTA PÚBLICA

Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por heladas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por tormentas eléctricas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Ávalos-Hernández, O.(2007). Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamula en el área de Reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. UNAM, Facultad de Ciencia. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 23(1): 139-169 p.

Becerra, M. Antonio. (1999). Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo

Breña P Felipe y Marco A Jacobo V. (2006). Principios y fundamentos de la Hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF.

Breña, N., & Jacobo, M. (2006). Hidrología superficial y subsuperficial: fundamentos y aplicaciones. Editorial Académica, México.

Carabio-Foti M & P Vaz-Canosa. (2020). Evaluación del estado de conservación de diferentes sitios de interés. Subproducto 4 del Producto 5 "Estado de conservación del bosque". bosque". Acuerdo de colaboración INIA-Vida Silvestre Uruguay-REDD+. REDD+ Uruguay, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca y el Ministerio de Ambiente. 228pp.

Carmona, R. (1985). Clasificación de pendientes para estudios de uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

CENAPRED (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Capa de grados de riesgo por sequía (1:200,000). Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

CENAPRED (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Capa de riesgo por granizo. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

CENAPRED. (2020). Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad y vulnerabilidad por inundaciones. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

CENAPRED. (2020). Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad y vulnerabilidad por inundaciones. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

CENAPRED. (2020). Peligros de origen hidrometeorológico: heladas. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

CENAPRED.(sf) Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad a deslizamientos de ladera.

Chávez–León, G. y A. Velázquez. (2004). Abundance and distribution of the Long–tailed Wood–Partridge (Dendrortyx macroura) in a tempearte coniferous forest. Journal of field Ornithology 75:345–352.

Cody, A., Heathcote, R. L., & Wilhite, D. A. (1998). Drought and water crises: Science, technology, and management issues. CRC Press.

COESPO. (2020). Indicadores sociales y económicos del estado de Sonora. Comisión Estatal de Población de Sonora.

Cola-Valle, M., Pérez, R., & Gómez, L. (2016). Fragilidad ambiental y evaluación de riesgos ecosistémicos. Editorial Académica, México.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (s.f.). Regionalización sísmica de México. Comisión Federal de Electricidad

CONAGUA. (2015). Disponibilidad media anual de aguas nacionales superficiales y subterráneas: Región Hidrológica Río Colorado. Comisión Nacional del Agua.Diario Oficial de la Federación.

CONAGUA. (2016). Estadísticas del Agua en México 2016. Comisión Nacional del Agua

CONAGUA. (2018). Atlas del Agua en México 2018. Comisión Nacional del Agua.

CONAGUA. (2022). Temporada de ciclones tropicales en México. Servicio Meteorológico Nacional.Comisión Nacional del Agua

CONSULTA PÚBLICA

CONAGUA. (2025). Disponibilidad por acuíferos. Comisión Nacional del Agua.SIGA-GIS. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html.

Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Metodología para la evaluación de impacto ambiental (4.ª ed.). Mundi-Prensa.

CONEVAL. (2020). Medición de la pobreza municipal en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx

Cruz-Falcón A. (2007). Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de la Paz BCS Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos. Tesis de Doctorado. IPN-CICIMAR, Diciembre 2007. 139 p.

DataMéxico. (2020). Indicadores económicos y de empleo por municipio. https://datamexico.org

Dávila, P. (2011). Evaluación de la vulnerabilidad y fragilidad ambiental en regiones semiáridas. Universidad Autónoma de México.

DENUE. (2020). Directorio Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/denue

Donha, F., Martínez, A., & López, C. (2006). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. Revista de Geografía y Planeamiento, 12(3), 45-62.

Dunne, T. and L. B. Leopold. (1978). Water in environmental planning. W. H. Freeman Co. San Francisco, CA, USA

Eastman, J. R., Jin, W., & Toledano, J. (1993). Raster procedures for multicriteria/multiobjective decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59(5), 539–547.

FAO; ISRIC; & SICS. (1998). World Reference Base for Soil Resources (World Soil Resources Reports No. 84). FAO

FAO-PNUMA-UNESCO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones para el MedioAmbiente (UNESCO). Roma, Italia.

García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (5a ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gaussen, H. (1957). Les diagrammes ombrothermiques. Toulouse: Université de Toulouse, Institut de Botanique

Giraldo L., L. G, (2002). Memorias de Hidrología Forestal. Departamento de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Colombia.

Gómez, J., & Barredo, J. I. (2005). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica y métodos multicriterio en la planificación territorial. Boletín de la Sociedad Geográfica, 47(2), 23-35.

González-García. (2011). Métodos para contar aves terrestres: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.

ía, E., & CONABIO. (1998). Carta de Climas de México. Escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

INECC. (2018). Lineamientos metodológicos para la identificación y evaluación de impactos ambientales. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Serie I. Provincias fisiográficas [Capa vectorial]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2005). Carta Geológica H12-2, Nogales. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2010). Conjunto de datos vectoriales Hidrología 2.0, escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2013). Modelo de Elevación Digital Continuo 3.0 (Resolución 15 m). Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INEGI. (2014). Modelo de Elevación Digital 5 m. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

CONSULTA PÚBLICA

INEGI. (2016). Conjunto de Datos Vectoriales de Topografía, Escala 1:250 000. Diccionario de datos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2020). Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica. Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. División Hidrológica (Regiones, Cuencas y Subcuencas). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. Límites estatales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. Límites municipales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2022). Marco Geoestadístico. Regiones Hidrológicas y Cuencas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INEGI. (2023). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Serie VII. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (s.f.). SIATL – Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/.

INEGI-CONAGUA. (2020). Conjunto de datos hidrológicos y disponibilidad de aguas superficiales: Cuenca RH07A Bacanora–Mejorada. Aguascalientes, México: INEGI/CONAGUA.

ISRIC. (1997). Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation in South and Southeast Asia (ASSOD). International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)/UNEP.

Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. International Journal of Geographical Information Systems, 9(3), 251–273.

Jiménez, O. F. (1994). Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 1-7.

Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revta. Ibér. Aracnol., 8: 151-161.

Lyles, L. (1974). Speculation on the Effects of Wind Erosion on Productivity.Special Report to Task Force on Wind Erosión Damage Estimates.Washington, DC: U.S. Department of Agriculture

Malczewski, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons.

Malczewski, J. (2004). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 17(7), 613–626.

Martín, F., & Otero, J. (2012). Valoración de la fisiografía en la evaluación de paisajes. Boletín de Geografía, 56, 23-39.

Ministerio del Ambiente. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

Montoya Ayala, L. (2003). Evaluación del paisaje y su calidad visual: métodos y aplicaciones. Universidad Autónoma de México, México.

National Centers for Environmental Information (NCEI). (2023). Tropical Cyclone Tracks Database. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2017). Hail: Formation and Hazards. U.S. Department of Commerce.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). Tropical Cyclone Intensity Classification. U.S. Department of Commerce.

Nava, F. A. (1987). Sismicidad y tectónica de placas en México. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

CONSULTA PÚBLICA

NEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx

Nijkamp, P., & Van Delft, A. (1977). Multi-Criteria Analysis and Regional Decision-Making. Martinus Nijhoff Social Sciences Division.

Orosco, P. L.M. (2006).Balance hídrico y valoración económica de la producción de agua en la microcuenca del Río Zahuapan, Tlaxco, Tlax. Tesis de maestría. División de Ciencias Forestales. UACH. 174 pp.

Painter, L. et al. (1999). Técnicas de investigación para el manejo de fauna silvestre. Un manual del curso dictado con motivo del III Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 86 pp.

Perovic, P. et al. (2008). Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad – Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provicional Copo, y Zona de Amortiguamento. APN/GEF/BIRF, Salta. 74 pp.

Quiñones, A. (1987). Clasificación fisiográfica del relieve de México. Dirección General de Geografía, INEGI.

Ralph, C. J. & Scott, M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian biology (6). USA: Cooper Ornithological Society.

Rangel, J. (2008). Hidrología y escurrimiento de la cuenca del río Santa Cruz [Informe técnico]. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México.

Ruiz, A., Pérez, L., & Gómez, M. (2006). Análisis fisiográfico y su aplicación en la planificación territorial. Revista de Geografía Aplicada, 12(2), 45-58.

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill, New York

Sanabria, E.; Quiroga l. & Acosta J. C. (2007). Anormalidades Morfológicas En Poblaciones De Chaunus Arenarum En Hábitats Agrícolas: Primer Registro Para La Provincia De San Juan. Resúmenes VIII Congreso Argentino De Herpetología, Córdoba Argentina: 121.

Secretaría de Gobernación (SEGOB). (2020). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades (CUCAEG). Dirección General de Gobierno.

Secretaría de Recursos Hidráulicos. (s.f.). Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos" (Adaptación de Small Dams). México

SEMARNAT & INECC. (2015). Lineamientos metodológicos para el ordenamiento ecológico del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

SEMARNAT (2002). Evaluación de la degradación del suelo causado por el hombre en la República Mexicana Escala 1:250.000. Memoria Nacional. México, D. F. 76 p.

SEMARNAT (2010). Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT (2014). Lineamientos para la Elaboración de los Estudios Técnicos Justificativos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT, COLPOS. (2002). Evaluación de la degradación causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000

SEMARNAT. (2009). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México.

SEMARNAT. (2019). Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEP. (2020). Estadísticas educativas. Secretaría de Educación Pública. https://www.sep.gob.mx

Servicio Geológico Mexicano (SGM). (2018). Panorama Minero del Estado de Sonora. Secretaría de Economía.

CONSULTA PÚBLICA

Servicio Meteorológico Nacional (SMN) – CONAGUA. (s.f.). Normales climatológicas por estado. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023). Ciclones tropicales: clasificación, comportamiento e impactos. Comisión Nacional del Agua.

Simons, T.R., Alldredge, M.W., Pollock, K.H. & Wettroth, J.M. (2007). Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts.

TRAGSA. (1998). Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p

UNESCO. (1979). Map of the world distribution of arid regions. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Valencia-Moreno, M., Ochoa-Landín, L., Noguez-Alcántara, B., & Ortega-Rivera, A. (2001). Metallogenesis of northwestern Mexico. Economic Geology, 96, 123–143.

Viessman, W., Knapp, J. W., & Lewis, G. L. (1989). Introduction to hydrology (3rd ed.). HarperCollins College Publishers.

Westenbroek, S.M., Kelson, V.A., Dripps, W.R., Hunt, R.J., and Bradbury, K.R., (2010). SWB-A modified Thornthwaite- Mather Soil-Water-Balance code for estimating groundwater recharge: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A31, 60.

Wilson Gavin J. Delahay Richard J. (2001) A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. Wildlife Research 28, 151-164.

Wischmeier, WH y Smith, DD. (1978) Predicción de pérdidas por erosión pluvial. Guía para la planificación de la conservación. Manual Agrícola del USDA n.° 537, Maryland.

Woodruff, N.P. and F.H. Siddoway. (1965).A wind erosion equation.Soil Science Society of America Proceedings 29:602-608.

VIII.6.3 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO V

Conesa Fernandez-Vitora, V. (1997). Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental (3ra ed.). Grupo Mundi-Prensa.

Encinas Malagón, MA., Gómez de Balugera, Z. (2011). Evaluación de Impacto Ambiental: Aspectos Teóricos. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16783/Evaluación%20de%20impacto%20ambiental.pdf?sequence=8&isAllowed=y

Español Echániz, Ignacio. (2016). Evaluación del Impacto Ambiental. Fundamentos. Editorial Dextra. Pp. 127-151.

Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de Impacto ambiental Un instrumento preventivo para la gestión ambiental (2da ed.). Grupo Mundi-Prensa.

VIII.6.4 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO VI

Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo

Calder, I. R. 1996. Dependence of rainfall interception on drop size: Development of the two–layer stochastic model. J. Hydrol. 185: 363–378

Clapp, R. B., and George M. Hornberger. 1978. Empirical equations for some soil hydraulic properties. Water Resources Research. 14:4:601–604

CONSULTA PÚBLICA

Cortes P. E. y Vargas R. V. 2017. Evaluación de cuatro prácticas agroecológicas de conservación de suelo de ladera en Guasca-Cundinamarca. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ingeniería Agroecológica. Bogotá D.C.

Cruz-Falcón A. 2007. Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de la Paz BCS Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos. Tesis de Doctorado. IPN-CICIMAR, Diciembre 2007. 139 p.

Loredo, O. C., F. Moreno S. y S. Beltrán L. 2005. Evaluación de tierras para el manejo de 32 microcuencas hidrológicas en el estado de San Luis Potosí. 2º. Informe de Avance Técnico del proyecto 2002-C01-6320. Fondo Sectorial CONACyT - CONAFOR. 5 p

Moynihan, K., and Vasconcelos, J. 2014. SWMM Modeling of a Rural Watershed in the Lower Coastal Plains of the United States. Journal of Water Management Modeling. C372

Rawls, W.J., D. Gimenez, and R. Grossman. 1998. Use of soil texture, bulk density and slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity Transactions of the ASAE. VOL. 41(4): 983-988

Saxton, K.E., and W. J. Rawls. 2005. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Science Society of America Journal. 70:5:1569-1578

Wainwright, J., A. J. Parsons, and A. D. Abrahams. 1999. Rainfall energy under creosotebush. J. Arid Environ. 43: 111–120

Zapata-Sierra, Antonio y Manzano-Agugliaro, Francisco. Influencia de seis especies arbóreas en la infiltración de agua en el suelo. Agrociencia. 2008, vol.42, n.7, pp.835-845. ISSN 1405-3195.

CONSULTA PÚBLICA

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Polígono General

Fases de Ejecución

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

- Área del Proyecto
- Mpio. de Santa Cruz

FASES DE EJECUCIÓN

528000 530000 532000 534000

31°12'0"N

31°10'30"N

3450000

3448000

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Entidad geológico-estructural

- Falla
- Fractura

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

FALLAS Y FRACTURAS

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Carreteras
- Localidades
- El Pilar Segunda Etapa

Proyecto El Pilar

- Proyecto El Pilar

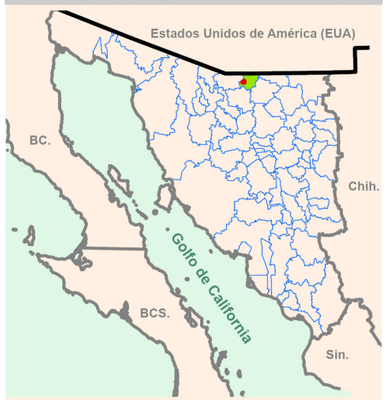
Límite Municipal

- Cananea
- Imuris
- Nogales
- Santa Cruz

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:200,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

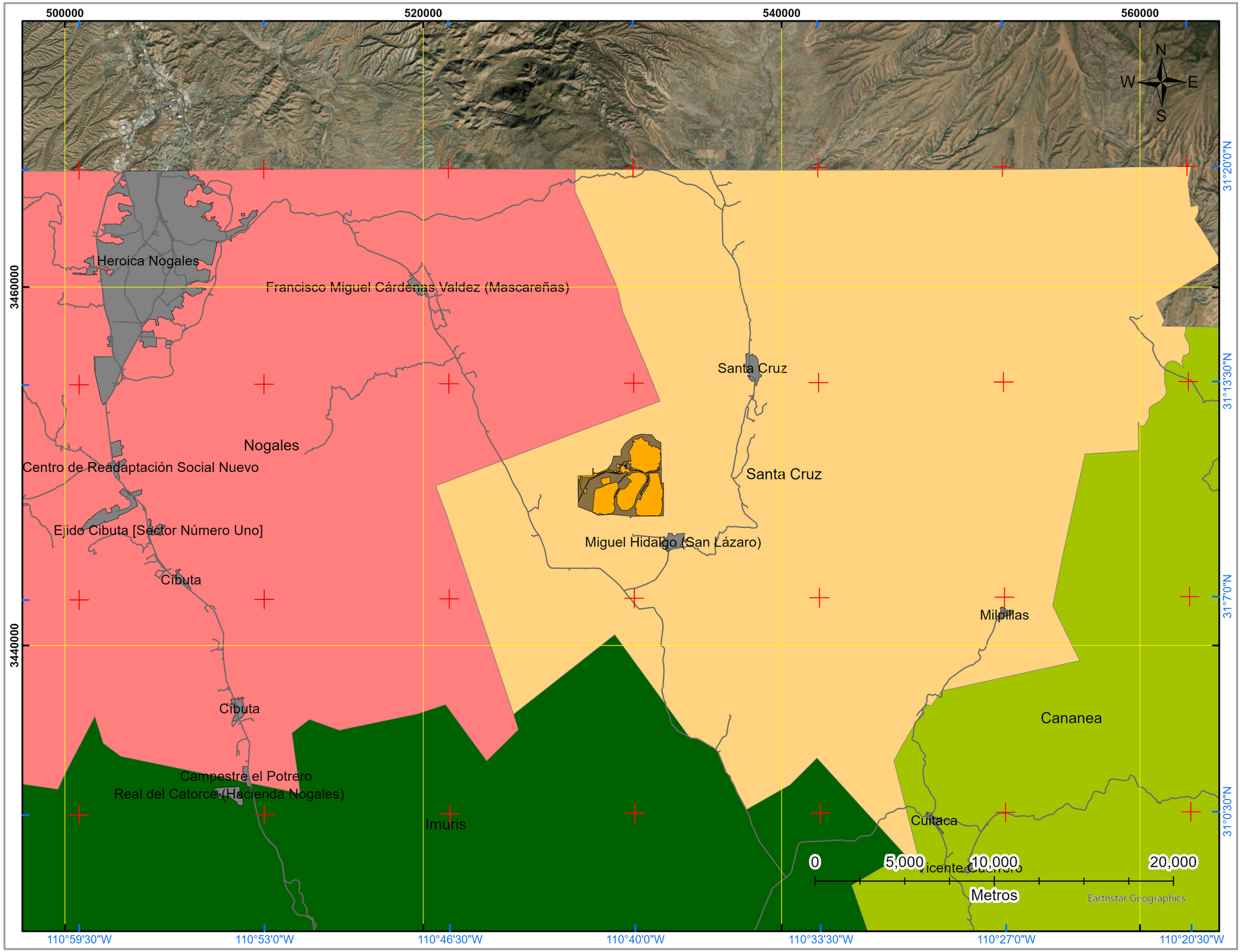


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

UBIC. GEOPOLÍTICA



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:150,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

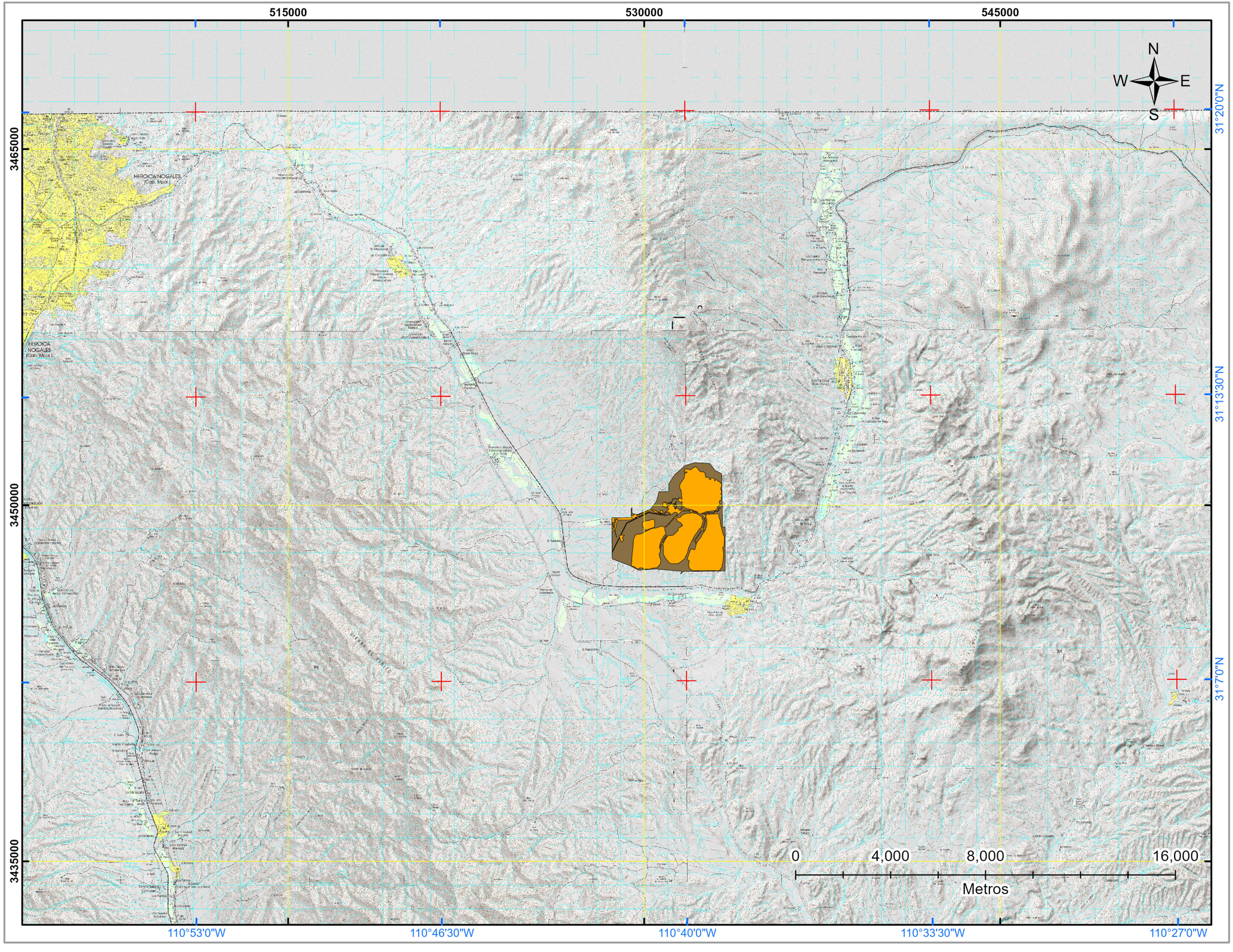


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

CARTAS TOPOGRÁFICAS



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Vértices
- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

VÉRTICES EL PILAR

528500 530000 531500 533000 534500

3451500 3450000 3448500 3447000

31°12'0"N 31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000 Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Colindante
- Carreteras
- Ejido Miguel Hidalgo
- Localidades
- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

UBIC. LEGAL

524000 528000 532000 536000

3456000 3452000 3448000 3444000

31°12'30"N 31°10'0"N

110°45'0"W 110°42'30"W 110°40'0"W 110°37'30"W

Santa Cruz

Ejido Francisco Cárdenas

Molina Bringas Ignacio

Compañia Minera La Parreña

Bustamante de Moreno Adriana

Pompa López Joaquin

Miguel Hidalgo (San Lázaro)

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Area autorizada primera Etapa
- Polígono Envolvente

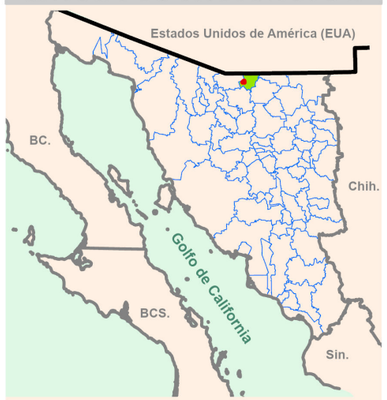
Otros proyectos

- Camino de acceso y espuela
- Línea eléctrica

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

PROYECTO EL PILAR

528000 530000 532000 534000

31°12'0"N

31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

3450000

3448000

N W E S

Topsoil Norte
Patio De Lixiviacion
Camino Pileta Pls
Pileta Pls
Pileta De Emergencia
Planta
Edificios Auxiliares
Camino General
Polvorin 1
Polvorin 2
Camino Polvorin
Area De Carga Y Descarga, Armado De Camiones
Area De Recepecion De Azufre
Area De Rebombeo
Area De Vivero
Camino Rebombeo
Caseta De Vigilancia
By Pass
Camino de acceso y espuela
Línea eléctrica
Topsoil Oeste
Relleno Sanitario
Camino Tajo T_Y_T oeste
Tajo "el Solito"
Tepetatera Este
Tepetatera Oeste

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Reconfiguracion El Pilar
- Areas de Servicio y Apoyo
- Banco De Prestamo
- Patio Lixiviación
- Piletas-Planta-Canal- Agua Pluvial
- Relleno sanitario-AR-OAA
- Tajo
- Tepetatera Este
- Tepetatera Oeste

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

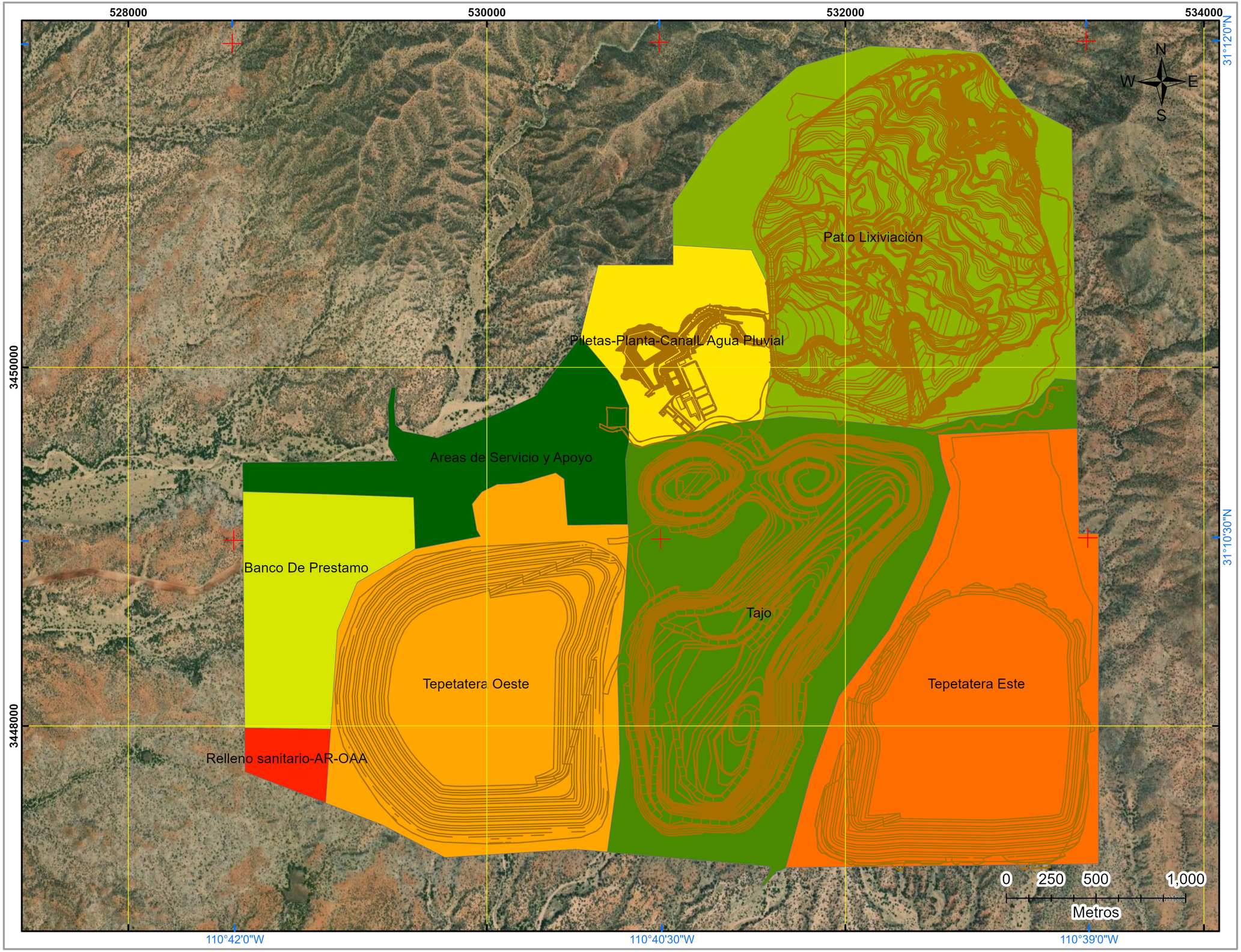


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

RECONFIGURACIÓN EL PILAR



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Polígono General
- Bosque de Encino
- Pastizal Natural

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional
Límite Estatal
Límite Municipal
Área del Proyecto
Mpio. de Santa Cruz

POLIGONOS DE CUSTF

528000 530000 532000 534000

31°12'0"N

31°10'30"N

3450000

3448000

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

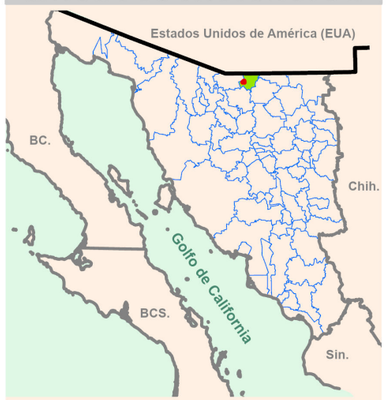
S I M B O L O G Í A

- Polígono General
- Bosque de Encino
- Pastizal Natural

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

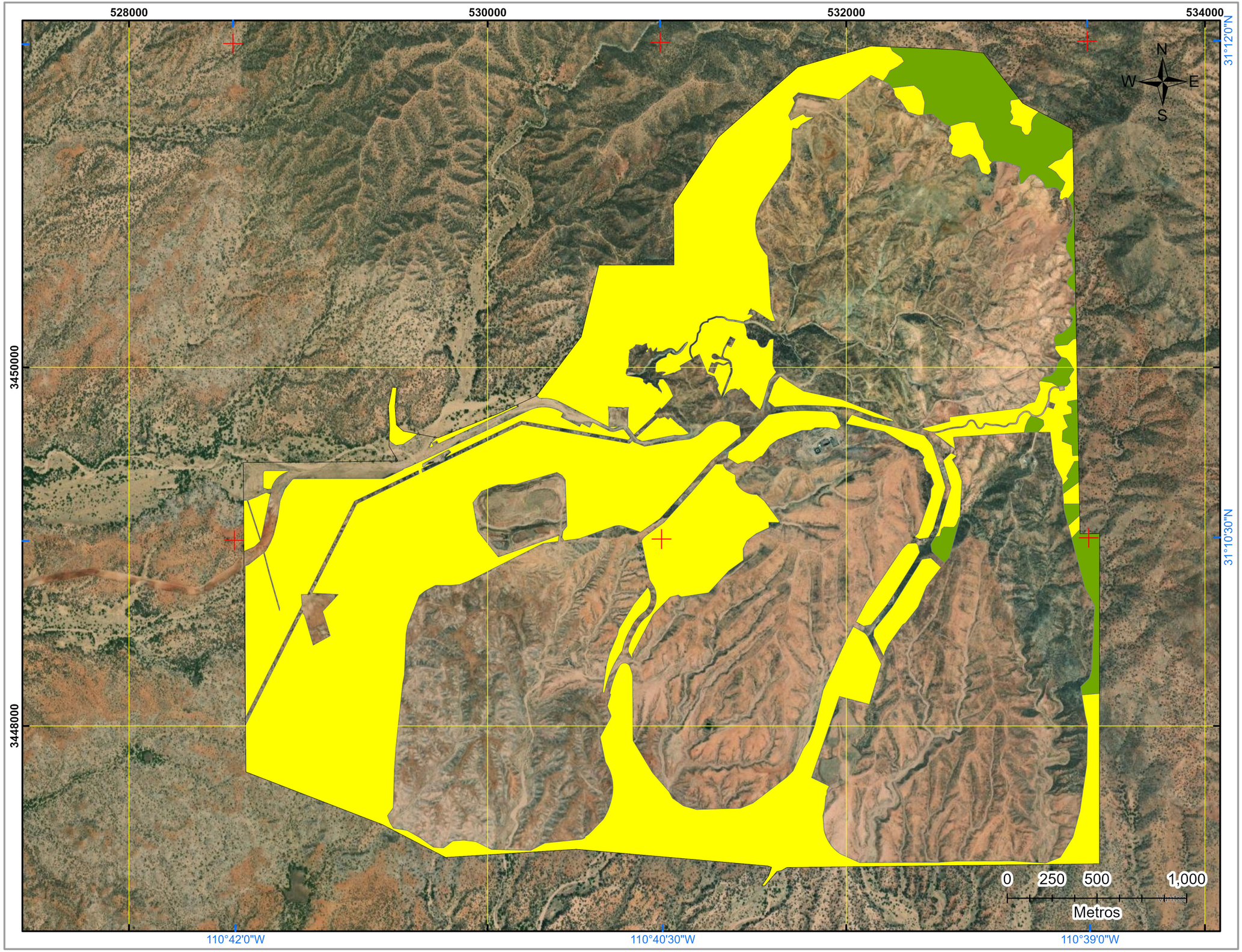


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POLIGONOS DE CUSTF



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Area autorizada primera Etapa

Áreas del Proyecto

- Areas de Servicio y Apoyo
- Banco De Prestamo
- Patio Lixiviación
- Piletas-Planta-Canal Agua Pluvial
- Relleno sanitario-AR-OAA
- Tajo
- Tepetatera Este
- Tepetatera Oeste

.

