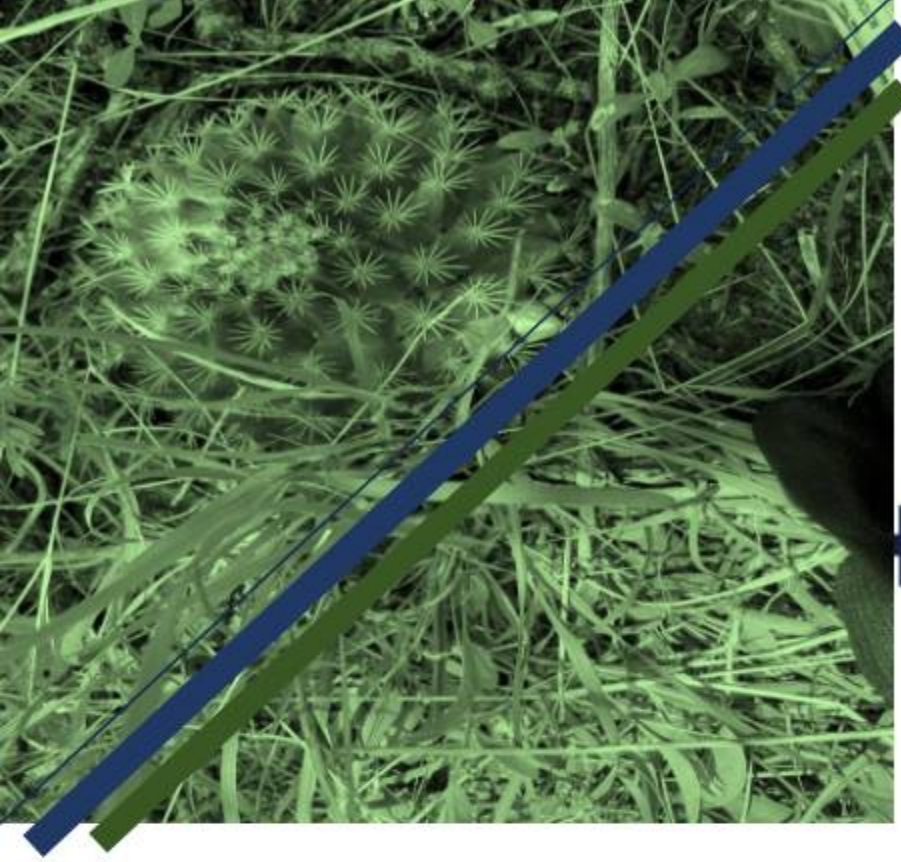


HELIOSTAR
SAN AGUSTÍN

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular

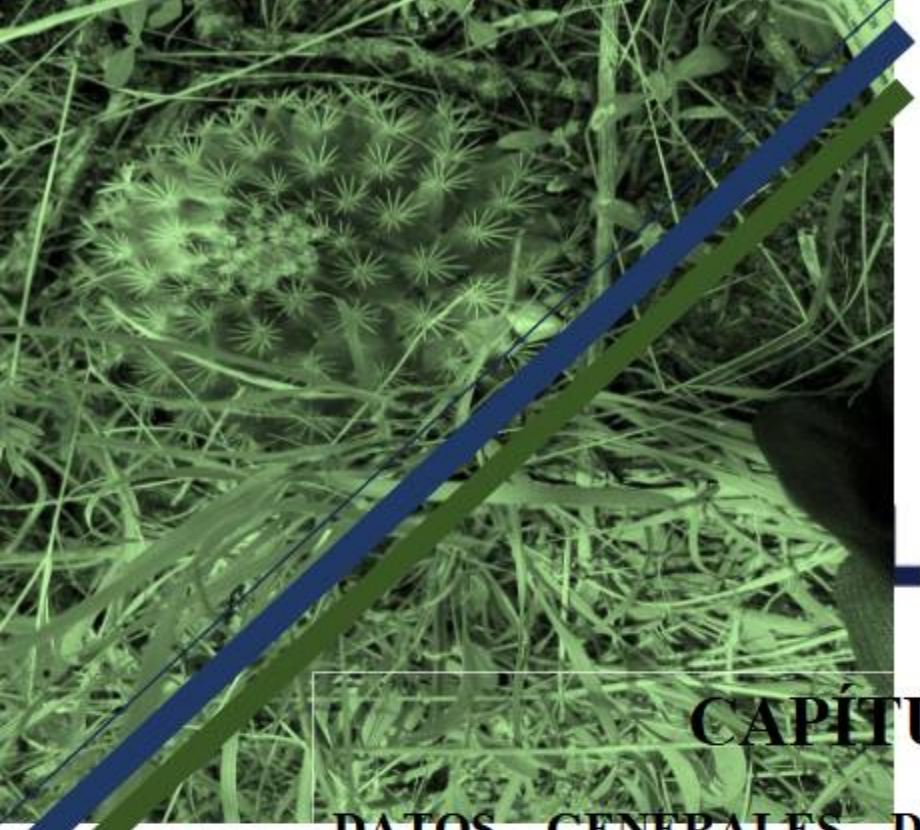
Proyecto "Potrero la Mesa"

Unidad Minera San Agustín



CIMA
CONSULTORES

Septiembre 2026



LIOSTAR
SAN AGUSTÍN

CAPÍTULO I.

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



Septiembre 2026

ÍNDICE

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 1

I.1 Nombre del proyecto. 1

I.2 Promovente. 1

I.2.1 Razón social. 1

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 1

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. 1

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 1

I.3.1 Nombre o razón social. 1

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 1

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 1

I.3.4 Colaboradores. 1

I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio 2

I.4 Ubicación del proyecto. 3

I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias. 5

I.5.1 Antecedentes. 5

I.5.2 Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 9

I.5.3 Indicar las obras temporales previstas 16

I.6 Costos. 16

I.7 Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo). 19

I.8 Descripción de actividades. 22

I.9 Selección del sitio. 33

I.9.2 Dimensiones del proyecto. 42

I.9.3 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias. 43

I.9.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 43

I.10 Generación, manejo y disposición de residuos. 44

I.10.1 Residuos sólidos urbanos. 44

I.10.2 Residuos mineros. 45

I.10.3 Residuos peligrosos. 45

I.10.4 Residuos de manejo especial. 45
I.10.5 Otras fuentes de daños..... 47
I.11 Resumen de características del proyecto. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Ubicación general del proyecto 3
Figura I.2 Vías de acceso 4
Figura I.3 Titulo vigente de la concesión minera 5
Figura I.4 Polígonos autorizados en materia de impacto ambiental inherentes al proyecto 7
Figura I.5 Polígonos autorizados en materia de cambio de uso de suelo inherentes al proyecto 8
Figura I.6 Plan de minado para las etapas 1, 2 y 3 (izq.), 4 y 5 (der.) 11
Figura I.7 Plan de minado para las etapas 6, 7 (izq.), 8, 9 y 10 (der.) 11
Figura I.8 Diseño final del minado superficial 12
Figura I.9 Diagrama de flujo de operación del proyecto 29
Figura I.10 Carta geológica minera..... 34
Figura I.11 Consulta del título de concesión de agua REPDA 41
Figura I.12 Áreas solicitadas 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Superficie autorizada en CUSTF respecto al proyecto 8
Tabla I.2 Inversión social directa 2025 -2026 del Potrero la Mesa..... 17
Tabla I.3 Aportaciones fiscales directas 2025-2026 del Potrero la Mesa..... 18
Tabla I.4 Programa general de trabajo 21
Tabla I.5 Listado de especies normadas del Área del proyecto (AP)..... 24
Tabla I.6 Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área del proyecto 24
Tabla I.7 Programa de Mantenimiento. 31
Tabla I.8 Nombre y superficie de los usos del proyecto. 42
Tabla I.9 Tipo de residuo a generar por etapa. 46
Tabla I.10 Tabla resumen de características del proyecto. 48
Tabla I.11 Superficies generales del proyecto. 48

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica I. 1 Inversión social 2025-2025 del proyecto Potrero la Mesa. 18
Gráfica I. 2 Aportaciones fiscales 2025-2026 del proyecto Potrero la Mesa. 19
Gráfica I. 3 Indicadores CONEVAL / INEGI del municipio de San Juan del Rio. 37
Gráfica I. 4 Inversión en comunidades en el año 2025 39

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

I.1 Nombre del proyecto.

El presente proyecto se denomina **Proyecto "Potrero la Mesa".**

I.2 Promovente.

La documentación legal se encuentra dentro del **Anexo 1 Documentación legal**, la cual contiene el acta constitutiva de la empresa, poder e INE del representante legal.

I.2.1 Razón social.

MINERA REAL DEL ORO S.A. DE C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social.

Consultores Interdisciplinarios en Medio Ambiente S.C., (CIMA, S.C.)

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

I.3.4 Colaboradores.

Ing. Diego Abel Rivera Oloño

I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio

Dirección. Calle Nazas No. 607, Colonia Valle del Guadiana, CP 34270. Durango, Dgo. México.

Teléfono celular.

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

_____

Ph. D. Víctor Manuel Aguilar Soto

Responsable técnico del estudio

I.4 Ubicación del proyecto.

Proyecto "**Potrero la Mesa**" se encuentra ubicado en el municipio de San Juan del Rio en el estado de Durango. Tiene una extensión territorial de 1,279 kilómetros cuadrados que representan el 1.06 % del territorio estatal. Este municipio limita al norte con el municipio de Rodeo, al noreste con el municipio de Nazas, el este con el municipio de Peñón Blanco, al sureste con el municipio de Pánuco de Coronado, al suroeste con el municipio de Canatlán y al oeste con el municipio de Coneto de Comonfort.

El terreno donde se encuentra ubicado el proyecto corresponde a un predio rustico denominado "Potrero la Mesa, la promovente cuenta con su posesión legal acreditada mediante contrato de ocupación temporal con opción a compra (**Anexo 1 Documentación legal)**.



Figura I.1 Ubicación general del proyecto

El proyecto se localiza a una distancia de 95 kilómetros desde la ciudad Durango que es la capital del estado de Durango. Para acceder al sitio desde la ciudad de Durango; se realiza tomando la Carretera Federal 45 durante 84 kilómetros hasta la localidad Diez de Octubre, posteriormente se toma la Carretera durante 5 kilómetros hasta la localidad de San Agustín de Ocampo, para posteriormente tomar un camino de terracería por 8 kilómetros hasta llegar al proyecto.



Figura I.2 Vías de acceso

La promovente para el desarrollo de actividades mineras cuenta con la autorización correspondientes efectuada en la Dirección General de Minas, que pertenece a la Secretaría de Economía[1]. La concesión minera en mención se denomina "**SAN AGUSTÍN 1**" y fue resuelta con el número de título **219825**, ubicada en el Municipio de San Juan del Río, Estado de Durango, bajo el acta 45 del volumen 35 del Libro de Actos, Contratos y Convenios Mineros, inscrita a favor de MINERA REAL DEL ORO, S.A. DE C.V. al 100%, concesión que aparece **VIGENTE** por el término del 22 de abril de 2003 al 21 de abril de 2053 tiempo que supera con creces el tiempo solicitado en el presente estudio. Dicha concesión se presenta en la siguiente figura, así mismo dentro del **Anexo 2 - Concesión minera**, se incluye la copia certificada del título de concesión.

[1] https://tarjetarpm.economia.gob.mx/tarjeta.mineria/


DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS

ECONOMÍA

Datos del Título :

Título: 219625 Nombre del Lote : SAN AGUSTIN 4 TITULO VIGENTE

Datos generales de la Concesión :

Expediente : 025/31018
Fecha de Solicitud : lunes, 15 de diciembre, de 2002
Tipo de Concesión : TITULO DE EXPLORACION MINERA
Superficie : 203.0000 Has.
Ubicación : SAN JUAN DEL RIO, DURANGO
Sustituye al :
Subdirección : DURANGO, DURANGO

Datos del Registro Público de Minería

Fecha de Expedición : lunes, 21 de abril, de 2003
Vigencia del : martes, 22 de abril, de 2003
Al : lunes, 21 de abril, de 2053
Duración : 50 Años
Libro : CONCE.MIN.
Volumen : 336
Foja : 143 Acta : 285

Concesionario(s) Original(es) : Participación (%)
SILVER STANDARD MEXICO, S.A. DE C.V. 100.00

Concesionario(s) Actual(es) : Participación (%)
MINERA REAL DEL ORO, S.A. DE C.V. 100.00

Actos, Contratos y Convenios que afectan al Título :

Identificador : 201609RPM14475 Expediente : 554/2016 Fecha de Registro : 30/09/2016
Tipo de Acto : CONTRATO DE PRENDA SIN TRANSMISION DE POSESION % Afectación : 100.00
Partes : MINERA REAL DEL ORO, S.A. DE C.V.
BANK OF MONTREAL (NO REGISTRO)
Inscripción : Libro : 129 Volumen : 30 Foja : 77 Acta : 123

Figura I.3 Titulo vigente de la concesión minera

I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias.