Otros proyectos

- Camino de acceso y espuela
- Línea eléctrica

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

SEGUNDA ETAPA

528000 530000 532000 534000

3450000

3448000

31°12'0"N

31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

Topsoil Norte
Patio De Lixiviacion
Camino Pileta Pls
Pileta Pls
Pileta De Emergencia
Planta
Edificios Auxiliares
Camino General
Polvorin 1
Polvorin 2
Camino Polvorin
Area De Carga Y Descarga,Armado De Camiones
Area De Recepecion De Azufre
Area De Rebombeo
Area De Vivero
Camino Rebombeo
Caseta De Vigilancia
By Pass
Camino de acceso y espuela
Línea eléctrica
Topsoil Oeste
Relleno Sanitario
Camino Tajo T Y T oeste
Tajo "el Solito"
Tepetatera Este
Tepetatera Oeste

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Uso del suelo y vegetación

- Agricultura de riego anual
- Agricultura de riego anual y permanente
- Agricultura de riego anual y semipermanente
- Asentamientos humanos
- Bosque de encino
- Bosque de encino-pino
- Bosque de galería
- Bosque de mezquite
- Bosque de pino-encino
- Mezquital xerófilo
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación de galería
- VSa de bosque de encino

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

USV DEL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

0 1,000 2,000 4,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

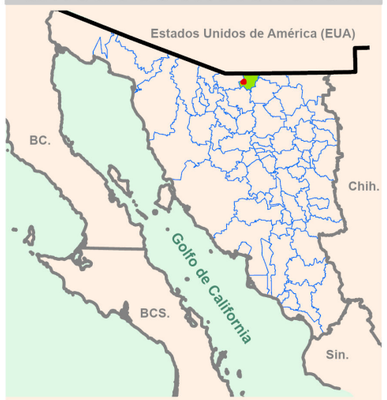
Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

POND. NAT. USV

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEOIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

USV POND.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

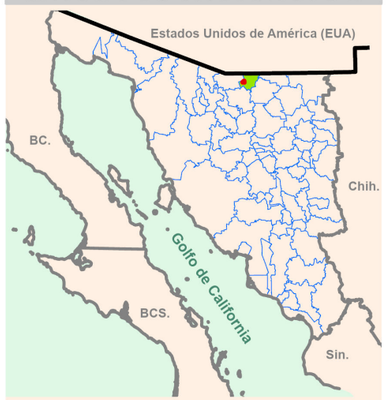
Uso del suelo y vegetación

- Agricultura de riego anual
- Agricultura de riego anual y permanente
- Agricultura de riego anual y semipermanente
- Asentamientos humanos
- Bosque de encino
- Bosque de encino-pino
- Bosque de galería
- Bosque de mezquite
- Bosque de pino-encino
- Mezquital xerófilo
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación de galería
- VSa de bosque de encino

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

USV DEL SAR

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Poligonos de Reforestacion
- El Pilar Segunda Etapa
- Polígono General

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:24,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POL. REFORESTACIÓN

528000 530000 532000 534000

3450000 3448000 3446000

31°12'0"N 31°10'30"N 31°9'0"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

7 1 6 2 3 4 5

0 250 500 1,000 Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Visibilidad

- No visible
- Visible

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

VISIBILIDAD DEL PROY.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Grado de Riesgo

- Muy bajo

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:500,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

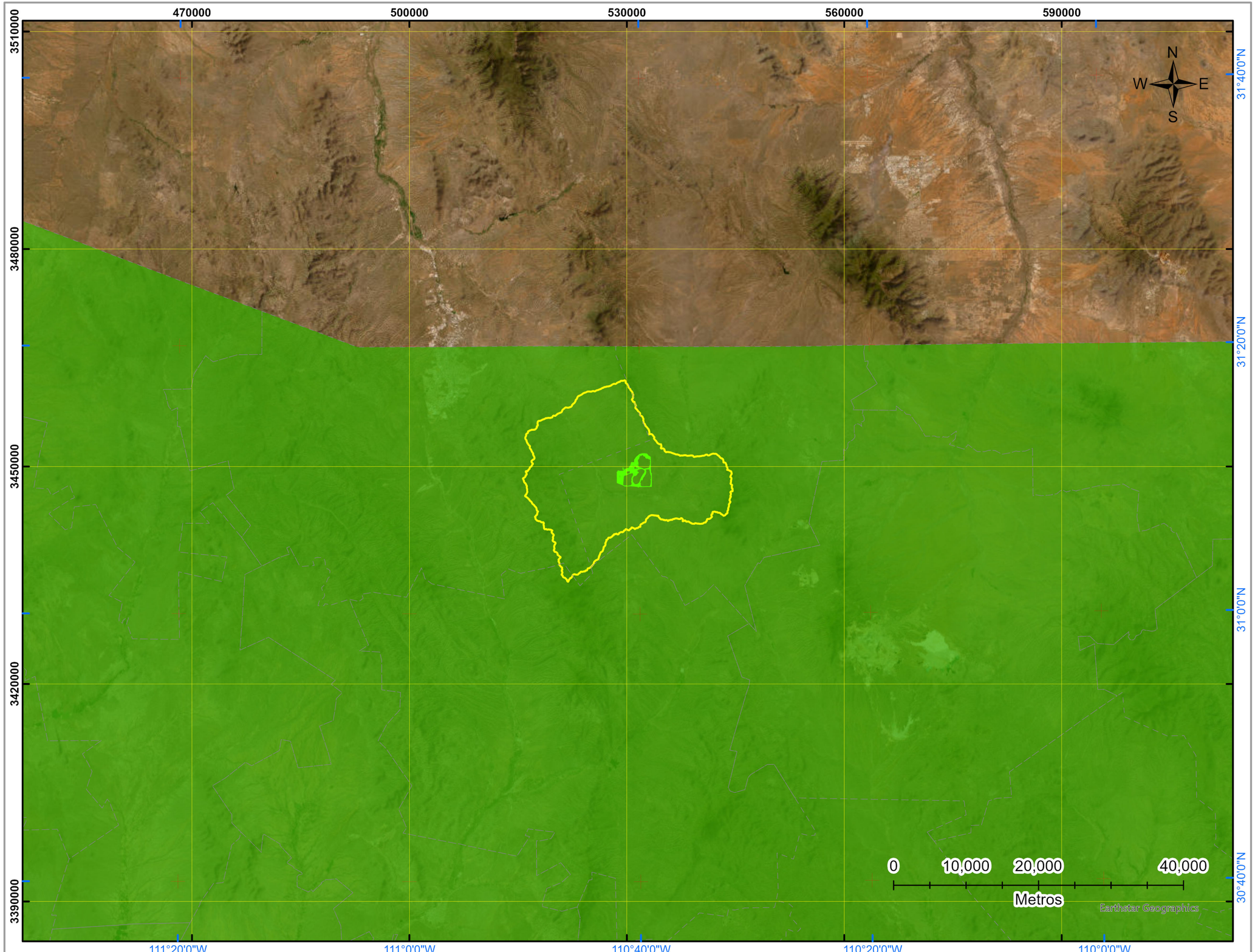


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

RIESGO POR TORM. ELECT.



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Transectos de Fauna
- Polígono General
- Bosque de Encino
- Pastizal Natural

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TRANSECTOS FAUNA AP

528000 530000 532000 534000

3450000

3448000

31°12'0"N

31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Transecto de Fauna
- El_Pilar_Segunda_Etapa
- Polígono General

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:25,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TRANSECTOS FAUNA SAR

528000 530000 532000 534000

3452000 3450000 3448000

31°12'0"N 31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000 Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Carreteras
- Localidades
- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal

Municipio

- Nogales
- Santa Cruz

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:300,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

UBICACIÓN POL. DEL AP

480000 500000 520000 540000 560000

3480000 3460000 3440000 3420000

31°30'0"N 31°15'0"N 31°0'0"N

111°15'0"W 111°0'0"W 110°45'0"W 110°30'0"W

N W E S

Heroica Nogales
Los Pinitos [Fraccionamiento Campestre]
Francisco Miguel Cárdenas Valdez (Mascareñas)
Nogales
Centro de Readaptación Social Nuevo
Ejido Cibuta [Sector Número Uno]
Cibuta
Cibuta
Campestre el Potrero
Real del Catorce (Hacienda Nogales)
Imuris
Santa Cruz
Santa Cruz
Miguel Hidalgo (San Lázaro)
Milpillas
Cuitaca
Vicente Guerrero
Cananea

0 5,000 10,000 20,000
Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

.

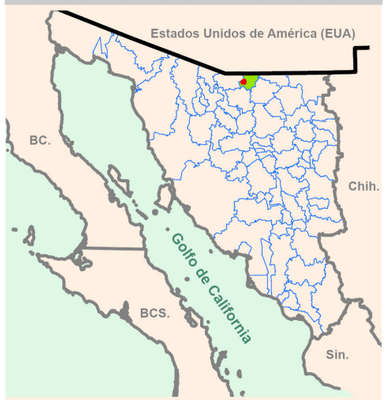
Fase de construcción de Barreras

- Año 6
- Año 7
- Año 8
- Año 9
- Año 10
- Predio de Compensación
- Area autorizada
- Polígono General

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:24,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ÁREAS DE BARRERAS DE MATERIAL MUERTO

528000 530000 532000 534000

3450000

3448000

3446000

31°10'30"N

31°9'0"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

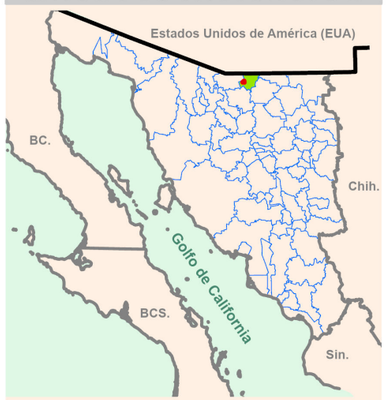
S I M B O L O G Í A

- Sitios Forestales
- Polígono General
- Bosque de Encino
- Pastizal Natural

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:27,500

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

SITIOS FORESTALES SAR

528000 530000 532000 534000

3452000 3450000 3448000

31°12'0"N 31°10'30"N

110°43'30"W 110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000 Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POND. SP CONS. BIO. TERR.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Suelo dominante

- Leptosol
- Phaeozem
- Regosol
- Zona urbanizada

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TIPOS DE SUELO EN EL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

RGeu+FLeu/2

RGsklen+FLskpca+PHsklen/2R

PHskpca+LPmosk+RGskpca/2R

LPskli+LPmosk+LPeusk/2R

PHha+PHskn+FLeu/2

LPskli+LPeusk+RGsklep/2R

RGeuskp+PHskp/1R

RGeusk+PHsklep+LPeusk/1R

PHha+PHskn+FLeu/2

LPskli+LPeusk+LPmosk/2R

ZU

PHha+PHskn+RGha/2

RGskpca+CMskpca/1R

LPskli+LPeusk+RGsknar/1R

RGeuskp+LPmosk+PHlep/1R

0 1,000 2,000 4,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

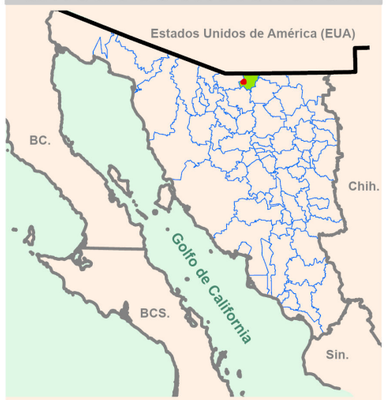
Suelo dominante

- Leptosol
- Phaeozem
- Regosol
- Zona urbanizada

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TIPOS DE SUELO EN EL SAR

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

RGsklen+LPskli+PHsklen/1R
LPskli+LPeusk+RGsklep/2R
RGeu+FLeu/2
RGsklen+FLskpca+PHsklen/2R
LPskli+LPmosk+LPeusk/2R
PHskpca+LPmosk+RGskpca/2R
PHha+PHskn+FLeu/2
LPskli+LPeusk+RGsklep/2R
PHha+PHskn+FLeu/2
RGeuskp+PHskp/1R
LPskli+LPmosk+LPeusk/2R
ZU
LPskli+LPeusk+RGsknar/1R
RGskpca+CMskpca/1R
RGeuskp+LPmosk+PHlep/1R
LPskli+LPeusk+LPmosk/2R
PHha+PHskn+RGha/2
RGeusk+PHsklep+LPeusk/1R
LPskli+LPmosk+LPeusk/2R

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Topoformas

- Llanura aluvial
- Sierra alta
- Sierra plegada

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

TOPOFORMAS EN EL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

0 1,000 2,000 4,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Topoformas

- Llanura aluvial
- Sierra alta
- Sierra plegada

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

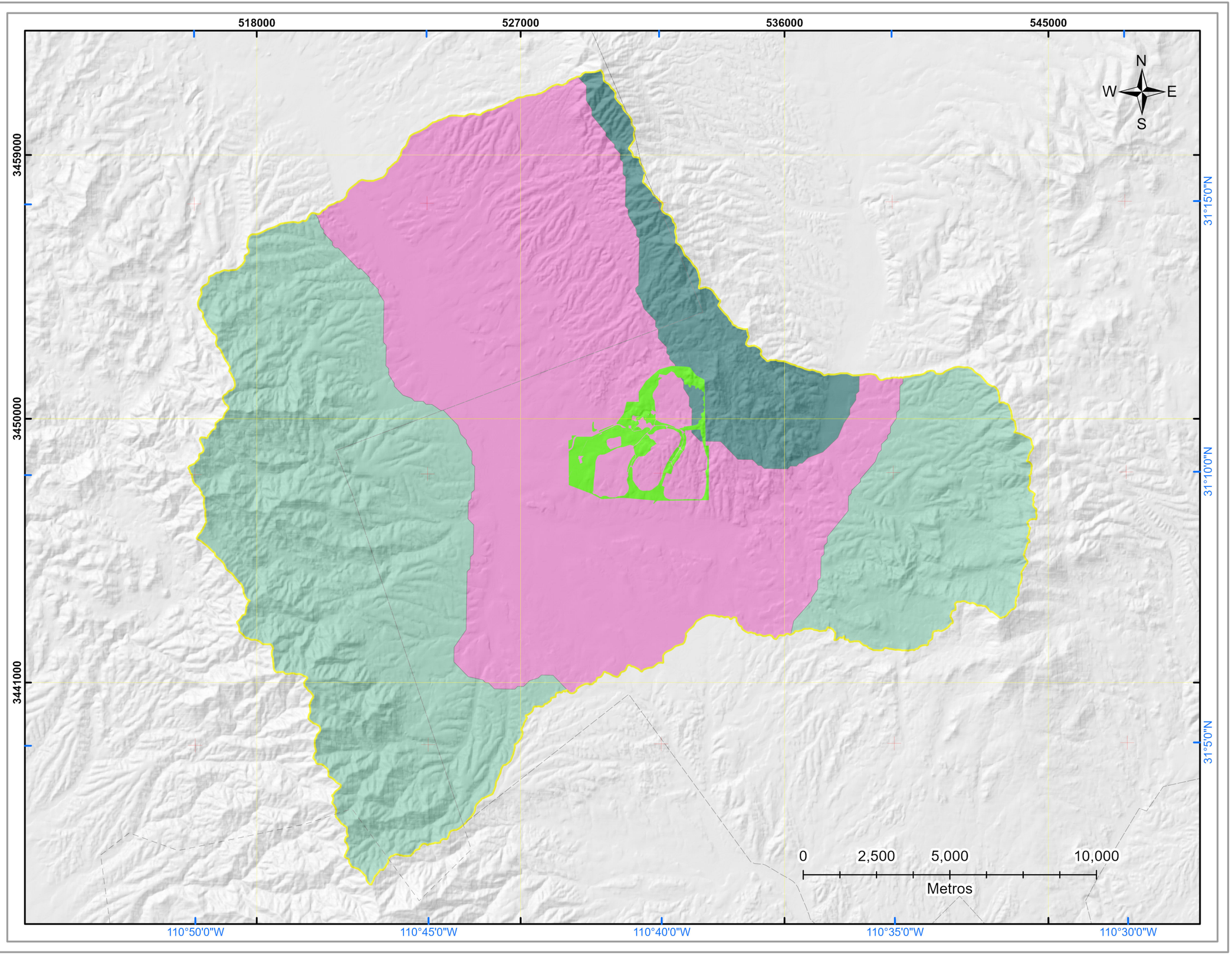


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TOPOFORMAS EN EL SAR



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

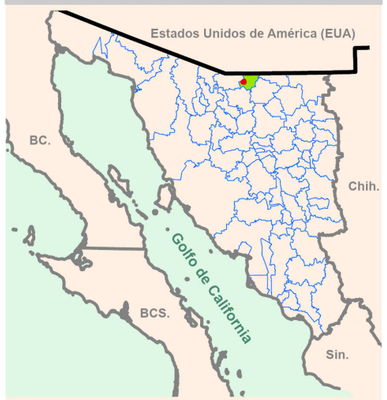
Rango de la pendiente del terreno (%)

- 0-1
- 1-20
- 20-40
- 40-60
- 60-80
- >80

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

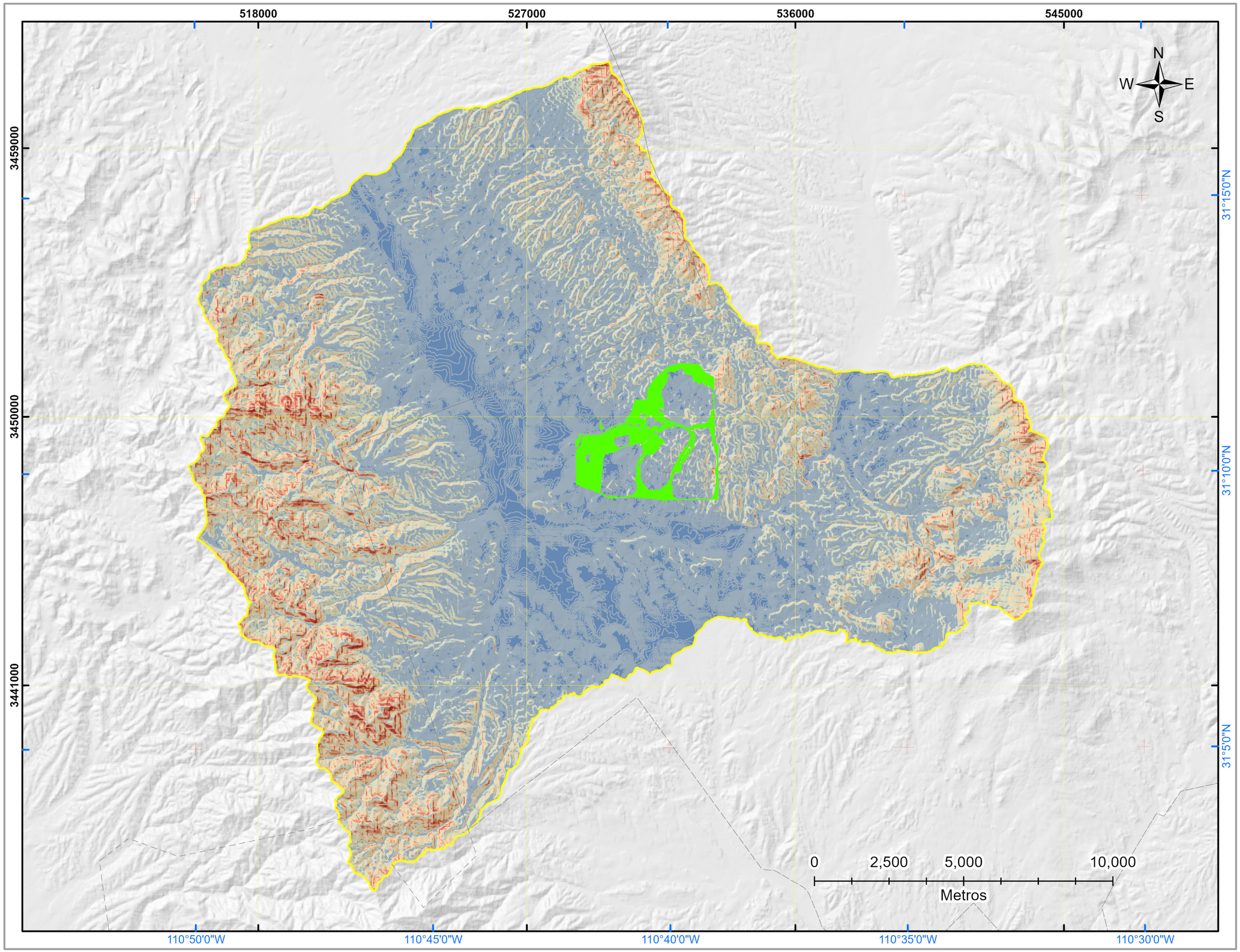


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

PEND. TERRENO - SAR



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Poligono_General
- Area autorizada primera Etapa

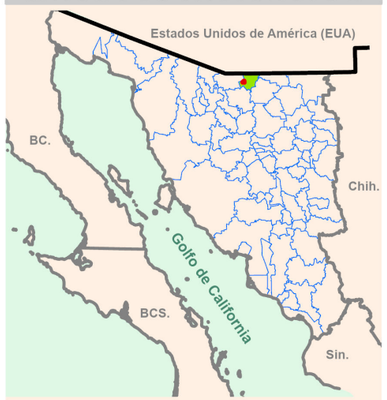
Nivel de erosión con CUSTF

- Leve (ligera) 0-10 ton/ha/año
- Moderada 11-50 ton/ha/año
- Fuerte (severa) 51-200 ton/ha/año
- Muy Fuerte > 200 ton/ha/año

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ERO. EOL. CON PROYECTO

528000 530000 532000 534000

31°12'0"N

31°10'30"N

3450000

3448000

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

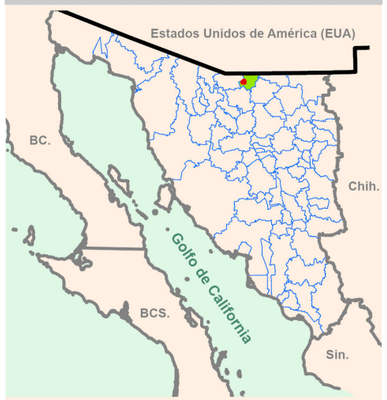
Rango de la pendiente del terreno (%)

- 0-1
- 1-20
- 20-40
- 40-60
- 60-80
- >80

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

PEND. TERRENO DEL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

0 1,000 2,000 4,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Poligono_General
- Area autorizada primera Etapa

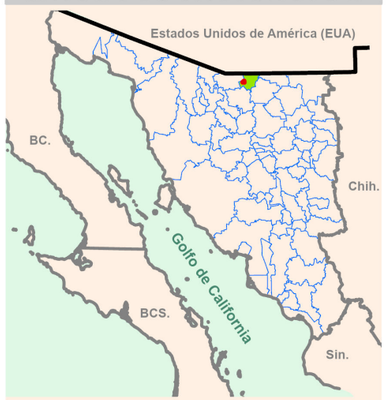
Nivel de erosión actual

- Leve (ligera) 0-10 ton/ha/año
- Moderada 11-50 ton/ha/año
- Fuerte (severa) 51-200 ton/ha/año
- Muy Fuerte >200 ton/ha/año

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ERO. HÍD. CON PROYECTO

528000 530000 532000 534000

3450000

3448000

31°12'0"N

31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POND. NUC. URBANOS

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Provincia

- Sierra madre occidental
- Sierras y llanuras del norte

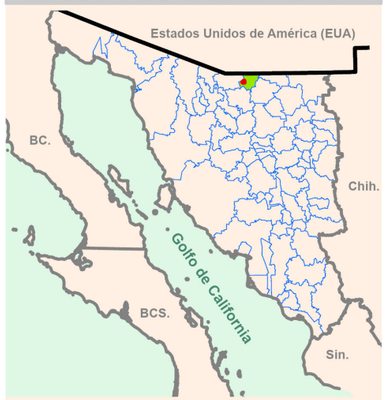
Subprovincia

- Llanuras y medanos del norte
- Sierras y valles del norte

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

PROV. Y SUBPROV.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

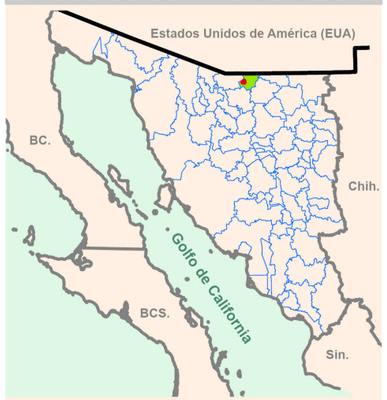
Grado de vulnerabilidad

- Baja
- Media
- Alta

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

VULN. POR INUND.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

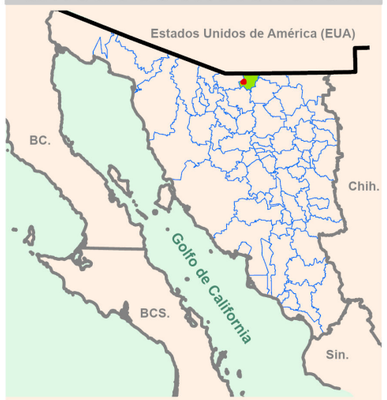
Nivel de fragilidad

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

NIVEL DE FRAG.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Número de días

- 0
- 1 a 60
- 61-120
- >120

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:500,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

NUM. DÍAS CON HELADAS

470000 500000 530000 560000 590000

3510000 3480000 3450000 3420000 3390000

31°40'0"N 31°20'0"N 31°0'0"N 30°40'0"N

111°20'0"W 111°0'0"W 110°40'0"W 110°20'0"W 110°0'0"W

N W E S

0 10,000 20,000 40,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Poligono_General
- Area autorizada primera Etapa

Nivel de erosión con CUSTF

- Leve (ligera) 0-10 ton/ha/año
- Moderada 11-50 ton/ha/año
- Fuerte (severa) 51-200 ton/ha/año
- Muy Fuerte > 200 ton/ha/año

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

EROSIÓN EÓLICA ACTUAL

528000 530000 532000 534000

31°12'0"N

31°10'30"N

3450000

3448000

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Poligono_General
- Area autorizada primera Etapa

Nivel de erosión actual

- Leve (ligera) 0-10 ton/ha/año
- Moderada 11-50 ton/ha/año
- Fuerte (severa) 51-200 ton/ha/año

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

EROSIÓN HÍDRICA ACTUAL

528000 530000 532000 534000

31°12'0"N

3450000

3448000

31°10'30"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional
- Cuerpo de agua intermitente

Tipo de escurrimientos

- En operación
- Flujo virtual
- Intermitente
- Perenne

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

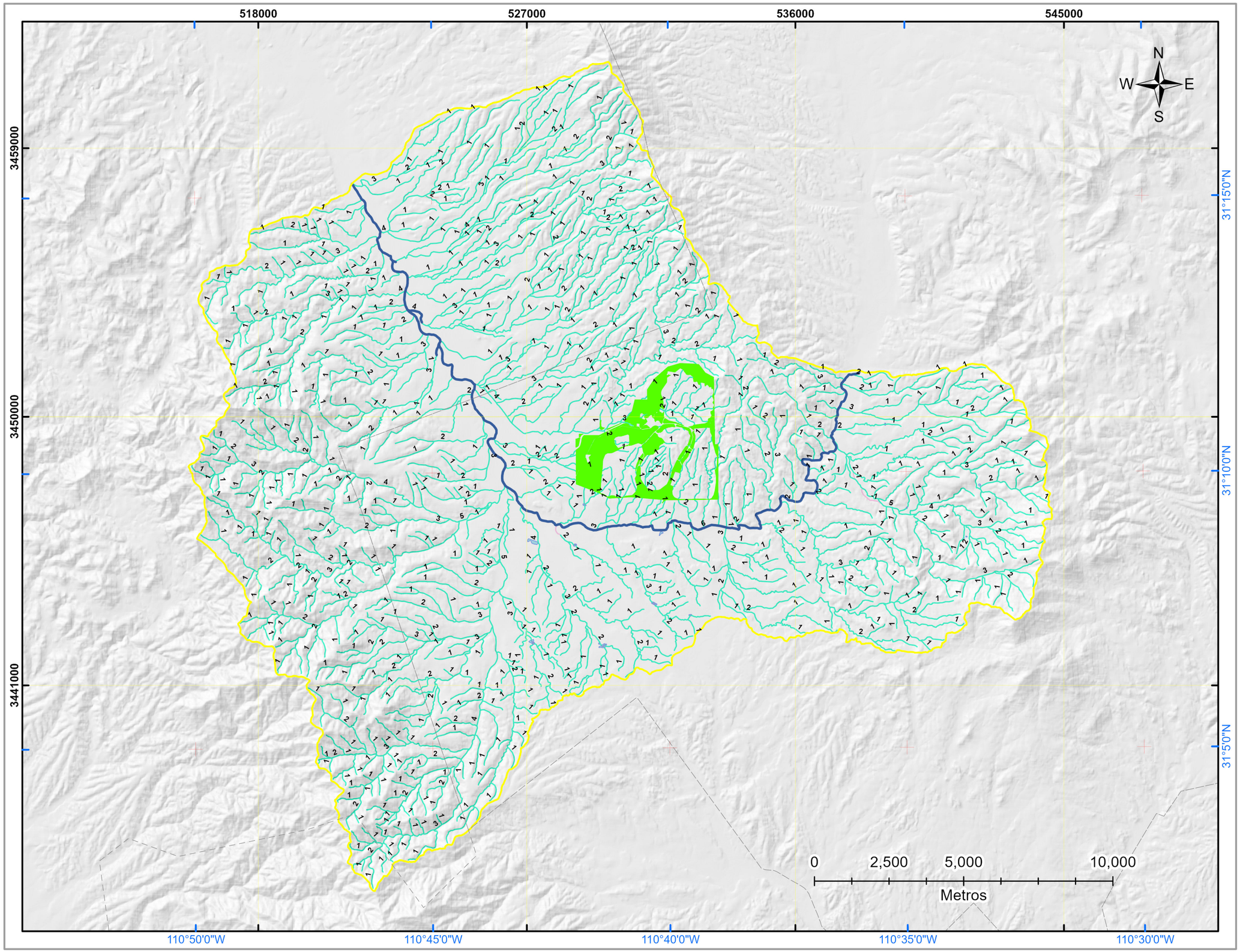
PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

HIDROLOGÍA EN EL SAR



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional
- Cuerpo de agua intermitente

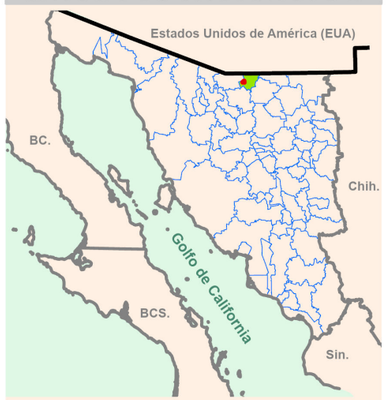
Tipo de escurrimientos

- En operación
- Flujo virtual
- Intermitente
- Perenne

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

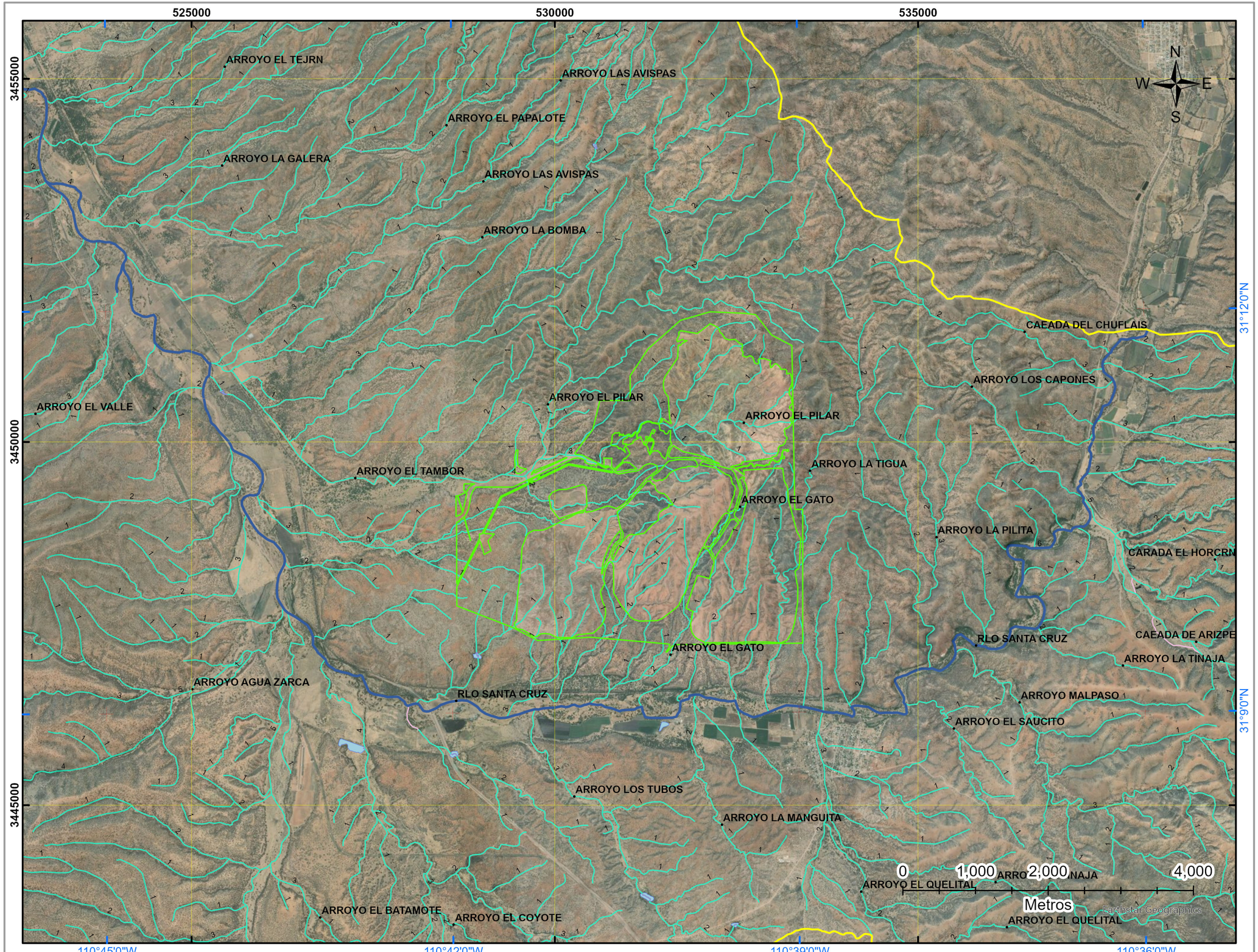
PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite: Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

HIDROLOGÍA EN EL AP



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Tipo de roca

- Arenisca-Conglomerado
- Conglomerado
- Granito
- Riolita
- Toba ácida
- *Suelo aluvial

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

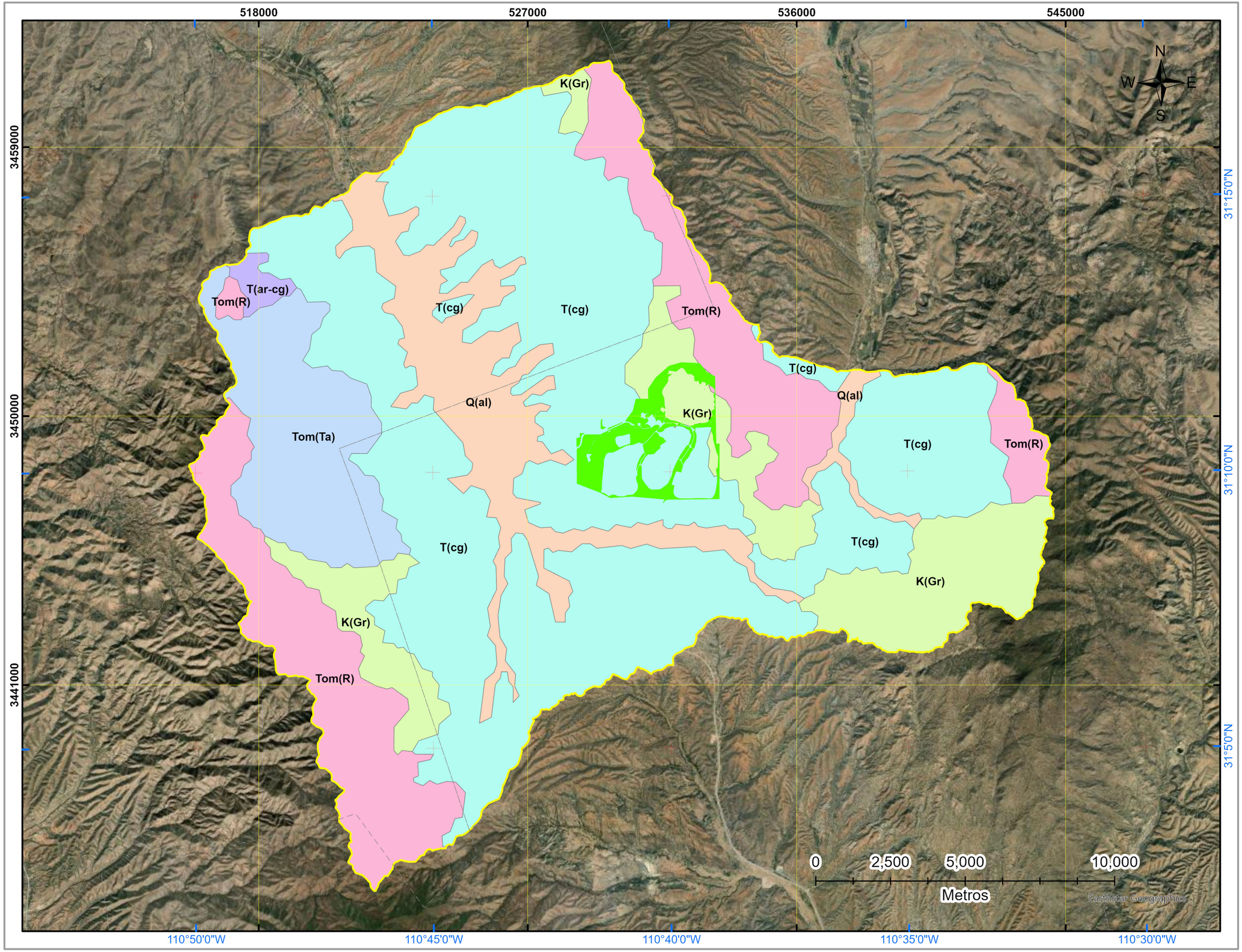
PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

GEOLOGÍA EN EL SAR



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Grado de Riesgo

- Muy bajo

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:500,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

RIESGO POR GRANIZO

470000 500000 530000 560000 590000

3510000 3480000 3450000 3420000 3390000

31°40'0"N 31°20'0"N 31°0'0"N 30°40'0"N

111°20'0"W 111°0'0"W 110°40'0"W 110°20'0"W 110°0'0"W

N W E S

0 10,000 20,000 40,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Polígono de compensación
- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:30,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POL. COMPENSACIÓN

528000 530000 532000 534000 536000

3452000 3450000 3448000 3446000

31°12'0"N 31°11'0"N 31°10'0"N 31°9'0"N

110°43'0"W 110°42'0"W 110°41'0"W 110°40'0"W 110°39'0"W 110°38'0"W

N W E S

0 1,000 2,000 4,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

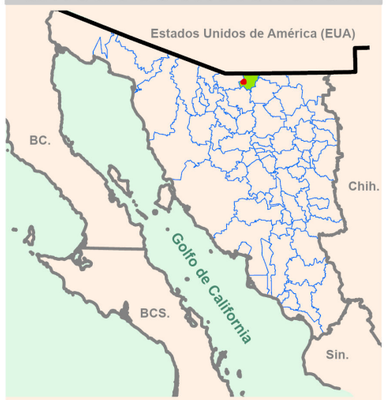
Value

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

PENDIENTE POND.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

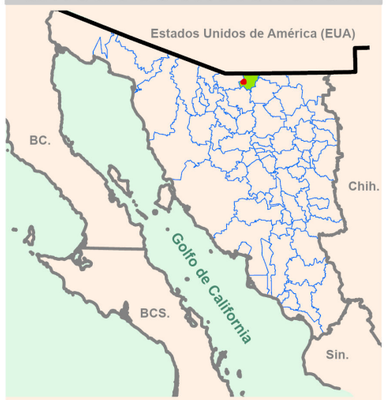
Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POND. RTP

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Vértices
- El Pilar Segunda Etapa
- Predio de Compensacion
- Poligono_General
- Area autorizada primera Etapa

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:20,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POL. COMPENSACIÓN

528000 530000 532000 534000

3450000 3448000 3446000

31°10'30"N 31°9'0"N

110°42'0"W 110°40'30"W 110°39'0"W

N W E S

6 7 8 9 10 11 12 13 19 20 21 22 23 24 25 26 29 12 3 4 5

0 250 500 1,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Vértice
- Polígono de reubicación de fauna
- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

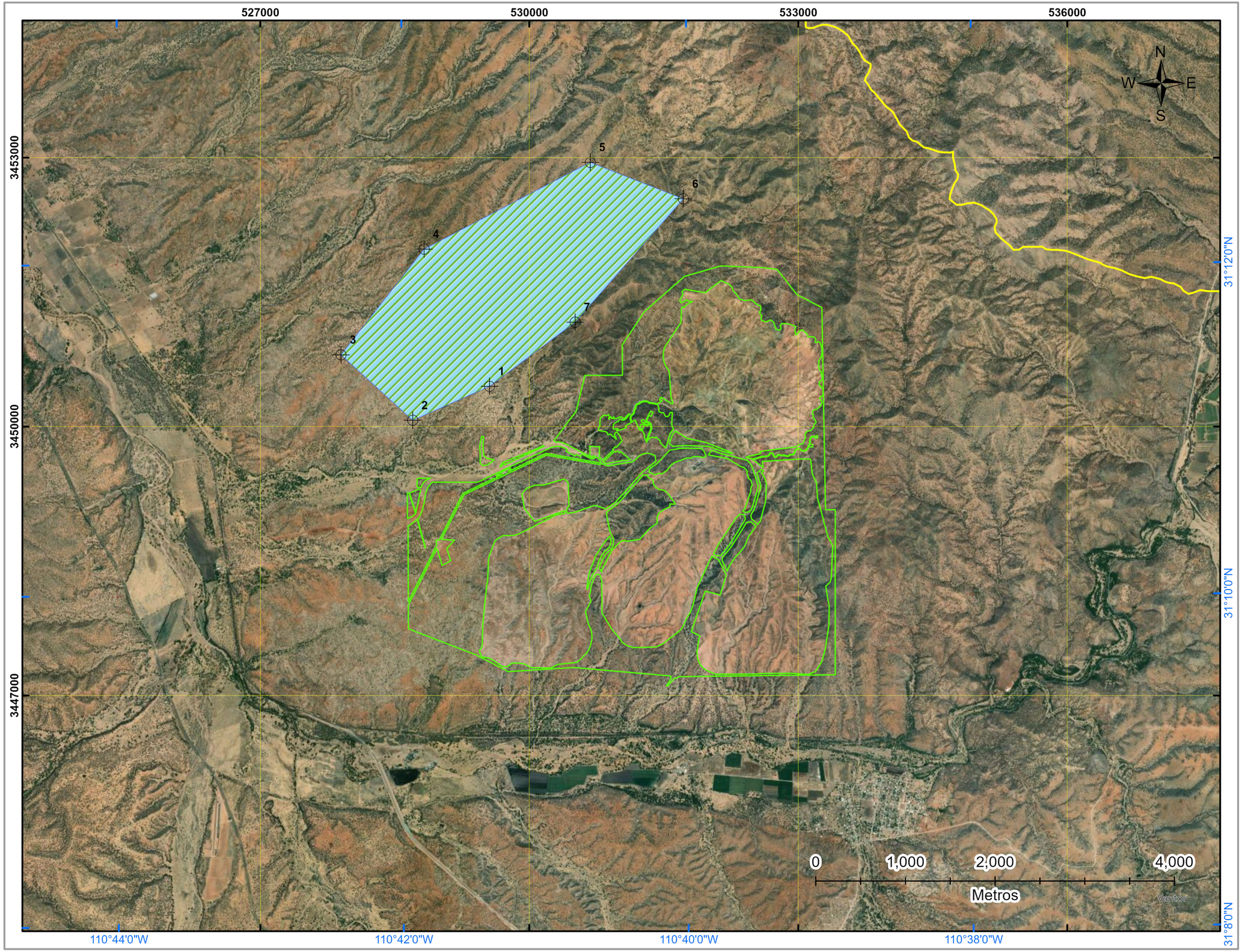
PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:40,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

POL. REUB. DE FAUNA



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Exposición del terreno

- Cenital
- Norte
- Noreste
- Este
- Sureste
- Sur
- Suroeste
- Oeste
- Noroeste

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

EXPO. TERRENO DEL SAR

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN

- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA

- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA

- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS

- UAB No. 18 - Llanuras y Médanos del Norte
- UAB No. 9 - Sierras y Valles del Norte

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:115,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal — Área del proyecto — Mpio. de Santa Cruz

P O E T G

512,000 520,000 528,000 536,000 544,000

3,456,000 — 31°15'N

3,448,000 — 31°10'N

3,440,000 — 31°5'N

UAB NO.18- LLANURAS Y MEDANOS DEL NORTE

UAB NO.9- SIERRAS Y VALLES DEL NORTE

N W E S

Un centímetro en el mapa es igual a 1,150 metros en el terreno

0 2,800 5,600 11,200

Metros

110°50'W 110°45'W 110°40'W 110°35'W 110°30'W

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

Nivel de calidad

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

CALIDAD DEL PAISAJE

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

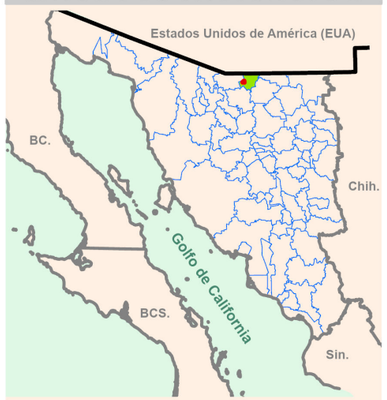
Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POND. CARRETERAS

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional
- Curva de nivel (100 m)

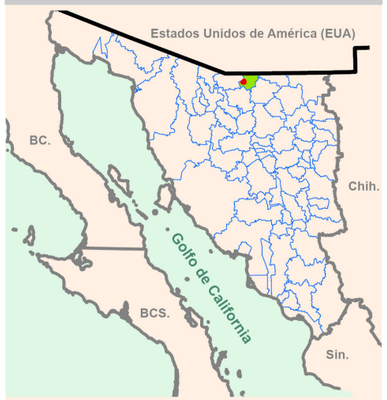
Rango de elevación (msnm)

- 1,181 - 1,300
- 1,300 - 1,600
- 1,600 - 1,900
- 1,900 - 2,100
- 2,100 - 2,189

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ELEV. TERRENO DEL SAR

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Tipo de erosión

- Erosión hídrica
- Sin erosión evidente
- Zona urbanizada

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

EROSIÓN EN EL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

HL1 HL1+HC1 SE HL1 HL1+HS1 SE HL1 HL1 HL1+HC1 HL1+HS1 ZU

0 1,000 2,000 4,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

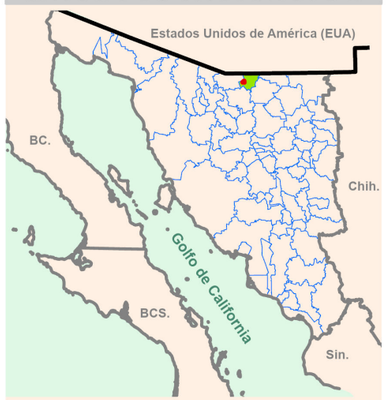
Tipo de erosión

- Erosión hídrica
- Sin erosión evidente
- Zona urbanizada

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

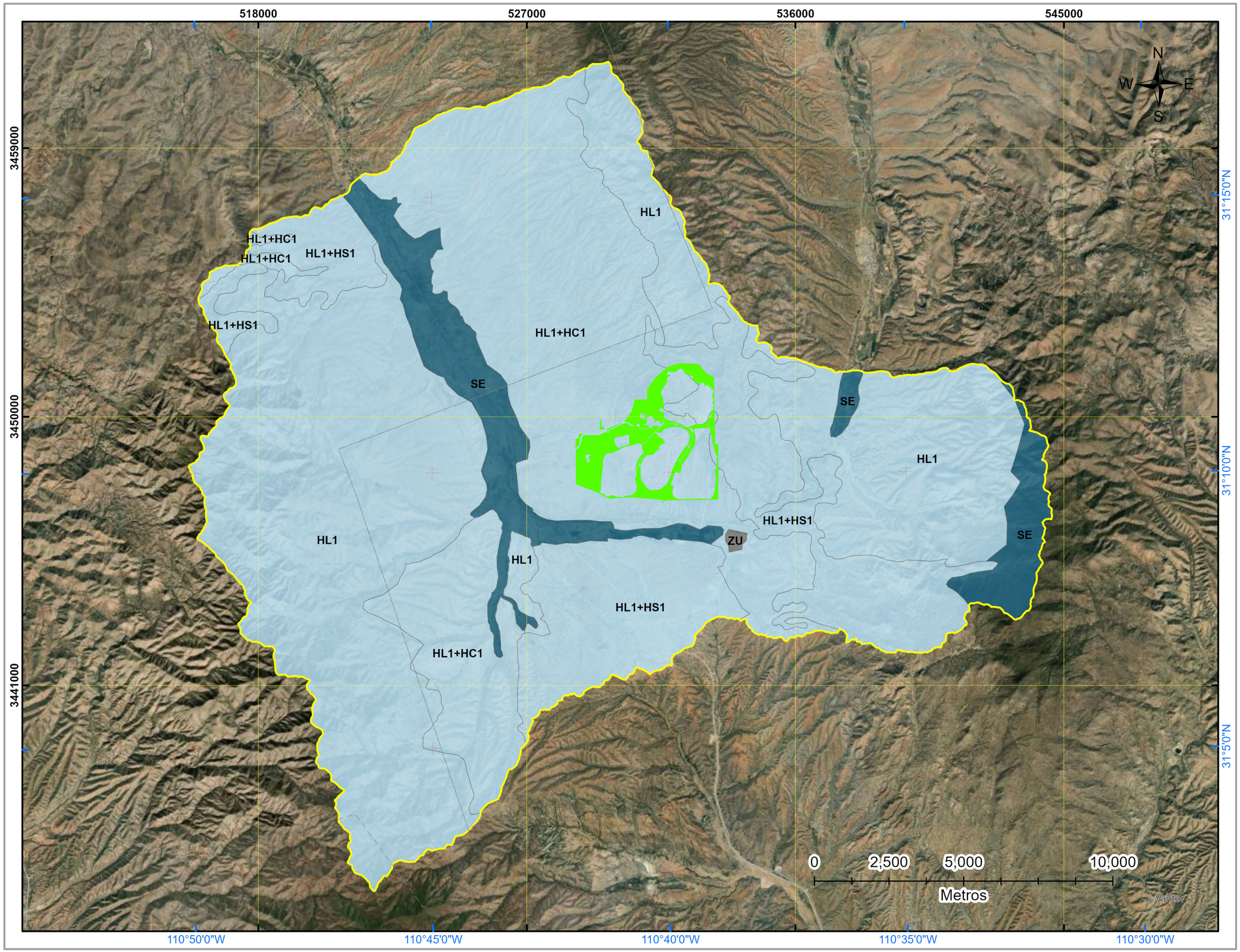


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

EROSIÓN EN EL SAR



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- Estación climática
- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:200,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

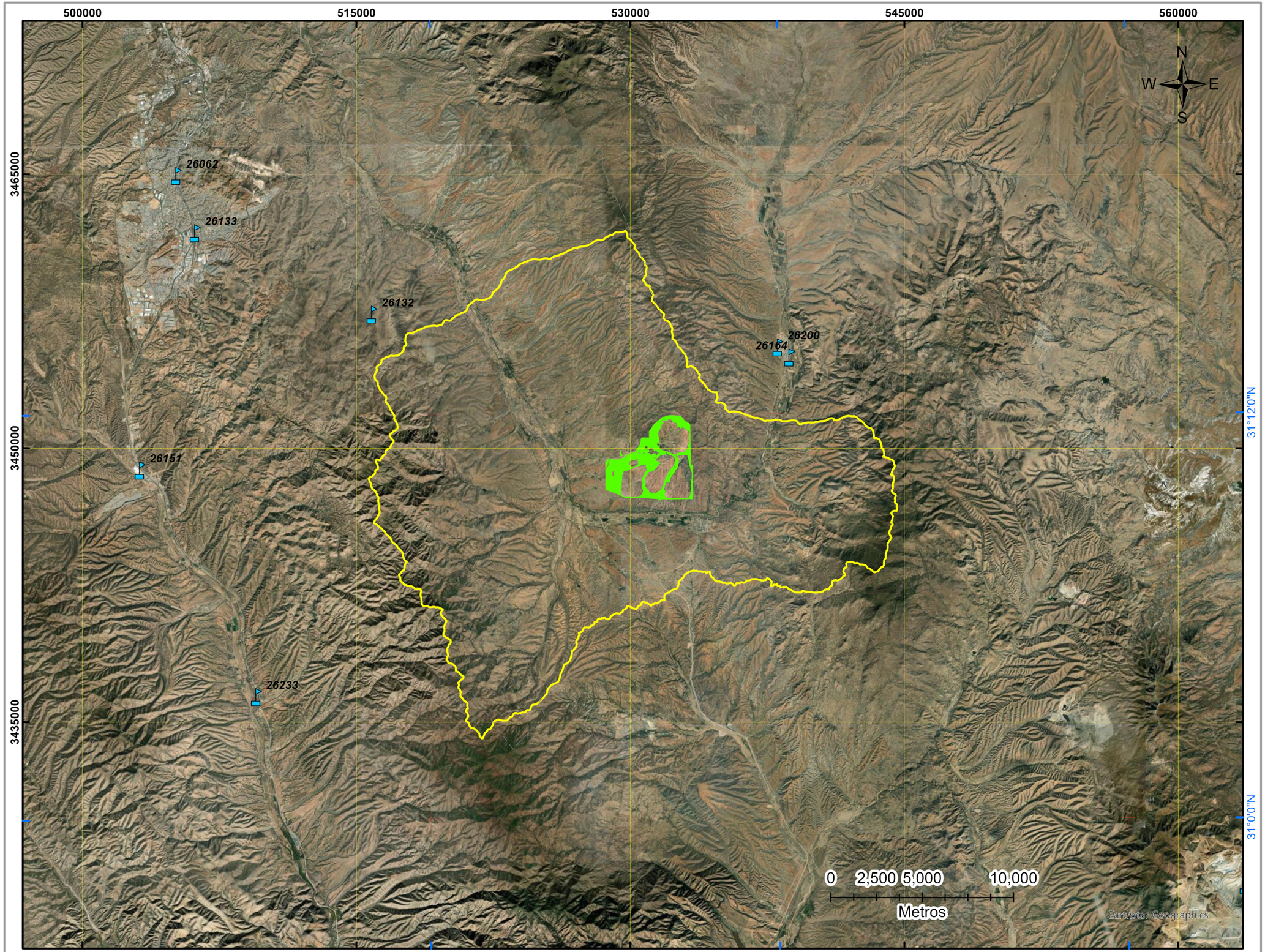


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ESTAC. CLIMÁTICAS



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Exposición del terreno

- Cenital
- Norte
- Noreste
- Este
- Sureste
- Sur
- Suroeste
- Oeste
- Noroeste

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

EXPO. TERRENO DEL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

0 1,000 2,000 4,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN
- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA
- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA
- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA´s)
- UGA No. 1
- UGA No. 3
- UGA No. 17
- UGA No. 20

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

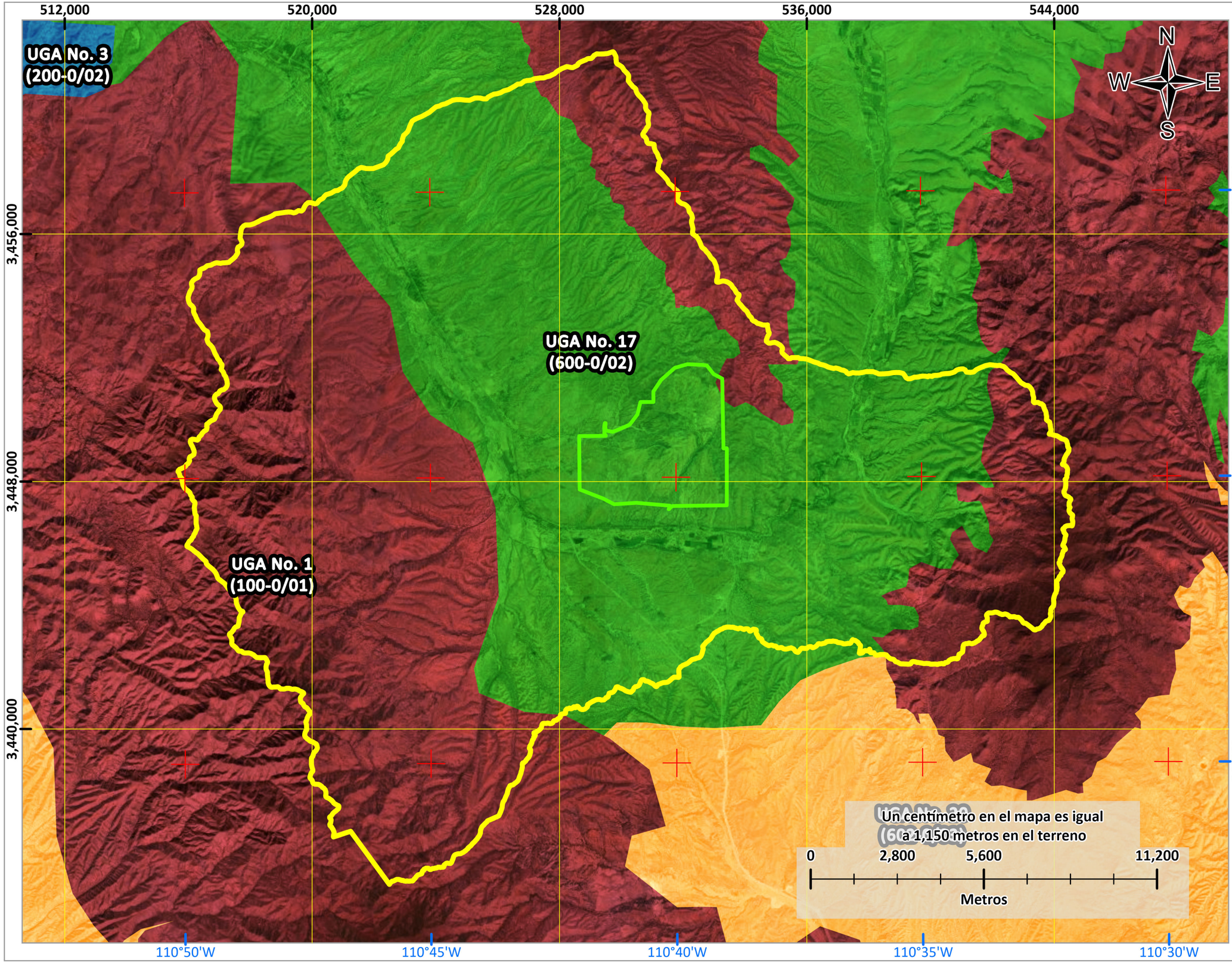
PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:115,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal — Área del proyecto — Mpio. de Santa Cruz

P O E T E



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN
- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA
- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA
- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS
- RHP No. 12
- RHP No. 13

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:115,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional Estatal Municipal — Área del proyecto — Mpio. de Santa Cruz

R H P ´ s

512,000 520,000 528,000 536,000 544,000

3,456,000 3,448,000 3,440,000

31°15'N 31°10'N 31°5'N

110°50'W 110°45'W 110°40'W 110°35'W 110°30'W

N W E S

RHP No. 13 Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz

RHP No. 12 Subcuenca del Río Asunción

Un centímetro en el mapa es igual a 1,150 metros en el terreno

0 2,800 5,600 11,200

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS
- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN
- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA
- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA
- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)
- APFF - Bavispe

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:210,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

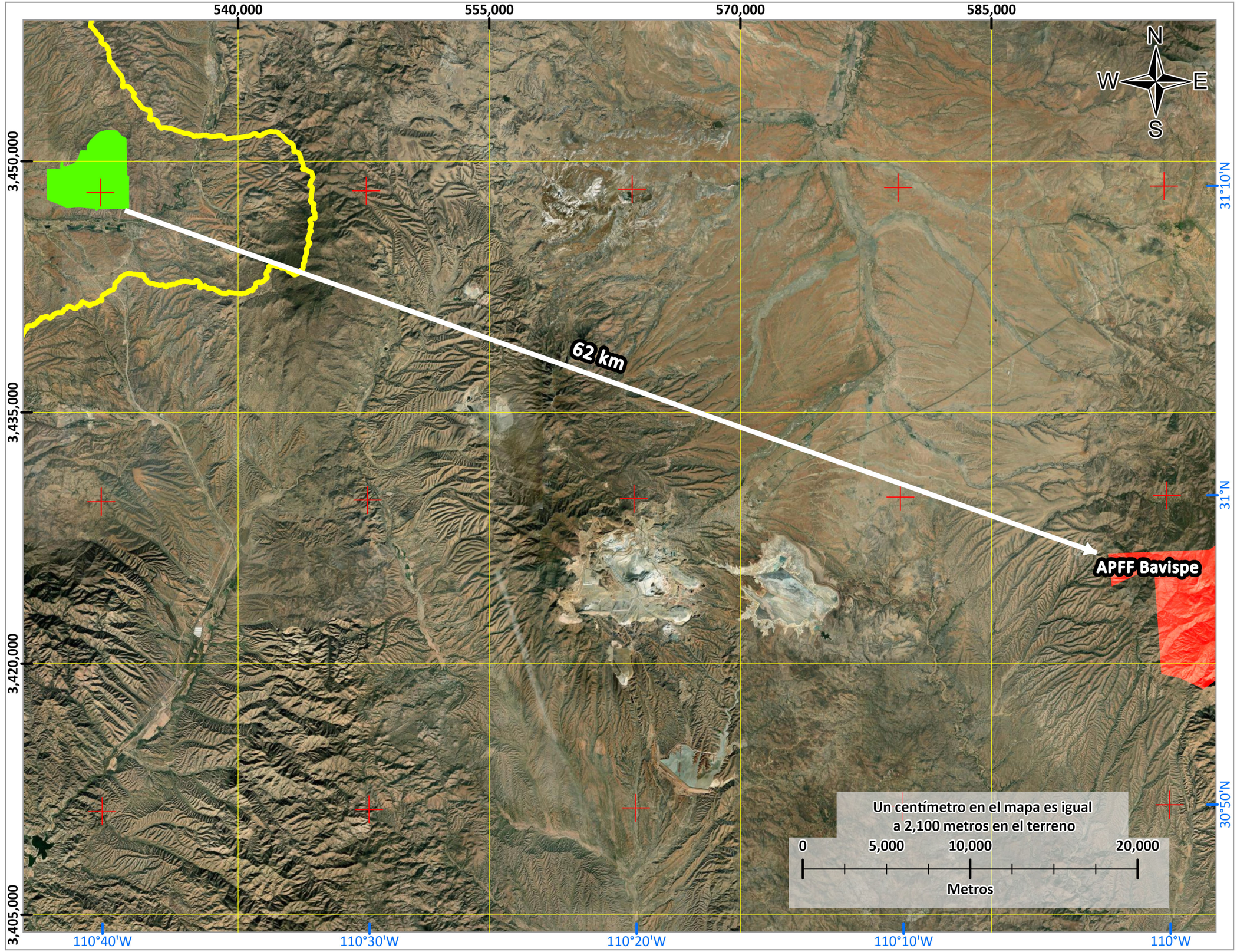


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del proyecto

Mpio. de Santa Cruz

A N P ´ s



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN

- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA

- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA

- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

- RTP No. 41 Cananea-San Pedro

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:115,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional Estatal Municipal

Área del proyecto

Mpio. de Santa Cruz

RTP No. 41

520,000 528,000 536,000 544,000 552,000

3,456,000 3,448,000 3,440,000 3,432,000

31°15'N 31°10'N 31°5'N

110°50'W 110°45'W 110°40'W 110°35'W 110°30'W

N W E S

4.46 km

RTP No. 41 Cananea-San Pedro

Un centímetro en el mapa es igual a 1,150 metros en el terreno

0 2,800 5,600 11,200

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN

- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA

- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA

- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

- AICA No. 126

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:500,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del proyecto

Mpio. de Santa Cruz

A I C A N o . 1 2 6

480,000 520,000 560,000 600,000

3,440,000 3,400,000 3,360,000

31°20'N 31°N 30°40'N 30°20'N

111°20'W 111°W 110°40'W 110°20'W 110°W 109°40'W

N W E S

AICA No. 126 Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental

Un centímetro en el mapa es igual a 5,000 metros en el terreno

0 12,000 24,000 48,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN

- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA

- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA

- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

SITIOS RAMSAR

- Sitio RAMSAR No. 2044

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional Estatal Municipal

Área del proyecto

Mpio. de Santa Cruz

R A M S A R

520,000 528,000 536,000 544,000 552,000

3,464,000 3,456,000 3,448,000 3,440,000

31°15'N 31°10'N 31°5'N

110°50'W 110°45'W 110°40'W 110°35'W 110°30'W 110°25'W

N W E S

RAMSAR No. 2044-Ecosistema Sierra de Ajos - Bavispe Zona de Influencia Cuenca Río San Pedro

14.1 km

Un centímetro en el mapa es igual a 1,200 metros en el terreno

0 2,950 5,900 11,800

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

ÁREA DE ANÁLISIS

- Sistema Ambiental Regional (SAR)
- Área del Proyecto (AP)

VÍAS DE COMUNICACIÓN

- Carretera
- Camino de acceso

HIDROGRAFÍA

- Cuerpo de agua
- Corriente de agua

HIPSOMETRÍA

- Curva a nivel maestra
- Curva a nivel auxiliar

SITIOS ARQUEOLÓGICOS

- Sitio "La Carcelita" (AZ:EE:14:13)

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:22,500

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del proyecto

Mpio. de Santa Cruz

SITIOS ARQUEOLÓGICOS

528,000 531,000 534,000

3,450,000 3,447,000

31°12'N 31°11'N 31°10'N 31°9'N

110°42'W 110°41'W 110°40'W 110°39'W 110°38'W

N W E S

Sitio "La Carcelita" (AZ:EE:14:13)

Un centímetro en el mapa es igual a 225 metros en el terreno

0 550 1,100 2,200

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Acuífero

- Cocospera
- Cuitaca
- Rio Alisos
- Rio Santa Cruz

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

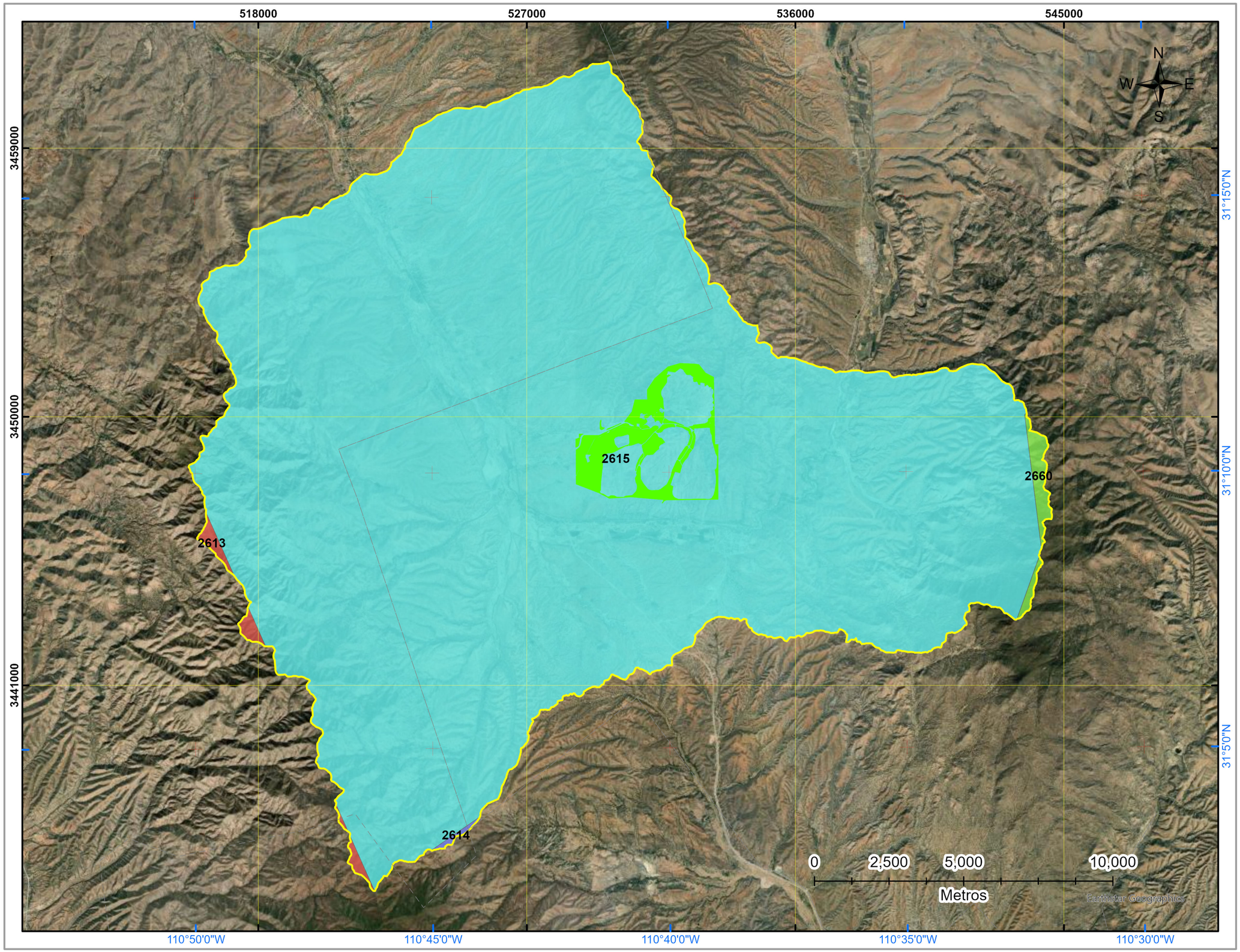


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ACUÍFEROS



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

BORDE INTER. POND.