I.5.1 Antecedentes.

El proyecto minero de San Agustín, actualmente se encuentra en operaciones, para ello cuenta con diferentes autorizaciones en materia de impacto ambiental para desarrollar sus actividades: siendo la principal la denominada "Proyecto para la explotación y el beneficio de minerales metálicos San Agustín" con fecha del 19 de enero del 2016 emitido bajo Oficio **No. SG/130.2.1.1/0018/16**, con una superficie total de 607.9138 hectáreas. Este proyecto fue posteriormente modificado en tres (3) ocasiones bajo los siguientes resolutivos SG/130.2.1.1/1542/16, SG/130.2.1.1/0964/21 y OR-130/GA-ira/0012/2024.

Adicionalmente, la unidad minera cuenta con (tres) 3 autorizaciones, que son: el proyecto Tepetatera Norte San Agustín (SGPA/DGIRA/DC/07299); Línea de conducción de agua para la Unidad Minera San Agustín (SG/130.2.1.1/1746/20); y Ampliación de la Unidad Minera San Agustín (SGPA/DGIRA/DG-01625-23). Dichas autorizaciones han permitido el desarrollo de sus actividades en apego a la normatividad vigente.

De acuerdo con el contexto de las áreas autorizadas en materia de impacto ambiental, el presente proyecto que se somete a evaluación se ubica dentro del "Proyecto para la explotación y el beneficio de minerales metálicos San Agustín" el cual cuenta con resolutivo autorizado (**No. SG/130.2.1.1/0018/16).** Cabe señalar que, en dicho resolutivo para el área de interés actual, está autorizado como área de maniobras del minado y en menor proporción pozos de producción y canal para tubería de agua.

Por lo tanto, el interés actual surge a partir actividades de exploración minera que identificaron reservas de oro y plata en la zona susceptibles para su extracción y beneficio. Por ello, este estudio

plantea someter a evaluación un nuevo uso sobre áreas previamente autorizadas, proponiendo la continuidad del minado superficial que en el mismo resolutivo está autorizado contiguo al área de interés.

El sustento legal, se basa en que los impactos que implica el nuevo uso difieren de los evaluados en el resolutivo original, en virtud y debido a la magnitud y naturaleza de la nueva actividad, se determinó necesaria la elaboración de una nueva Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cual se presenta en este estudio con el propósito de exponer los impactos previstos y las medidas de prevención, mitigación y restauración correspondientes para su valoración por la autoridad competente.

Por tanto, se detalla que las obras y actividades que se pretenden desarrollar presentan características, dimensiones, alcances operativos y condiciones de ejecución distintas a las que fueron evaluadas, analizadas y autorizadas mediante el resolutivo original.

En consecuencia, los impactos ambientales potenciales asociados al nuevo uso/obra propuesta difieren de los previamente evaluados, tanto en su naturaleza como en su magnitud, generando escenarios ambientales que no fueron considerados durante el procedimiento de evaluación ambiental anteriormente.

Asimismo, se identificó que las modificaciones planteadas pueden ocasionar nuevas interacciones entre el proyecto y los componentes ambientales presentes en el área de influencia, incluyendo elementos del medio físico, biótico y socioeconómico, las cuales requieren ser analizadas de manera integral y actualizada para determinar su viabilidad ambiental y establecer las medidas de manejo adecuadas.

En este sentido y atendiendo la legislación ambiental aplicable, se consideró necesaria la elaboración de una nueva Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), con la finalidad de proporcionar a la autoridad correspondiente información técnica suficiente, actualizada y específica respecto de las condiciones actuales del proyecto, bajo el entorno en el que se desarrollará y de los efectos ambientales derivados de su ejecución.

En este contexto, la elaboración de este estudio permite identificar, describir, caracterizar y evaluar los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse durante las distintas etapas del proyecto, así como definir las medidas de prevención, mitigación, compensación, seguimiento y, en su caso, restauración ambiental necesarias para evitar, reducir o corregir los efectos adversos que pudieran presentarse sobre los recursos naturales y los ecosistemas presentes en el área de influencia.

En la siguiente figura se presenta la ubicación geográfica tanto de las áreas con autorización previa en tono naranja y el área de interés propuesta para evaluación de MIA en contorno rojo.

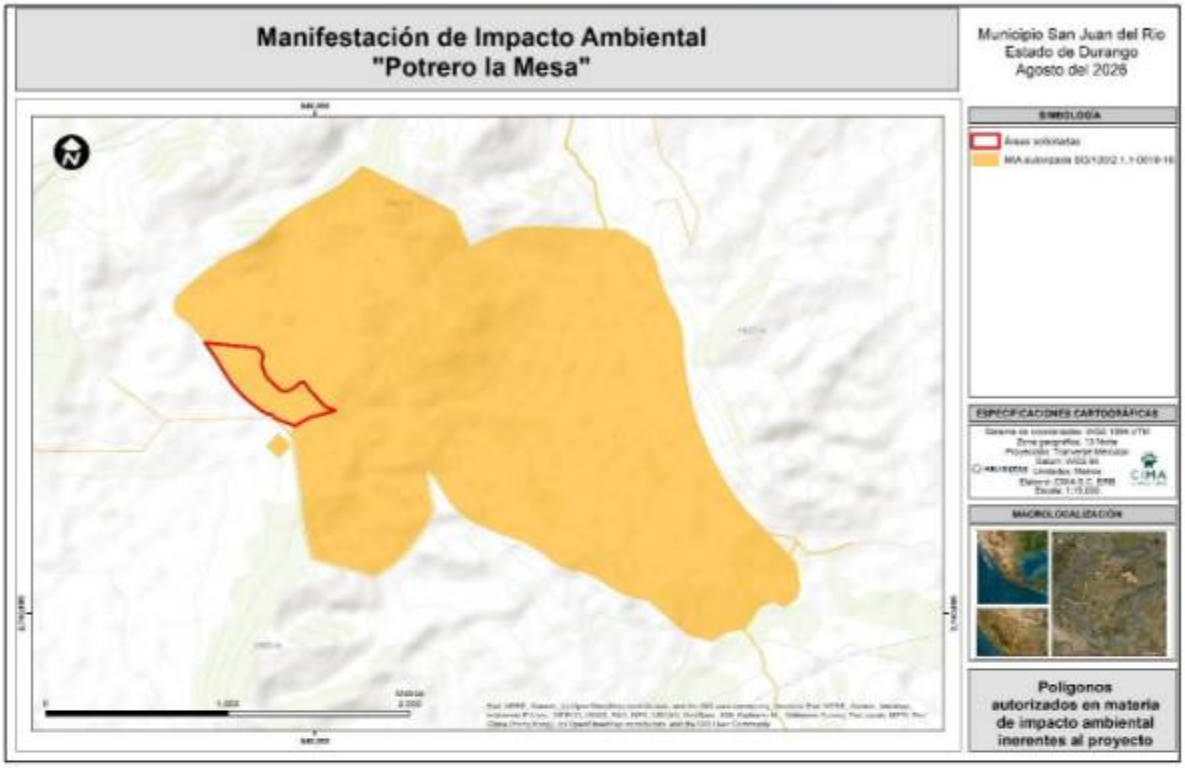


Figura I.4 Polígonos autorizados en materia de impacto ambiental inherentes al proyecto

Por otro lado, en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se cuentan con tres resolutivos autorizados de manera favorable para la unidad minera de San Agustín, mismas que están vigentes: el primero denominado "Proyecto para explotación y el beneficio de minerales San Agustín" (**SG/130.2.2/001944/16**) que ampara una superficie de 319.8132 ha; el segundo denominado "Ampliación unidad minera San Agustín" (**SG/130.2.2/1897/20**) con una superficie de 66.5513 ha; y el tercero "Reducción Potrero La Mesa" con **No. OR-130/GA/1352/2025** el cual tiene una superficie de 19.7764 ha. El proyecto planteado en esta EIA recae dentro de dos autorizaciones de cambio de uso de suelo resueltas de manera favorable y su distribución de presenta en la siguiente figura.

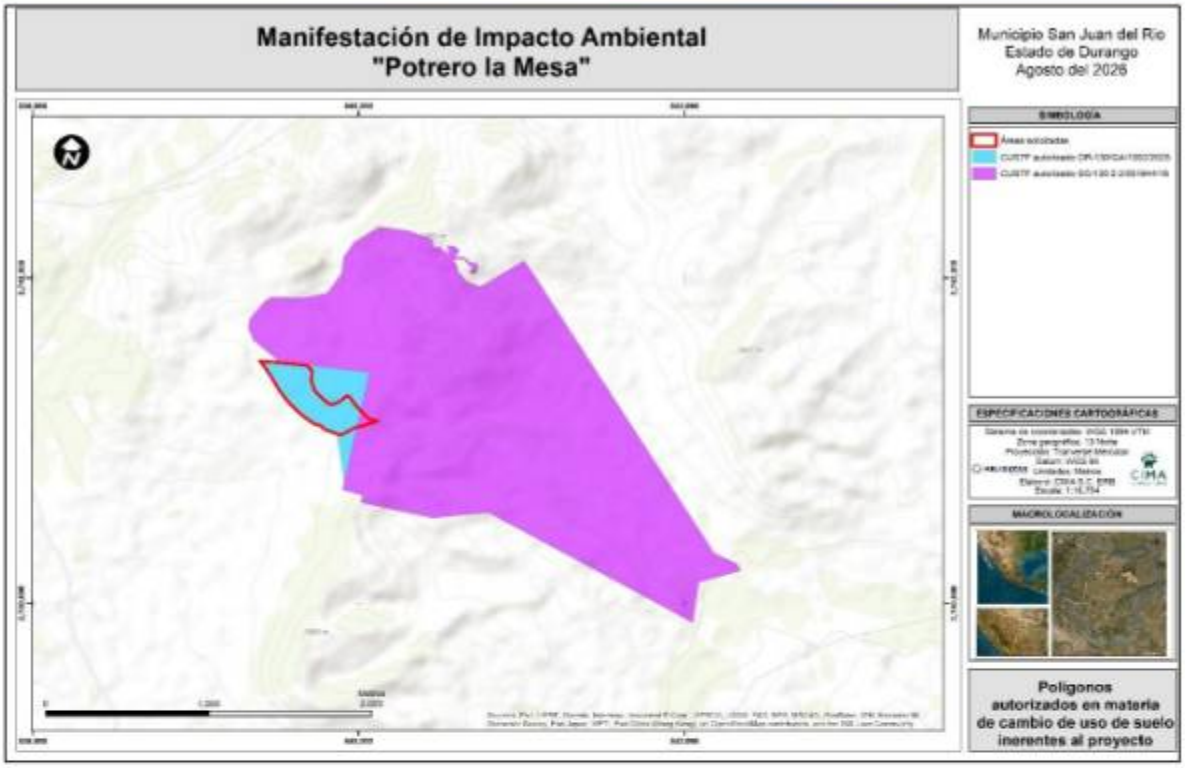


Figura I.5 Polígonos autorizados en materia de cambio de uso de suelo inherentes al proyecto

La empresa MINERA REAL DEL ORO S.A. DE C.V., realiza actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales metálicos reservados a la federación. A la fecha la unidad minera San Agustín se encuentra en operaciones, sin embargo, de acuerdo con los resultados de exploración minera, se detectó la continuidad del yacimiento o veta del minado principal. Dicho aprovechamiento se ejecutará en un área contigua al minado superficial existente y actualmente autorizado en materia de impacto ambiental bajo el resolutivo SG/130.2.2/001944/16 del proyecto "Explotación y el beneficio de minerales San Agustín".