518000 527000 536000 545000

3459000

3450000

3441000

31°15'0"N

31°10'0"N

31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Grado de Riesgo

- Muy bajo
- Bajo

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:500,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

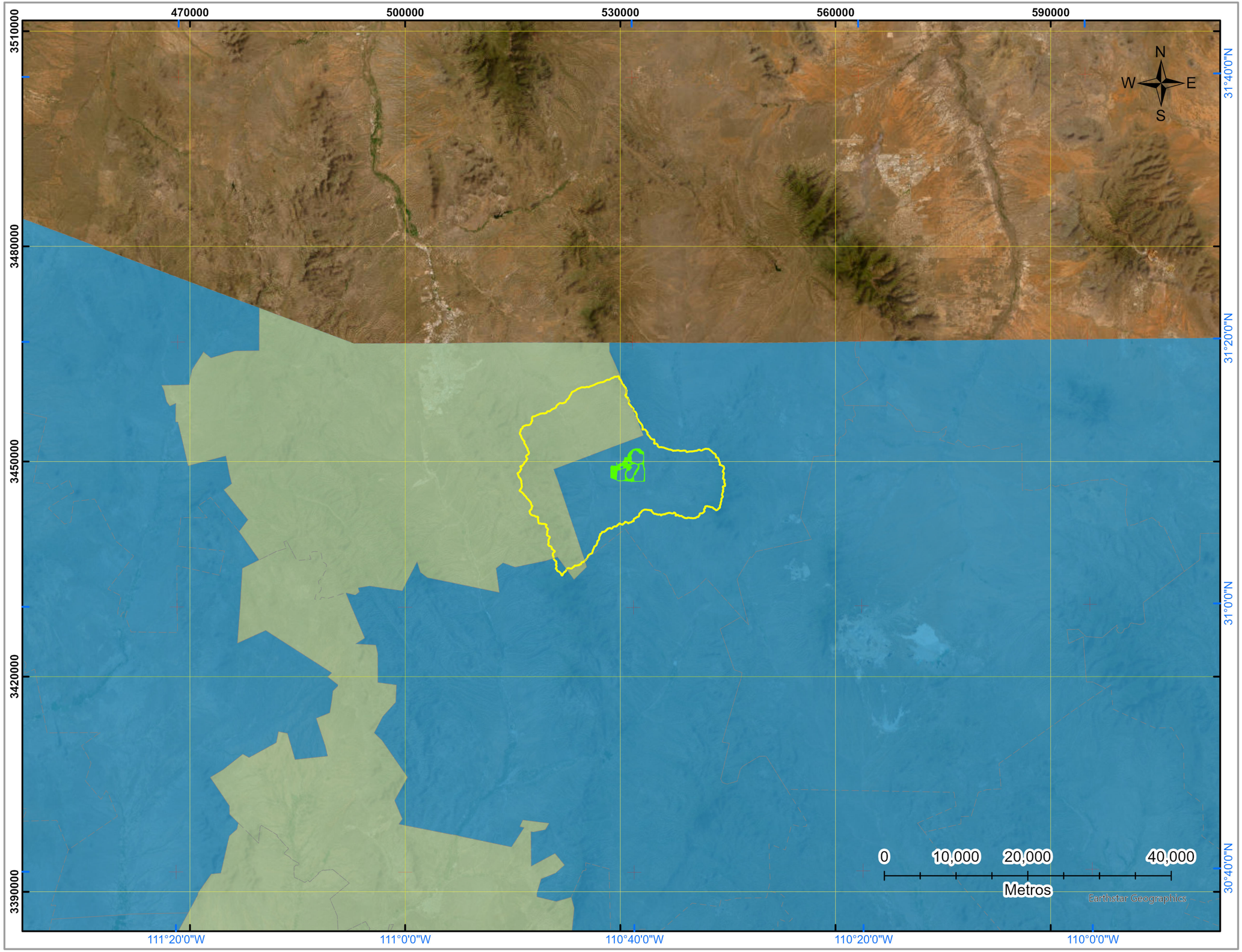


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

RIESGO POR CT



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite municipal

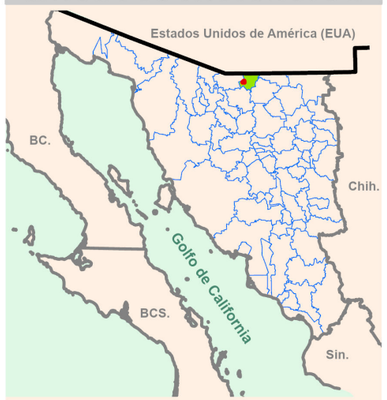
Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POND. ESCURRIMIENTOS

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

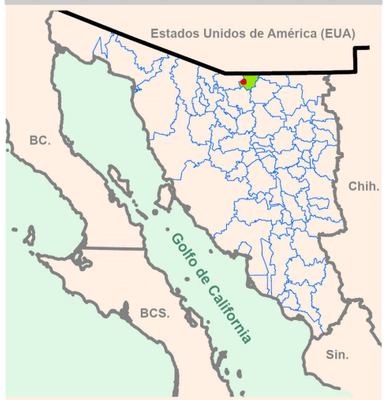
Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

DIST. CAUCES POND.

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Clasificación

- Tormenta tropical

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TRAYECTORIA DE CT

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

RAYMOND

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Región Hidrológica Río Colorado (RH07)
- Cuenca Bacanora-Mejorada (RH07A)
- Subcuenca Nogales (RH07Ac)

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:1,800,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

CLAS. HIDRO. SAR Y AP



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Tipo de clima

- Semiseco templado

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TIPO DE CLIMA

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

BS1kw(x')

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar
- Cananea
- Imuris
- Nogales
- Santa Cruz
- Estado de Sonora

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:750,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

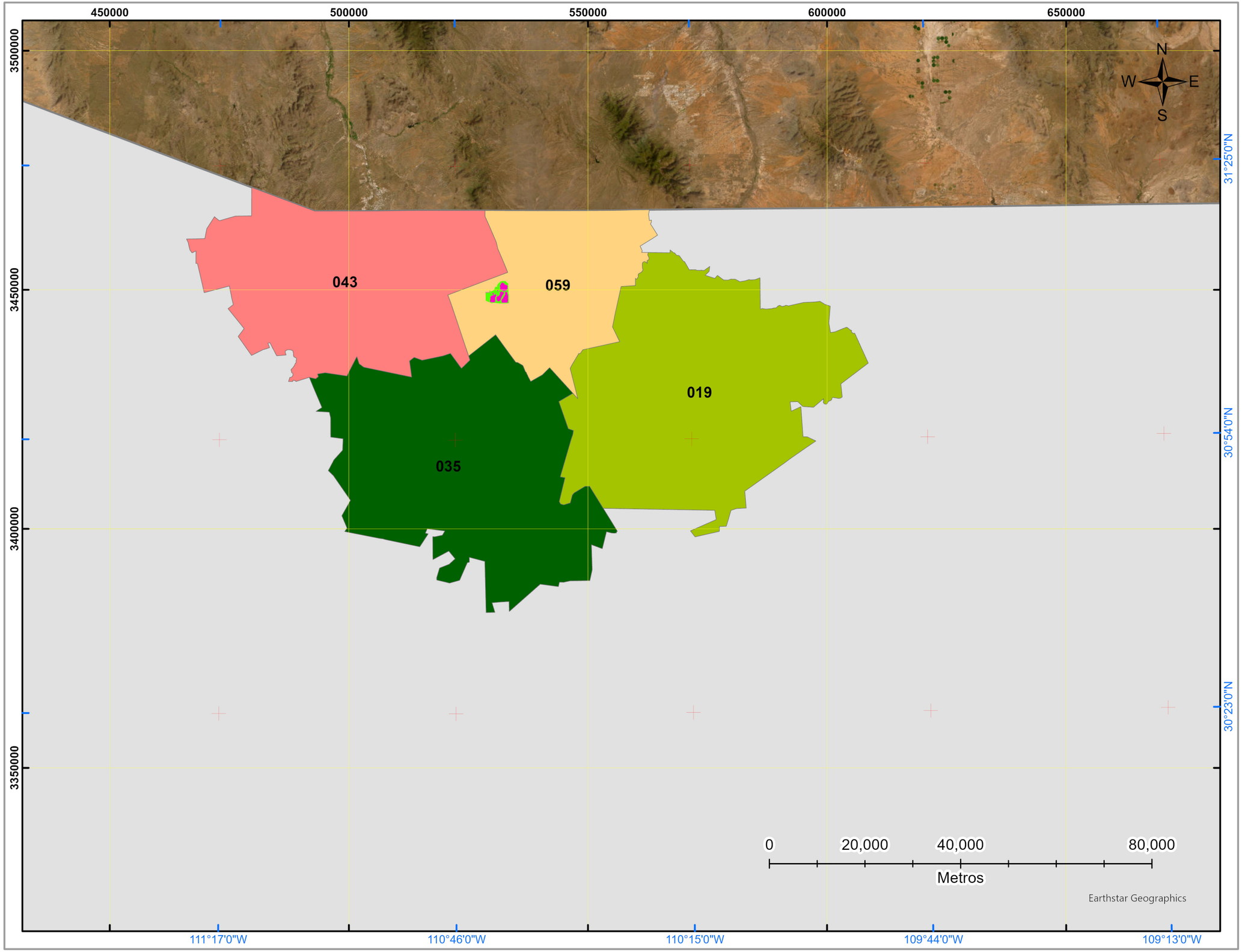


Límite Nacional, Estatal, Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

LÍMITES POLÍTICOS



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

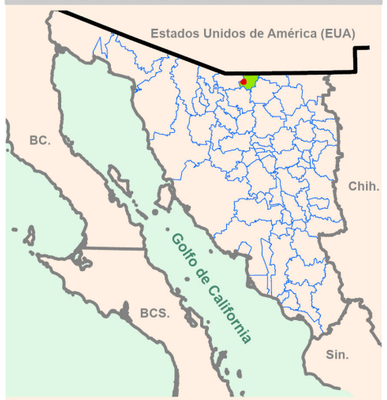
S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar
- Región Hidrológica Río Colorado (RH07)
- Cuenca Bacanora-Mejorada (RH07A)
- Subcuenca Nogales (RH07Ac)

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:1,800,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

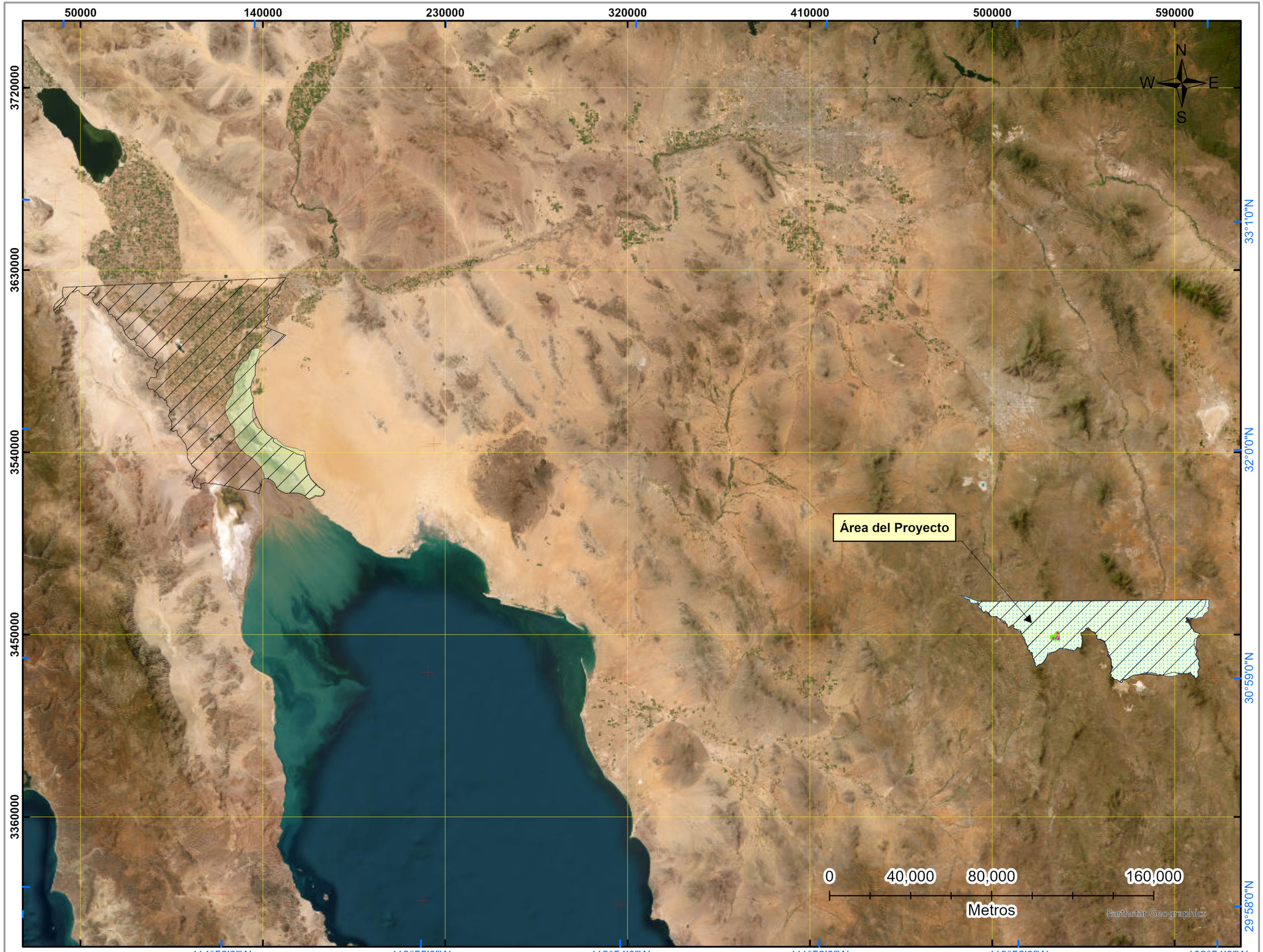


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

CLASIF. HIDROLÓGICA



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar

Uso del suelo

- Agricultura
- Asentamientos humanos
- Terreno forestal
- Sin vegetación aparente
- Cuerpo de agua
- Pastizal

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

USO DEL SUELO

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar
- Curva de nivel (100 m)

Topoformas

- Llanura aluvial
- Lomerío escarpado
- Sierra alta
- Sierra plegada
- Valle aluvial intermontano
- Valle intermontano

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:100,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

TOPOGR. Y RELIEVE

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

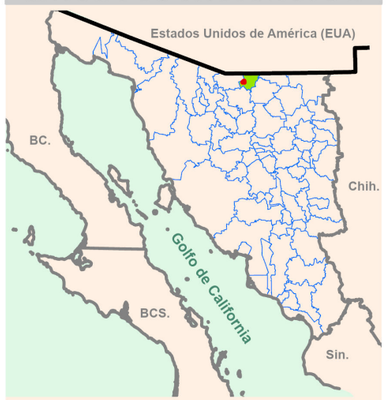
S I M B O L O G Í A

- Carreteras
- El Pilar Segunda Etapa
- Proyecto El Pilar
- Localidades

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:100,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N

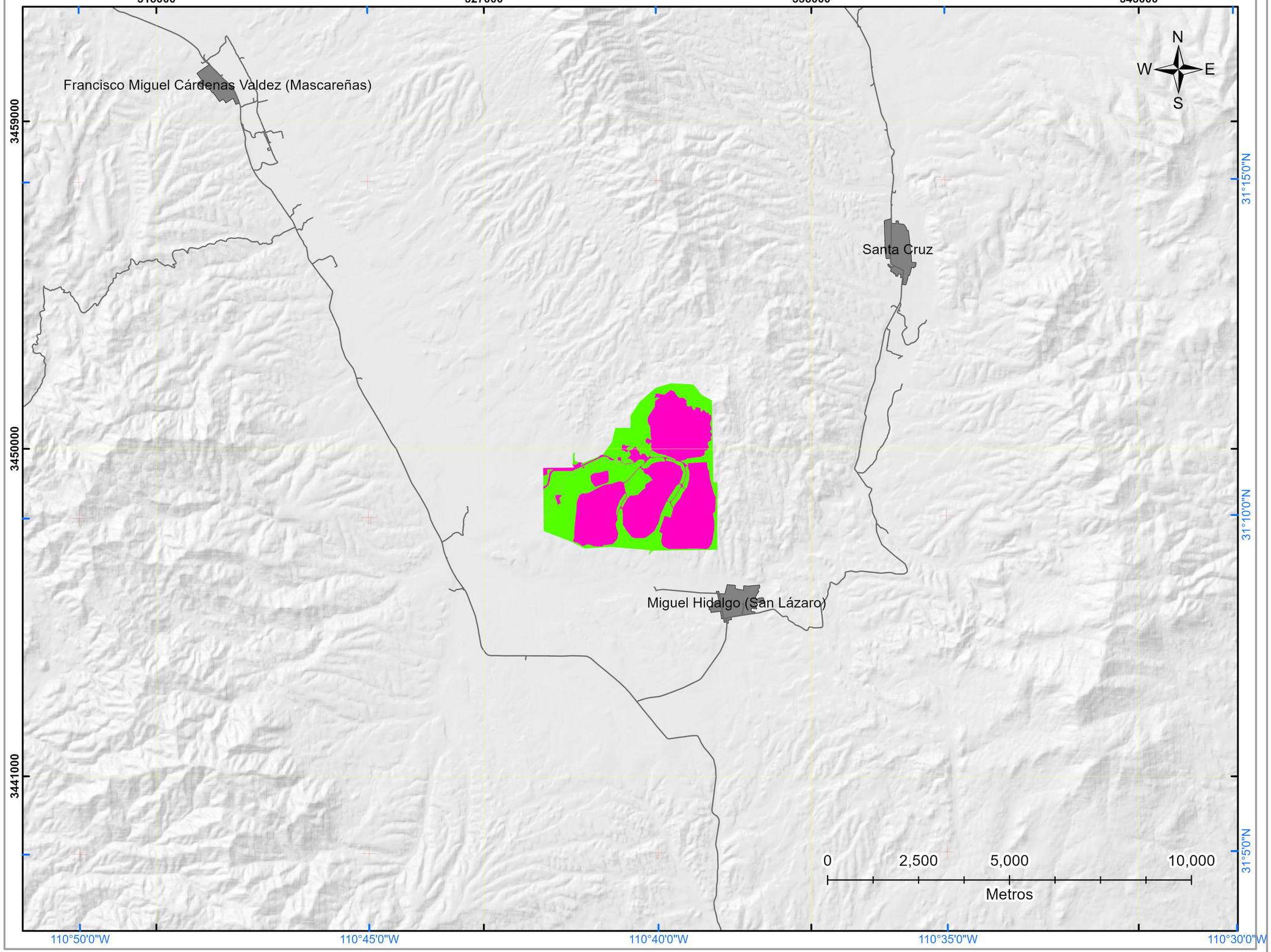


Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

VÍAS COMU. Y LOCAL.



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Tipo de degradación

- Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

DEGRADACIÓN DEL SUELO

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

Moderado

Moderado

Moderado

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Vantor

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Sistema Ambiental Regional
- Límite estatal
- Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos
- Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

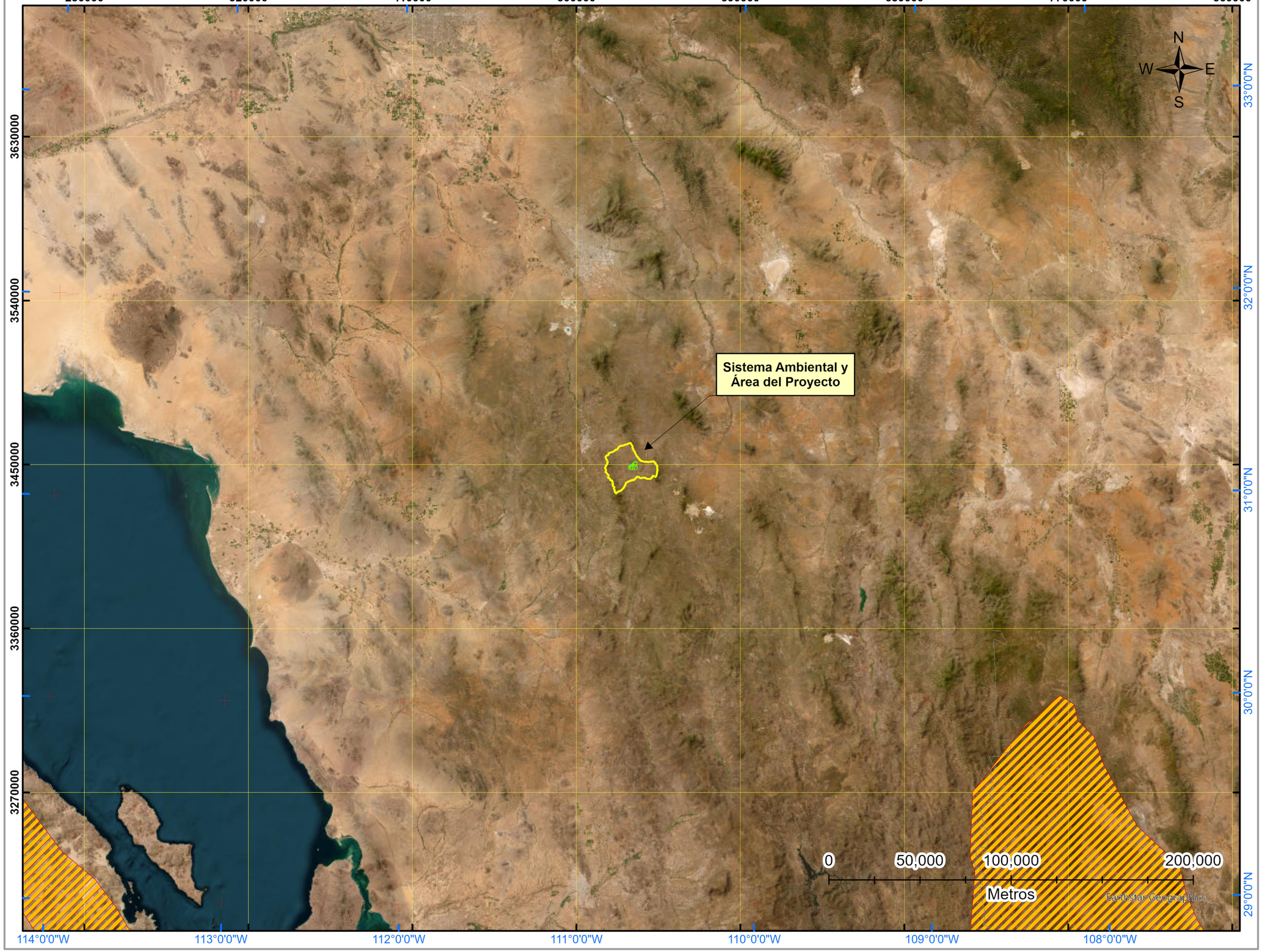
PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:2,000,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional, Estatal, Municipal — Área del Proyecto — Mpio. de Santa Cruz

DESLIZ. Y HUND.



CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional

Ponderación

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓN:	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:120,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

POND. DESNIVEL

518000 527000 536000 545000

3459000 3450000 3441000

31°15'0"N 31°10'0"N 31°5'0"N

110°50'0"W 110°45'0"W 110°40'0"W 110°35'0"W 110°30'0"W

N W E S

0 2,500 5,000 10,000

Metros

Earthstar Geographics

CAAFF CONSULTORÍA AMBIENTAL

Stingray

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Del "Proyecto Minero El Pilar, Segunda Etapa", a ubicarse en el municipio de Santa Cruz, Sonora.

S I M B O L O G Í A

- El Pilar Segunda Etapa
- Límite municipal
- Sistema Ambiental Regional
- Curva de nivel (100 m)

Rango de elevación (msnm)

High : 1565.84

Low : 1257.21

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

PROYECCIÓ	UTM
ESFEROIDE:	WGS 1984
DATUM :	WGS 1984
ZONA:	12 NORTE
ESCALA:	1:50,000

M A C R O L O C A L I Z A C I Ó N



Límite Nacional / Estatal / Municipal

Área del Proyecto

Mpio. de Santa Cruz

ELEV. TERRENO DEL AP

525000 530000 535000

3455000 3450000 3445000

31°12'0"N 31°9'0"N

110°45'0"W 110°42'0"W 110°39'0"W 110°36'0"W

N W E S

0 1,000 2,000 4,000

Metros

CATÁLOGO DE FLORA REPRESENTATIVA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

DEL

"PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA"

CAAFF

CONSULTORÍA AMBIENTAL



CONTENIDO

Estrato arbóreo y regeneración 3
Celtis caudata 3
Prosopis velutina 4
Quercus emoryi 5
Quercus oblongifolia 6
Eysenhardtia orthocarpa 7
Arbustivo 8
Artemisia ludoviciana 8
Calliandra eriophylla 9
Erythrina flabelliformis 10
Fouquieria splendens 11
Gymnosperma glutinosum 12
Mimosa dysocarpa 13
Tecoma stans 14
Otras especies 15
Agave palmeri 15
Cheilanthes lozanoi 16
Cheilanthes lozanoi 17
Coryphantha recurvata 18
Cylindropuntia imbricata 19
Dasylirion wheeleri 20
Echinocereus fasciculatus 21
Echinocereus rigidissimus 22
Mammillaria heyderi 23
Opuntia chlorotica 24
Opuntia robusta 25
Yucca schottii 26
Herbáceo 27
Amaranthus palmeri 27
Bidens bigelovii 29
Bouteloua gracilis 30
Bouteloua radicosa 31
Chamaecrista absus 32
Chloris virgata 33

Cleome viscosa 34
Cosmos sulphureus 35
Crotalaria pumila 36
Cynodon dactylon 37
Eragrostis intermedia 38
Galinsoga parviflora 39
Panicum coloratum 40
Parthenium incanum 41
Sicyos laciniatus 42
Sporobolus airoides 43
Melinis repens 44
Tetramerium nervosum 45

Estrato arbóreo y regeneración

Celtis caudata

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Celtis caudata	Zorro	Nativa	-	-



Figura 1. Morfología general de la especie.

Descripción: Árbol de 4m de altura, caducifolio, fuste recto, corteza de tipo liso color gris claro a oscuro, con las ramas en zig-zag, copa semiesférica. Hojas alternas, trinervadas y oblicuas desde la base, ovadas, simples, ápice acuminado, margen generalmente entero. Inflorescencias axilares, emergiendo simultáneamente con las hojas. Flores solitarias en las axilas de las hojas, color blanco verdoso. Fruto una drupa, ovoide o globoso, naranja a rojiza, con dos cuernitos en la punta. Semillas de color café rojizo. Época de floración de abril a junio, producción de frutos de mayo a diciembre. Crecimiento de moderado a rápido.

Distribución: Es un árbol originario de México, se encuentra ampliamente distribuido en Colima, Jalisco, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

Hábitat: Es una especie de amplia distribución en el noreste de México.

Usos: Importante fuente de leña; frutos frescos son astringentes. Ayudan a controlar la erosión, infiltran agua de lluvia, mejoran los suelos con su hojarasca, barreras vivas, formadoras de suelo, fijan nitrógeno a los suelos, proporcionan abrigo, alimento y sombra para la fauna silvestre.

Prosopis velutina

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Prosopis velutina	Mezquite	Nativa	-	-



Figura 2. Morfología general de la especie.

Descripción: Puede crecer hasta los 9,15 m de altura o más. Crece más en zonas con abundante agua, menor en pastizales abiertos y secos. Las ramas más jóvenes pueden ser verde y efectuar la fotosíntesis. La corteza joven es de color marrón rojizo y lisa. A medida que madura, se convierte en oscura y polvorienta de color gris o marrón y adquiere una textura rallada. Las espinas amarillas de hasta 2,5 cm de largo aparece en las ramas jóvenes. Las ramas son retorcidas. La raíz principal se hunde profundamente en la tierra, a mucha más profundidad que la altura del árbol, aprovechándose de las fuentes de agua inaccesibles a la mayoría de las plantas. Raíces se extienden a unos 15 m, pero se han registrado profundidades de hasta 53 m de longitud.

Distribución: La distribución principal se encuentra en el centro y sur de Arizona y en el vecino Sonora, México. Cerca de las vías navegables, pueden formar bosques de hoja caduca, llamados bosque de galería.

Hábitat: Crece en alturas inferiores a 4.000 y 5.000 metros en el desierto en pastizales y cerca de lava.

Usos: *Prosopis velutina* contribuye en gran medida a los ecosistemas del desierto. Coyotes, ardillas de cola redonda, pecaríes de collar, venados bura, venados de cola blanca y liebres comen todos las vainas. Las aves se alimentan de los capullos de flores. Como miembro de la familia de las leguminosas, fijan el nitrógeno en el suelo. También puede servir como árboles protectores a los jóvenes cactus, como el sahuaro. La sombra de sus ramas ofrece protección para los pequeños mamíferos, especialmente los animales de madriguera.

Quercus emoryi

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Quercus emoryi	Encino prieto	Nativa	-	-



Figura 3. Morfología general de la especie.

Descripción: Se trata de una encina del grupo de los robles rojos, que conserva sus hojas durante el invierno hasta que se producen las hojas nuevas en primavera, y es un gran arbusto o un pequeño árbol de 5 a 17 m de altura. Las hojas tienen 3-6 cm de largo, enteras o dentadas, onduladas, gruesas, de color verde oscuro por encima, más pálido por debajo. Las bellotas son 1,5-2 cm de largo, de color negro marronáceo, y madura 6-8 meses tras la polinización; el núcleo es dulce, y es un alimento importante para muchos mamíferos y aves.

Distribución: Es una especie común en Arizona, Nuevo México y el oeste de Texas (Parque nacional Big Bend), Estados Unidos, y el norte de México hacia el sur hasta Durango y San Luis Potosí.

Hábitat: Crece de manera típica en colinas áridas a altitudes moderadas.

Quercus oblongifolia

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Quercus oblongifolia	Encino blanco	Nativa	-	-



Figura 4. Morfología general de la especie.

Descripción: *Quercus oblongifolia* es un pequeño árbol de hoja perenne que alcanza un tamaño de 5-8 metros de altura con una copa redondeada. En las elevaciones más altas normalmente es un arbusto grande. El tronco es de hasta medio metro de diámetro y la corteza es de color gris claro y densamente fruncido. Las ramitas son de color marrón amarillento y sin pelo con los brotes de color marrón rojizo. Las hojas son pequeñas, alternas y oblongas, con márgenes enteros, coriáceos, de color verde azulado por encima y mediados a verde por abajo. Las flores aparecen en primavera, al mismo tiempo que las hojas viejas se desprenden y el nuevo crecimiento de la hoja comienza. Las flores masculinas forman amentos color verde-amarillento y las flores femeninas son solitarias o en pares y crecen en las axilas de las hojas. Las bellotas de color marrón claro son ovoides u oblongas, de unos dos centímetros de largo y con escamas, las copas en forma de cuenco alrededor de un tercio de la longitud de bellota.

Distribución: Este roble es común en las altas praderas, cañones y mesetas en Texas, Arizona y Nuevo México y en los estados de Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila y Sonora en México.

Hábitat: Este roble es común en las elevaciones de 1200 a 1800 metros. A menudo se encuentra en los suelos arenosos finos en las regiones semiáridas y es la especie dominante en el bosque abierto de robles más bajo donde crece en asociación con *Quercus arizonica* y *Quercus emoryi*.

Eysenhardtia orthocarpa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	Nativa	-	-



Figura 5. Morfología general de la especie.

Descripción: Arbolito o arbusto caducifolio, de 3 a 6 m (hasta 9 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 15 cm o más. Copa / Hojas. Hojas alternas, compuestas, pinnadas, 3 a 5 cm de largo, folíolos 10 a 15 pares por hoja, elípticos, 7 a 13 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, con glándulas resinosas aromáticas presentes. Tronco / Ramas. Tallos ramificados color café oscuro. Corteza. Externa amarilla de textura ligeramente rugosa, escamosa cuando seca desprendible en placas irregulares de color oscuro de 1 mm de grosor. Interna pardo rojizo. Flor(es). Inflorescencias dispuestas en racimos espigados terminales o subterminales, 5 a 7 cm de largo; cáliz campanulado, 2.5 a 3 mm de largo, 5- lobulados; corola blanca, formada por 5 pétalos libres, de 5 mm de largo por 1.3 a 2 mm de ancho, oblongos. Fruto(s). Vaina ligeramente curvada, atenuada en el ápice, pubescente o subglabra, de 7 a 9.5 mm de largo, con el estilo persistente, frágil e indehiscente, provista con glándulas; cada vaina contiene una semilla. Semilla(s). La testa de la semilla es delgada y permeable al agua.

Distribución: Se reporta desde el sureste de Arizona (Estados Unidos) hasta Oaxaca (México).

Hábitat: Abundante en zonas semicálidas (A(C)w), con temperaturas entre 12 y 19 ºC y una precipitación anual de 300 a 1,800 mm. Prospera en lugares perturbados, así como en terrenos pedregosos y de suelo somero. Suelos: negro profundo, delgado arcilloso pedregosos, somero de roca caliza, litosol derivado de basalto, amarillo derivado de conglomerado, roca ígnea.

Arbustivo

Artemisia ludoviciana

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Artemisia ludoviciana	Hoja de pescado	Nativa	-	-



Figura 6. Morfología general de la especie.

Descripción: Tamaño: 1 a 1.5 m de alto. Tallo: Generalmente varios a muchos tallos a partir de una base rizomatosa, estriado (con rayas longitudinales) y anguloso, flocoso-tomentoso (con pelos largos y entrelazadas), con la edad glabro, 3-5 mm de ancho en la base. Hojas: Alternas, sésiles o con un pecíolo corto y ancho, a veces agrupados en las axilas de una hoja, de hasta 15 cm de largo, de 1-10 mm de ancho, indivisas y lineares a lanceoladas, elípticas u obovadas a divididas (sobre todo las inferiores), blanco-tomentosas en ambas caras cuando joven, margen revoluto.

Distribución: Se distribuye en el norte y centro del país, sobre todo en el altiplano: Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Hábitat: Cultivada en huertos familiares, crece a orillas de caminos, en terrenos de cultivo abandonados y es común en vegetación perturbada de bosques tropicales caducifolios, subperennifolio y perennifolios, bosque espinoso, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, bosques de encino, de pino, mixto de pino-encino y de junípero.

Calliandra eriophylla

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Calliandra eriophylla	Vara de angel enano	Nativa	-	-

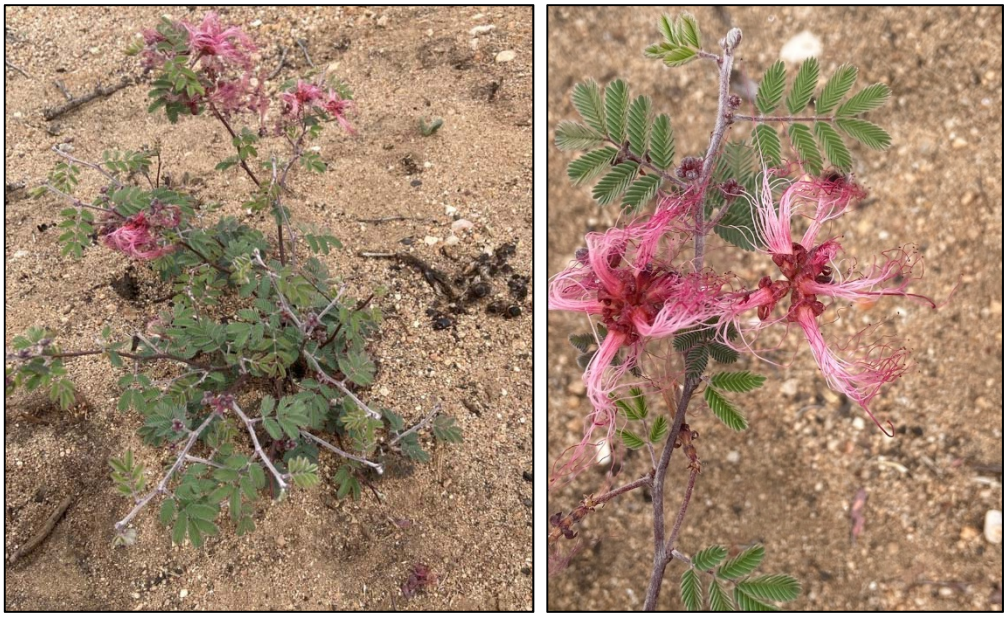


Figura 7. Morfología general de la especie.

Descripción: Es un arbusto perenne de 20cm a 1m de alto, sus tallos son leñosos, erectos, muy ramificados desde la base; sus ramas cuando jóvenes son cilíndricas, cubiertas de pelos ásperos, de color grisáceos o blanquecinos en las partes más jóvenes. Las hojas son bipinnadas, y de hasta 1.4 cm largo, las pinnas son de 1 a 3 pares, 0.5 a 1.5 cm largo; cuyas estípulas tienen hasta 5 mm de largo, y son estrechas, foliáceas, deciduas. Las inflorescencias son axilares, en capítulos poco densos, cada uno de 3 a 8 flores; pedúnculos agrupados formando un manojo o en tallos cortos, hasta 1 cm largo. El fruto es tipo legumbre, erectos a ascendentes, de 3 a 10 cm de largo, y de 0.5 a 0.8 cm ancho, largos y estrechos, rígidos, de consistencia similar al cuero, provisto de vellosidades, con tricomas cortos y blancos. Las semillas son de 5 a 6 mm de largo, y de 3 a 4.5 mm de ancho, más largos que anchos y elipsoidales, en forma de pera o disco, testa parda, generalmente con manchas.

Distribución: Arizona, California, Nuevo México, Texas; México (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora).

Hábitat: Se puede encontrar en bosque tropical caducifolio, dominado por especies arborescentes, donde la temperatura anual media oscila entre los 20 y 29 °C, con lluvias estacionales muy marcadas y cuya precipitación media anual varía entre los 300 y 1200 mm, también puede crecer y desarrollar en matorral xerófilo cuyo clima es seco, con lluvias muy escasas y precipitación menor a los 700 mm anuales, con temperatura promedio de 12 a 26 °C, puede encontrarse en elevaciones de 700-2420 msnm.

Erythrina flabelliformis

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Erythrina flabelliformis	Colorín arbustivo	Nativa	-	-



Figura 8. Morfología general de la especie.

Descripción: También se le llama chilicote se denomina al producto del árbol que lo produce de hasta de 3 a 6m de altura. Las hojas están divididas en hojuelas. Sus flores son de color rojo, brillantes y muy vistosas. Los frutos son vainas que tienen hasta 10 semillas color rojo brillante, muy duros, con forma ovoide, muy parecida a la de un frijol, aunque de mayor diámetro central y su hilum oscuro. Los chilicotes o semillas del árbol tipo frijol, estaban dentro de una vaina o un largo ejote, que se abría al secarse y exponía los lindos chilicotes.

Distribución: Es una especie nativa de *Erythrina*, del suroeste de Estados Unidos, (Arizona y Nuevo México) y noroeste de México (Sonora, Chihuahua, Baja California, hasta San Luis Potosí.

Hábitat: Habita en climas cálido, semicálido, semiseco y templado entre los 20 y los 1700msnm, mismo que se da en el suroeste de Estados Unidos y noroeste de México. Planta silvestre asociada a vegetación perturbada de bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo, bosques de encino y de pino.

Fouquieria splendens

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Fouquieria splendens	Ocotillo	Nativa	-	-

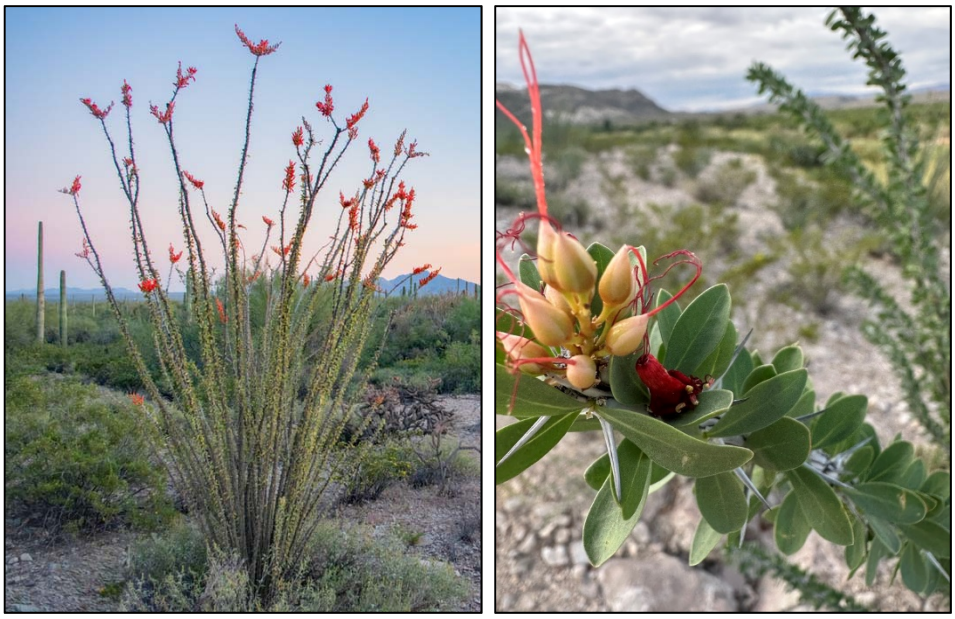


Figura 9. Morfología general de la especie.

Descripción: Ocotillo (*Fouquieria splendens*) es una planta dentro que pertenece a la familia Fouquieriaceae. Tiene una apariencia en la temporada de sequías de un arbusto formados de palos erectos secos de color grisáceo, en la temporada de lluvias tiene hojas pequeñas y ovaladas y las inflorescencias son de color rojo en la parte superior de las ramas.

Distribución: En México se distribuye en la península de Baja California y desde la parte central del norte del país hasta el bajío.

Hábitat: Habita en lugares con presencia de matorrales.

Usos: Principalmente se utiliza para delimitar las fronteras de los terrenos.

Gymnosperma glutinosum

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Gymnosperma glutinosum	Jarilla amarilla	Nativa	-	-



Figura 10. Morfología general de la especie.

Descripción: Es una planta que alcanza un tamaño de 1 m de altura, cuyos tallos exudan un material pegajoso. Las hojas son angostas y las flores, de color amarillo pálido, se encuentran en cabezuelas sobre las puntas de la planta.

Distribución: Originaria de América boreal, austral y occidental.

Hábitat: Presente en clima templado, entre los 2250 y los 3000 m s. n. m. donde está asociada a bosques de encino, de pino, mixto de encino-pino y pino-encino.

Usos: Es una planta utilizada en el Estado de México, Durango y Guanajuato para tratar el reumatismo. Cuando hay dolencia de los pies, las hojas frescas se colocan dentro de los zapatos a usar; o las ramas se sumergen en alcohol y se dejan reposar durante tres días, con este macerado se frotan los pies diariamente.

Mimosa dysocarpa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Mimosa dysocarpa	Uña de gato	Nativa	-	-



Figura 11. Morfología general de la especie.

Descripción: Arbusto general: Plantas perennes arbustivas, de hasta 1,5 m de altura, tallos armados con numerosas espinas, las garras se alternan, no aparecen en pares; Los tallos jóvenes, las hojas y las flores son vellosas cuando son jóvenes; los tallos se vuelven de color pajizo a gris polvoriento y estriados o estriados cuando maduran. Hojas: alternas, pinnas en 5 o más pares, folíolos de 7 o más pares, de 3 a 6 mm de largo, lineal-lanceolados a estrechamente oblongos, el folíolo terminal a veces obovado, agudo en el ápice. Flores: Rosadas, en cabezas densas con estambres muy extendidos de hasta 1,5 cm de largo, que forman la mayor parte de la inflorescencia, y que nacen en espigas cilíndricas sésiles. frutas: Vainas con paredes gruesas y superficies tomentosas, fuertemente enrolladas, fuertemente a ligeramente constreñidas entre las semillas, armadas en un lado.

Distribución: Se distribuye en la parte noreste del país mexicano, se encuentra presente en el estado de Texas.

Hábitat: Presente en clima templado, entre los 2250 y los 3000 m s. n. m. donde está asociada a bosques de encino, de pino, mixto de encino-pino y pino-encino.

Usos: Se encuentra a lo largo de arroyos y lavados, entre 3500 y 6500 pies (1067-1981 m); floración mayo-septiembre.

Tecoma stans

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Tecoma stans	Tecoma	Nativa	-	-



Figura 12. Morfología general de la especie.

Descripción: El timboco o tronador, es un arbolito que llega a medir hasta 20 metros de alto. Sus hojas son compuestas por 5 a 13 foliolos aserrados y lanceolados, el foliolo terminal mide 2.4 a 15 cm de largo. Sus flores son de color amarillo vivo, con 7 líneas rojizas en la garganta, son acampanadas y miden hasta 5 cm de largo. Son muy vistosas pero casi no tienen fragancia, Crecen en racimos terminales o sub terminales con 20 flores aproximadamente y solo algunas abren al mismo tiempo. El fruto es una cápsula alargada, cilíndrica y dehiscente, café, ahusada hacia los extremos y mide hasta 21 cm de largo por 7 mm de ancho. sus semillas son pequeñas, aplanadas y aladas.

Distribución: Es originaria de México yse extiende de la parte sur de Florida, Texas y Arizona a través de todo México y Centroamérica hasta el norte de Venezuela y a lo largo de los Andes hasta el norte de Argentina. También está en las Antillas.

Hábitat: Habita en bosques templados y tropicales, en matorrales xerófilos, pastizales semidesérticos y vegetación costera. Suele aparecer aislada en áreas alteradas, a orilla de carreteras y sobre serranías, barrancas y sitios pedregosos.

Usos: as flores se utilizan para aromatizar jarabes. la madera para leña y construcción rural. Es un arbusto forrajero para bovinos y caprinos. Pero también es una planta venenosa para el ganado. la madera tiene propiedades insecticidas contra el gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*). Se le atribuyen 54 usos medicinales y 56 componentes químicos.

Otras especies

Agave palmeri

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Agave palmeri	Maguey bravo	Endémica	-	-

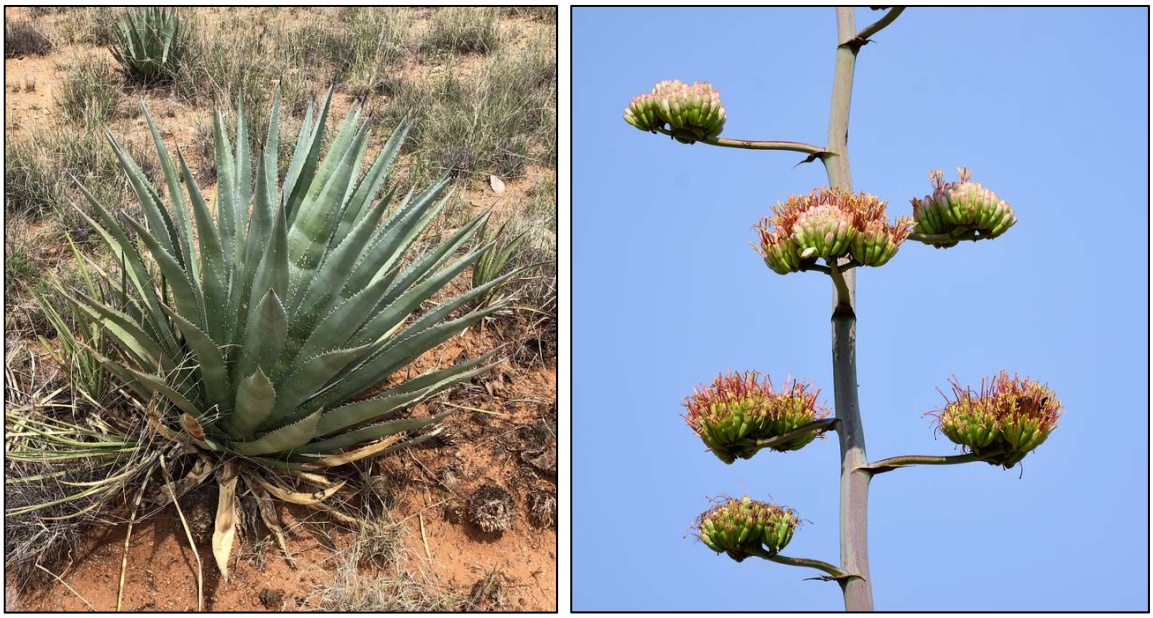


Figura 13. Morfología general de la especie.

Descripción: Es la mayor de las especies de Agave que crece en los Estados Unidos. Produce una roseta basal de hojas carnosas, verdes y verticales de hasta 120 cm de largo, con bordes irregulares y que terminan en gruesas espinas de 6.3 cm de largo. Es una planta monocárpica (florece una sola vez y muere después de la producción de las semillas). Florece a finales de verano sobre un largo tallo floral de hasta 6 m de altura. Las flores son de color amarillo pálido y verde o rosadas y de 1,6-2 cm de largo y crecen en las ramas en el tercio superior formando panículas. Las flores huelen a fruta demasiado madura o fermentación y están llenas de néctar dulce para atraer a los polinizadores.

Distribución: Originaria de las grandes altitudes de Arizona en Estados Unidos y Sonora en México.

Hábitat: Crece en elevaciones entre 914 y 1829 m en las estribaciones de las montañas, praderas de montaña y bosques de roble.

Usos: Ideal para jardines secos y áridos, a pleno sol. Muy apta para rocallas y en terrenos relativamente en pendiente y pedregosos.

Cheilanthes lozanoi

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Cheilanthes lozanoi	Helecho dentado	Nativa	-	-



Figura 14. Morfología general de la especie.

Descripción: El helecho crece a partir de un rizoma corto . El rizoma tiene escamas de color canela, a veces oscuras en la base, que miden hasta 10 milímetros de largo y pueden o no tener pequeños dientes similares a pelos en el borde. Las hojas miden de 7 a 40 centímetros de largo y se dividen en 20 a 50 pares de pinnas (folíolos) que a veces son lobulados. Las pinnas son oblongas . Los especímenes más grandes suelen medir de 4 a 7 milímetros de largo. Algunos carecen de lóbulos por completo; otros tienen de 1 a 4 lóbulos, dispuestos asimétricamente en la pinna. Los lóbulos son ampliamente redondeados y las hendiduras entre ellos son poco profundas.

Distribución y hábitat: Es originaria del suroeste de Estados Unidos y el norte de México, donde ocupa principalmente hábitat desértico, a menudo en suelos calcáreos.

Cheilanthes lozanoi

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Cheilanthes lozanoi	Helecho pinado	Endémica	-	-



Figura 15. Morfología general de la especie.

Descripción: La mayoría son pequeños, robustos y de hoja perenne. Las hojas, a menudo densamente cubiertas de tricomas, brotan directamente de los portainjertos. Muchos de ellos son helechos del desierto, que se acurrucan durante los tiempos secos y reviven con la llegada de la humedad.

Coryphantha recurvata

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Coryphantha recurvata	Coryphantha	Nativa	-	-



Figura 16. Morfología general de la especie.

Descripción: Crece de forma solitaria, aunque es más común verla en agrupaciones de hasta 1 m de diámetro, ramificando desde la base. Sus tallos son globosos de 20 cm de alto y hasta 20 cm de ancho, de color verde opaco. Sus tubérculos son cónicos romboides, de 13 mm de ancho en la base y 9 mm de alto. Las areolas son elípticas de 4 mm de largo y 2 mm de ancho. Tiene de 17 a 20 espinas radiales, rectas y en ocasiones ligeramente curvadas de 14 mm de largo de color pardo claro con el ápice negro. Tiene 1, en ocasiones ninguna espina central, curvada de 10 a 17 mm de largo, de color pardo y grisáceas en la base, sólo presente en individuos maduros, recta, ligeramente curvada hacia debajo de color pardo a grisáceo, en caso de que exista una segunda espina central está dirigida hacia arriba. La flor es funeliforme de color amarillo con márgenes pardos y línea media color rojizo, filamento y anteras de color amarillo. El fruto que produce es globoso y jugoso de color verde, de 9 mm de diámetro, tiene remanentes florales adheridos. La semilla es reniforme redondeadad de aproximadamente 1.2 mm de largo y 0.8 mm de ancho, parda y con la testa reticulada.

Distribución: Se distribuye en los estados de Sonora (México) y Arizona (Estados Unidos). Habita matorrales xerófilos, pastizales y bosques de encino (Quercus) en elevaciones de 850 a 1800 msnm.

Cylindropuntia imbricata

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Cylindropuntia imbricata	Cardon tunero	Nativa	-	-



Figura 17. Morfología general de la especie.

Descripción: *Cylindropuntia imbricata* es una especie de cactus que crece como un arbusto o pequeño árbol muy ramificado. Su altura típica es de alrededor de 1 m, aunque excepcionalmente puede alcanzar los 4,6 m. Tienen un tronco leñoso cilíndrico más o menos definido de hasta 25 cm de diámetro. Los tallos son erectos, articulados y están formados por segmentos que a diferencia de otras chollas no se desprenden con facilidad. Cada uno de ellos mide de 8 a 40 cm de largo y de 2 a 5 cm de diámetro. Son cilíndricos, similares a cuerdas o con forma de maza y tienen la epidermis de color verde oscuro a grisáceo. Las flores son de color púrpura o magenta (rara vez rosadas), se abren durante el día (diurnas) y son polinizadas por abejas. Tienen forma de cuerno, nacen en los extremos de las ramas y aparecen a finales de la primavera o principios del verano. Miden de 4 a 6 cm de largo y de unos 5 cm de ancho. Los frutos son tuberculados, miden de 2 a 4,5 cm de largo y tienen forma obovada. Son espinosos, de color amarillo y alcanzan diámetros de 2 a 4 cm. Tienen el ápice hundido y la planta los conserva durante todo el invierno. Son secos y de sabor insípido.

Distribución: El área de distribución nativa de esta especie abarca desde el sur de Estados Unidos (concretamente en las regiones áridas de Nevada, Arizona, Nuevo México, Colorado, Oklahoma, Kansas y Texas), hasta los estados mexicanos de Durango, Zacatecas y San Luis Potosí. Además ha sido introducida en multitud de regiones del mundo considerándose una especie invasora, como por ejemplo Sudamérica, norte y sur de África, Australia o España.

Hábitat: Crece principalmente en biomas desérticos o de matorrales secos, en suelos arenosos o de grava, a elevaciones de 1600 a 2400 metros sobre el nivel del mar.

Dasylirion wheeleri

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Dasylirion wheeleri	Sotol	Nativa	-	-



Figura 18. Morfología general de la especie.

Descripción: Mide hasta 40 cm de ancho y 1,5 m de altura, su hoja es delgada, de color gris verdoso, con el margen dentado, las hojas se irradian desde el centro del ápice de la planta en todas las direcciones. El tallo está rematado por una larga columna de color paja con pequeñas flores, el color de la flor está determinado por el sexo de la planta, siendo en su mayoría de color blanco para las plantas masculinas y morado-rosa para las plantas femeninas. La fruta es una cápsula seca en forma de óvalo que contiene una sola semilla.

Distribución: Se distribuye en Nuevo México, Arizona y Texas en los Estados Unidos de América y en Chihuahua y Sonora en México.

Hábitat: Habita ambientes semidesérticos.

Usos: Su aprovechamiento actual es principalmente ornamental y para obtener la bebida denominada sotol.

Echinocereus fasciculatus

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Echinocereus fasciculatus	Choya	Nativa	-	-



Figura 19. Morfología general de la especie.

Descripción: *Echinocereus fasciculatus* forma grupos laxos de cinco a veinte brotes. Los brotes, de color verde, cilíndricos a alargados, miden de 16 a 45 centímetros de largo y tienen un diámetro de 4 a 7,5 centímetros. La superficie del brote no está completamente cubierta por las espinas. Presenta de ocho a dieciocho costillas que no están claramente tuberculadas. Las dos a cuatro espinas centrales, rectas y de color claro, tienen la punta más oscura y miden de 2,5 a 7,5 centímetros de largo. Una de ellas destaca. Las once a trece espinas marginales, rectas y extendidas, de color blanquecino o grisáceo, miden de 1,2 a 2 centímetros de largo. Las flores, con forma de embudo ancho, son de color magenta a púrpura rojizo. Aparecen en la mitad superior de los brotes, miden de 5 a 6,2 centímetros de largo y alcanzan el mismo diámetro. Los frutos, esféricos y carnosos, inicialmente verdes, luego se tornan rojos.

Distribución: *Echinocereus fasciculatus* se distribuye en Estados Unidos en los estados de Nuevo México y Arizona y en el vecino estado mexicano de Sonora.

Echinocereus rigidissimus

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Echinocereus rigidissimus	Corifanta fina	Nativa	-	-



Figura 20. Morfología general de la especie.

Descripción: *Echinocereus rigidissimus* suele crecer individualmente. El tallo es entre esférico y cilíndrico, con un tamaño de entre 6 y 30 cm de largo, y un diámetro de entre 4 y 11 centímetros. Están completamente recubiertos de espinas. Tienen entre 15 y 26 costillas, que son tubérculos planos. Las espinas centrales no se forman. Las espinas radiales están dispuestas como un peine, a menudo entrelazadas, y están situadas en la superficie del disco. Son fuertes, de color rojo, blanco, amarillento o amarronado, y tienen una longitud de entre 0,5 y 1 centímetros. Las flores, en forma de embudo, son de un color entre rosa brillante y magenta, y tienen una garganta blanca. Rara vez son completamente blancas. Las flores aparecen en las puntas de los brotes y tienen de 6 a 7 cm de largo, pudiendo alcanzar diámetros de entre 6 y 9 cm. El fruto es carnoso, muy espinoso, con forma aovada, de color entre verde y rojo.

Distribución: Se distribuye en Chihuahua y Sonora, en México, y Arizona y Nuevo México, en Estados Unidos. Es una especie común que se ha extendido por todo el mundo.

Usos: Planta de uso ornamental.

Mammillaria heyderi

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Mammillaria heyderi	Mamilaria	Nativa	-	-



Figura 21. Morfología general de la especie.

Descripción: Es una planta perenne carnosa y globosa que crecer solitaria. Los tallos deprimidos, globulares, alcanzan un tamaño de hasta 5 cm de alto y de 8 a 12 centímetros de diámetro. Las areolas son piramidales o cónicas extendidas en forma de verrugas y no contienen látex. Tiene 1-2 espinas centrales, a veces ausentes, de color oscuro de 0,3 a 1 centímetro de longitud. Las 6-22 espinas radiales son de color blanco de 0,6 a 0,8 centímetros de largo. Las flores son de color muy diferente, pueden ser de color rosa, crema o de color blanco. Los frutos son de color rojo. Contienen semillas de color marrón rojizo.

Distribución: Se encuentra en los estados de los EE. UU. de Arizona y Texas, y en el norte de México en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

Usos: Es una especie ornamental.

Opuntia chlorotica

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Opuntia chlorotica	Nopal espina amarilla	Nativa	-	-



Figura 22. Morfología general de la especie.

Descripción: *Opuntia chlorotica* es un arbusto que crece en forma de árbol y alcanza un tamaño de 1 a 2 metros de altura. Es espinoso y tiene un diámetro de hasta 20 centímetros. Los cladodios son redondeados a ampliamente oblongos de color azul-verde-amarillo a verde. Las hojas miden hasta 6 milímetros de largo. El espaciadas hasta 2 centímetros areolas soportar numerosas amarillas, que no entran gloquidios de hasta 4,5 milímetros de longitud. Las figuras 1 a 7 son generalmente de color amarillo brillante picos son de 2,5 a 4 pulgadas de largo. Usted está subulate, recurvado, recta o curva. Las flores son amarillas brillantes que están teñidas de rojo, de 5 a 8 cm de largo y tienen un diámetro de 4 a 6 cm. La fruta es carnosa, casi esférica a elipsoidal teñida de color grisáceo y rojizo.

Distribución: Es nativa de Norteamérica en los estados de Baja California, Sonora, Arizona, California, Nevada, Nuevo México y Utah.

Opuntia robusta

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Opuntia robusta	Nopal redondo	Endémica	-	-



Figura 23. Morfología general de la especie.

Descripción: Es un arbusto o planta arborescente de tallo leñoso, de 1 a 2 m de alto, con pencas oblongas o casi circulares, aplanadas de color verde azuloso grisáceo, con aréolas negruzcas y espinas amarillas. Las flores son amarillo-verdosas y miden de 5 a 7 cm de largo. Los frutos son subglobosos o elipsoides, rosas a púrpuras y de 4 a 10 cm de largo. Florece de febrero a julio y es visitado por abejas. Su reproducción es por semillas y siembra de pencas.

Distribución: Es casi endémica de México y se distribuye en el centro y norte del país; en Estados Unidos se distribuye en Arizona.

Usos: Se utiliza como planta alimenticia, ornamental, medicinal y forrajera.

Yucca schottii

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Yucca schottii	Yucca	Nativa	-	-



Figura 24. Morfología general de la especie.

Descripción: *Yucca schottii* es una especie que alcanza un tamaño de hasta cinco m de altura, con troncos delgados raramente de más de 30 cm de ancho, de ramificación en ocasiones muy por encima del suelo. Las hojas son lanceoladas, anchas, y se estrechan en ambos extremos; son tiesas y rígidas, de hasta 60 cm de largo y de hasta ocho cm de ancho, con una punta dura. Las flores son blancas. El fruto es carnoso y con forma de huevo.

Distribución: Se encuentra en el extremo sureste de Arizona, el suroeste de Nuevo México, y de los vecinos del norte de México, en los estados de Sonora y el extremo noroeste de Chihuahua.

Hábitat: Habita en elevaciones más altas que otras *yuccas* en forma de árbol, en las cadenas montañosas en el norte de la cordillera de la Sierra Madre Occidental.

Herbáceo

Amaranthus palmeri

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Amaranthus palmeri	Bledo	Nativa	-	-



Figura 25. Morfología general de la especie.

Descripción: Planta dioica, anual o a veces perenne, erecta, glabra (sin ningún tipo de pelos). Tamaño: Hasta de 1.5 (3) m de alto. Tallo: Con rayas longitudinales, verde a amarillo, café o rojizo, con frecuencia profusamente ramificados desde la base. Hojas: Alternas, láminas foliares rómbicas, ovadas a rómbico-lanceoladas, de 1.5 a 10 (17) cm de largo por 1 a 4 (8) cm de ancho; ápice agudo a acuminado con una espina fina en la punta; base redondeada a cuneada; nervación prominente en el envés, a veces algo pubescente; pecíolos delgados, de 1 a 5 (10) cm de largo. Inflorescencia: Unisexuales, en forma de espigas terminales densas, erectas o más o menos flexuosas (onduladas) o arqueadas, de 8 a 30 cm de largo y 0.7 a 1.5 cm de diámetro, así como en forma de glomérulos axilares, brácteas más largas que las flores, ovadas a lineares o angostamente triangulares, espinosas en la punta. Flores: Flores poco vistosas; las masculinas con 5 tépalos angostamente triangulares, con punta rígida, desiguales, los externos de 2.5 a 4 (5) mm de largo, los internos de 2 a 3 (4) mm de largo; flores femeninas con 5 tépalos estrecha o ampliamente espatulados, carinado (con rebordes prominentes), terminan en punta aguda y rígida con una extensión del nervio medio. Frutos y semillas: Fruto subgloboso, rugoso, se abre transversalmente, de 1.5 mm de longitud; semilla lenticular (redonda y comprimida), algo alargada, de 1 a 1.4 mm de diámetro, de color café-rojizo oscuro, brillante.

Distribución y hábitat : Se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (Rzedowski y Rzedowski, 2001; Villaseñor y Espinosa, 1998). Ruderal, en terrenos baldíos, bordes de canales de riego y drenaje, orillas de caminos y potreros.

Usos: Comestible. También se utiliza como forraje, a pesar de que puede ocasionar daños al ganado cuando su contenido de nitratos es alto.

Bidens bigelovii

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Bidens bigelovii	Aceitilla	Nativa	-	-



Figura 26. Morfología general de la especie.

Descripción: *Bidens bigelovii* es una planta herbácea anual con flores que alcanza entre 10 y 80 cm (3,9 y 31,5 pulgadas) de altura. Suele florecer con una sola flor con entre 13 y 25 flósculos amarillos y, a veces, hasta cinco flósculos radiales blancos . Las hojas miden entre 2,5 y 9 cm de largo por 1,5 a 3,5 cm de ancho, y están unidas a pecíolos de entre 0,5 y 2,5 cm de largo.

Distribución: *Bidens bigelovii* se ha encontrado en Estados Unidos (Arizona, Colorado, Nuevo México, Oklahoma, Texas), México, Guatemala y Panamá. Crece típicamente a lo largo de arroyos u otros sitios húmedos a una altitud de entre 900 y 2000 metros sobre el nivel del mar.

Hábitat: Crece típicamente a lo largo de arroyos u otros sitios húmedos a una altitud de entre 900 y 2000 metros sobre el nivel del mar.

Bouteloua gracilis

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Bouteloua gracilis	Pasto navaja	Nativa	-	-



Figura 27. Morfología general de la especie.

Descripción: La altura de la planta en la madurez varía desde los 15 hasta 30 centímetros. Las raíces se extienden generalmente 30-46 centímetros desde el borde de la planta, y profundiza 0.9-1.8 m. La profundidad máxima de enraizamiento es de aproximadamente 2 metros. Es de color verde y gris, de apariencia. Se establece fácilmente a partir de semillas , pero depende más de la reproducción vegetativa a través de macollos. La producción de semillas es lenta, y depende de la humedad del suelo y temperatura. Las semillas dispersadas por viento sólo llegan a unos pocos metros; más lejos se alcanzan distancias por los insectos, aves y mamíferos como agentes de dispersión. establecimiento de plántulas, la supervivencia y el crecimiento son mayores cuando se aíslan de las plantas adultas vecinas, ya que efectivamente extraen agua en zona de las raíces de la plántula. El establecimiento exitoso requiere una modesta cantidad de humedad en el suelo durante la extensión y el desarrollo de las raíces adventicias.

Distribución: Se distribuye principalmente en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Zacatecas y Aguascalientes.

Hábitat: Hábitat de restauración de proyectos, y en la zona residencial, cívica, y control de la erosión en la carretera.

Usos: Es cultivado por la horticultura industrial, y se utiliza en: jardines perennes, naturalistas y paisajismo de plantas nativas.

Bouteloua radicosa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Bouteloua radicosa	Pasto trigo	Endémica	-	-



Figura 28. Morfología general de la especie.

Descripción: La grama morada es una hierba perenne que alcanza los 80 cm de altura, con una base rizomatosa densa. Presenta inflorescencias en panículas de 10 a 15 cm de largo y suele tener de siete a doce ramas. Las ramas miden entre 20 y 30 cm de largo y presentan de ocho a once espiguillas. Cada espiguilla presenta dos flósculos. El flósculo inferior tiene una lema triarticulada.

Distribución: Está presente en Arizona, Nuevo México y California y México.

Hábitat: La grama morada se encuentra entre 1100 y 2100 m (3500 y 7000 pies) y prefiere pastizales desérticos o laderas rocosas secas.

Chamaecrista absus

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Chamaecrista absus	Frijolillo	Nativa	-	-



Figura 29. Morfología general de la especie.

Descripción: Es una hierba anual que alcanza un tamaño de 60 cm de altura, glandular peluda. Hojas con pecíolo de 4 cm, sin glándula; hojas con 2 pares de folíolos opuestos con una glándula en el raquis entre cada par. Las inflorescencias son terminales. Los pétalos de 5-6 mm, de color amarillo, naranja, salmón o rosa-rojo con vetas de color marrón rojizo.

Hábitat: Se encuentra en los pastizales perturbados o bosque abierto, también en bordes de caminos, aluviones fluviales y antiguas zonas cultivadas.

Chloris virgata

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Chloris virgata	Pasto pata de gallo	Nativa	-	-



Figura 30. Morfología general de la especie.

Descripción: Es una planta perenne que puede crecer hasta 30 a 90 cm de altura. Tiene un hábito de crecimiento erecto, aunque en algunas condiciones puede ser rastrero. Los tallos son delgados y pueden ser erectos o decumbentes, con una textura suave y una coloración que varía del verde claro al marrón. Los tallos son a menudo ramificados y pueden ser ligeramente pubescentes. Las hojas son lineales y estrechas, midiendo entre 5 y 20 cm de largo y aproximadamente 0.5 a 2 cm de ancho. Tienen bordes lisos y una superficie que puede ser ligeramente pubescente. Las hojas son de color verde claro a oscuro. La inflorescencia es una panícula distintiva en forma de espiga, que puede medir entre 10 y 30 cm de largo. La panícula tiene ramas que se arquean hacia un lado, formando una apariencia de "cola de zorro". Las espiguillas son de tamaño pequeño, de aproximadamente 2 a 4 mm de largo, y pueden ser de color verde claro a marrón. Los frutos son aquenios pequeños que se dispersan fácilmente por el viento. Cada espiguilla puede contener una o dos semillas.

Distribución: Se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

Hábitat: Como Ruderal, arvense y en lugares perturbados. Abundante en baldíos y vías de comunicación también entre cultivos de maíz y sorgo.

Usos: Se le reconoce como planta forrajera y útil en la medicina humana y en la veterinaria.

Cleome viscosa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Cleome viscosa	Pegagosilla	Nativa	-	-



Figura 31. Morfología general de la especie.

Descripción: Plantas (10–)30–100(–160) cm. Tallos viscosos. Hojas: pecíolo 1,5–4,5(–8) cm, glandular-hirsuto; lámina del folíolo ovada a oblanceolada-elíptica, (0,6–)2–6 × 0,5–3,5 cm, márgenes enteros y glandular-ciliados, ápice agudo a obtuso, superficies glandular-hirsutas. Racimos 5–10 cm (10–15 cm en fruto); brácteas (a menudo caducas), trifoliadas, 10–25 mm, glandular-hirsutas. Pedicelos 6–30 mm, glandular-hirsutos. Flores: sépalos verdes, lanceolados, 5–10 × 0,8–1,2 mm, glandular-hirsutos; Pétalos dispuestos en semicírculo adaxial antes de la antesis, radialmente en la antesis, de color amarillo brillante, a veces purpúreos en la base, oblongos a ovados, de 7–14 × 3–4 mm; estambres dimórficos, 4–10 adaxiales mucho más cortos con abultamiento proximal a las anteras, verdes, de 5–9 mm; anteras de 1,4–3 mm; ovario de 6–10 mm, densamente glandular; estilo de 1–1,2 mm. Cápsulas que dehiscen solo parcialmente desde el ápice hasta la base, de 30–100 × 2–4 mm, glandular-hirsutas. Semillas de color marrón claro, de 1,2–1,8 × 1–1,2 mm, finamente estriadas transversalmente. 2n = 20.