Como se mencionó anteriormente, el área solicitada se encuentra en su totalidad sobre áreas autorizadas en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, que se encuentra específicamente sobre sobre las áreas autorizadas en los resolutivos de los proyectos "Reducción Potrero La Mesa" (SG/130.2.2/001944/16) y "Proyecto para explotación y el beneficio de minerales San Agustín" (OR-130/GA/1352/2025) dicha superficie se distribuye de la siguiente manera.

Tabla I.1 Superficie autorizada en CUSTF respecto al proyecto

Superficie autorizada en CUSTF respecto al proyecto		
Autorización en CUSTF	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
SG/130.2.2/001944/16	0.5343	4.39
OR-130/GA/1352/2025	11.6509	95.61
Total	12.1852	100.00

El área propuesta tiene el objetivo garantizar la continuidad de la extracción y beneficio de minerales, debido a que el área solicitada en su subsuelo contiene minerales metálicos que son de interés económico. La importancia del área se centra en las proyecciones de contenido mineral plenamente identificadas, cuyo potencial es susceptible de aprovechamiento y beneficio desde el punto de vista económico y de productivo.

I.5.2 Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El proyecto propuesto pretende ocupar una superficie total de **12.1852 hectáreas**, dentro de la cual se desarrollarán las obras y actividades necesarias para el aprovechamiento superficial de minerales, conforme al diseño y la secuencia establecidos en el plan de minado.

El proyecto propuesto contempla actividades de extracción y beneficio de minerales metálicos, las cuales se ajustan conforme al Artículo 5°, inciso "L" y "O" del reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de impacto ambiental, requieren autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Dicho artículo establece que deberán someterse a evaluación en materia de impacto ambiental las siguientes obras y actividades establecidas en el inciso L):

I. Explotación de minerales y sustancias reservadas a la Federación, junto con su infraestructura de apoyo.

II. Obras de exploración, con excepción de las prospecciones superficiales y gravimétricas, cuando se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales, y en regiones con vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, fuera de áreas naturales protegidas.

III. Beneficio de minerales y disposición final de residuos en presas de jales, salvo aquellas plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas peligrosas o el relleno hidráulico de obras subterráneas.

En este contexto, el proyecto se ubica dentro de las actividades señaladas en la fracción L, incisos I y II, al contemplar tanto la exploración y explotación de minerales metálicos.

Así mismo, el inciso O), menciona lo siguiente

> 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;

Dicho lo anterior, también el inciso O) del artículo 5to del reglamento le es vinculante al proyecto pretendido. Por lo anterior, se justifica la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, ya que las obras y actividades propuestas se encuentran enlistadas en el artículo 5 del reglamento de la LGEEPA como sujetas a autorización en materia de impacto ambiental.

Reservas Probadas de Mineral

Con base en los modelos geológicos resultantes de las campañas de exploración y el diseño de ingeniería para el minado superficial, el proyecto se ejecutará de forma secuencial y cronológica a través de 10 etapas operativas.

Para el desarrollo de las Etapas 1, 2 y 3, las obras, actividades y frentes de remoción de estéril (tepetate) y mineral se circunscribirán estrictamente dentro de la superficie del polígono solicitada para evaluación en el presente estudio ambiental. No obstante, a partir de la Etapa 4 y hasta la Etapa 10, el diseño de ingeniería minera contempla la interconexión operativa y física con las obras de minado actualmente autorizadas mediante el resolutivo ambiental vigente (**OR-130/GA/1352/2025**). Esta integración de los frentes de explotación responde a una estrategia de optimización para la extracción racional de las reservas minerales de interés, así como a un requerimiento crítico de seguridad industrial y estabilidad geomecánica.

La confluencia entre la superficie evaluada y la autorizada es indispensable para dar continuidad geométrica a los bancos, bermas y rampas de acarreo. Lo anterior permite mitigar riesgos asociados a la inestabilidad de taludes en las zonas de colindancia, unificar los sistemas de drenaje pluvial y garantizar condiciones de trabajo seguras conforme a la normativa minera aplicable.

De mantenerse ambas operaciones separadas por un límite físico artificial, se provocaría la formación de una cuña o "tapón" de roca intermedio con alta verticalidad e inaccesibilidad operativa. Este escenario incrementaría exponencialmente el factor de riesgo por fallas por volteo, deslizamientos de cuñas o desprendimientos de materiales, debido a la concentración de esfuerzos y a la imposibilidad de dar el ángulo de reposo adecuado a los taludes colindantes. Por lo tanto, la unificación secuencial de los frentes de explotación actúa como una medida de mitigación de impactos geológicos. Al eliminar esta discontinuidad, se garantiza la continuidad de las bermas de seguridad y las rampas de transporte, permitiendo la conformación de un talud final geométricamente estable y controlado. Esta acción asegura el cumplimiento de los factores de seguridad requeridos por la ingeniería de minas, minimiza la alteración morfológica desordenada del terreno y previene contingencias operacionales que pudieran comprometer la integridad del entorno biofísico y del personal, en estricto apego a las disposiciones de seguridad minera aplicables así como permitir el cumplimiento de la **NOM-023-STPS-2012**, Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. A continuación, se presentan las etapas operativas del minado superficial.

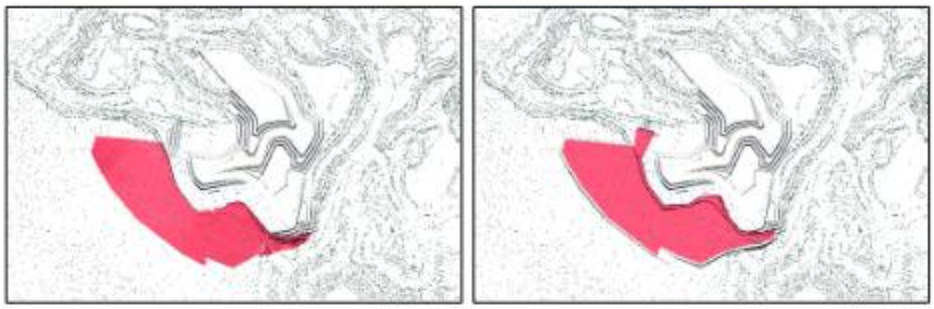


Figura I.6 Plan de minado para las etapas 1, 2 y 3 (izq.), 4 y 5 (der.)

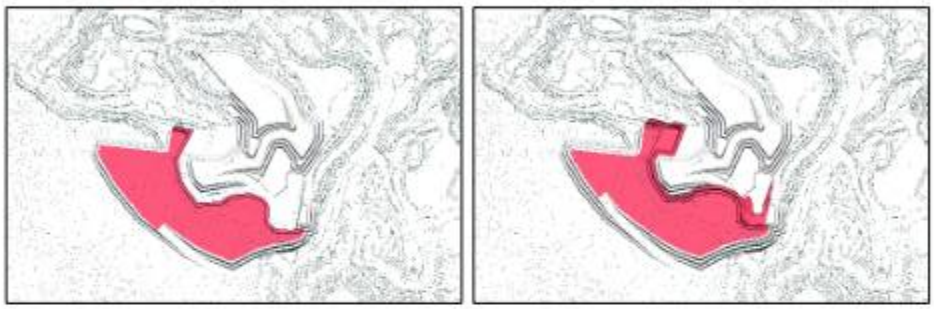


Figura I.7 Plan de minado para las etapas 6, 7 (izq.), 8, 9 y 10 (der.)

I.5.2.1 Aprovechamiento superficial de minerales.

El propósito principal del proyecto es el aprovechamiento de un yacimiento de oro y plata mediante métodos convencionales de explotación minera superficial. Este método resulta adecuado debido a que el depósito mineral se encuentra próximo a la superficie y puede ser aprovechado mediante el desarrollo progresivo de bancos y frentes de explotación.

Este método es ideal para extraer minerales metálicos cuando los yacimientos están cerca de la superficie o a poca profundidad, como ocurre en el área de estudio. Se eligió el minado superficial por su **eficiencia operativa y económica**: permite una mayor tasa de extracción, reduce costos por tonelada, facilita el acceso de maquinaria pesada y puede ser aprovechado mediante el desarrollo progresivo de bancos y frentes de explotación.

Además, simplifica la logística de trituración y transporte del mineral. El proyecto busca maximizar la recuperación de los recursos identificados, manteniendo la seguridad en las actividades y cumpliendo la normativa ambiental; por eso se incorporarán medidas de diseño de taludes, control de polvo, manejo de aguas y rehabilitación progresiva de las áreas intervenidas para minimizar impactos y facilitar la restauración del terreno.

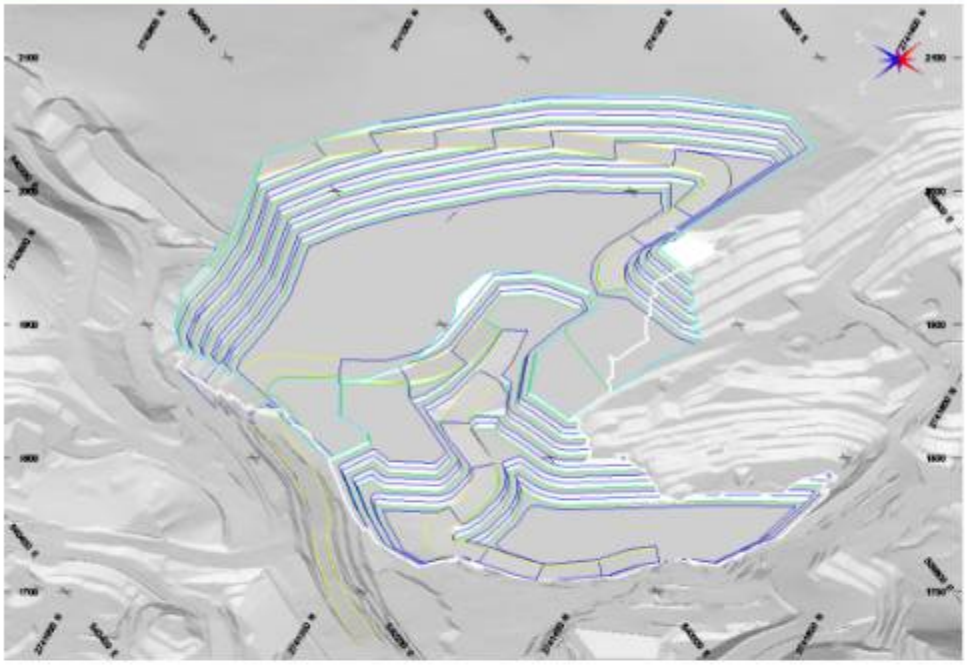


Figura I.8 Diseño final del minado superficial

Las principales etapas y actividades consideradas son las siguientes:

Preparación del sitio.

Previamente al inicio de las actividades de minado se realizará la delimitación y señalización del área de trabajo, así como la liberación ambiental correspondiente. Así mismo, se efectuarán las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, tala controlada, desmonte y despalme exclusivamente dentro de las áreas necesarias para el desarrollo del proyecto. El suelo orgánico recuperado será conservado y manejado en los sitios definidos por la operación para su posterior utilización en actividades de rehabilitación, estabilización y cierre progresivo.

Desarrollo de bancos y frentes de explotación.

Se realizará la conformación progresiva de bancos, rampas, caminos de acarreo, bermas de seguridad y áreas de trabajo, de acuerdo con el diseño geométrico y la secuencia establecidos en el plan de minado. Estas actividades permitirán mantener condiciones adecuadas para la circulación de maquinaria, el desarrollo de los frentes de explotación y el manejo seguro de los materiales.

Perforación y voladura.

Se ejecutarán barrenos con la geometría, profundidad, bordo y espaciamiento definidos en los diseños de perforación y voladura. Posteriormente, se realizará la carga y detonación controlada de explosivos con la finalidad de fragmentar el macizo rocoso y facilitar las actividades subsecuentes de carga y acarreo. Las voladuras se desarrollarán de manera progresiva y bajo los controles operativos, geotécnicos, ambientales y de seguridad aplicables, procurando obtener una fragmentación adecuada y minimizar vibraciones, proyecciones de roca y generación de material sobredimensionado.

Carga y acarreo.

El material fragmentado será cargado mediante excavadoras hidráulicas o equipos de características equivalentes y transportado en camiones fuera de carretera. Durante esta actividad se realizará la diferenciación entre mineral y material estéril, de acuerdo con el control geológico y operativo establecido.

El mineral será trasladado hacia la quebradora primaria para continuar con el proceso de reducción de tamaño y beneficio dentro de las instalaciones existentes de la Unidad Minera San Agustín. Por su parte, el material estéril será transportado hacia las áreas operativas autorizadas o hacia los sitios definidos para el cierre progresivo y la conformación del terreno, conforme al diseño del proyecto y a las medidas de control ambiental aplicables.

Mantenimiento y control operativo.

De manera paralela a las actividades de explotación se efectuarán trabajos permanentes de conformación y mantenimiento de caminos, riego para el control de emisiones de polvo, limpieza y conservación de cunetas, conducción de escurrimientos pluviales, control topográfico, monitoreo geotécnico y supervisión ambiental. Estas actividades permitirán mantener condiciones adecuadas de seguridad, estabilidad y continuidad operativa.

Para el desarrollo del proyecto se prevé el movimiento aproximado de 10.8 millones de toneladas de material total. De este volumen, aproximadamente 6.0 millones de toneladas corresponderán a mineral y 4.8 millones de toneladas a material estéril. El aprovechamiento se realizará progresivamente, conforme al diseño, la secuencia y los ritmos de producción establecidos en el plan de minado.

I.5.2.2 Instalaciones de obras auxiliares y servicios necesarios dentro de las áreas solicitadas.

Para el desarrollo de las actividades de explotación minera será necesario contar con infraestructura auxiliar y servicios de apoyo que permitan garantizar la continuidad operativa, la seguridad del personal y el cumplimiento de las medidas de control ambiental establecidas para el proyecto.

La mayor parte de estos servicios forma parte de la infraestructura existente de la Unidad Minera San Agustín. Dentro de la superficie solicitada se mantendrán o habilitarán únicamente las obras necesarias para apoyar las actividades de aprovechamiento superficial de minerales.

1. **Suministro de Energía Eléctrica.**

La promovente cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, autorizada en materia ambiental mediante la exención con número de resolutivo OR-130/GA/0992/2025, de fecha 8 de julio de 2025.

Dicha autorización comprendió la modificación de la distribución de la línea eléctrica existente. Actualmente, esta infraestructura se encuentra en operación y una sección se localiza dentro de la superficie solicitada para el proyecto "**Potrero la Mesa**", por lo que deberá mantenerse como una obra complementaria necesaria para la continuidad de los servicios de la Unidad Minera San Agustín.

El proyecto no contempla la instalación de una nueva línea eléctrica, sino la permanencia y utilización de la infraestructura previamente autorizada y actualmente en operación.

2. **Caminos y Accesos.**

Para la circulación de equipo pesado, transporte de personal y movimiento de mineral y material estéril se utilizarán los caminos principales y secundarios existentes en la Unidad Minera San Agustín. Asimismo, dentro de la superficie solicitada se habilitarán progresivamente los accesos, rampas y caminos de acarreo necesarios, conforme al diseño y la secuencia establecidos en el plan de minado.

Durante la vida operativa del proyecto se realizarán las siguientes actividades:

- Construcción y habilitación progresiva de caminos, rampas y accesos operativos.
- Conformación y nivelación de las superficies de rodamiento.
- Conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de los caminos.
- Construcción, limpieza y mantenimiento de cunetas y obras de drenaje.
- Control de emisiones de polvo mediante riego periódico.
- Colocación y mantenimiento de señalización preventiva, restrictiva e informativa.
- Control del tránsito interno y mantenimiento de bermas de seguridad.

Estas actividades permitirán conservar condiciones adecuadas para el tránsito seguro de maquinaria y vehículos durante el desarrollo del proyecto.

3. **Obras desviadoras de agua**

Para evitar el ingreso de escurrimientos pluviales hacia los frentes de explotación se construirán, habilitarán o mantendrán obras de desvío y conducción de agua, de acuerdo con la configuración del terreno y el avance del plan de minado.

Estas obras podrán incluir cunetas, canales de desvío, bordos de protección y estructuras para la disipación de energía. Su ubicación y dimensiones se definirán conforme a las condiciones topográficas e hidráulicas del área.

Las obras desviadoras tendrán las siguientes funciones:

- Interceptar y conducir de manera controlada los escurrimientos superficiales provenientes de las zonas ubicadas aguas arriba.
- Evitar la acumulación de agua dentro de los frentes y áreas de explotación.
- Disminuir la infiltración y saturación de los taludes y bancos de trabajo.
- Reducir el riesgo de erosión, inestabilidad, deslizamientos o caída de material.
- Proteger los caminos, rampas, equipos y demás áreas operativas.
- Reducir la cantidad de agua que pudiera requerir extracción mediante bombeo.
- Conducir los escurrimientos hacia puntos de descarga seguros, evitando afectaciones en las áreas circundantes.
- Seguridad industrial al personal de la empresa y contratistas

El suministro y la distribución del agua se realizarán mediante camiones cisterna y, cuando resulte aplicable, a través de la infraestructura hidráulica existente dentro de la Unidad Minera San Agustín. Para el control de polvo se contempla la utilización de una pipa con capacidad aproximada de 20,000 litros o de equipo con características equivalentes.

Las cunetas, canales y estructuras de drenaje serán inspeccionados y recibirán mantenimiento periódico, particularmente antes y durante la temporada de lluvias. También se realizarán trabajos de limpieza, retiro de sedimentos, rehabilitación de zonas erosionadas y mantenimiento correctivo después de eventos extraordinarios de precipitación.

4. Sistema de Abastecimiento de Agua

El proyecto contará con un sistema de abastecimiento de agua destinado principalmente a las siguientes actividades:

- Riego de caminos, rampas y áreas operativas para el control de emisiones de polvo.
- Actividades de mantenimiento y limpieza.
- Servicios generales de apoyo a la operación.
- Atención de emergencias y contingencias operativas.
- Apoyo para el mantenimiento de obras de control ambiental.

El suministro y la distribución del agua se realizarán mediante camiones cisterna y, cuando resulte aplicable, a través de la infraestructura hidráulica existente dentro de la Unidad Minera San Agustín. Para el control de polvo se contempla la utilización de una pipa con capacidad aproximada de 20,000 litros o de equipo con características equivalentes.

La infraestructura auxiliar y los servicios descritos se utilizarán durante la vida operativa del proyecto y recibirán mantenimiento preventivo y correctivo, con la finalidad de conservar condiciones adecuadas de seguridad, productividad y protección ambiental conforme a las disposiciones aplicables.

5. Exploración.

En toda operación minera la exploración es una actividad básica y pionera, que prepara el camino y guía por donde seguir, debe ser de manera continua y ordenada por lo que es constante antes y durante las etapas de minado. La exploración permite definir un cuerpo mineralizado, cuantificarlo y definir su viabilidad económica, la exploración con obra directa, en este caso barrenos de diamante o de Circulación Inversa, permiten obtener datos de suma importancia, tanto para cuantificación del potencial minero, convertirlo en reservas probadas como para la obtención de datos estructurales, toma de pruebas para metalurgia y análisis de densidad, esto en conjunto permite establecer los parámetros de minado con seguridad en la estabilidad de taludes, permite establecer patrones geohidrológicos, comportamiento de acuíferos y esterilizar zonas dando límites a la mineralización.

No obstante, durante el minado es necesario seguir barrenado donde la densidad de datos no es suficiente para asegurar o dar la debida certeza al modelo de mineralización o probar lugares que con la topografía original no se podía acceso, siendo posible al avanzar ciertas etapas de minado, la

obtención de muestras para análisis de laboratorio y pruebas metalúrgicas para conciliar modelo de exploración y producción siempre será prioritario y muy recomendable, esto hace de la exploración una actividad continua y necesaria aun en las zonas de minado activo.

I.5.3 Indicar las obras temporales previstas

El proyecto "**Potrero la Mesa**" no contempla la construcción de nuevas obras temporales, debido a que se desarrollará dentro de la Unidad Minera San Agustín, actualmente en operación. La infraestructura existente, incluidos los caminos, talleres, almacenes, áreas de mantenimiento, instalaciones auxiliares y servicios generales, será utilizada para apoyar las actividades proyectadas.

Durante las etapas de preparación y operación únicamente se habilitarán áreas de trabajo y maniobra dentro de la superficie solicitada, sin requerir la instalación de infraestructura provisional adicional.

I.6 Costos.

Costo operativo.

Con base en los costos operativos registrados al cierre de abril y en el volumen establecido en el plan de minado, se estimó un costo unitario de 2.58 USD por tonelada de material movido.

Considerando el movimiento aproximado de 10.8 millones de toneladas de material total, el costo estimado para las actividades directas de minado del proyecto "**Potrero la Mesa**" asciende a USD 27,864,000 (veintisiete millones ochocientos sesenta y cuatro mil dólares estadounidenses).

Este monto equivale aproximadamente a MXN 475,465,723 (cuatrocientos setenta y cinco millones cuatrocientos sesenta y cinco mil setecientos veintitrés pesos mexicanos), de acuerdo con el tipo de cambio de referencia considerado para la evaluación económica del proyecto, cifra que representa la inversión operativa y aquellas consideradas para las medidas de mitigación.

La estimación operativa comprende las actividades directas de perforación, voladura, carga, acarreo y movimiento de mineral y material estéril previstas en el plan de minado. Este monto no representa la inversión integral del proyecto, debido a que no incluye la totalidad de los costos relacionados con procesamiento, mantenimiento, servicios auxiliares, administración, cierre ni otras actividades operativas de la Unidad Minera San Agustín. Los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto serán aportados por la empresa promovente, conforme a la programación financiera y operativa de la unidad minera. Los costos complementarios de operación, mantenimiento y servicios auxiliares serán ejercidos de acuerdo con el avance y las necesidades del proyecto.

Asimismo, se considera de manera preliminar destinar un monto equivalente al 5 % del costo total de inversión, para la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y, en su caso, restauración ambiental. Este porcentaje representa aproximadamente USD 1,393,200, equivalentes a MXN 23,773,286 conforme al mismo tipo de cambio de referencia.

Estos recursos serán destinados a las acciones necesarias para prevenir, minimizar, controlar y compensar los impactos ambientales identificados durante las etapas de preparación del sitio,

operación, mantenimiento, cierre y restauración del proyecto, conforme a las medidas y programas establecidos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Costo de inversión del Proyecto (sin medidas)	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración ($)	Total ($)
$451,692,436.85	$23,773,286.15	$475,465,723

El monto definitivo destinado a las medidas ambientales será determinado una vez concluida la integración del presupuesto ejecutivo y podrá ajustarse en función de las necesidades identificadas durante el desarrollo del proyecto.

Inversión social y aportaciones fiscales por activadas mineras.