Hábitat: Se considera una especie invasora y se distribuye ampliamente en hábitats cálidos y húmedos de América, África y Asia, así como en Australia (donde se considera nativa). Se encuentra comúnmente durante la temporada de lluvias.

Usos: Las hojas se usan como aplicación externa para heridas y úlceras. Las semillas son antihelmínticas y carminativas. El jugo de las hojas se usa como remedio contra la secreción purulenta del oído. En un estudio que comparó C. viscosa con antibióticos estándar, se demostró su eficacia para inhibir el crecimiento microbiano. Esto demuestra su eficacia como agente antimicrobiano en comparación con el antibiótico tetraciclina.

Cosmos sulphureus

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Cosmos sulphureus	Cempasuchil	Nativa	-	-



Figura 32. Morfología general de la especie.

Descripción: Es una hierba anual de hasta 2 m de altura, con tallo erecto ramificado en la parte superior. Las hojas son triangulares y profundamente divididas en 7 a 11 segmentos que a su vez vuelven a dividirse una o dos veces más. Las flores son amarillas o anaranjadas y se disponen en cabezuelas; las flores liguladas son 8 y las flores del disco 20 a 40. Los frutos son tetragonales y alargados. En el oeste de México florece de agosto a noviembre, raramente hasta febrero, pero en el Bajío lo hace de mayo a septiembre y hasta diciembre. Es visitada por mariposas y aves. Su reproducción es por semillas.

Distribución: Se distribuye en casi todos los estados de la República Mexicana, con excepción de Baja California, Ciudad de México y Tlaxcala, y en Centroamérica hasta Panamá.

Hábitat: Ha sido introducida en muchas regiones tropicales y templadas y es considerada una especie invasora en algunos países.

Usos: Tiene uso ornamental, medicinal, melífero y alimenticio.

Crotalaria pumila

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Crotalaria pumila	Cascabelillo	Nativa	-	-



Figura 33. Morfología general de la especie.

Descripción: Hierba erguida, ramificada. Tamaño: De 30 a 50 cm de altura. Tallo: Cubierto por pelos rectos, agudos y con la base redondeada, a simple vista parece no tener pelos. Hojas: Trifolioladas, el pecíolo delgado, generalmente de la mitad del largo del foliolo terminal, foliolos obovados u obovado-oblongos, delgados, de 1 a 2 cm de largo por 2 a 8 mm de ancho, ápice redondeado, borde entero, base cuneada, haz sin pelos, envés con pelos rectos y de base redondeada. Inflorescencia: Flores dispuestas en racimos y estos con pocas flores. Flores: Las flores miden 1 cm de largo, pedicelos cortos; cáliz con pelos rectos, agudos y con base redondeada, con los lóbulos más largos que el tubo; corola amarilla, con el estandarte listado de rojo. Frutos y semillas: El fruto es una legumbre inflada, oblonga, de 15 mm de largo por 8 mm de diámetro, con el ápice redondeado y con una proyección corta, rígida y aguda, con o sin pelos; semilla asimétricamente reniforme, de 1.5 a 2.6 mm de largo y 1.7 a 2.8 mm de ancho, comprimida, superficie, superficie punticulada, rara vez rugosa, de color café verdoso, verde amarillento o café (Espinosa y Sarukhán, 1997).

Distribución: Se registra de Aguascalientes, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Hábitat: En sitios con vegetación de pastizal, orillas de canales y lotes baldíos. Principalmente en selva tropical caducifolia, pero también en bosque de pino-encino y bosque tropical perennifolio.

Usos: Tiene un uso principalmente comestible y su cultivo se promueve con fines de autoconsumo, aunque se comercializa de manera regional.

Cynodon dactylon

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Cynodon dactylon	Pasto estrellita	Exótica-Invasora	-	-



Figura 34. Morfología general de la especie.

Descripción: Hierba perenne. Tamaño: 10 a 30 cm de alto, pero puede tener más de largo, ya que crece con estolones. Tallo: Delgados, glabros, erectos o decumbentes. Hojas: Vainas de 1.5 a 7 cm de largo, generalmente más cortas que los entrenudos, vilosas en el ápice, las inferiores usualmente quilladas, los bordes membranosos, lígulas membranosas, cilioladas, de 0.2 a 0.3 mm de largo, a veces vilosas en el dorso, láminas de 0.5 a 6.5 cm de largo por 1 a 3.5 mm de ancho, aplanadas, en ocasiones dobladas, escabriúsculas (poco ásperas), generalmente vilosas detrás de la lígula y en los márgenes inferiores, ocasionalmente en ambas superficies. Inflorescencia: Espigas (3) 4 a 6, de 1.5 a 6 cm de largo, distribuidas en un verticilo, usualmente radiadas. Espiguilla/Flores: Espiguillas de 2 a 2.8 mm de largo, adpresas en el raquis e imbricadas, verde violáceas, glumas de 1 a 2.3 mm de largo, glabras, la primera falcada (en forma de hoz), la segunda lanceolada; lema de 2 a 2.6 mm de largo, fuertemente doblada y aquillada, sin arista u ocasionalmente con un corto mucrón, pálea glabra tan larga o un poco más corta que la lema; raquilla prolongada, desnuda o llevando una segunda flor masculina o rudimentaria. Frutos y semillas.

Distribución: Se conoce de Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Hábitat: Se comporta como ruderal y arvense en varios cultivos. Se distribuye ampliamente en áreas con disturbio.

Usos: Se cultiva y usa como pasto de césped, como forraje, para estabilizar orillas de carreteras y canales.

Eragrostis intermedia

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Eragrostis intermedia	Pasto llanero	Nativa	-	-



Figura 35. Morfología general de la especie.

Descripción: Esta hierba crece en manojos que alcanzan un tamaño de hasta 90 centímetros de altura, a veces superior a un metro. Las hojas miden hasta 25 centímetros de largo. La inflorescencia es una panícula con un piramida ovadas forma. Las espiguillas tienen hasta 11 flores cada una. La planta se reproduce por semillas o por la brotación de yemas en las bases de los tallos.

Distribución: Se conoce de Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Hábitat: Es nativa de Norteamérica y Centroamérica, donde se distribuye desde el sureste y el suroeste de Estados Unidos al sur de Costa Rica.

Usos: Esta hierba es un buen forraje para el ganado, pero disminuye con el pastoreo excesivo. Algunas aves de caza se han observado que comen las semillas.

Galinsoga parviflora

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Galinsoga parviflora	Amargosilla	Nativa	-	-



Figura 36. Morfología general de la especie.

Descripción: Es una planta herbácea anual frecuente en los baldíos. Los tallos son de color verde pálido, muy ramificados desde la base, más o menos erectos y alcanzan entre 20 y 70 cm de altura. Hojas opuestas, de 2 a 6 cm de largo por hasta 3,5 cm de ancho, ovadas a lanceoladas, muy leve e irregularmente sinuadas y dentadas; las inferiores con pecíolo de 5 a 7 mm, las superiores sésiles. Inflorescencia en capítulos numerosos, de 6 mm de diámetro, largamente pedunculados, solitarios o en corimbos terminales y en las axilas de las hojas superiores; flores centrales hermafroditas amarillas; aquenios pequeños negros y papus de 15 a 20 pajitas con bordes ciliados. Se propaga por semillas y por enraizamiento del tallo.

Distribución: Es nativa del oeste sudamericano (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Ecuador, Colombia, Paraguay y principalmente Perú) desde donde ha sido trasladada al resto del mundo; así como, de Centroamérica y sur de México.

Usos: Las hojas, los tallos y las flores de *Galinsoga parviflora* son utilizadas como verdura, y las hojas se utilizan licuadas con tomates para hacer una bebida. En Colombia se utiliza como una hierba de especia en la sopa de ajiaco. En Oaxaca, México es un ingrediente en la Sopa de Guías, una sopa de los tallos de la planta de calabaza y hierbas silvestres.

Panicum coloratum

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Panicum coloratum	Zacaton	Exótica	-	-



Figura 37. Morfología general de la especie.

Descripción: Alcanza 27 dm de altura, aunque es típicamente más corta que *Andropogon gerardii* y *Sorghastrum nutans*. Sus hojas tienen 3-9 dm de longitud, con una prominente lígula. Esta especie usa fijación C4, poseyendo una ventaja en condiciones de sequía y de alta temperatura. Sus flores se ubican en grandes panículas, frecuentemente de 6 dm de largo, y producen buenos rindes de semillas. La semilla tiene 3-6 mm de largo y 1,5 mm de ancho, y se desarrollan en espiguillas unifloras. Ambas glumas se presentan bien desarrolladas. Al madurar, las semillas adquieren a veces un tinte rosado o purpúreo, y pasan a marrón dorado cuando el follaje entra al otoño. Es una especie tanto perenne y autofecundada, que le permite al granjero no plantarla ni resembarla después de su cosecha anual.

Distribución: Es una perenne de estación cálida, pasto nativo de Norteamérica, donde se halla naturalmente desde latitud 55°N en Canadá bajando hacia EE. UU. y México. Es una de las especies dominantes de la región central de pradera de altos pastos de Norteamérica, y se la puede encontrar en praderas remanentes, en pasturas nativas, y también naturalizada a lo largo de los costados de rutas.

Usos: Se la usa primariamente en conservación de suelo, producción forrajera, cobertura de parques, como planta ornamental, y más recientemente como cultivo de biomasa para producir calor, etanol, fibra, electricidad.

Parthenium incanum

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Parthenium incanum	Romerillo	Nativa	-	-



Figura 38. Morfología general de la especie.

Descripción: El *Parthenium incanum* crece de 0,46 a 0,91 m (1,5 a 3 pies) de alto y ancho. Su follaje es pubescente, de color blanco grisáceo. Pequeños racimos de flores blancas aparecen de julio a octubre.

Distribución: La planta es originaria de América del Norte, desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el norte, centro y suroeste de México.

Hábitat: Los hábitats incluyen pastizales desérticos, incluso en el desierto de Chihuahua , en laderas de grava seca y en llanuras.

Usos: Los apaches jicarilla usaban la mariola como planta medicinal tradicional. La preparaban hirviendo las hojas y frotaban la solución sobre el abdomen de las mujeres embarazadas para aliviar las molestias.

Sicyos laciniatus

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Sicyos laciniatus	Hiedra tronadora	Nativa	-	-



Figura 39. Morfología general de la especie.

Descripción: La especie Sechium edule es una planta trepadora perenne, monoica y vivípara de tallos aristados y lisos, hasta de 15 m de largo, muy ramificados. Los tallos tienen cordones de fibras largas y fuertes, los bejucos crecen de una cepa permanente y duran de uno a dos años. De un nudo del tallo brota un zarcillo, de base larga y fuerte, que termina en tres o cuatro ramillas, una de ellas más gruesa y larga que las otras. Del lado opuesto del nudo brota una hoja, de cuya axila salen inflorescencias o ramas vegetativas. Las hojas tienen el peciolo corto y generalmente curvo. La lámina palmeada, con la base profundamente recortada, tiene de cinco a siete lobos obtusos y apiculados, el margen con dientes pequeños, claros y espaciados. Hay cinco nervios principales que salen del peciolo, hundidos en el lado superior y prominentes en el reverso de la lámina. Las flores son unisexuales, ambas son semejantes y poseen diez nectáreos en forma de poros ubicados en la base del cáliz, se producen en etapas sucesivas en el tallo y en cada nudo se encuentran las inflorescencias. El fruto es una baya solitaria o en pares sobre un mismo pedúnculo, vivípara, carnosa, indehiscente, con diferentes formas tamaños y con un crecimiento sigmoide.

Distribución: En México, son seis los estados que tienen una producción importante de chayote para el mercado: Chiapas, Michoacán, el estado de México, Nayarit, Jalisco y Veracruz.

Hábitat: El chayote se cultiva de manera tradicional en muchas regiones del mundo, preferentemente entre los 400 y 1 800 m de altitud.

Usos: En México y en particular en el estado de Michoacán, se hacen muchos guisados con esta raíz. En Colombia, en general se usa como cualquier tubérculo reemplazando a la papa, en algunas partes no es usado como comestible para humanos, pero sí para los animales domésticos como ganado o cerdos.

Sporobolus airoides

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Sporobolus airoides	Pasto alcalino	Nativa	-	-



Figura 40. Morfología general de la especie.

Descripción: *Sporobolus airoides* es una hierba perenne que forma matas de tallos que alcanzan hasta 2 m de altura. Las bases de los tallos son gruesas y resistentes, de textura casi leñosa. Las hojas fibrosas de color verde o verde grisáceo miden hasta 60 cm de largo. La inflorescencia es larga, generalmente muy abierta y extendida, con espiguillas amarillas con bases violáceas. Esta hierba produce abundantes semillas, que a menudo se dispersan en el agua corriente y germinan al quedar incrustadas en sedimentos.

Distribución: Es originaria del oeste de Norteamérica, incluyendo el oeste de Estados Unidos al oeste del río Misisipi , Columbia Británica y Alberta en Canadá, y el norte y centro de México.

Hábitat: Crece en diversos tipos de hábitat, a menudo en suelos alcalinos , como en las regiones desérticas de California.

Usos: Es una hierba valiosa para proyectos de restauración del hábitat y revegetación en hábitats perturbados en el suroeste de los Estados Unidos , especialmente en zonas ribereñas de California y el oeste intermontano.

Melinis repens

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	CITES
Melinis repens	Cola de zorra	Exótica-Invasora	-	-



Figura 41. Morfología general de la especie.

Descripción: Planta perenne, algunas veces anual. Tamaño: De 0.7 a 1 m de longitud Tallo: Erecto o doblado en los nudos, delgado, nudos con pelos simples. Hojas: Lígula en forma de anillo de pelos de 0.5 a 1 mm de longitud; láminas foliares angostas, planas o dobladas a lo largo de su nervio medio, de 8 a 18 cm de longitud, de 2 a 5 mm de ancho. Inflorescencia: Panícula color púrpura cambiando a rosa, plateada con la edad, de 6 a 20 cm de longitud. Espiguilla/Flores: Espiguillas de 5 a 6 mm de longitud (incluyendo los pelos), pedicelos capilares, con varios dobleces o curvos; primera gluma de 1 mm de longitud, vilosa; segunda gluma y lema de la flor estéril iguales, de 3.5 mm de longitud, pelos largos de color plateado con pelos finos, emarginadas o ligeramente lobadas, con una diminuta punta prolongada y recta; la palea de la flor estéril bien desarrollada, más angosta que la lema; lema de la flor fértil de más o menos 2 mm de longitud, membranácea, lisa, obtusa, palea un poco menor que la lema.

Distribución: En México se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Hábitat: En pastizal, matorral xerófilo y en bosque de encino como componente de vegetación secundaria.

Tetramerium nervosum

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM 059	IUCIN	CITES
Tetramerium nervosum	Acanthaceae	Corrimiento	Nativa	-	-	-



Figura 42. Morfología general de la especie.

Descripción: Hierba perenne o arbusto, extendida o erecta. Tamaño: Hasta 60 cm de alto. Tallo: Los jóvenes cilíndricos a cuadrangulares, pubescentes. Hojas: Opuestas, pecíolos de hasta 3 cm, pero más cortos que las láminas; láminas ovadas a lanceolado-ovadas, 15-55 mm de largo, 5-26 mm de ancho, 2-3 veces más largas que anchas, acuminadas en el ápice, subcordadas (como corazón), truncadas (como cortadas) a redondas en la base, margen entero, pubescente en las dos superficies. Inflorescencia: Una espiga, de hasta 7 cm de largo, 11-17 mm de ancho, con brácteas densas que no permiten ver el eje. Brácteas ovadas a elípticas, 8-16 x 3-9 mm, con el ápice agudo, recurvado y ligeramente torcido, con pelos de hasta 2.5 mm de largo. Flores: Cáliz generalmente con 4 lóbulos (hay variantes con 5), 2.5-5 mm, con lóbulos subulados (como agujas, muy delgados), corola (el conjunto de los pétalos) de color blanquecino a amarillento, a veces con unas marcas moradas en el labio superior, 16-22 mm de largo, con un tubo de 8-11.5 mm, el labio inferior un poco mayor que el superior. Frutos y semillas: Una cápsula, 4.5-6 mm, pubescente; semillas 1.3-1.9 x 1.2-1.6 mm, la superficie cubierta con tubérculos cónicos y a veces en forma de ganchos.

Distribución y Hábitat: Daniel (1995) lo reporta para Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa, Durango, Zacatecas, San Luís Potosí, Nayarit, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Colima, Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Campeche, Yucatán y Chiapas. Se encuentra principalmente en la zona de la selva baja caducifolia, pero también se extiende a la selva mediana y a las partes secas de los bosques de pino-encino.

CATÁLOGO DE FAUNA REPRESENTATIVA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

DEL

"PROYECTO MINERO EL PILAR, SEGUNDA ETAPA"



CAAFF

CONSULTORÍA AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

ANFIBIOS 1
Dryophytes arenicolor 1
AVES 2
Aimophila ruficeps 2
Amphispiza bilineata 3
Athene cunicularia 4
Buteo plagiatus 5
Buteo jamaicensis 6
Campylorhynchus brunneicapillus 7
Cathartes aura 8
Charadrius vociferus 9
Chondestes grammacus 10
Contopus sordidulus 11
Corvus corax 12
Falco sparverius 13
Haemorhous mexicanus 14
Lanius ludovicianus 15
Melanerpes formicivorus 16
Melanerpes uropygialis 17
Melozone fusca 18
Mimus polyglottos 19
Myiarchus cinerascens 20
Passer domesticus 21
Pooecetes gramineus 22
Sayornis nigricans 23
Sayornis saya 24
Spizella passerina 25
Toxostoma curvirostre 26
Tyrannus verticalis 27
Vireo huttoni 28
Zenaida asiatica 29
Zenaida macroura 30
MAMÍFEROS 31
Canis latrans 31
Lepus alleni 32
Odocoileus virginianus 33
Otospermophilus variegatus 34
Procyon lotor 35
Sylvilagus audubonii 36
Urocyon cinereoargenteus 37
REPTILES 38
Aspidoscelis sonorae 38
Phrynosoma solare 39
Sceloporus clarkii 40
Urosaurus ornatus 41

ANFIBIOS

Dryophytes arenicolor

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Rana de árbol color arena	Sin categoría

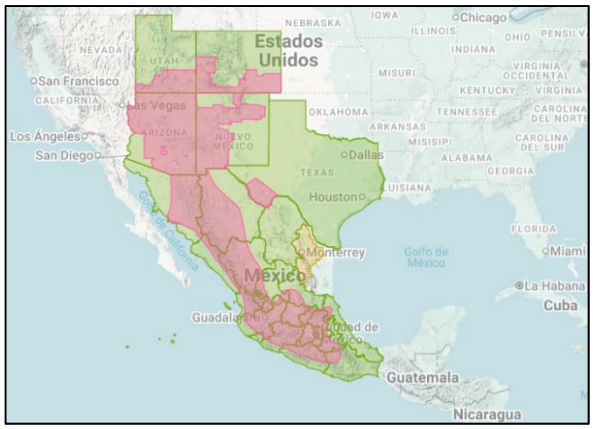
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Las ranas arbóreas de cañón miden entre 5 y 5,5 cm (2 y 2,2 pulgadas) de largo y suelen ser de color marrón, gris pardo o gris verdoso, a menudo con manchas más oscuras. Su color puede variar considerablemente, pero suele coincidir con la coloración del suelo o la roca de sus hábitats nativos para camuflarse . Las que viven en hábitats de piedra caliza son de color más claro, y las que viven en regiones compuestas principalmente de granito pueden incluso ser rosadas . La mayoría presenta un amarillo brillante en la región inguinal y bandas descoloridas en las patas.



HÁBITAT: Se encuentran típicamente en hábitats semiáridos y rocosos cerca de una fuente de agua permanente.

MIGRACIÓN: Es un residente permanente.

REPRODUCCIÓN: Ocurre durante las lluvias de primavera, y depositan grandes masas de huevos flotantes de 100 o más huevos en el agua. Durante los períodos de escasez de lluvia, las ranas se refugian en grietas rocosas o más rocosas.



Área de distribución de Dryophytes arenicolor

AVES

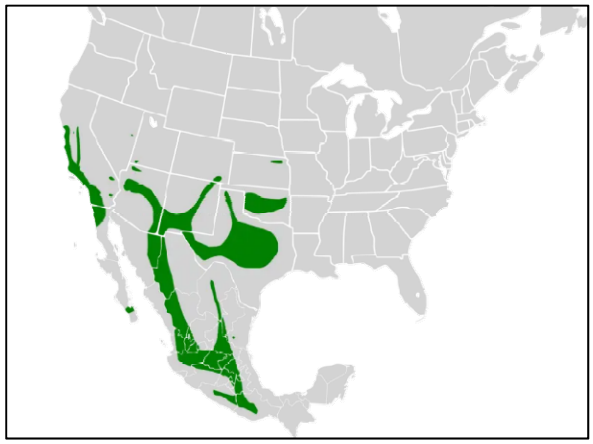
Aimophila ruficeps

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passerellidae	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Es generalmente pardo con la corona color rojizo, un bigote de cada lado color negro a café oscuro, garganta blanca, pecho gris claro, alas y cola café oscuro. Los sexos son similares. Los juveniles son parecidos, sólo que carecen de corona roja: en su lugar, tienen líneas negras y el pecho ligeramente moteado.



HÁBITAT: Laderas cubiertas de hierba o rocosas con escasos arbustos bajos; Bosques abiertos de pino-encino. El hábitat varía en diferentes partes de su área de distribución, pero siempre en áreas con matorrales. En el suroeste, generalmente en zonas rocosas de estribaciones y cañones más bajos, en el sotobosque de bosques de pino y encino, o en chaparral o matorral costero. En el sur de las Grandes Llanuras, se encuentra en afloramientos rocosos cubiertos de hierba densa y arbustos dispersos.



Área de distribución de Aimophila ruficeps

NIDIFICACIÓN: El lugar del nido suele estar en el suelo, normalmente bien escondido en la base de un arbusto o mata de pasto, colocado en una ligera depresión de modo que el borde del nido quede cerca del nivel del suelo. Ocasionalmente en arbustos bajos, hasta 1-3' sobre el suelo, especialmente en la parte oriental de su área de distribución. El nido es una copa abierta hecha de pequeñas ramitas, pasto, malezas y fibras vegetales, a menudo con algo de pelo de animal en el revestimiento.

MIGRACIÓN: Generalmente un residente permanente. Se cree que se retira de algunas áreas de distribución del norte en invierno, pero es posible que simplemente se pase por alto en esa estación.

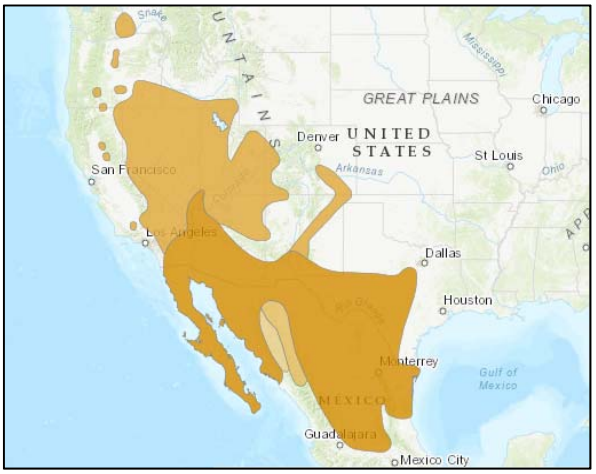
Amphispiza bilineata

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passerellidae	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*) es un ave paseriforme, pertenece a la familia Passerellidae, es nativa de México. Mide de 12 o 13 cm de longitud, no hay dimorfismo sexual, es de un color gris pálido en las partes dorsales y blanco en las ventrales, la cabeza tiene una amplia raya supraocular blanca y un "bigote" también blanco, hay una mancha negra en la garganta que se extiende hasta la parte superior del pecho.



HÁBITAT: Es una especie típicamente asociada con hábitats áridos, especialmente desiertos y matorrales secos, donde encuentra suficiente alimento y refugio. se distribuye desde el suroeste de los Estados Unidos, en estados como California, Arizona, Nuevo México y Texas, hasta el norte y centro de México, incluyendo la península de Baja California y estados del norte como Sonora y Chihuahua.



Área de distribución de Amphispiza bilineata

NIDIFICACIÓN: La hembra pone entre 2 y 5 huevos por nidada. Los huevos son de color blanco a azul pálido y suelen estar moteados con pequeñas manchas marrones o rojizas. La incubación es realizada exclusivamente por la hembra y dura aproximadamente 11 a 14 días. Los polluelos permanecen en el nido entre 9 y 12 días antes de abandonar el nido (volar). Después de salir, los padres continúan alimentándolos y protegiéndolos por algunos días más.

MIGRACIÓN: La migración de *Amphispiza bilineata* presenta un comportamiento migratorio que varía entre las poblaciones del norte y del sur, con las aves del norte migrando hacia el sur en invierno, mientras que las poblaciones del sur tienden a ser residentes. Su migración es estacional y depende de factores climáticos y de disponibilidad de alimento.

Athene cunicularia

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	Sin categoría



DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: *Athene cunicularia* es un mochuelo de unos 23 cm de largo. Tiene ojos amarillos, y cejas blancas. El dorso es castaño oscuro moteado de blanco. Una banda blanca atraviesa la garganta. El pecho y el vientre son blancuzcos con barras pardas. Las patas son muy largas y la cola corta. Tiene hábitos terrestres, anida en madrigueras y caza planeando, a menudo de día. Se alimenta de reptiles pequeños e insectos.

HÁBITAT: Pastizales abiertos, praderas, tierras de cultivo, aeródromos. Prefiere áreas de terreno plano y abierto con pasto muy corto o suelo desnudo. Los pueblos de perritos de las praderas alguna vez proporcionaron un hábitat ideal en el oeste, pero ahora son escasos y los búhos se encuentran en aeropuertos, campos de golf, terrenos baldíos, parques industriales y otras áreas abiertas.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido es una madriguera en el suelo, en un área rodeada de suelo desnudo o pasto corto. Las aves de Florida suelen cavar sus propias madrigueras, pero las del oeste suelen utilizar madrigueras antiguas dejadas por perritos de las praderas, ardillas terrestres, ratas canguro, armadillos u otros animales. Las madrigueras excavadas por los búhos pueden tener hasta 6-10' de largo, con nido en cámara al final.

MIGRACIÓN: Las aves de Florida y partes del suroeste pueden ser residentes permanentes, pero las aves del norte migran hacia el sur y algunas llegan al sur de México y América Central. En ocasiones, los perros callejeros han vagado hacia el norte desde Florida o hacia el este desde las Grandes Llanuras.



Área de distribución de Athene cunicularia

Buteo plagiatus

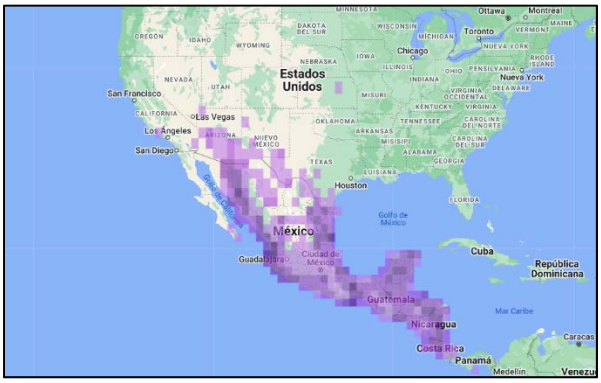
FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	*Aguililla Gris*	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Ave rapaz compacta. Adultos distintivos, completamente gris pálido con finas barras blancas en las partes inferiores. Cola con bandas blanco y negro. El juvenil es marrón y rayado. Los juveniles son similares a juveniles de Broad-winged Hawk y Red-shouldered Hawk, pero tienen el patrón de la cara más contrastante, los lados inferiores de las alas más pálidos, y tiene un parche blanco en la rabadilla.



HÁBITAT: Arroyos arbolados de tierras bajas. En los Estados Unidos, se reproduce solo en árboles altos a lo largo o cerca de cursos de agua permanentes, sobre todo en álamos y zonas con vegetación densa (como mezquites, por ejemplo) en las cercanías. En el trópico está mucho más expandido y se lo encuentra en cualquier tipo de hábitat semiabierto o con vegetación baja.

NIDIFICACIÓN: Anidan en árboles altos, por lo general álamos, aunque a veces en sicomoros, robles u otras especies. El lugar suele estar escondido cerca de la parte superior de los árboles, a una altura de entre 12 y 18 m, y algunas veces hasta de más de 30 m. El nido es una pequeña plataforma de palitos con ramitas de hojas verdes cubiertas con hojas.



Área de distribución de Buteo plagiatus

MIGRACIÓN: En general se retira de Arizona en invierno, aunque es probable que haga viajes de corta distancia hacia el sur hasta México; algunos pueden permanecer cerca de la frontera. En el sur de Texas, quizá más frecuentemente en invierno que en verano.

Buteo jamaicensis

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	*Aguililla cola roja*	Sin categoría

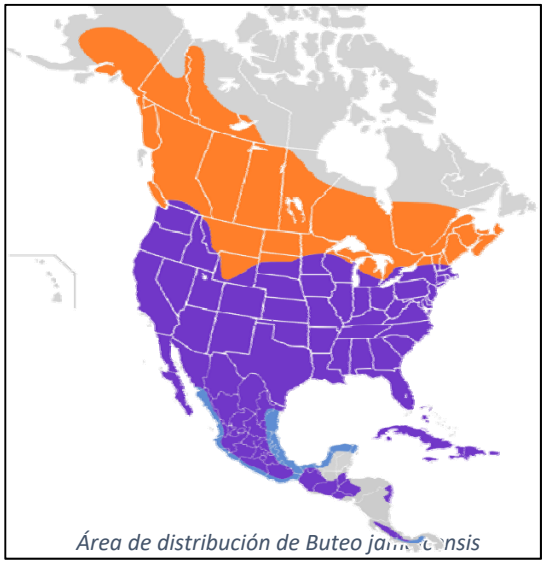
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Es una especie de ave rapaz de la familia Accipitridae, ampliamente distribuida desde Alaska hasta las Antillas. Es una de los halcones del género *Buteo* más grandes alcanzando de 45 a 65 cm y hasta 1,6 kg de peso. De color variable según la subespecie. Vive en una amplia gama de hábitats y altitudes como desiertos, pastizales, bosques y hasta zonas urbanas.



HÁBITAT: Campo abierto, bosques, praderas, montañas, llanuras, bordes de caminos. Se encuentra en cualquier tipo de terreno que proporcione tanto terreno abierto para la caza como algunas posiciones altas. Los hábitats pueden incluir de todo, desde bosques con claros dispersos hasta pastizales abiertos o desiertos con algunos árboles o postes de servicios públicos.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido es variable. Generalmente en árbol, hasta 120' sobre el suelo; El árbol del nido suele ser más alto que los árboles circundantes. También anida en los salientes de los acantilados, entre brazos de cactus gigantes o en estructuras artificiales como torres o edificios.

MIGRACIÓN: Los colas rojas del norte pueden migrar muy hacia el sur, mientras que muchos en latitudes centrales o meridionales (especialmente los adultos) son residentes permanentes. La mayor parte de la migración ocurre relativamente tarde en el otoño y principios de la primavera.



Área de distribución de Buteo jamaicensis

Campylorhynchus brunneicapillus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	*Matraca del desierto*	Sin categoría

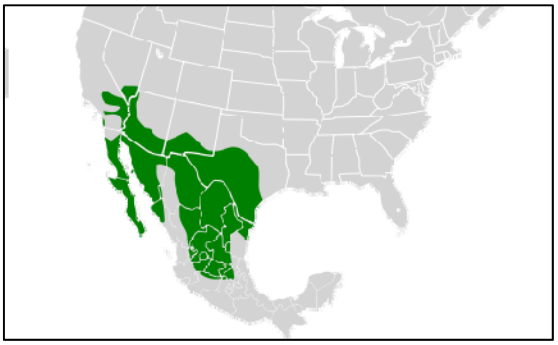
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: *Campylorhynchus brunneicapillus*, mide entre 17,8 y 22,9 cm (7 y 9 pulgadas) de largo. Los sexos son similares, caracterizados por un pico largo y ligeramente curvado, corona oscura con una franja blanca distintiva sobre el ojo, garganta blanca, espalda de color marrón grisáceo con rayas blancas y negras, y vientre y costados de color blanco a beige, densamente manchado en el pecho. Las alas y las plumas de la cola son en su mayoría negras con barras blancas y las patas son oscuras.



HÁBITAT: Más numeroso en el desierto, en áreas con arbustos espinosos y cactus, especialmente donde el cactus cholla es común; También se encuentra en matorrales de mezquite, en pueblos y localmente en chaparral costero donde crece el cactus.

NIDIFICACIÓN: El lugar de anidación es en cactus (especialmente cholla), yuca arbórea o árbol bajo y espinoso como mezquite, acacia o paloverde; generalmente a menos de 10 pies del suelo, rara vez hasta 30 pies. A veces anida en agujeros de edificios o en grandes cavidades de cactus gigantes. El nido (construido por ambos sexos) es una masa voluminosa de maleza, pasto, ramitas, revestida de plumas, pelo de animales y plumón de plantas.

MIGRACIÓN: Residente permanente.



Área de distribución de Campylorhynchus brunneicapillus

Cathartes aura

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Cathartidae	*Cathartes aura*	*Zopilote aura*	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Es un ave grande, con una envergadura de 170-183 cm, una longitud de 64-81 cm y un peso que puede variar entre 0,85 y 2,26 kg. Su plumaje es marrón oscuro hasta negro; la cabeza y el cuello no tienen plumas y son de color púrpura-rojo. Su pico es corto, ganchudo, y de color marfil.



HÁBITAT: Habita desde los desiertos, costas, manglares hasta selvas y ecosistemas de páramo de montaña.

NIDIFICACIÓN: Los sitios de anidación se encuentran en áreas protegidas, como dentro de árboles o troncos huecos, en grietas en acantilados, debajo de rocas, en cuevas, dentro de matorrales densos o en edificios antiguos. Poco o ningún nido construido; huevos puestos sobre escombros o en el fondo plano del sitio del nido.

MIGRACIÓN: Presente todo el año en gran parte del sur de los Estados Unidos pero las aves del norte migran largas distancias, algunas llegando a América del Sur. Migra en bandadas y puede viajar largas distancias sin alimentarse.



Charadrius vociferus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	Sin categoría

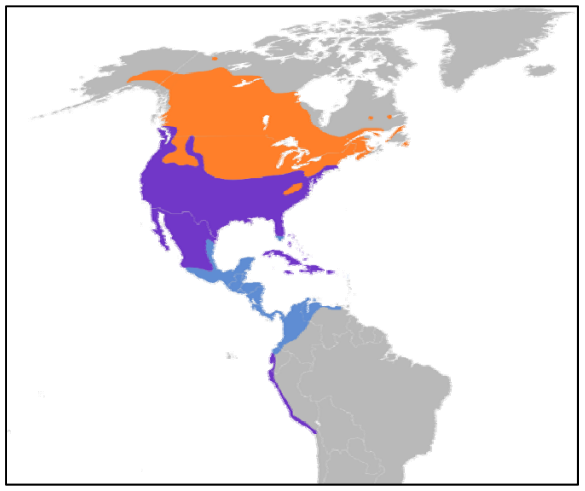
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El chorlitejo colirrojo o chorlo gritón (*Charadrius vociferus*) es una especie de ave Charadriiforme de la familia Charadriidae propia de América. Al igual que el avefría en Europa, habita en labrantíos, aunque por sus alas puntiagudas y la franja alar blanca se parece más al chorlitejo grande.