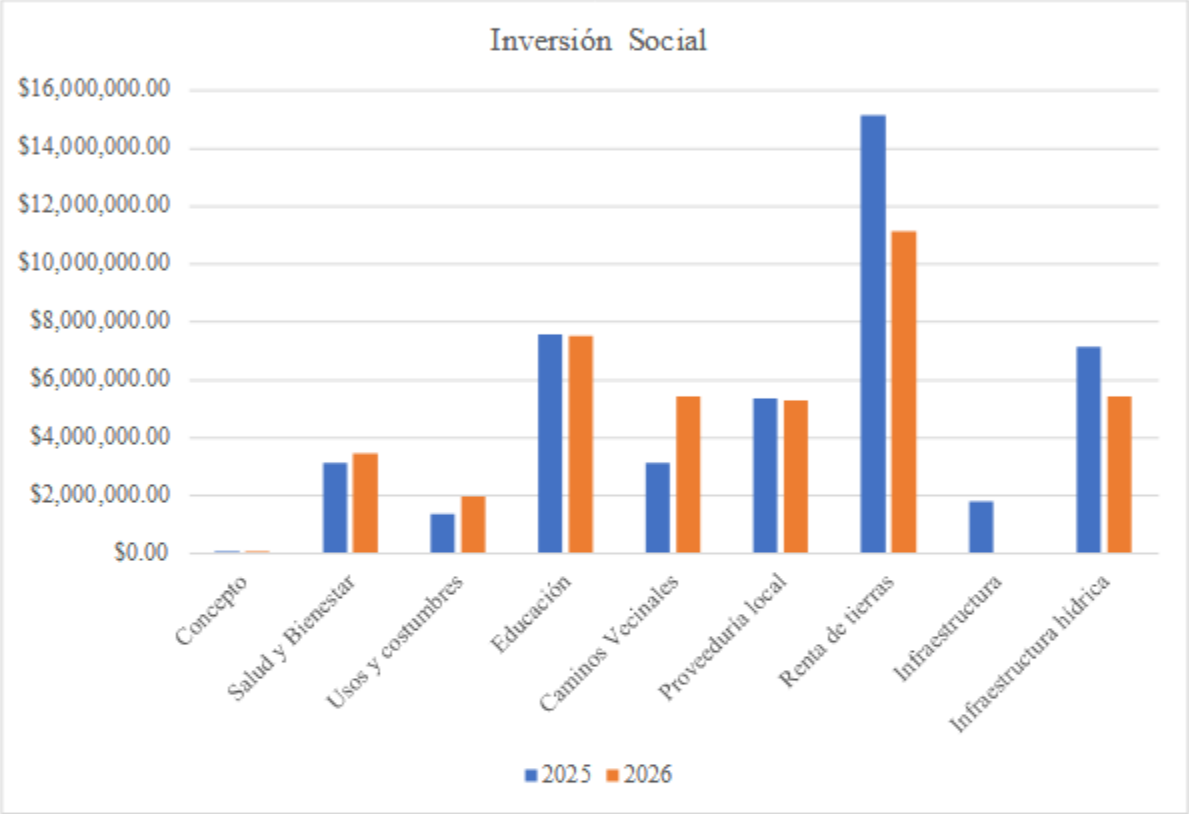
El establecimiento de proyectos mineros implica, además de los costos operativos propios de su desarrollo, la asignación de recursos económicos destinados a inversión social y al cumplimiento de obligaciones fiscales. Estas aportaciones se realizan antes de que el proyecto alcance el punto de recuperación de la inversión efectuada en las etapas de exploración, construcción y puesta en marcha. En consecuencia, desde sus fases iniciales, los proyectos mineros generan una transferencia directa de recursos económicos hacia las comunidades donde se desarrollan, contribuyendo a la dinámica económica local y regional.

Como es el caso del presente proyecto, que la promovente ha destinado en inversión social en 2025 un total [redacted] de pesos mexicanos manteniendo esa inversión para 2026 con una inversión de $[redacted]; de manera general se han invertido en ocho rubros, de los cuales los de mayor inversión son la renta de propiedades, educación e infraestructura hídrica, esto se ha mantenido en ambos años. En l a tabla siguiente se desglosa la inversión social directa que la unidad minera San Agustín destina a la comunidad, con crecimiento sostenido en la mayoría de ellos entre 2025 y 2026.

Tabla I.2 Inversión social directa 2025 -2026 del Potrero la Mesa.

Inversión social directa 2025-2026		
[redacted]		

Los rubros de mayor peso (Renta de tierras, Educación e Infraestructura hídrica) muestran que buena parte de la inversión llega directamente a familias propietarias de los predios y a servicios que trascienden la vida útil de la mina. El crecimiento más notable corresponde a Caminos Vecinales, que aumenta 73% de un año a otro, seguido de Usos y costumbres, con un incremento de 47%, ambos reflejo del compromiso de la empresa con las prácticas culturales y la conectividad física de la región. La ligera reducción en el total de 2026 frente a 2025 obedece a que, en ese año, no se contempla gasto en Infraestructura, mientras que el resto de los rubros mantiene una tendencia estable o creciente.



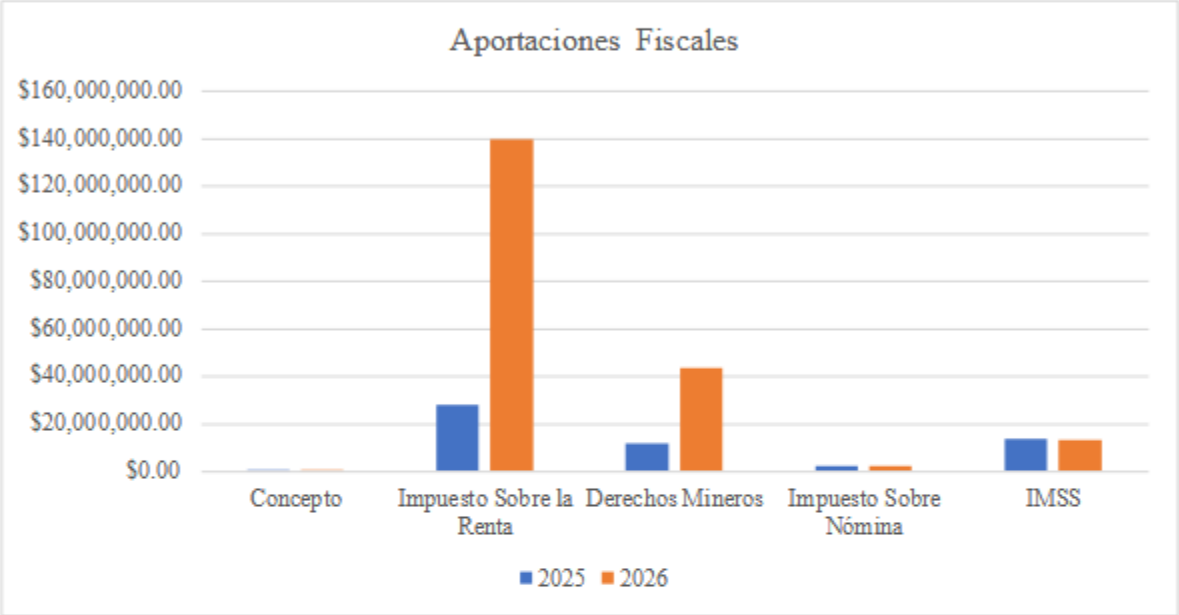
Gráfica I. 1 Inversión social 2025-2025 del proyecto Potrero la Mesa.

Junto con esta inversión social existe una segunda vía de beneficio que no depende de la voluntad de la empresa, sino de la ley: el pago de impuestos y derechos. Estos recursos no llegan de manera directa a la comunidad, sino que alimentan el presupuesto público municipal, estatal y federal, con el cual se financian hospitales, escuelas y obra pública en toda la región.

Tabla I.3 Aportaciones fiscales directas 2025-2026 del Potrero la Mesa.

Aportaciones fiscales directas 2025-2026		
Concepto	**2025**	**2026**
Impuesto Sobre la Renta	$27,709,327.00	$139,258,600.00
Derechos Mineros	$11,429,700.00	$43,446,194.00
Impuesto Sobre Nómina	$1,999,637.00	$2,390,502.00
IMSS	$13,640,300.59	$13,272,250.99
Total	$54,778,964.59	$198,367,546.99

Aquí el crecimiento es todavía más pronunciado: la aportación fiscal total pasa de 54.8 a 198.4 millones de pesos entre 2025 y 2026, un incremento de 262%, impulsado principalmente por el Impuesto Sobre la Renta y por los Derechos Mineros, que casi se cuadruplican. Este comportamiento confirma que la contribución del proyecto a las finanzas públicas se acelera conforme la operación avanza hacia su régimen normal, incluso antes de que la empresa alcance su punto de equilibrio financiero.



Gráfica I. 2 Aportaciones fiscales 2025-2026 del proyecto Potrero la Mesa.

En conjunto, la inversión social directa y la aportación fiscal conforman un beneficio que inicia desde el primer año de operación y crece de manera sostenida, sin que la comunidad ni la región tengan que esperar a que el proyecto sea rentable para percibirlo.

I.7 Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo).

El programa de trabajo tiene como finalidad establecer las actividades que se desarrollarán durante cada etapa del proyecto y los periodos previstos para su ejecución. Esto permitirá programar los recursos humanos, materiales, técnicos y económicos, dar seguimiento al avance de las actividades y verificar el cumplimiento de las medidas operativas, de seguridad y de protección ambiental aplicables. Durante el primer año y como actividades iniciales se llevarán a cabo la preparación y delimitación del área de trabajo, la liberación ambiental, el rescate y reubicación de flora y fauna, el desmonte, el despalme y la habilitación inicial de accesos y servicios, al concluir dichas actividades se comenzará con el desarrollo de bancos y frentes de explotación se realizará progresivamente.

A partir de las etapas finales del minado se iniciará la conformación y estabilización de las áreas intervenidas. El retiro de maquinaria y equipo, así como las actividades de cierre operativo, se desarrollarán progresivamente durante dos años, hasta completar el periodo solicitado.

El proyecto contempla una duración total de **7 años**, de los cuales los primeros 5 años serán destinados para las etapas de planeación, preparación del sitio / construcción, operación y mantenimiento, mientras que la etapa de cierre y abandono del sitio empleara los últimos 2 años, solicitando un total de 7 años. En la siguiente tabla se muestra la calendarización y duración de las actividades:

Tabla I.4 Programa general de trabajo

Programa general de trabajo								
Etapa	**Actividad**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Año 6**	**Año 7**
Etapa de planeación	Planeación y Logística							
Etapa de preparación del sitio y construcción	Delimitación de las áreas solicitadas							
	Rescate y reubicación de especies de flora y fauna							
	Instalación de baños portátiles, señalética, contenedores de residuos y equipos a emplear							
	Desmonte y despalme							
	Recuperación de suelo fértil							
	Conformación topográfica y estabilización de áreas industriales							
	Implementación de las medidas de mitigación							
Etapa de Operación	Ejecución de plan de minado							
	Movimiento de maquinaria							
	Acarreo y trasiego de material							
	Depósito de tepetate							
	Exploración minera							
	Obras auxiliares y servicios							
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo							
Cierre y abandono del sitio	Descompactación de suelo							
	Recubrimiento con suelo orgánico							
	Revegetación							
	Retiro de Maquinaria y equipo							
	Supervisión ambiental y monitoreo							

I.8 Descripción de actividades.

De acuerdo con el cronograma general de ejecución, en los apartados siguientes se describen las actividades que integran las etapas de planeación y logística, preparación del sitio, operación minera, mantenimiento, cierre y restauración del proyecto "**Potrero la Mesa**".

Las actividades se desarrollarán progresivamente dentro de la superficie solicitada de 12.1852 hectáreas, conforme al diseño, la secuencia y los controles establecidos en el plan de minado, así como a las medidas de prevención, mitigación y restauración previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

I.8.1.1 Etapa de planeación y logística

La etapa de planeación y logística comprende la programación y coordinación de los recursos humanos, materiales, técnicos y económicos necesarios para desarrollar el proyecto de manera ordenada, segura y conforme a la normativa aplicable.

Durante esta etapa se realizará la revisión del diseño y la secuencia del plan de minado, la programación de las actividades, la definición de los requerimientos de maquinaria y equipo, la coordinación del personal operativo y de supervisión, así como la adquisición y suministro de los insumos necesarios. Asimismo, se gestionarán las autorizaciones y permisos correspondientes antes del inicio de las actividades, y se coordinarán los trabajos de topografía, geología, geotecnia, seguridad y medio ambiente requeridos para la liberación y preparación del área.

La planeación también incluirá la revisión de los caminos y accesos, la infraestructura eléctrica e hidráulica, las obras de conducción de escurrimientos y los servicios auxiliares existentes, con la finalidad de verificar su disponibilidad y establecer las acciones de mantenimiento o adecuación necesarias. En esta etapa no se realizarán actividades de remoción de vegetación, despalme, excavación o modificación física del terreno.

I.8.1.2 Etapa de Preparación del sitio y construcción.

1. **Delimitación de las áreas solicitadas**

Como primera actividad en campo se realizará la identificación, trazo y delimitación de la superficie solicitada para el desarrollo del proyecto, conforme a la poligonal, las coordenadas y los planos de ingeniería correspondientes.

La delimitación tendrá como finalidad establecer con precisión los límites del área de intervención, prevenir la ejecución de actividades fuera del polígono solicitado y facilitar el desarrollo de los trabajos posteriores, particularmente la liberación ambiental, el rescate y reubicación de especies de flora y fauna, el desmonte y el despalme. Los trabajos serán ejecutados por personal de topografía mediante equipos de posicionamiento y control adecuados. Los límites se señalarán en campo utilizando estacas, postes, cintas de señalización, cal, pintura u otros elementos visibles que permitan identificar claramente el área de trabajo.

Antes del inicio de las actividades de preparación del sitio se verificará que la delimitación coincida con las coordenadas y la superficie establecidas para el proyecto. También se mantendrá un control topográfico periódico para verificar que las actividades permanezcan dentro del polígono solicitado.

La delimitación es una actividad preliminar que no implica por sí misma la remoción de vegetación, el movimiento de tierras ni la modificación de la configuración natural del terreno. Los elementos de señalización serán revisados y conservados durante el desarrollo del proyecto, y se retirarán cuando dejen de ser necesarios.

2. **Rescate y reubicación de flora y fauna silvestres:**

Flora

El rescate, reubicación y mantenimiento de flora se orientará a las especies de flora silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentren en las superficies forestales objeto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Área del Proyecto, así como de individuos de especies de importancia biológica y difícil regeneración.

La aplicación de los programas de rescate y de reubicación son la mejor alternativa aplicada como medida de mitigación para el manejo de la flora y la fauna silvestre, en situaciones de pérdida del hábitat, temporal o permanente, por lo que son utilizados para el rescate de individuos de especies de flora en algún estatus de protección, y de aquellas especies que son de interés biológico, difícil regeneración, endémicas, nativas y que se encuentren sujetas a categorías de protección.

El programa de rescate de flora busca la preservación de la biodiversidad, en este caso de la flora silvestre, es importante mantener el potencial genético de ciertas especies vegetales, sobre todo considerando que existe al menos una especie normada.

De las especies de flora registradas en el área del proyecto, se identificaron ocho (8) especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), todas ellas consideradas dentro del Apéndice II de dicha convención. Las especies registradas corresponden a *Cylindropuntia imbricata, Echinocactus horizonthalonius, Echinocereus pectinatus, Corynopuntia schottii, Mammillaria heyderi, Mammillaria uncinata, Opuntia leucotricha y Opuntia robusta.*

Es necesario, prever un posible rescate de la flora de interés, con lo que se buscaría aminorar los impactos negativos que puedan ocurrir al ejecutarse el proyecto, como pudiera ser al momento del desmonte o despalme, por lo que se deben considerar acciones de rescate y reubicación de algunas especies, con lo que se busca preservar y conservar la variedad vegetal (biodiversidad) de las áreas del proyecto. Dichos programas, se ubican dentro del **Anexo 3 - Programa de rescate y reubicación de flora silvestre y Anexo 4 - Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.**

Se tiene contemplado llevar a cabo el monitoreo de flora rescatada, el cual incluye actividades de mantenimiento de los individuos reubicados, durante un periodo de 3 años, con el fin de asegurar la sobrevivencia de 80% de los ejemplares de flora silvestre rescatada. Las actividades se llevarán a cabo por una brigada de trabajo que realizará actividades de delimitación de áreas, marcado de

individuos, riegos de acuerdo con las necesidades de las especies, acciones de deshierbe, monitoreo de plagas o enfermedades y en caso necesario la reposición con plantas adquiridas en algún vivero cercano al proyecto.

Tabla I.5 Listado de especies normadas del Área del proyecto (AP)

Listado de especies normadas del Área del proyecto (AP)				
Especie	**Nombre común**	**Estrato muestreado**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Corynopuntia schottii	Choya abrojo de Texas	Cactáceas	-	Ap II
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	Cactáceas	-	Ap II
Echinocactus horizonthalonius	Biznaga meloncillo	Cactáceas	-	Ap II
Echinocereus pectinatus	Biznaga arcoiris	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria heyderi	Biznaga de chilillos	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia robusta	Nopal tapón	Cactáceas	-	Ap II

Fauna

Previo a cualquier actividad de desmonte se realizarán recorridos para hacer acciones de ahuyentamiento de fauna. Las actividades de ahuyentamiento deberán realizarse previo al inicio de trabajos de desmonte y despalme. Dentro del área del proyecto NO se detectaron especies de fauna silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se detectó la presencia de una (1) de ellas están mencionadas en la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Tabla I.6 Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área del proyecto

Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área del proyecto				
Grupo biológico	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		Apéndice II

Al considerar que la fauna silvestre es dinámica y se puede movilizar de un punto, a otro es posible que puedan llegar a localizarse individuos en las áreas del proyecto que no se encuentran actualmente definidas para la superficie del proyecto, para ello deberán de considerar cualesquiera especies de fauna silvestre para su rescate este o no incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o CITES.

3. Desmonte y despalme

Desmonte

Previo al inicio de las actividades de desmonte, el personal involucrado recibirá capacitación en materia de protección ambiental, con énfasis en la identificación y manejo de flora y fauna silvestre,

delimitación de las áreas autorizadas de trabajo y cumplimiento de las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Antes del ingreso de maquinaria se verificará que la superficie a intervenir se encuentre debidamente delimitada conforme a la poligonal autorizada y se instalará la señalización preventiva e informativa correspondiente, incluyendo restricciones de cacería, límites de velocidad y medidas para la protección de la fauna silvestre.

De manera previa al desmonte se llevarán a cabo recorridos de ahuyentamiento de fauna mediante brigadas especializadas, con el propósito de favorecer el desplazamiento natural de los ejemplares hacia áreas contiguas con condiciones adecuadas de hábitat. Estas actividades se realizarán durante el periodo de desmonte y, en caso de localizar ejemplares que no puedan desplazarse por sus propios medios, se efectuará su captura, manejo y liberación en sitios previamente seleccionados, conforme a los procedimientos establecidos y por personal capacitado.

El desmonte se realizará de forma gradual y direccional, permitiendo el desplazamiento de la fauna silvestre y reduciendo la afectación sobre los organismos presentes en el área. La remoción de la vegetación se limitará exclusivamente a las superficies requeridas para el desarrollo del proyecto, de acuerdo con la poligonal autorizada.

El material vegetal producto del desmonte será troceado y aprovechado conforme al programa de manejo correspondiente; cuando sea técnicamente viable, se incorporará al suelo fértil previamente rescatado para su utilización durante las actividades de restauración ambiental. En el caso del arbolado se realizará por medios manuales (motosierra), de forma dirigida, evitando las especies caigan fuera de las áreas autorizadas de individuos arbustivos y herbáceas el derribo se realizará utilizando maquinaria pesada.

Despalme.

El despalme consiste en la remoción de la capa superficial del suelo, incluyendo la cobertura herbácea y los horizontes edáficos con mayor contenido de materia orgánica, en las áreas destinadas al desarrollo de las obras permanentes del proyecto. Esta actividad se realizará una vez concluido el desmonte y el rescate de flora y fauna, utilizando la red de caminos previamente habilitada y respetando la delimitación de las áreas autorizadas.

La remoción del suelo se efectuará mediante maquinaria pesada, retirando el horizonte superficial hasta una profundidad aproximada de 20 a 30 cm, o la que determine la variación natural de las condiciones edáficas del sitio.

El material vegetal generado durante el despalme será troceado y mezclado con el suelo fértil previamente rescatado, mientras que el suelo orgánico recuperado será acamellonado y almacenado temporalmente en sitios previamente definidos dentro del proyecto o bien emplear este material vegetal para la construcción de obras de suelo y agua en beneficio de la región ecológica, donde se garantizará su conservación mediante medidas de protección contra la erosión hídrica y eólica.

El suelo fértil rescatado será utilizado posteriormente durante las actividades de restauración y rehabilitación ambiental contempladas para la etapa de cierre del proyecto, favoreciendo el restablecimiento de la cobertura vegetal en las áreas que así lo requieran.

4. Conformación topográfica y estabilización de áreas industriales

Esta actividad consiste en realizar los cortes, rellenos, nivelaciones y trabajos de conformación requeridos para habilitar los bancos, rampas, caminos, plataformas y demás áreas operativas del proyecto, de acuerdo con las cotas, pendientes y características geométricas establecidas en el diseño del plan de minado.

Los trabajos se ejecutarán mediante maquinaria pesada, incluidos tractores de orugas, excavadoras y moto conformadoras o equipos de características equivalentes. Durante su desarrollo se procurará optimizar el balance entre cortes y rellenos, reducir los movimientos innecesarios de material y mantener condiciones adecuadas de estabilidad, drenaje y seguridad.

Las superficies intervenidas serán conformadas progresivamente conforme al avance del proyecto. En los caminos y plataformas se mantendrán pendientes que permitan la conducción controlada de los escurrimientos pluviales hacia las cunetas y obras de drenaje correspondientes, evitando la acumulación de agua y la generación de procesos erosivos.

I.8.1.3 Etapa de Operación.

1. Ejecución del plan de minado

La operación se desarrollará mediante métodos convencionales de explotación a cielo abierto, conforme al diseño y la secuencia establecidos en el plan de minado. Las actividades principales comprenderán la perforación, voladura, fragmentación, carga y acarreo del material extraído.

Durante la explotación podrán generarse tres tipos de materiales: mineral económicamente aprovechable, mineral de baja ley y material estéril o tepetate. La clasificación y el destino de cada material se definirán mediante el control geológico, el muestreo, el análisis de leyes y los criterios económicos y operativos vigentes.

El mineral aprovechable será transportado hacia la quebradora primaria. El mineral de baja ley podrá enviarse a procesamiento, almacenarse temporalmente en áreas autorizadas o clasificarse conforme a los criterios operativos establecidos. El material estéril será transportado hacia las tepetateras o áreas de disposición previamente autorizadas dentro de la Unidad Minera San Agustín.

Conforme al plan de minado, se prevé el movimiento aproximado de 10.8 millones de toneladas de material total, integrado por alrededor de 6.0 millones de toneladas de mineral y 4.8 millones de toneladas de material estéril, bajo una relación estéril-mineral estimada de 0.8. Las principales actividades que integran la ejecución del plan de minado se describen a continuación.

Perforación y voladura.

La perforación constituye la primera actividad del ciclo operativo de minado. Consiste en ejecutar barrenos sobre los bancos de explotación, de acuerdo con una plantilla previamente diseñada en la que se establecen parámetros como diámetro, profundidad, bordo, espaciamiento e inclinación.

Los barrenos serán realizados mediante perforadoras rotarias DM45 o equipos de características equivalentes. Su finalidad será generar los espacios requeridos para la colocación controlada de los agentes explosivos y obtener una fragmentación adecuada del macizo rocoso.

Posteriormente se realizará la carga de explosivos y la detonación controlada de los barrenos. El diseño de voladura considerará el tipo y la cantidad de explosivo, el factor de carga, la secuencia de iniciación y los tiempos de retardo necesarios para controlar la dirección del desplazamiento y el tamaño del material fragmentado.

La promovente tiene el permiso correspondiente para almacenar y utilizar explosivos, con número **5013/Dgo**. Este se renueva cada año, siendo el último resuelto de manera positiva bajo el **oficio SM/0242**. Los espacios para almacenamiento están ubicados en la Unidad Minera San Agustín, aunque no dentro del área solicitada para el proyecto. **El Anexo 10 - Permiso SEDENA**, contiene la autorización pertinente. Las actividades de perforación, carga y voladura serán efectuadas por personal autorizado y conforme a los procedimientos de seguridad aplicables. Previamente a cada voladura se establecerán perímetros de seguridad, se suspenderá temporalmente el tránsito en el área y se verificará la evacuación del personal y los equipos.

Después de la voladura se realizará una inspección del área para verificar las condiciones de seguridad y la fragmentación obtenida. Una fragmentación adecuada facilitará las actividades posteriores de carga, acarreo y reducción de tamaño en la quebradora primaria, disminuyendo la generación de material sobredimensionado y mejorando la eficiencia operativa.

2. Movimiento de maquinaria

Una vez concluida la voladura y liberada el área, se realizará la carga del material fragmentado mediante excavadoras hidráulicas Komatsu PC1250 o equipos con características y capacidades equivalentes.

Durante esta actividad, el material será clasificado como mineral, mineral de baja ley o material estéril, de acuerdo con la información geológica, el control de leyes y los criterios operativos establecidos. Posteriormente, será cargado en camiones fuera de carretera para trasladarlo hacia el destino correspondiente.