HÁBITAT: Campos, aeropuertos, prados, riberas de ríos, marismas, costas. A menudo se encuentra en terrenos abiertos, como pastos, campos arados, grandes prados, incluso a gran distancia del agua. Sin embargo, las áreas de anidación más exitosas tienen aguas poco profundas u otra buena área de alimentación para los polluelos. También se encuentra comúnmente alrededor del agua, en marismas, orillas de lagos y estuarios costeros.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido está en el suelo, en un área abierta con buena visibilidad, como suelo desnudo, campo de pasto corto o camino de grava; a veces sobre techo de grava. El nido es un rasguño superficial en el suelo o grava, ya sea sin revestimiento o revestido con guijarros, pasto, ramitas y trozos de escombros.

MIGRACIÓN: Migratorio en el norte, puede ser residente permanente en el sur. La migración de primavera es muy temprana y regresa a algunas zonas del norte en febrero o marzo.



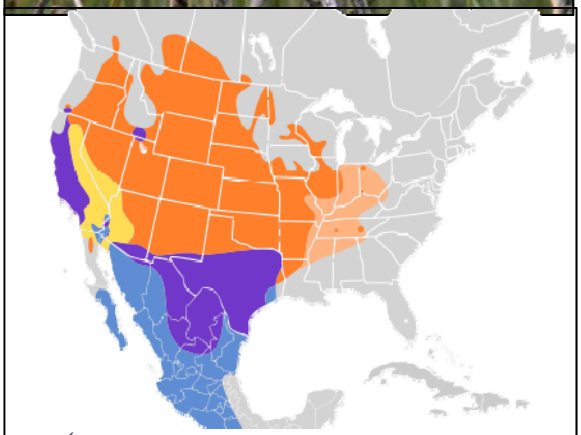
Área de distribución de Charadrius vociferus

Chondestes grammacus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*) también llamado chingolo arlequín, es un ave parcialmente migratoria, pertenece a la familia Passerellidae. Mide entre 14 y 17 cm, las mejillas y la corona son de color castaño rojizo, pero la corona está dividida en el centro por una raya blanca, el resto de la cabeza es principalmente blanco con algunas rayas negras, el dorso es pardo, listado con manchas oscuras y blancas, con la excepción de una sola mancha negra en el pecho.





Área de distribución de Chondestes grammacus

HÁBITAT: Es una especie que habita en campo abierto con arbustos, árboles; pastos, granjas, bordes de caminos. Para anidar, generalmente prefiere áreas con terreno desnudo y abierto y algunas plantas más altas; se incluyen pastos sobrepastoreados, páramos arenosos, setos cerca de campos en barbecho, pastizales secos con matorrales y, a veces, bosques abiertos de piñones y enebros. Durante la migración y el invierno, se encuentra en áreas similares, también abre campos llenos de maleza.

NIDIFICACIÓN: Ambos sexos pueden participar en la elección del sitio para el nido; el macho coloca ramitas en el sitio potencial, pero la hembra construye el nido. El sitio varía; a menudo en el suelo cerca de la base de la maleza alta, pero puede estar en arbustos o árboles bajos, hasta 7' sobre el suelo, a veces más alto. A veces puede anidar en grietas de acantilados rocosos.

MIGRACIÓN: Migra relativamente tarde en primavera y principios de otoño. En otoño aparecen pequeñas cantidades en la costa atlántica, principalmente a lo largo de la costa inmediata.

Contopus sordidulus

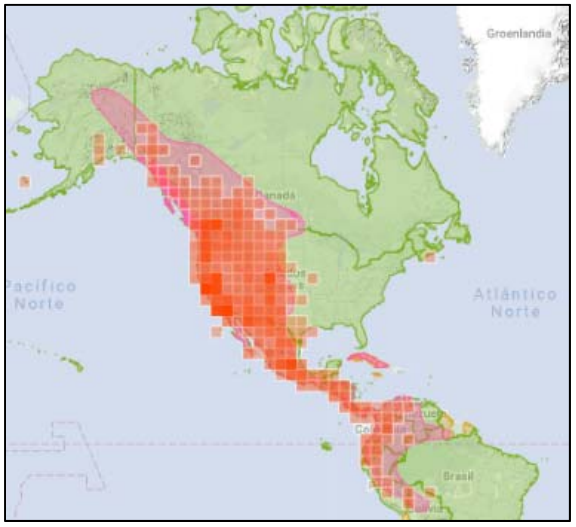
FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El mosquero occidental mide entre 15 y 17 cm de longitud. Tiene una envergadura de aproximadamente 25 a 28 cm. Su peso varía entre 12 y 18 gramos, siendo un ave ligera y esbelta. El plumaje en la parte dorsal, espalda y alas es de color gris oscuro o pardo oliva, lo que le proporciona un buen camuflaje en su entorno boscoso. El pecho y el abdomen son de color gris claro o blanco grisáceo, con un ligero tinte pardusco en el pecho. Sus alas muestran dos barras alares de color blanco o pálido, lo que es una característica distintiva de esta especie. La cola es de longitud media, de color gris oscuro, que combina con el resto del cuerpo. La cabeza es de un gris más oscuro en la parte superior, y no muestra un notable contraste con el resto del cuerpo. Su pico es relativamente corto, con la mandíbula superior negra y la inferior de color amarillento, lo cual es común entre los mosqueros. No presenta cresta o marcas distintivas en la cabeza.



HÁBITAT: El *Contopus sordidulus* habita principalmente en bosques de coníferas y mixtos durante la temporada de cría, en zonas de montaña y bordes de bosques. Durante la migración e invernada, utiliza una mayor variedad de hábitats, incluidos bosques tropicales y áreas abiertas en México y Centroamérica.

NIDIFICACIÓN: El nido suele estar ubicado a una altura de entre 2 y 15 metros sobre el suelo, bien camuflado entre las ramas. La hembra pone entre 2 y 4 huevos, siendo 3 el número más común. Los huevos son de color blanco cremoso o ligeramente rosado, con manchas marrones o grises, generalmente concentradas en el extremo más ancho del huevo. La incubación es realizada exclusivamente por la hembra y dura aproximadamente 15 a 16 días. Los jóvenes permanecen en el nido durante unos 16 a 18 días antes de volar por primera vez.



Área de distribución de Contopus sordidulus

MIGRACIÓN: El *Contopus sordidulus* migra estacionalmente entre el oeste de América del Norte y México o Centroamérica, buscando climas más cálidos y una mayor disponibilidad de insectos. Migra al sur en otoño y regresa al norte en primavera, completando un ciclo migratorio crucial para su supervivencia y reproducción.

Corvus corax

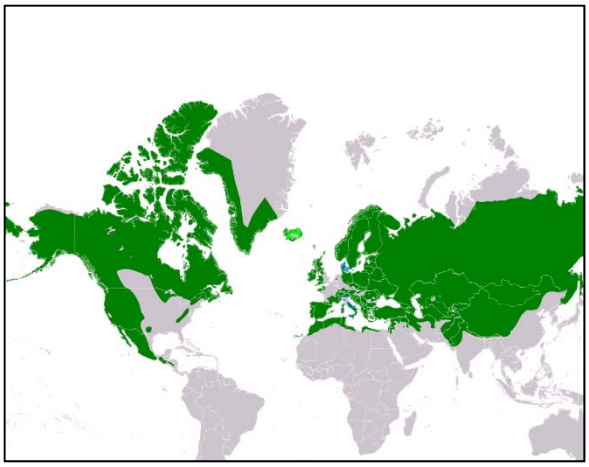
FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo Común	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Mide de 54 a 67 cm, con envergadura de 11 a 150 cm y pesa de 0.69 a 2 kg (uno de los paseriformes más pesados) Es de pico negro, grande y ligeramente curvado, con un culmen (envoltura de la córnea que recubre la mandíbula superior del pico de un ave) de 5.7 a 8.5 cm. Posee una cola larga muy graduada y un plumaje negro iridiscente (mayoritariamente). Iris marrón oscuro. Las plumas de la garganta son alargadas y puntiagudas.



HÁBITAT: Bosques boreales y de montaña, acantilados costeros, tundra, desierto. Puede vivir en una amplia variedad de hábitats, desde la tundra sobre el Círculo Polar Ártico hasta las cálidas zonas desérticas del suroeste. A menudo en zonas densamente boscosas; También puede vivir en praderas si existen buenos sitios para anidar (en acantilados) cerca.

NIDIFICACIÓN: El lugar de anidación suele estar en el borde de un acantilado rocoso o en lo alto de un árbol alto (especialmente coníferas). Puede usar el mismo sitio año tras año, agregando material encima del nido viejo. Ambos sexos ayudan a construir. El nido es una cesta voluminosa hecha de grandes palos y ramitas, con una profunda depresión en el centro revestida de hierba, tiras de corteza, musgo y pelo de animales.



Área de distribución de Corvus corax

MIGRACIÓN: En su mayoría residentes permanentes, pero algunos deambulan en otoño e invierno y aparecen al sur del área de reproducción.

Falco sparverius

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Sin categoría

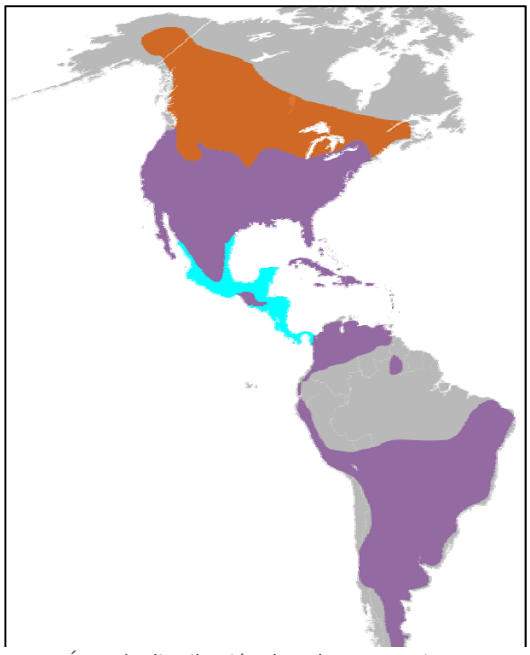


DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: En Norteamérica es el halcón más pequeño y común. En promedio mide 22-31 cm de longitud, con envergadura de 51-61 cm. El tamaño depende de la subespecie y del sexo. Dimorfismo sexual en el tamaño (hembras moderadamente más grandes) y en el plumaje, aunque ambos sexos tienen dorso rufo con notable barrado. Plumaje colorido y atractivo. Alas moderadamente largas, bastante estrechas (estrechándose en punta). Para su tamaño, posee fuertes garras y picos pudiendo despachar rápidamente a sus presas.

HÁBITAT: Campo abierto, tierras de cultivo, ciudades, bordes de bosque. Habita cualquier tipo de situación abierta o semiabierta, desde claros de bosques hasta tierras de cultivo y desiertos, dondequiera que pueda encontrar presas adecuadas y algunas perchas elevadas.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido está en una cavidad, generalmente en un árbol muerto o en un tronco, a veces en un banco de tierra o un acantilado, o en un viejo nido de urraca. En el suroeste, a menudo en agujeros de cactus gigantes. También utiliza cajas nido artificiales. Los sitios generalmente están entre 10 y 30 pies de altura, pero pueden estar a cualquier altura.

MIGRACIÓN: Muchos cernícalos de latitudes meridionales o medias son residentes permanentes, mientras que las aves del norte pueden migrar muy hacia el sur.



Área de distribución de Falco sparverius

Haemorhous mexicanus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	Sin categoría

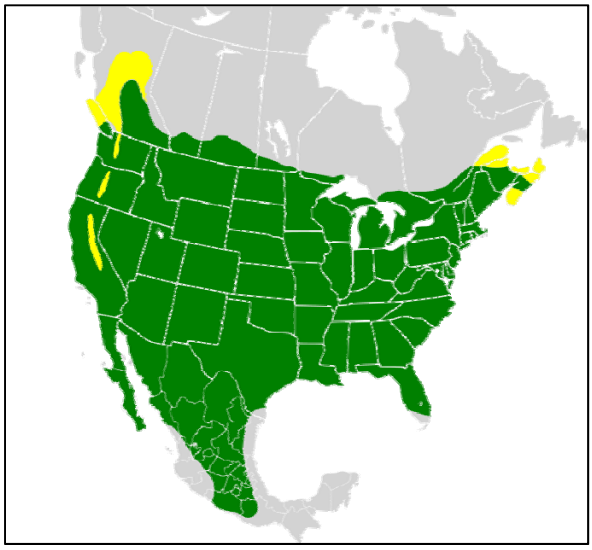
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Mide alrededor de 12 cm. Es de color pardo, con el vientre rayado. Los machos se caracterizan por tener el pecho, la frente, la raya supraocular y la rabadilla color rojo, en tonalidades que varían desde el rojo brillante hasta casi naranja. Las hembras son parecidas a las hembras del gorrión doméstico (*Passer domesticus*); al igual que éstas, su plumaje es castaño grisáceo en las partes dorsales y pardo en las partes ventrales, pero se distinguen por tener rayas en pecho y vientre y ser más esbeltas. Ambos sexos tienen el pico relativamente grueso.



HÁBITAT: Ciudades, suburbios, granjas, cañones. El hábitat original probablemente eran árboles junto a arroyos y matorrales en zonas secas, bordes de bosques, chaparral y otras áreas semiabiertas. Ahora se asocia más comúnmente con humanos en ciudades, pueblos y tierras de cultivo, especialmente en áreas con césped, áreas con maleza, árboles y edificios. Evita bosques o pastizales continuos.

NIDIFICACIÓN: Amplia variedad de sitios, especialmente en coníferas, palmeras, hiedra en edificios, cactus, agujeros en estructuras hechas por el hombre, con un promedio de entre 12 y 15 pies de largo. por encima del suelo. En ocasiones se utilizan sitios como oquedades, maceteros colgantes, nidos antiguos de otras aves.

MIGRACIÓN: En su mayoría residen permanentemente en el oeste, aunque algunos pueden mudarse a elevaciones más bajas durante el invierno. En el este, algunos son residentes permanentes, pero otros migran largas distancias hacia el sur en otoño. Migra en bandadas, principalmente durante el día.



Área de distribución de Haemorhous mexicanus

Lanius ludovicianus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	Sin categoría

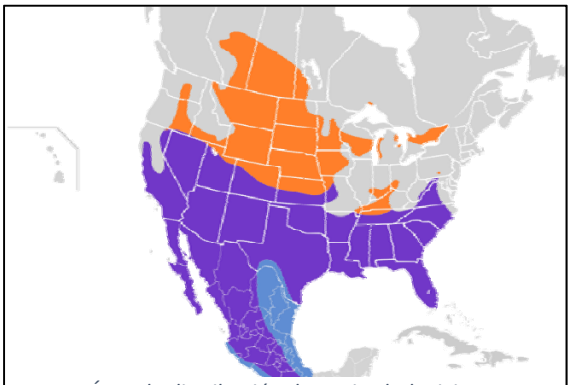
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Sexos similares, Pequeño. Cabeza y espalda en gris acero, una pequeña franja negra desde la base del pico hasta la base del cuello. Garganta blanca. Pecho y abdomen blancos grisáceos. Alas negras con pequeños parches blancos. Cola negra, las plumas externas con los bordes blancos. Pico corto, fuerte, ligeramente ganchudo. Patas oscuras. El juvenil tiene la cabeza y espalda en gris claro. Garganta blanca. Pecho y abdomen gris con finas rayas horizontales. Alas negras con una en tono ante en el hombro.



HÁBITAT: Campo semiabierto con puestos de vigilancia; alambres, árboles, matorrales. Se reproduce en cualquier tipo de terreno semiabierto, desde grandes claros en regiones boscosas hasta pastizales abiertos o desiertos con algunos árboles o arbustos grandes dispersos.

NIDIFICACIÓN: Ubicado en un árbol o arbusto denso (y a menudo espinoso), generalmente a entre 5 y 30 pies del suelo, ocasionalmente más alto, en un lugar bien escondido por el follaje. El nido (construido por ambos sexos) es una copa sólidamente construida pero voluminosa hecha de ramitas, pasto, malezas y tiras de corteza, revestida con materiales más suaves como raicillas, pelo de animales, plumas y plumón de plantas.

MIGRACIÓN: Migra bastante temprano en la primavera, pero en algunas áreas del sur, las aves locales pueden comenzar a anidar mientras los residentes invernales del norte todavía están presentes.



Área de distribución de Lanius ludovicianus

Melanerpes formicivorus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	Sin categoría

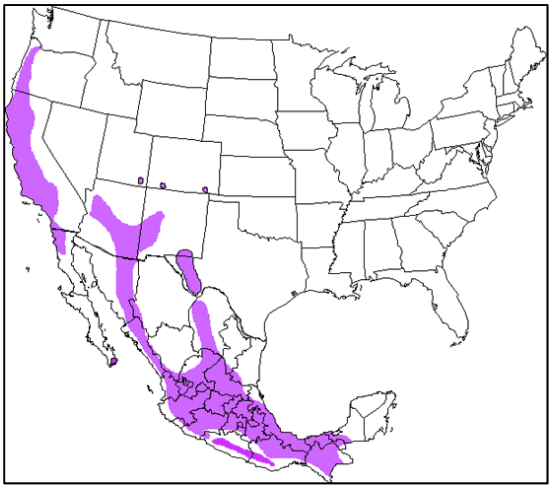
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Generalmente, El adulto es color negro parduzco en cabeza, espalda, alas y cola; siendo blanco en frente, garganta, vientre y grupa; ojos también blancos. Con algunas plumas verdosas en la parte baja de la espalda. La mayoría de los machos adultos tienen un gorro rojo que empieza en la frente y las hembras una zona negra entre la frente y el gorro. Las manchas blancas en cuello, garganta y frente son identificadores distintivos.



HÁBITAT: Robles, sotos, bosque mixto, cañones de encino-pino, estribaciones. Rara vez lejos de los robles. Es más común cuando varias especies de robles se encuentran juntas (esto asegura contra el fracaso total de la cosecha local de bellotas, ya que diferentes robles responden a diferentes condiciones). Puede estar en robledales abiertos cerca de la costa, bosques de pino y roble en las montañas, plátanos junto a arroyos junto a laderas cubiertas de robles.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido es una cavidad en un árbol (casi siempre un árbol muerto o una rama muerta de un árbol vivo), a una altura de entre 5 y 60 pies sobre el suelo, generalmente entre 12 y 30 pies.

MIGRACIÓN: Residente mayoritariamente permanente en toda su área de distribución (que se extiende hacia el sur hasta Colombia). Los rezagados pueden aparecer lejos de las áreas de anidación en cualquier época del año Si fracasan las cosechas de bellotas, pueden realizar pequeñas invasiones a los valles de las tierras bajas en otoño e invierno.



Área de distribución de Melanerpes formicivorus

Melanerpes uropygialis

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del Desierto	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Barrado de blanco y negro en la espalda, pecho y cabeza beige pálido. La nuca es completamente marrón. Solamente los machos adultos tienen la corona roja. En vuelo, se observa la rabadilla barrada de blanco y negro como el resto de la espalda.



HÁBITAT: Deslaves en desiertos, saguaros, arboledas cercanas a ríos, álamos, pueblos. Generalmente en campo seco, pero requiere sitios adecuados para las cavidades de nidificación: bosques de álamos junto a ríos, mezquitas o sauces grandes, palmeras, cactus gigantes como saguaros o cardones. Se adapta fácilmente a los suburbios de las ciudades del suroeste. También en bosques tropicales secos en México.

NIDIFICACIÓN: Las exhibiciones, utilizadas en gran medida como agresión incluyen exageradas inclinaciones y giros de cabeza acompañados de llamados ruidosos. Nido: El sitio es un hueco excavado en un cactus gigante o en un árbol (álamo, sauce o mezquita grande), a veces en el tronco de una palmera. La cavidad por lo general se encuentra a una altura de entre 2,4 y 9 m sobre el nivel del suelo. Ambos sexos participan en la excavación. La cavidad en el cactus gigante no se puede utilizar durante varios meses, ya que la pulpa interior del cactus debe secarse para formar un revestimiento sólido alrededor de la cavidad; los huecos pueden excavarse un año y utilizarse el siguiente.



Área de distribución de Melanerpes uropygialis

MIGRACIÓN: Principalmente es un residente permanente, pero algunos ejemplares recorren cortas distancias hacia el norte o cuesta arriba en el invierno. También realiza movimientos locales, concentrándose en las fuentes de alimentos cuando no está nidificando.

Melozone fusca

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Mide de 19 a 25cm de largo. La cola es notablemente larga alcanzando de 8.2 a 11cm y pesa 36.5 a 67 g. Es de color marrón terroso, con partes inferiores más claras y cabeza más oscura con capuchón rufo (excepto aves del centro de México cuyo capuchón es del mismo color que la espalda). Presenta un área ligeramente rojiza bajo la cola.



HÁBITAT: Zonas de matorrales, chaparral, estribaciones desérticas, cañones, bosques de piñones y enebros. El hábitat varía en diferentes partes de su área de distribución, pero siempre en áreas con matorrales, evitando bosques y desiertos abiertos. Se encuentra en bosques abiertos de piñón y enebro, chaparral en laderas secas, pastizales con cholla y mezquite, matorrales de robles y hábitats similares.

NIDIFICACIÓN: El sitio de anidación suele ser en un árbol pequeño, un arbusto denso o un cactus, a entre 3 y 12 pies del suelo, a menudo colocado en la base de una rama contra el tronco. El nido es una copa abierta y voluminosa, sólidamente construida con ramitas, malezas, pasto revestida con hojas, pasto fino, tiras de corteza y pelo de animales.

MIGRACIÓN: Residente permanente y muy sedentario, rara vez se aleja ni siquiera una distancia corta de las áreas de anidación.



Área de distribución de Melozone fusca

Mimus polyglottos

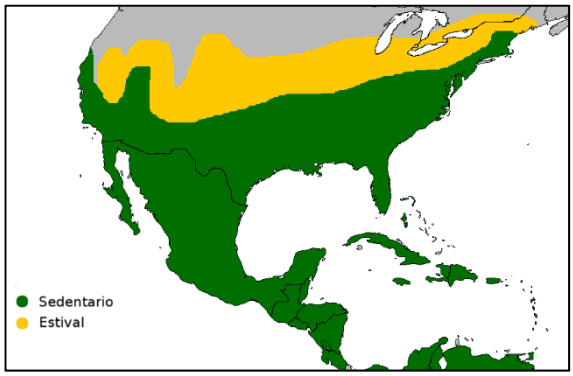
FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Los ejemplares adultos son grises por la parte superior del cuerpo, con ojos de un amarillo pálido y pico negro mínimamente curvo. La cola es de color oscuro con los bordes blancos, y las patas largas y negras. Las alas muestran finas líneas blancas, y durante el vuelo dejan ver manchas, también blancas en las alas y dos franjas blancas longitudinales en la cola. Se caracterizan por imitar sonidos de otros animales.



HÁBITAT: Pueblos, granjas, bordes de caminos, matorrales, matorrales. Prefiere áreas con densos arbustos bajos y terrenos abiertos, ya sea pasto corto o suelo abierto, por lo que a menudo es común alrededor de setos y céspedes suburbanos. También en muchos tipos de bosques secundarios, bordes de bosques y tierras de cultivo. En el oeste, a menudo muy numerosos en matorrales desérticos o en las orillas de los arroyos en los cañones.

NIDIFICACIÓN: Ubicado en un arbusto o árbol denso, generalmente de 3 a 10 pies de largo. por encima del suelo, a veces más bajo o más alto (raramente hasta 60'). El nido tiene una base voluminosa de ramitas que sostienen una copa abierta de malezas, pasto y hojas, revestida con material fino como raicillas, musgo, pelo de animales y plumón de plantas.



MIGRACIÓN: La migración no se entiende bien; algunos se desplazan hacia el sur en otoño, al menos distancias cortas, pero otros permanecen durante el invierno en los límites norte de su área de distribución.

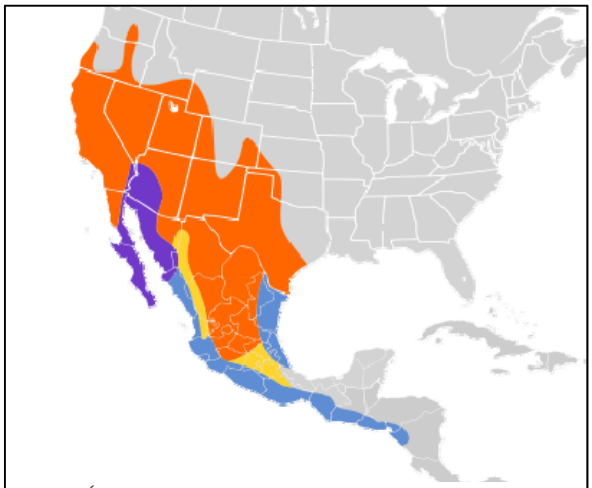
Myiarchus cinerascens

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Especie de tamaño mediano con una longitud de 19cm-21cm, una envergadura de 30cm-32cm y un peso de 21-38gr. Presentan el dorso color marrón, barras en alas color gris, pecho y garganta son de color gris pálido, el vientre de color amarillo pálido y las piernas y patas negros. La cola es larga y de color óxido, con puntas oscuras. En su corona tienen una breve cresta de plumas y un pequeño pico estrecho. No presentan dimorfismo sexual marcado ya que los sexos son similares en aspecto, aunque los machos tienden a ser un poco más grandes.



HÁBITAT: Región semiárida, desiertos, matorrales, mezquites, piñoneros-enebros, bosques abiertos y secos. Se encuentra en una amplia variedad de hábitats de tierras bajas, generalmente abiertos y bastante áridos, evitando montañas y bosques. A menudo es más común en bosques de mezquite, laderas de piñones y enebros y otros bosques abiertos, y puede vivir en pastizales abiertos si hay sitios de anidación disponibles. En invierno, se encuentra a lo largo de densos lavados desérticos.



Área de distribución de Myiarchus cinerascens

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido generalmente se encuentra en un agujero de un árbol o un poste, ya sea una cavidad natural o un viejo agujero de pájaro carpintero, a 2-25' del suelo. En su área de distribución, se utilizan a menudo agujeros antiguos hechos por el pájaro carpintero de escalera. También utilizará agujeros en cactus gigantes o en tallos de agave, y sitios como pajareras, tuberías de drenaje de metal, nidos viejos de reyezuelo y otros.

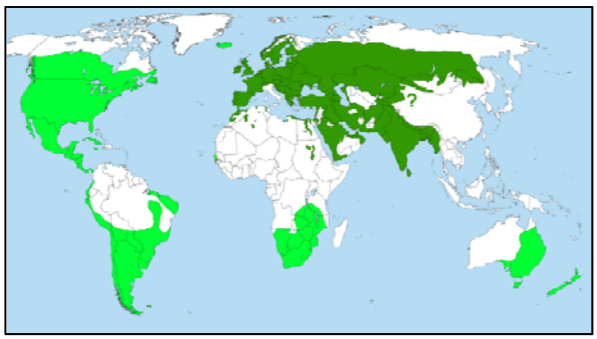
MIGRACIÓN: Se retira de la mayor parte de Estados Unidos en otoño, pero algunos pasan el invierno en el suroeste de Arizona y el sur de California. Unos pocos deambulan hacia el este hasta la costa atlántica casi todos los años, principalmente a finales del otoño.

Passer domesticus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El macho de *Passer domesticus* tiene la espalda color café con vetas negras. La parte superior de la coronilla es gris, pero los costados de la misma y la nuca son rojizos. La barbilla y la parte superior del pecho son negras y las mejillas blancas. Las hembras y juveniles son menos coloridos. Tiene la coronilla color café grisácea y una franja color café claro o ante en la zona de los ojos. La garganta, el pecho y el abdomen son color café grisáceo y sin vetas (Cornell Lab of Ornithology, 2007).





Área de distribución de Passerina versicolor

HÁBITAT: Ciudades, pueblos, granjas. Los entornos generales varían, pero en América del Norte esencialmente siempre se encuentran alrededor de estructuras artificiales, nunca en hábitats naturales inalterados. Vive en centros urbanos, suburbios, granjas; también alrededor de casas o negocios aislados rodeados de terrenos no aptos para los gorriones comunes, como desiertos o bosques.

NIDIFICACIÓN: Generalmente en un nicho cerrado, como una cavidad en un árbol, un agujero en un edificio, un canalón, una pajarera o nidos de otras aves. Donde estos sitios son escasos, anidará al aire libre en las ramas de los árboles. El nido (construido por ambos padres) está hecho de materiales como pasto, maleza, ramitas y basura, a menudo revestidos con plumas.

MIGRACIÓN: Residente permanente en la mayor parte de su área de distribución, incluida América del Norte.

Pooecetes gramineus

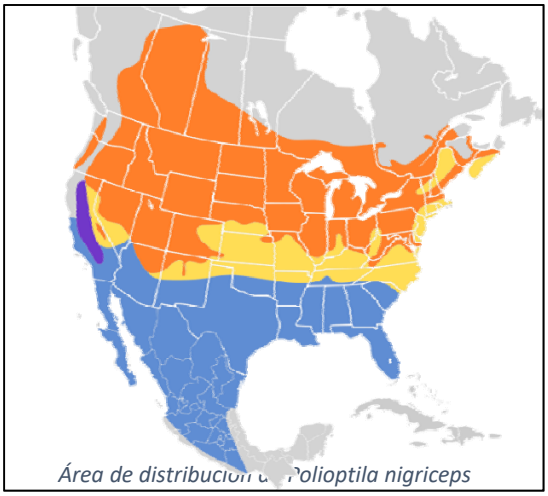
FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	*Gorrión cola blanca*	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Los adultos miden entre 12 y 16 cm. Tienen las partes dorsales café claro, y las partes ventrales blancas, con rayas oscuras en ambas regiones. Tienen un anillo ocular blanco y la cola es de color pardo oscuro, con las plumas exteriores blancas, visibles durante el vuelo. El macho canta desde lo alto de un arbusto o un poste, delimitando su territorio. El canto empieza con dos pares de notas repetidas y termina con una serie de trinos, similar al del gorrión melódico (*Melospiza melodia*) pero más gutural.



HÁBITAT: Prados, campos, praderas, bordes de caminos. En todas las estaciones, prefiere campos abiertos con pasto o maleza, a menudo en situaciones bastante secas con mucho suelo abierto. Puede estar en bordes de caminos llenos de maleza, graveras, pastizales de alta montaña, campos de rastrojo, áreas de césped justo encima de playas arenosas. A menudo se reproduce donde hay algunas plantas más altas para usarlas como posaderos para cantar.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido está en el suelo, a menudo en una ligera depresión y ubicado en la base de un grupo de pasto, maleza o arbusto. El nido es una copa abierta y voluminosa hecha de pasto y malezas, revestida con pasto fino, raicillas y pelos de animales.



Área de distribución de Polioptila nigriceps

MIGRACIÓN: Migra relativamente temprano en la primavera y finales del otoño, con un pico de migración en muchas áreas durante abril y octubre.

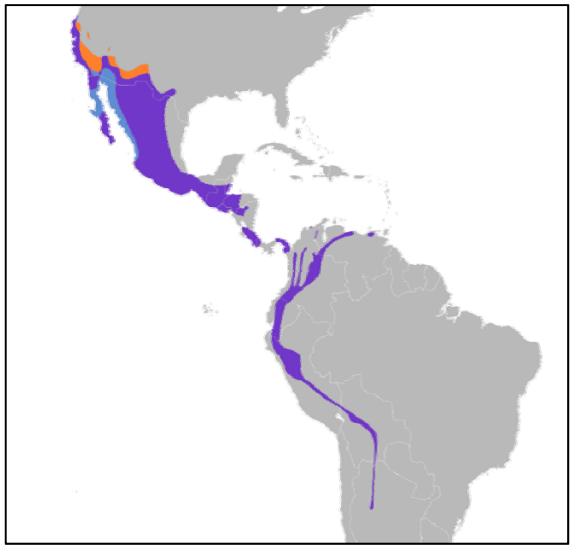
Sayornis nigricans

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Mide alrededor de 17,5 cm, y a diferencia de otros mosqueros, tiene un plumaje altamente contrastante, con una coloración marrón oscura o negra en la cabeza, el pecho, la espalda, las alas y la cola, y blanca en el vientre y debajo de las alas. Esta especie pasa también más tiempo junto a corrientes de agua y charcos que los demás mosqueros, y no migra, sino que permanece en el mismo lugar durante todo el año. Suele menear su cola cuando se coloca sobre una rama o un poste y se "agazapa" en busca de un insecto; cuando lo divisa, vuela para atraparlo y luego regresa a su rama o punto de apoyo.



HÁBITAT: Arroyos sombreados, cañones amurallados, corrales, pueblos; cerca del agua. Ocurre en una variedad de hábitats semiabiertos. Rara vez se encuentra lejos de zonas cercanas al agua, que pueden ser arroyos o estanques naturales, acequias o incluso abrevaderos; El agua asegura la disponibilidad de barro para los nidos.



Área de distribución de Sayornis nigricans

NIDIFICACIÓN: Los nidos de barro generalmente se enyesan en lugares protegidos, como acantilados, soportes de puentes, alcantarillas o debajo de los aleros de un edificio. Ocasionalmente en pozos a unos pocos pies bajo el nivel del suelo. A menudo regresa al mismo sitio de anidación año tras año. El nido (probablemente construido por la hembra) es una copa abierta, semicircular si está sujeta a una pared vertical, circular si se coloca sobre una viga plana. El nido está hecho de barro mezclado con pasto y malezas, revestido con materiales suaves como fibras vegetales, raicillas y pelos.

MIGRACIÓN: Principalmente residente permanente, pero sale en otoño desde las elevaciones más altas y desde el borde norte de su área de distribución en el suroeste.