El movimiento de maquinaria incluirá la operación de excavadoras, camiones mineros, tractores de orugas, moto conformadoras y equipos auxiliares. Los tractores se utilizarán para limpiar y conformar los pisos de los bancos, manejar material, mantener bermas de seguridad y preparar las áreas requeridas para las siguientes plantillas de perforación.

La circulación de la maquinaria se realizará por rutas previamente definidas, considerando las pendientes, los radios de giro, las condiciones de las superficies de rodamiento y la interacción entre equipos. Asimismo, se aplicarán medidas de seguridad vial, señalización, control de tránsito, mantenimiento de caminos y riego para reducir la generación de polvo.

3. Acarreo y trasiego de material.

El acarreo comprende el transporte de mineral y material estéril desde los frentes de explotación hasta los destinos definidos dentro de la Unidad Minera San Agustín.

El material será transportado mediante camiones fuera de carretera Caterpillar 777 o equipos de capacidad equivalente. El mineral económicamente aprovechable será trasladado hacia la quebradora primaria para continuar con las etapas de reducción de tamaño y beneficio. El material estéril será enviado hacia las tepetateras o áreas de disposición previamente autorizadas.

Cuando sea necesario, el mineral de baja ley podrá manejarse temporalmente en áreas autorizadas para su posterior evaluación, procesamiento o reclasificación. Su disposición dependerá de los resultados del control de leyes y de los criterios técnicos y económicos de la operación.

Los caminos de acarreo recibirán mantenimiento permanente mediante trabajos de nivelación, conformación, limpieza de cunetas, conservación de bermas y riego para el control de polvo. También se establecerán controles de velocidad, prioridades de paso y señalización para mantener condiciones seguras durante el tránsito de los equipos.

4. Depósito de tepetate

El material estéril o tepetate generado durante el aprovechamiento superficial será transportado hacia las tepetateras o áreas operativas previamente autorizadas de la Unidad Minera San Agustín, localizadas fuera de la superficie solicitada para el proyecto "**Potrero la Mesa**".

La descarga y conformación del material se realizará de manera planificada, considerando las condiciones de estabilidad geotécnica, las pendientes de diseño, el manejo de escurrimientos pluviales, el control de erosión y las medidas de seguridad operativa correspondientes.

Cuando resulte técnicamente viable, parte del material estéril podrá utilizarse en actividades de conformación del terreno, mantenimiento de caminos, construcción de bermas o cierre progresivo, siempre que cumpla con las características requeridas y su uso se realice dentro de las áreas autorizadas.

El suelo orgánico recuperado durante el despalme no será mezclado con el tepetate. Este material será almacenado por separado en las áreas definidas por la operación, con el propósito de conservarlo para su posterior utilización en actividades de rehabilitación, estabilización y restauración.

A continuación, se presenta el diagrama general del flujo operativo del proyecto. Dentro de la superficie solicitada se realizarán las actividades comprendidas desde la perforación hasta la carga y el inicio del acarreo. El transporte continuará por los caminos existentes de la unidad minera hacia la quebradora primaria, las áreas de almacenamiento temporal o las tepetateras autorizadas, las cuales se localizan fuera del polígono solicitado.



Figura I.9 Diagrama de flujo de operación del proyecto

5. Exploración.

Una vez autorizado el proyecto, de manera paralela a las actividades de extracción se pretende continuar con las actividades de exploración de minerales de interés, a lo cual la promovente solicita a la SEMARNAT, la autorización para realizar diversas planillas de exploración en la totalidad del área solicitada con el presente estudio, con lo que no se considera que exista un incremento de impactos ambientales considerables o significativos, pues en gran parte son áreas que carecen de una cubierta vegetal y por otro lado se cuenta con la autorización para realizar el desmonte de la vegetación, el cual es compatible con el uso planteado, esta actividad permite definir con certeza el material que se extrae (alta ley, baja ley y tepetate), así mismo permite conocer de manera precisa la mecánica del suelo y su estabilidad, permitiendo un trabajo seguro.

6. Obras auxiliares y servicios

Las obras auxiliares y de servicios constituyen la infraestructura de soporte crítico que garantiza la continuidad operativa, el suministro energético, la seguridad hidrológica y la conectividad terrestre dentro de un proyecto minero por medio del minado superficial. Estas obras no extraen mineral directamente, pero sin ellas la operación es inviable.

Las obras auxiliares y los servicios constituyen la infraestructura de apoyo necesaria para garantizar la continuidad, seguridad y eficiencia de las actividades de aprovechamiento superficial de minerales. Aunque estas instalaciones no participan directamente en la extracción del mineral, permiten el adecuado funcionamiento de los equipos, la circulación de maquinaria, el suministro de energía y agua, el manejo de escurrimientos y la aplicación de las medidas de seguridad y protección ambiental.

Para el desarrollo del proyecto se utilizará principalmente la infraestructura existente de la Unidad Minera San Agustín, incluidos los caminos y accesos, la línea eléctrica, el sistema de abastecimiento de agua, los talleres, almacenes, áreas de mantenimiento, sistemas de comunicación, servicios médicos y demás instalaciones de apoyo. Dentro de la superficie solicitada se habilitarán o mantendrán únicamente las obras necesarias para la operación, tales como Suministro de Energía Eléctrica, caminos de acceso, obras desviadoras de agua, exploración y Sistema de Abastecimiento de agua, así como aquellos sistemas de monitoreo y control.

Estas obras y servicios recibirán mantenimiento preventivo y correctivo durante la vida operativa del proyecto, con la finalidad de conservar condiciones adecuadas de seguridad, estabilidad, productividad y protección ambiental.

I.8.1.4 Etapa de mantenimiento.

1. **Mantenimiento deductivo, preventivo y correctivo**

Deductivo

Está basado en la determinación del estado de la maquinaria y vehículos en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un aviso antes de que fallen y percibiendo los síntomas para después tomar acciones. Se trata de realizar ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc.

El mantenimiento deductivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurran fallas, cambio o reparación de partes, aun cuando en un programa de mantenimiento normal no corresponda en tiempo, detectando cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos.

Preventivo

Es el destinado a la conservación de maquinaria, equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar las fallas en el equipo antes de que estas ocurran. Algunos de los métodos más habituales, que para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo, son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente (control de emisiones y disposición final de residuos peligrosos), las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

Tabla I.7 Programa de Mantenimiento.

Programa de Mantenimiento				
Equipamiento	**Periodicidad**			
	Diario	**Semanal**	**Mensual**	**Anual**
Maquinaria	Engrasado, revisión y reposición de niveles, revisión de fugas.	Ajustes de tensión de bandas y cadenas, revisión de fugas.	Cambio de aceite de motor, filtros de aceites, (motor, hidráulico), filtros de aire.	Cambio de aceite hidráulico, cambios de mangueras resecas, inspección mecánica general, afinación, bomba de combustible.
Camiones	Engrasado, revisión y reposición de niveles, revisión de fugas, revisión general de neumáticos.	Ajustes de tensión de bandas y cadenas, revisión de fugas, presión de inflado de neumáticos.	Cambio de aceite de motor, filtros de aceites, (motor, hidráulico), filtros de aire.	Cambio de aceite hidráulico, cambios de mangueras resecas, inspección mecánica general, afinación, bomba de combustible.

Correctivo.

Es aquel que corrige los defectos observados en los equipos, vehículos o maquinaria, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. El mantenimiento, en antaño, era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado. Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo, que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, pues implica el cambio de algunas piezas de la maquinaria, vehículos o equipo.

I.8.1.5 Cierre y abandono del sitio

Al término de la vida operativa del proyecto se ejecutarán las actividades de cierre y restauración, cuyo objetivo será mantener la estabilidad física y química de las áreas intervenidas, reducir los riesgos potenciales para el ambiente y favorecer la recuperación gradual del sitio. Las actividades se desarrollarán conforme al Programa de Cierre Minero del proyecto, incluido en el **Anexo 6 - Programa conceptual de cierre y abandono del sitio**, las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y la normativa aplicable.

El cierre se realizará de manera progresiva conforme las áreas dejen de ser necesarias para la operación. De acuerdo con el cronograma general, la conformación y estabilización de las áreas intervenidas comenzará durante las etapas finales del minado. Posteriormente, se efectuarán las actividades de seguimiento y monitoreo que determine el Programa de Cierre Minero.

Las medidas de cierre y abandono del sitio estarán orientadas a generar efectos benéficos sobre los componentes ambientales modificados por el proyecto. De manera general, comprenderán la conformación topográfica, estabilización de superficies, manejo de escurrimientos, control de erosión, retiro de maquinaria y elementos temporales, descompactación de áreas operativas, colocación de suelo orgánico y revegetación, cuando las condiciones del sitio lo permitan.

1. **Descompactación del suelo**

La descompactación se realizará en los caminos, plataformas, áreas de maniobra y demás superficies que dejen de utilizarse y sean susceptibles de rehabilitación. Su finalidad será disminuir la compactación provocada por el tránsito y operación de maquinaria, mejorar la infiltración de agua y facilitar el establecimiento de la vegetación.

Dependiendo de las características del terreno, la pendiente, el espesor del suelo y las condiciones de seguridad, podrán emplearse técnicas de escarificación, ripiado o subsolado mediante maquinaria apropiada. La profundidad y dirección de los trabajos se definirán de acuerdo con las condiciones particulares de cada superficie, evitando generar inestabilidad, erosión o afectaciones a las obras de drenaje.

Esta actividad no se realizará de manera generalizada sobre superficies rocosas, taludes finales o áreas que deban conservarse compactadas para garantizar su estabilidad y seguridad.

2. **Recubrimiento con suelo orgánico**

Una vez conformadas y descompactadas las superficies susceptibles de rehabilitación, se colocará el suelo orgánico recuperado durante la etapa de despalme y almacenado temporalmente en las áreas definidas por la operación.

El suelo orgánico será distribuido de manera uniforme, con un espesor acorde con la disponibilidad del material y las características de cada área. Su aplicación permitirá aportar materia orgánica, nutrientes y microorganismos que favorezcan el establecimiento de la vegetación y la recuperación gradual de las funciones del suelo.

Durante su manejo se evitará mezclar el suelo orgánico con tepetate, residuos u otros materiales que puedan reducir su calidad. También se procurará minimizar su compactación y pérdida por erosión durante las actividades de carga, transporte y extendido.

Posteriormente se realizarán las actividades de revegetación previstas en el Programa de Cierre Minero, utilizando especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales del sitio. Las áreas rehabilitadas serán objeto de seguimiento para evaluar la estabilidad del terreno, el control de erosión y el establecimiento de la cobertura vegetal.

3. **Revegetación**

La revegetación es la etapa biológica definitiva en el cierre de un proyecto. Ocurre inmediatamente después de haber descompactado el terreno y colocado el suelo orgánico (*topsoil*). Su objetivo técnico es establecer una cubierta vegetal densa, permanente y autosustentable que fije el suelo, evite la erosión y devuelva las condiciones ecológicas originales a la zona impactada.

4. **Retiro de maquinaria y equipo.**

Una vez concluidas las actividades de operación, se retirarán progresivamente de la superficie del proyecto la maquinaria pesada, los vehículos, las herramientas, los equipos y los materiales que dejen

de ser necesarios. Los equipos requeridos para ejecutar las actividades de conformación, estabilización y restauración permanecerán en el área hasta la conclusión de dichos trabajos.

La maquinaria y los equipos serán trasladados hacia los talleres, patios de resguardo u otras áreas operativas de la Unidad Minera San Agustín. Previamente a su retiro se verificará su estado físico y mecánico, así como la ausencia de fugas o derrames de combustibles, aceites, lubricantes u otras sustancias que puedan contaminar el suelo.

En caso de identificarse alguna fuga o derrame, se aplicarán inmediatamente los procedimientos internos de atención a emergencias ambientales, incluida la contención, recuperación y manejo del material afectado conforme a la normativa aplicable.

Asimismo, se retirarán los materiales sobrantes, residuos, elementos de señalización temporal y demás componentes que no formen parte de la infraestructura permanente. Finalmente, se realizará una inspección del área para verificar que las superficies queden limpias, estables y en condiciones adecuadas para continuar con las actividades de restauración y seguimiento ambiental.