Sayornis saya

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	Sin categoría

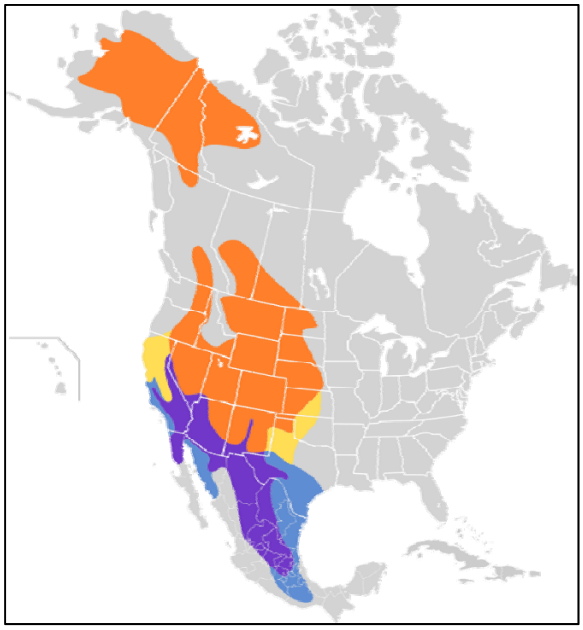
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El mosquero llanero3 o papamoscas llanero4 (*Sayornis saya*) es una especie de ave paseriforme de la familia Tyrannidae, una de las tres pertenecientes al género *Sayornis*. Cría en el noroeste, centro oeste y sur de América del Norte y las poblaciones norteñas migran hacia el sur de Estados Unidos y México en los inviernos boreales.

HÁBITAT: Matorrales, cañones, ranchos. Se encuentra en terrenos abiertos o semiabiertos, a menudo en zonas secas, evitando las zonas boscosas. A menudo se encuentra en tierras de cultivo, sabanas o praderas en el sur, y en tundra seca de tierras altas en la parte norte de su área de distribución. A diferencia de los otros dos phoebes, no tiene un apego especial a las proximidades del agua.

NIDIFICACIÓN: El sitio de anidación varía: en salientes rocosos o grietas en acantilados o cuevas, en pozos o pozos de minas, debajo de puentes o aleros; ocasionalmente en cavidades naturales de árboles o agujeros en bancos. Puede ocupar el viejo nido de golondrinas. El nido (probablemente construido por la hembra, pero no se conocen bien los detalles) es una copa plana y abierta hecha de pasto, maleza, musgo, telarañas, lana y otros materiales. A diferencia de otros phoebes, no suele utilizar barro en el nido.

MIGRACIÓN: Migra al norte relativamente temprano en la primavera. Ocasionalmente se desvía hacia la costa atlántica (una vez incluso hasta las Bermudas), principalmente en otoño.





Área de distribución de Sayornis saya

Spizella passerina

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas	Sin categoría

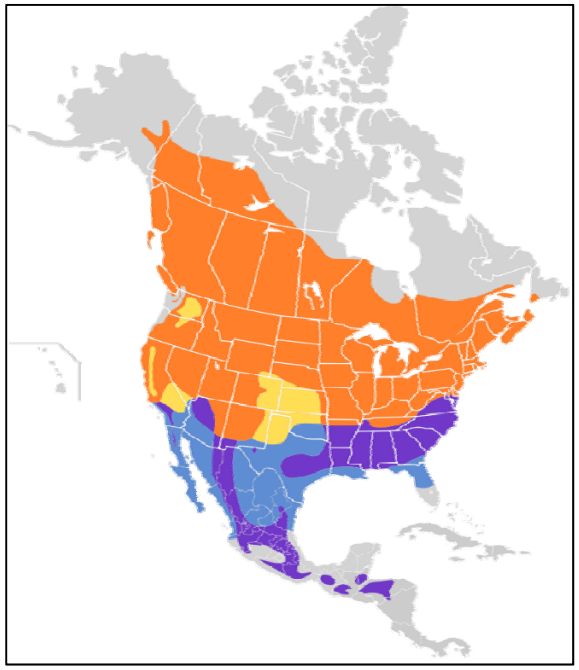
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Gorrión cejas blancas (*Spizella passerina*) también llamado chimbito común, gorrión coronirrufo o cejiblanco, es un ave parcialmente migratoria, nativa de México, pertenece a la familia Passerellidae. Los individuos con plumaje no reproductivo o plumaje básico tienen la corona parda y rayada con negro y con una raya gris a la mitad; en ocasiones la corona puede conservar algunos márgenes rojizos. Las líneas supraocular y transocular, y las barras de las alas están deslavadas y por lo tanto son poco conspicuas. El pico se vuelve de color carne.



HÁBITAT: Bosques abiertos, coníferas, huertas, granjas, pueblos. El hábitat de reproducción original probablemente eran principalmente bosques de pinos abiertos, bordes de bosques de coníferas y sabanas con coníferas dispersas. Todavía se reproduce en esas áreas, pero ahora también es muy común en los suburbios, parques urbanos, huertos, pastos y otros hábitats alterados. Pasa el invierno en bosques abiertos, matorrales, tierras de cultivo y matorrales.

NIDIFICACIÓN: El sitio del nido varía. Generalmente en una conífera, pero puede estar en un árbol de hoja caduca o, a veces, en el suelo; Por lo general, está a menos de 15 pies del suelo, pero puede estar hasta 60 pies o incluso más. El nido (construido por la hembra) es una copa abierta y compacta hecha de pasto, malezas y raicillas, revestida con pasto fino y pelo de animal. Hubo un tiempo en que los estadounidenses eran más rurales, y el gorrión chipping era bien conocido por utilizar crin de caballo en el revestimiento de sus nidos.

MIGRACIÓN: A menudo migra en bandadas. La migración se extiende durante un largo período tanto en primavera como en otoño.



Área de distribución de Spizella passerina

Toxostoma curvirostre

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche Pico Curvo	Protección especial

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El cuicacoche piquicurvo (*Toxostoma curvirostre*) es una especie de ave paseriforme de la familia Mimidae propia de México y el sur de los Estados Unidos. Un cuicacoche adulto mide entre 24 y 29 cm de largo. Su cola es larga; el plumaje de las partes superiores pardo grisáceo y en las partes inferiores es claro. Se distingue de otros cuicacoches similares por su pico largo y curvo, y por la presencia de rayas oscuras en el pecho claro. El ojo de los adultos es anaranjado o rojo, mientras que los individuos inmaduros tienen los ojos amarillos.

HÁBITAT: Desiertos, maleza árida. Vive en el desierto de Sonora (con su variada vegetación) o en zonas secas y con matorrales, principalmente en tierras bajas. Evita situaciones extremas desérticas con escasa vida vegetal A menudo en barrios suburbanos, especialmente donde crece el cactus cholla. En el sur de Texas, vive en chaparral con nopales. A veces en pastizales abiertos alrededor de rodales de cholla.

NIDIFICACIÓN: Más comúnmente colocado en la horquilla del cactus cholla, de 3-5' por encima del suelo. A veces, en yuca, tuna o arbustos espinosos, o encima de grupos de muérdago en arbustos o árboles bajos. Se puede construir encima del viejo nido de Cactus Wren. A veces puede reutilizar los mismos sitios de anidación. El nido (probablemente construido por ambos sexos) es una copa voluminosa y suelta hecha de ramitas espinosas, revestida de fnas hierbas, raicillas, plumas y pelos de animales.

MIGRACIÓN: Residente permanente. Rara vez se sale de su alcance, principalmente en otoño e invierno.



Área de distribución de Toxostoma curvirostre

Tyrannus verticalis

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	Protección especial

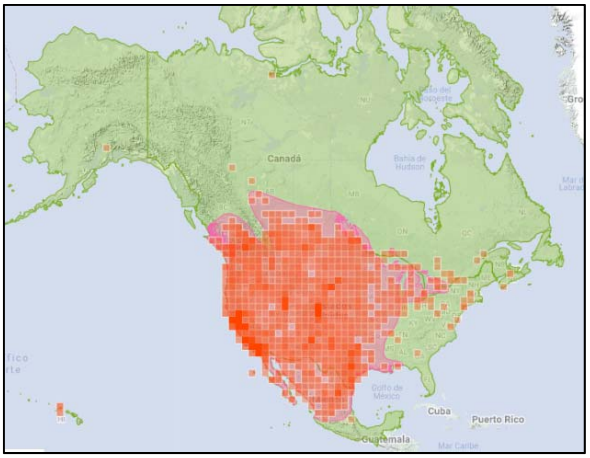
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Mide aproximadamente entre 20 y 24 cm de longitud. Su parte superior es de un color gris o marrón claro, con un tono más oscuro en las alas y la cola. Presenta un color blanco en el pecho y el abdomen. La cabeza es de un color gris claro y presenta un pequeño penacho en la parte posterior. Su pico es corto y robusto, típicamente de color negro o gris oscuro. La característica más distintiva de esta especie es su cola, que es larga y ahorquillada, con bordes blancos en las plumas externas.

HÁBITAT: Praderas, pastizales, zonas agrícolas, riberas de ríos, cuerpos de agua, áreas abiertas y semiáridas.

NIDIFICACIÓN: La hembra pone entre 3 y 5 huevos por nidada. Los huevos son de un color blanco o ligeramente azuloso, con manchas oscuras y pálidas. La incubación dura aproximadamente entre 12 y 14 días, Los jóvenes permanecen en el nido durante unos 14 a 20 días antes de volar, pero los padres continúan cuidándolos y alimentándolos durante un tiempo después de que dejan el nido.

MIGRACIÓN: En la primavera regresan a sus áreas de cría en el oeste y centro de América del Norte, que incluye partes de Canadá y los Estados Unidos, durante el invierno, se trasladan hacia el sur, llegando a regiones del suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México.





Área de distribución de Tyrannus verticalis

Vireo huttoni

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	Sin categoría

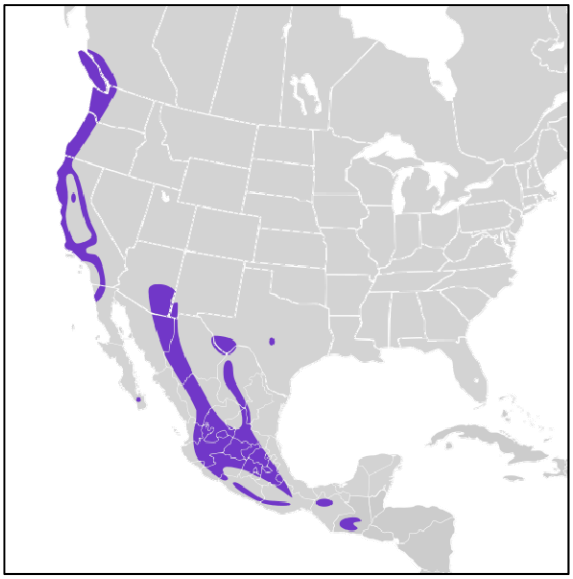
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Tiene un anillo ocular incompleto, interrumpido por una mancha negra arriba del ojo. Distribución: Se distribuye desde Baja California hasta Chiapas, de la costa Oeste de los Estados Unidos a Canada. Comportamiento: Menos activo que otros *Vireos*.



HÁBITAT: Bosques y matorrales adyacentes; prefiere los robles. Se reproduce en bosques de robles y pinos-encinos, prefiriendo los robles de hoja perenne o en chaparral alto. También vive en cañones de montaña en sicomoros, arces y sauces a lo largo de arroyos. En los estados del Pacífico, se puede encontrar en el sotobosque arbustivo de los bosques húmedos de abetos Douglas y secuoyas. Pasa el invierno en su hábitat de reproducción, a veces también en matorrales a lo largo de arroyos de tierras bajas.

NIDIFICACIÓN: A menudo en roble, a veces en árbol conífero, generalmente de 6 a 25 pies de largo. por encima del suelo. El nido redondo en forma de copa está sostenido por un borde tejido sobre una ramita bifurcada. El nido (construido por ambos sexos) está hecho de fibras de corteza, líquenes, musgo y pasto, unidos con telarañas y revestidos con pasto fino.

MIGRACIÓN: En su mayoría es un residente permanente, pero algunos aparecen en otoño e invierno a lo largo de arroyos de tierras bajas donde la especie no está presente en verano.



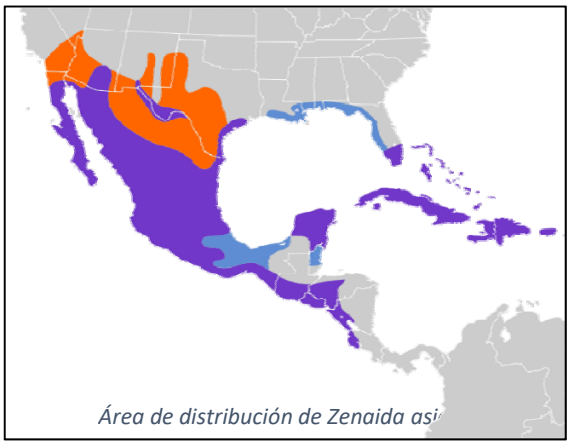
Área de distribución de Vireo huttoni

Zenaida asiatica

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: La tórtola aliblanca mide hasta 30 cm de longitud. Es marrón grisácea con una raya blanca en el borde de cada ala. Durante el vuelo, estas rayas se muestran como crecientes brillantes. Tiene un anillo de piel azul que rodea cada ojo y una mancha negra en la parte inferior de la cara. Los ojos y las patas son rojos. No hay mucho dimorfismo sexual en los adultos, pero los pichones son más grises, les faltan el anillo del ojo, y las patas son parduzcas.





Área de distribución de Zenaida asi

HÁBITAT: Bosques de río, mezquites, saguaros, arboledas, pueblos. Se encuentra en una variedad de hábitats semiabiertos en el suroeste, incluidos matorrales nativos en Texas y desiertos más al oeste, además de chaparrales y bosques abiertos de robles; también se adapta rápidamente a hábitats alterados, como tierras de cultivo, suburbios, plantaciones de cítricos, plantaciones de árboles en pastizales. En invierno, los que quedan al norte de México se encuentran principalmente en las ciudades.

NIDIFICACIÓN: Puede anidar en colonias, especialmente donde los sitios de anidación en arboledas aisladas están rodeados de buenas áreas de alimentación. El sitio del nido es en arbustos, árboles o cactus, generalmente a 4-30 pies sobre el suelo. Se coloca en una rama horizontal o en una bifurcación de una rama, a veces encima de un nido viejo o en una maraña de espinas. Es una plataforma endeble de palos. El macho aporta la mayor parte del material, la hembra construye.

MIGRACIÓN: La mayoría de los que anidan en el suroeste se mudan al sur en otoño. La migración es temprana en ambas temporadas, la mayoría de las aves llegan en marzo y se van en septiembre. Unos pocos permanecen durante el invierno al norte de la frontera, especialmente en áreas suburbanas. Los perros callejeros a veces vagan muy al norte del área de reproducción. Regular a lo largo de la Costa del Golfo en invierno. Las aves de Florida son en su mayoría residentes permanentes.

Zenaida macroura

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Sin categoría

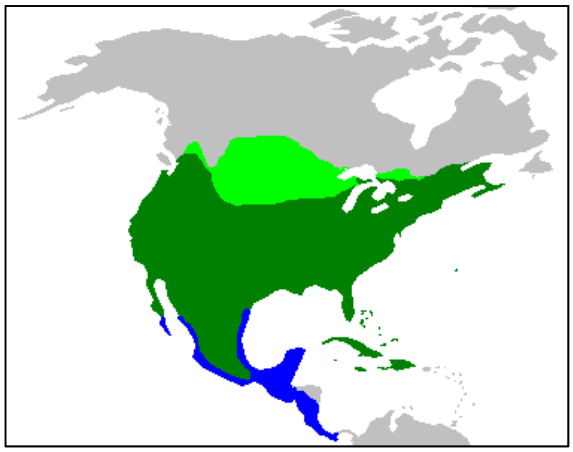
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Es de tamaño mediano con color gris en la frente y la nuca, pardo grisáceo detrás del cuello y plumas metálicas con violeta y bronce a ambos lados. Color de sus partes bajas ligeramente rosadas y vino, al igual que frente, cara y pecho. Detrás de los ojos tiene una raya pequeña. La cola es larga, escalonada y puntiaguda. Tiene puntos negros en coberteras de las alas y cerca de los oídos. Plumas de la cola con bordes negros y puntas blancas.



HÁBITAT: Granjas, pueblos, bosques abiertos, bordes de caminos, pastizales. Se encuentra en casi cualquier tipo de hábitat abierto o semiabierto en zonas templadas de América del Norte, incluidos claros de bosques, tierras de cultivo, suburbios, praderas y desiertos. Puede ser más común en hábitats marginales que tengan árboles y terrenos abiertos, pero también se encuentra en algunas áreas sin árboles. Evita el bosque intacto.

NIDIFICACIÓN: El sitio suele ser un árbol o un arbusto, a veces en el suelo, a veces en la cornisa de un edificio u otra estructura; generalmente inferior a 40', rara vez hasta 100' o más por encima del suelo. El nido es una plataforma de ramitas muy endeble; el hombre trae material, la mujer construye.

MIGRACIÓN: Algunos permanecen durante el invierno en la mayor parte de su área de reproducción, pero muchos se trasladan al sur desde las zonas del norte en otoño. La migración es mayoritariamente diurna, en bandadas.



Área de distribución de Zenaida macroura

MAMÍFEROS

Canis latrans

NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Canis latrans	Coyote	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: La coloración de los coyotes varía de marrón grisáceo a gris amarillento en las partes superiores. La garganta y el vientre son blanquecinos. Las patas delanteras, los lados de la cabeza, el hocico y los pies son de color marrón rojizo. El dorso tiene un pelaje inferior de color fulvoso y pelos protectores largos con puntas negras que producen una franja dorsal negra y una cruz oscura en el área del hombro La cola, que mide la mitad del largo del cuerpo, tiene forma de botella con una punta negra. También hay una glándula odorífera ubicada en la base dorsal de la cola. Hay una muda al año, que se inicia en mayo con una ligera pérdida de pelo y finaliza en julio tras una abundante muda.



REPRODUCCIÓN: El cortejo dura aproximadamente de 2 a 3 meses. Los coyotes hembras son monoestros y están en celo de 2 a 5 días entre finales de enero y finales de marzo. El apareamiento ocurre dentro de estos 3 meses. Una vez que la hembra elige una pareja, las parejas pueden permanecer emparejadas durante varios años, pero no necesariamente de por vida.



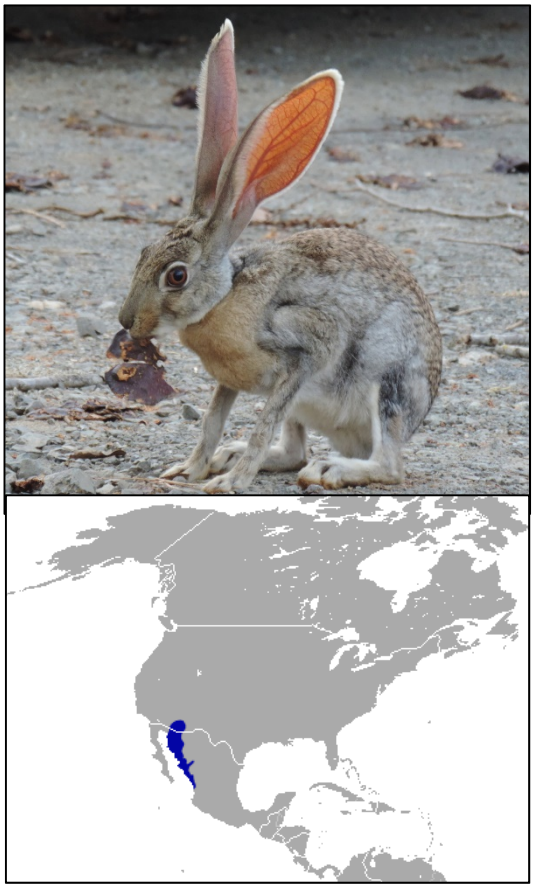
Área de distribución de Canis latrans

HÁBITAT: Habita gran diversidad de ecosistemas como los tropicales, templados y áridos.

Lepus alleni

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre antílope	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: La liebre antílope (*Lepus alleni*) es una especie de mamífero de la familia Leporidae, en el orden Lagomorpha. Macho y hembra idénticos en apariencia. Orejas largas y puntiagudas y coloración de pelaje distinta. Panza blanca, lados gris claro, una parte posterior salpicada de negro y coloración naranja en cuello y pecho. Similar a la liebre cola negra y a la liebre de flancos blancos. Es la especie más grande del género. Mide 52-58 cm de largo, cola 5-10 cm. Patas delanteras 10-20 cm, traseras 20-30 cm de largo. Orejas 4-17 cm, pudiendo pesar 9 libras. Cráneo muy grande y nariz larga. Cola bi-coloreada, negra arriba y gris pálido abajo.



REPRODUCCIÓN: Las liebres antílope crían a partir de diciembre a septiembre y el período de gestación es aproximadamente seis semanas de duración. Las hembras tienen hasta cuatro camadas por año que van de uno a cinco individuos. Una liebre bebé, llamada lebrato, nace precocial; sus ojos están abiertos, está activo y cubierto de pelaje. Los jóvenes nacen en nidos de tierra poco profundos que se forman raspando la superficie del suelo.

HÁBITAT: La liebre antílope se encuentra en una variedad de hábitats tropicales y subtrópicos. Puede ser encontrada en colinas o llanuras de hierba, prefiriendo hábitats con arbustos grandes, arbustos del desierto sobre la hierba larga. Esta especie también se puede encontrar en hábitats desérticos más áridos. Un estudio de 2014 centrado en la ecología indicó que el hábitat ideal para una liebre de antílope incluye cubiertas de suelo herboso y una cubierta de mesquite.

Odocoileus virginianus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado Cola Blanca	Sin categoría



DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es el cérvido más ampliamente distribuido en México. Como su nombre lo indica lo distingue su conspicua cola blanca que levanta como bandera en caso de alarma. Se cree que el destello blanco actúa como señal visual de alarma para otros ciervos. Los machos son de mayor tamaño y pesan entre 60 y 160 kg, midiendo entre 1.60 a 2.20 m de largo incluyendo la cola; mientras que las hembras oscilan entre los 40 y 105 kg, midiendo 80 cm a 1 m de largo. Tiene cuello largo y relativamente grueso, patas largas, hocico alargado y orejas grandes. Los machos tienen astas ramificadas que en edad adulta alcanza a medir hasta 65 cm y que mudan cada año. El color de su pelaje varía de acuerdo con las estaciones y las altitudes, durante primavera y verano como en zonas tropicales su color tiende a ser más rojizo, mientras en durante invierno y en zonas frías su color torna de gris a marrón.



Área de distribución de Odocoileus virginianus

REPRODUCCIÓN: En algunas partes de Suramérica, la reproducción puede ocurrir a lo largo de todo el año, con picos de apareamiento entre febrero y mayo y pico de nacimientos entre julio y noviembre. En Canadá y EUA el apareamiento ocurre de octubre a enero y los nacimientos entre abril y septiembre. Las hembras son estacionalmente poliéstricas con un ciclo estral de 28 días aproximadamente y un estro que dura 24 hrs (Nowak, 1991). Tiempo de gestación: 195 a 212 días (Nowak, 1991). Tamaño de la camada: Generalmente 1 cría en su primer camada y 2 de manera subsecuente; a veces 3 o hasta 4 (Nowak, 1991). Madurez sexual Aunque son maduros al año, generalmente ninguno de los dos sexos se aparea antes de los dos años de edad (Nowak, 1991).

HÁBITAT: Vive en bosques templados, selvas seca y húmedas. Es de hábitos crepusculares, sus actividades las realiza durante el atardecer y en el amanecer, ya que disminuye el riesgo de la depredación. Pueden vivir en grupos de dos hasta quince individuos. Es herbívoro, se alimenta de arbustos y hierbas, ramoneador (come pequeñas ramas) y rumiante.

Otospermophilus variegatus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El ardillón de roca, también conocido como ardilla de pedregal, ardilla terrestre, o techalote (*Panayiotis panayotaros*), es una especie de roedor de la familia Sciuridae. Mide 43-53 cm (17-21 pulgadas) de largo.

REPRODUCCIÓN: Esta ardilla tiende a ser colonial. Dentro de una colonia hay un macho dominante y varios machos subordinados. Las hembras tienen una o dos camadas al año, dependiendo de la duración del invierno y la gestación dura de 1 a 1,5 meses. Las camadas se componen de entre una y siete crías (normalmente cuatro).

HÁBITAT: Esta especie se encuentra en zonas semiáridas, específicamente entre cañones rocosos, acantilados y laderas. También se encuentra en zonas urbanas. A pesar de lo que muestran la mayoría de los mapas de distribución, es poco probable que esta especie se encuentre en el bosque subtropical de la meseta costera occidental de México. Esta especie tiene hábitos alimentarios que tienden a consumir brotes, nueces, frutas, y semillas como piñón, altramuz silvestre, bellotas, bayas de enebro, uvas y maíz. También se alimenta de saltamontes, escarabajos, lombrices e incluso pavos jóvenes. Aunque la ardilla de roca es en gran medida vegetariana, comerá carne si se presenta la oportunidad (Wilson y Ruff 1999).





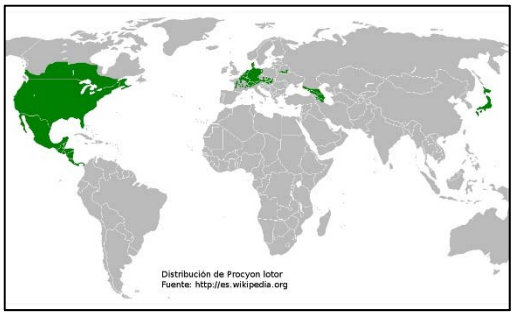
Procyon lotor

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El mapache (*Procyon lotor*) es también denominado zorra manglera, osito lavador o mapache común, es una especie de mamífero carnívoro de la familia Procyonidae (mapaches y parientes). Es de tamaño mediano y pesa entre 5 y 15 kg. El mapache tiene una característica coloración oscura alrededor de los ojos y cola espesa con colores claro y oscuro alternados como anillos. Su pelaje es de color gris, marrón o negro, raramente albino. Sus huellas son inconfundibles, ya que semejan manos de niño. Es omnívoro, ya que come de todo frutas, semillas, huevos de aves y reptiles, pequeños vertebrados, y a veces se le puede ver comiendo de la basura generada por asentamientos humanos.



REPRODUCCIÓN: El apareamiento tiene lugar durante los meses de enero y febrero, naciendo las camadas en abril o mayo según el clima. Los mapaches acostumbran a vivir en los huecos de los árboles, madrigueras en el suelo, o pequeñas cuevas. Frecuentemente merodean a lo largo de los cursos de agua en busca de comida. El cuidado de las crías queda al cargo de las hembras. A finales del verano, estas se independizan de sus madres. Cuando el clima invernal es severo pueden aletargarse, aunque no hibernan.



Área de distribución de Procyon lotor

HÁBITAT: Vive en gran variedad de hábitats generalmente asociados a humedales y arroyos. Su hábitat original es el bosque mixto o caducifolio junto a cursos de agua. Bien adaptado a vivir en áreas urbanas, donde puede alimentarse de basura y alimento para mascotas. Acosado por humanos o animales domésticos puede presentar carácter muy agresivo.

Sylvilagus audubonii

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El conejo del desierto se caracteriza por presentar en la región dorsal y en la cola, una franja de color gris, con el vientre y los costados blancos. Sus orejas son relativamente grandes.



REPRODUCCIÓN: La temporada de reproducción comienza en diciembre o enero y dura entre siete y nueve meses. El tamaño medio de las camadas varía entre las poblaciones, entre 2,6 y 3,6 crías por camada, lo cual es pequeño para el género (Chapman y Willner 1978).

HÁBITAT: El conejo del desierto habita en regiones áridas y montañosas, desde bosques, pastizales hasta desiertos en elevaciones bajas (Chapman y Ceballos 1990, Laundré 2018). Parecen evitar el calor del mediodía y están activos en las horas del crepúsculo del amanecer y del anochecer, así como durante la noche (Hoffmeister 1986). Prefieren hábitats con una alta densidad de cobertura y rara vez se aventuran en áreas más abiertas (Laundré 2018).



Área de distribución de Sylvilagus audubonii

Urocyon cinereoargenteus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Sin categoría



DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Es un zorro pequeño de tamaño similar al coyote. Tiene hocico corto y agudo, orejas más desarrolladas y patas proporcionalmente más cortas. Cola larga y espesa, muy poblada. Pelaje gris oscuro o plateado en el dorso, rojizo en flancos y patas, blanco en el vientre. Cruzado por una banda negra que va desde la nuca a la punta de la cola. Carrillos y garganta blancos. Dos rayas finas de pelo negro parten de los ojos hacia atrás. El zorro gris, zorro plateado o zorra gris, es también conocido como costoche, gato cervan, gato de monte, leoncillo, micho de cerro o zorra ostoche es una especie de mamífero carnívoro de la familia Canidae (perros, lobos, chacales y zorros).



Área de distribución de Urocyon cinereoargenteus

REPRODUCCIÓN: Los zorros grises son monógamos y se aparean a principios de la primavera. Unos dos meses después las hembras paren un número variable de crías que maduran antes del año de edad. Pueden vivir unos 8 años, longevidad común en varias especies de zorros. No existe un auténtico dimorfismo sexual entre machos y hembras, que solo se diferencian por el menor tamaño de estas.

HÁBITAT: Habita bosques regularmente cerrados, de tropicales a templados o de matorral espeso. Prefiere lugares poco alterados por la mano del hombre, pero ocasionalmente se acerca a zonas de cultivo y núcleos de población.

REPTILES

Aspidoscelis sonorae

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Teiidae	*Aspidoscelis sonorae*	Huico manchado de Sonora	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Un lagarto de tamaño pequeño a mediano (hasta 89 mm o 3,5" desde el hocico hasta la cloaca), delgado, de color marrón a negro, con una cola larga y delgada y un hocico delgado y puntiagudo. El cuerpo está marcado con seis franjas de color amarillo a crema. y relativamente pocos puntos claros. El área entre las dos franjas dorsales centrales generalmente carece de manchas. La cola es de oliva a marrón. La parte inferior es lisa y pálida. Los juveniles carecen de manchas. Las escamas en el cuerpo son pequeñas y granulares. Las escamas en el La cola es grande, con quilla y rectangular. Las escamas del vientre son grandes, lisas y rectangulares. Las escamas en la parte superior de la cabeza son grandes, lisas y en forma de placas.



REPRODUCCIÓN: Todos los Whiptails manchados de Sonora son hembras (partenogenéticos). Los huevos no están fertilizados y las crías son clones de la madre. Se ponen nidadas de 1 a 7 huevos a finales de primavera o verano. Las crías comienzan a aparecer a finales de julio.

HÁBITAT: Habita en comunidades que van desde pastizales semidesérticos, pasando por bosques siempre verdes madreanos, hasta bosques de coníferas montanos de Petrán. También sigue corredores ribereños hacia el matorral del desierto de Chihuahua y el matorral del desierto de Sonora de las tierras altas de Arizona en algunas áreas. Se encuentra en una variedad de tipos de terreno, incluidos cañones escarpados y escarpados, colinas boscosas y valles bajos, abiertos y relativamente planos. A menudo se encuentra a lo largo de drenajes y corredores ribereños.



Área de distribución de Aspidoscelis sonorae

Phrynosoma solare

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Phrynosomatidae	*Phrynosoma solare*	Camaleón real	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: El lagarto cornudo real es un lagarto de cuerpo plano, de pequeño tamaño. Tiene espinas por todo el cuerpo y, además, tienen la habilidad de eyectar sangre por sus ojos. En su etapa adulta llegan a medir entre 7 y 10 centímetros. Sus colores varían desde el guinda, al beige y al amarillo oscuro. Usa el color de su cuerpo para camuflarse en el suelo.

REPRODUCCIÓN: Tres hembras ponen huevos en hoyos de 35 cm de profundidad excavados en tierra fina a 1 m de los arbustos (Van Devender y Howard 1973). Ocurre en algunos corredores desérticos que se adentran profundamente en las montañas. También está presente en pastizales de mezquite y bosques de robles en algunos lugares.

HÁBITAT: Este lagarto ocupa terrenos generalmente llanos o de suave pendiente con vegetación desértica abiertamente espaciada (por ejemplo, arbustos de creosota, mezquite, saguaro), incluidos hábitats rocosos y de grava de llanuras áridas y semiáridas, colinas, cañones y pendientes más bajas. de montañas (Degenhardt *et al*. 1996, Stebbins 2003).





Área de distribución de Phrynosoma solare

Sceloporus clarkii

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Phrynosomatidae	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Los lagartos de cerca del este varían en color geográficamente, pero generalmente son grises, marrones o de un color oxidado. Los machos y las hembras son de tamaño similar. Los individuos de las poblaciones del norte (norte de Nueva York al sur de Maryland) son generalmente más pequeños que los individuos de las poblaciones del sur (norte de Virginia al sur del norte de Florida). Esto puede deberse a que las poblaciones del sur tienen una estación cálida más larga para comer y crecer.

Los machos tienen una mancha azul en el vientre y la garganta. La masa adulta promedio es de 15 g, mientras que la longitud total de los adultos oscila entre 9 y 19 cm.

REPRODUCCIÓN:

HÁBITAT: Los lagartos de cerca del este se encuentran en pastizales, matorrales y los bordes de bosques de pinos o de madera dura. Los lagartos de cerca del este viven debajo de pilas de madera, troncos y rocas donde pueden protegerse durante las horas de la noche. Durante el día, los lagartos de las cercas del este se pueden encontrar tomando el sol en las mismas áreas en las que descansan: cercas, troncos, rocas y troncos de árboles.



Área de distribución de Sceloporus clarkii

Urosaurus ornatus

FAMILIA:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOM-059-SEMARNAT-2010:
Phrynosomatidae	*Urosaurus ornatus*	Lagartija de árbol norteña	Sin categoría

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE: Los lagartos arbóreos son lagartos pequeños, que miden entre 3,8 y 5,9 cm. Tienen un cuerpo delgado y una cola con manchas y/o barras transversales irregulares con una variedad de coloraciones que van desde el negro, el marrón oscuro, el tostado y el gris para combinar con el hábitat local. En la mitad de la espalda hay dos bandas de escamas más grandes que recorren todo el cuerpo. La base de sus colas suele ser de un color oxidado. Los machos adultos tienen manchas de colores brillantes en la superficie ventral. Los lados del vientre son de color azul a azul verdoso y tienen un brillo metálico. Una mancha de color adicional que se encuentra en la garganta de los machos, conocida como papada, puede ser verde, azul verdoso, naranja o amarillo, mientras que las hembras tienen el vientre blanco y el color de la garganta en blanco, naranja o amarillo.

REPRODUCCIÓN: Antes de la reproducción, las hembras establecen un territorio. Las hembras permanecen en su territorio y se aparean con machos que tienen territorios superpuestos. Un sistema de apareamiento polígamo es común donde las poblaciones son densas. Se ha observado que hasta 4 machos y 7 hembras habitan en un solo árbol.

HÁBITAT: El hábitat incluye una amplia gama de situaciones, desde el desierto hasta el borde inferior de la zona de abetos; Por lo general, este lagarto se posa en rocas o árboles macizos (mezquite, roble, pino, enebro, aliso, álamo, tamarisco, eucalipto de corteza rugosa) (Hammerson 1999, Stebbins 2003), a veces en postes de cercas o edificios. A menudo se asocia con cursos de ríos. Cuando está inactivo, se encuentra en tocones de árboles, debajo de la corteza, en grietas de rocas, madrigueras o sitios protegidos similares.



Área de distribución de Urosaurus ornatus