5. Supervisión ambiental y monitoreo

La supervisión ambiental y el monitoreo continuo es el proceso técnico, legal que permite auditar todas las fases de un proyecto: desde la delimitación de áreas solicitadas en su etapa inicial hasta el retiro de maquinaria y equipos. Su objetivo principal es garantizar que el proyecto opere en estricto cumplimiento de la normatividad vigente, así como dar cumplimiento a aquellas medidas de mitigación descritas en el presente estudio y aquellas que puedan imponerse dentro de la resolución favorable del presente proyecto., aplicando la jerarquía de mitigación para reducir los impactos ambientales al mínimo.

I.9 Selección del sitio.

En este apartado se exponen los aspectos relevantes que implica el desarrollo del proyecto, lo cual se analizaron tanto las aspectos técnicos, ambientales, sociales como legales. En primer lugar, surge de la valoración del potencial minero de la región y actual operación de la unidad minera, así como la zonificación y caracterización de los usos de suelo y vegetación presentes para identificar la diversidad biológica en la zona, así como la posesión de los terrenos y la vinculación con los instrumentos de ordenamientos territoriales y ecológicos. A continuación, se describen los aspectos para cada uno de los siguientes criterios considerados para su selección.

I.9.1.1 Justificación técnica.

La unidad minera se localiza en la subprovincia fisiográfica sierras y llanuras de Durango, específicamente en una región de lomeríos con mesetas, dentro del municipio de San Juan Del Rio, Dgo. En dicho territorio se pueden localizar importantes estructuras minerales de oro y plata de manera histórica. La carta geológico-minera indica la presencia de minerales metálicos de oro y plata en el distrito minero de "San Agustín de Ocampo", según la carta G13-D52 San Juan del Río[2]

[2] https://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/936_G13-D52_GM.pdf

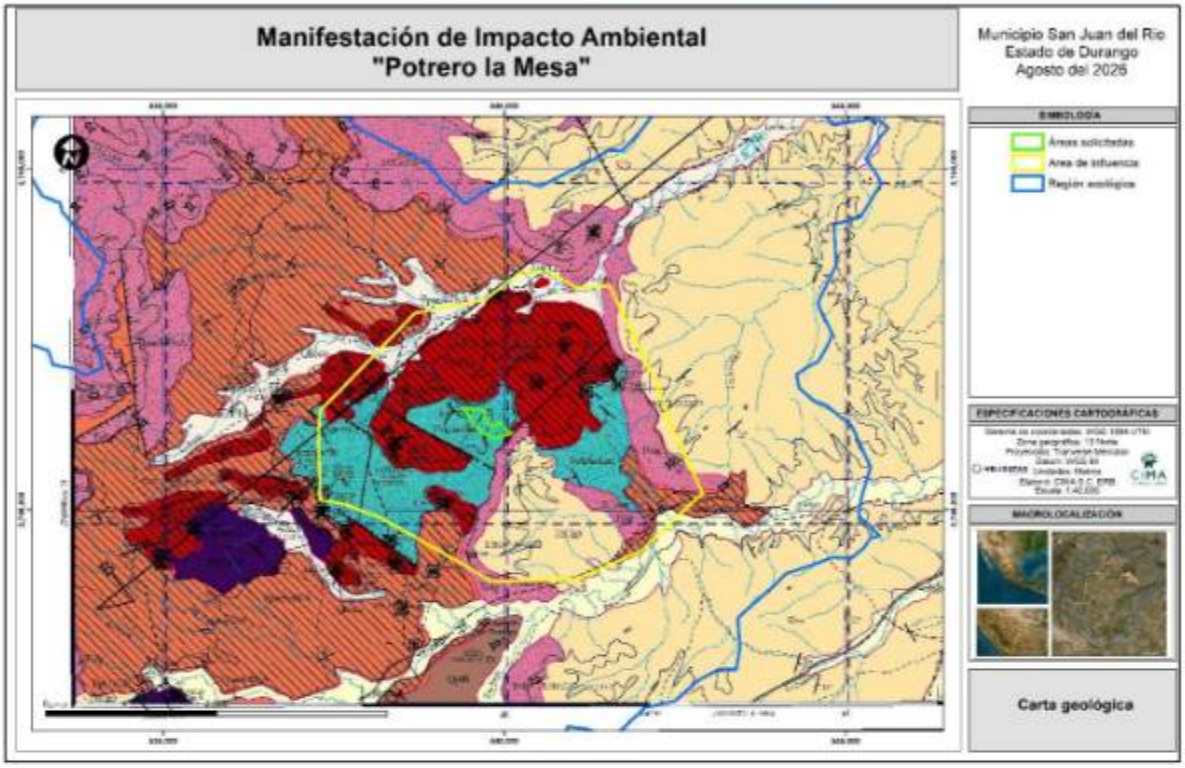


Figura I.10 Carta geológica minera

Bajo este contexto, con el potencial geológico-minero que existe en el sitio es factible para el desarrollo de un proyecto minero, dado que existen reservas minerales probadas que fueron identificadas por medio exploraciones mineras realizadas en la zona previamente. Actualmente la unidad minera se encuentra en operación y el pretendido proyecto es la continuidad del aprovechamiento superficial, en donde se incrementará la estabilidad y seguridad de este, así como aumentar la vida útil del proyecto.

Por lo tanto, el proyecto contempla la **continuidad de las operaciones mineras mediante el minado superficial**, puesto se cuentan con reservas probadas de oro y plata que se muestra en la siguiente figura, que corresponde al volumen identificado en tono rojo. Esta condición otorga certidumbre geológica y técnica sobre la existencia y aprovechamiento del mineral, constituyendo la base para dar continuidad a las actividades de extracción y beneficio de minerales metálicos mediante minado superficial o a cielo abierto.

El proyecto no busca la construcción de infraestructura adicional para su operación, pues todas aquellas obras complementarias como comedor, oficinas, quebradora, casetas de vigilancia, talleres, almacén, áreas para el depósito de tepetate entre otras se encuentran construidas y son totalmente operables, las cuales fueron aprobadas con antelación al presente proyecto por la SEMARNAT, haciendo nuevamente mención de que la Unidad Minera se encuentra a la fecha en operaciones.

I.9.1.2 Justificación financiera

Con base en la información geológica, los modelos de recursos minerales disponibles y el plan de minado, se contempla el aprovechamiento aproximado de 6.0 millones de toneladas de mineral, del cual se proyecta recuperar alrededor de 34,000 onzas de oro durante la vida operativa del proyecto.

Para la evaluación financiera preliminar se consideró un precio de referencia de 3,800 USD por onza de oro. Bajo este supuesto, el proyecto presenta un potencial de generación de ingresos brutos de aproximadamente 129.2 millones de dólares estadounidenses durante su vida operativa.

De manera específica, para las actividades directas de minado se consideró un costo unitario de 2.58 USD por tonelada de material movido. Aplicado a un volumen estimado de 10.8 millones de toneladas de material total, este costo representa una inversión aproximada de 27.864 millones de dólares estadounidenses.

Adicionalmente, para la evaluación económica general se consideró un costo operativo integral de 2,000 USD por onza de oro recuperada. Este valor incluye las actividades relacionadas con minado, procesamiento, mantenimiento, servicios auxiliares y demás costos operativos directos. Bajo estas condiciones, el costo operativo integral se estima en aproximadamente 68.0 millones de dólares estadounidenses durante la vida del proyecto.

La diferencia entre los ingresos brutos proyectados y los costos operativos integrales representa un margen operativo bruto preliminar de aproximadamente 61.2 millones de dólares estadounidenses, equivalente a 1,800 USD por onza recuperada y a un margen aproximado de 47.4 % sobre los ingresos estimados.

Este margen corresponde a una evaluación operativa preliminar y no representa la utilidad neta del proyecto, debido a que no considera impuestos, costos financieros, depreciaciones, obligaciones de cierre ni otros conceptos contables o administrativos que pudieran resultar aplicables. Los resultados obtenidos indican que el aprovechamiento del yacimiento presenta condiciones económicas favorables bajo los parámetros evaluados, con capacidad para generar un flujo operativo positivo y absorber variaciones moderadas en los costos de operación o en el precio de los metales.

Por lo anterior, y considerando la presencia de mineral de interés económico, la infraestructura existente y los resultados de la evaluación preliminar, se concluye que el proyecto presenta una viabilidad financiera favorable que justifica el desarrollo de las actividades de explotación propuestas dentro de la superficie solicitada.

Adicionalmente, se puede concluir que el proyecto genera beneficios económicos y sociales significativos desde sus etapas iniciales de desarrollo, incluso antes de alcanzar la recuperación de la inversión realizada en exploración, construcción y puesta en marcha. La contribución de la unidad minera no se limita a la generación de empleo y actividad económica, sino que se materializa mediante una inversión social directa sostenida y el cumplimiento de obligaciones fiscales que fortalecen el desarrollo regional.

Durante 2025 y 2026, la empresa destina más de 84 millones de pesos a programas de inversión social orientados al bienestar de las comunidades, destacando los rubros de renta de tierras, educación e infraestructura hídrica, los cuales generan beneficios directos para la población local y contribuyen

al fortalecimiento de servicios e infraestructura con efectos de largo plazo. Asimismo, el incremento observado en conceptos como caminos vecinales y usos y costumbres evidencia el compromiso de la empresa con la mejora de la conectividad regional y el fortalecimiento del tejido social y cultural de las comunidades de influencia.

De manera complementaria, las aportaciones fiscales muestran una contribución aún más relevante para las finanzas públicas, al pasar de 54.8 millones de pesos en 2025 a 198.4 millones de pesos en 2026. Este comportamiento refleja el crecimiento de la actividad productiva y su capacidad para generar recursos que son canalizados a los distintos órdenes de gobierno para el financiamiento de servicios públicos, infraestructura y programas de desarrollo.

En conjunto, la inversión social directa y las aportaciones fiscales constituyen un impacto socioeconómico positivo y tangible asociado al proyecto, cuyos beneficios comienzan a percibirse desde las primeras etapas operativas y mantienen una tendencia de crecimiento conforme la operación avanza. Por ello, se considera que el proyecto representa una fuente importante de desarrollo económico local y regional, al generar recursos que favorecen tanto a las comunidades directamente vinculadas con la actividad minera como al fortalecimiento de las finanzas públicas y la infraestructura social de la región.

I.9.1.3 Justificación socioeconómica.

El principio de sustentabilidad en las operaciones del proyecto se ha puesto en práctica desde el inicio de trabajos desarrollados, nuestro objetivo es contribuir al desarrollo social y económico de comunidades asociadas a nuestras operaciones con la firme intención de mejorar la calidad de vida de las localidades vecinas con oportunidad de empleos directos e indirectos que favorecen ampliamente y traen consigo mejoras sustanciales en la vida diaria de las personas.

El municipio de influencia directa del proyecto es San Juan del Rio, con una población de 6,999 habitantes, según datos del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI.

Las localidades con mayor interacción son San Agustín de Ocampo y Diez de Octubre (San Lucas de Ocampo); adicionalmente, se encuentran próximas otras comunidades como El Carmen, Rancho San Pablo, El Pozo, La Carbonera, Las Cuces y El Suspiro.

En cuanto a zonas urbanas, la **cabecera municipal de San Juan del Río** constituye el núcleo de mayor influencia derivada de la actividad minera, al concentrar servicios, población y dinámica socioeconómica vinculada al proyecto. Es importante señalar, que un porcentaje importante de la fuerza laboral actual de la Unidad San Agustín provienen de las comunidades locales mencionadas. Este hecho evidencia de manera clara que la empresa contribuye al desarrollo económico y social de la región. Al generar empleo directo y dinamizar la economía de las localidades rurales y urbanas de influencia.

A la fecha, la fuerza laboral del proyecto está conformada por un total de 168 trabajadores, de los cuales 104 son trabajadores locales, lo que representa aproximadamente el 61.9 % de la plantilla laboral mientras que el resto son foráneos, tales empleados son personal directo de la empresa. Asimismo, se cuenta con también con más de 100 trabajadores contratistas, quienes complementan

las actividades y operaciones de la empresa. En conjunto, estos datos reflejan el compromiso del proyecto con la generación de oportunidades laborales para la población local y con la participación de personal contratista para fortalecer el desarrollo de sus operaciones

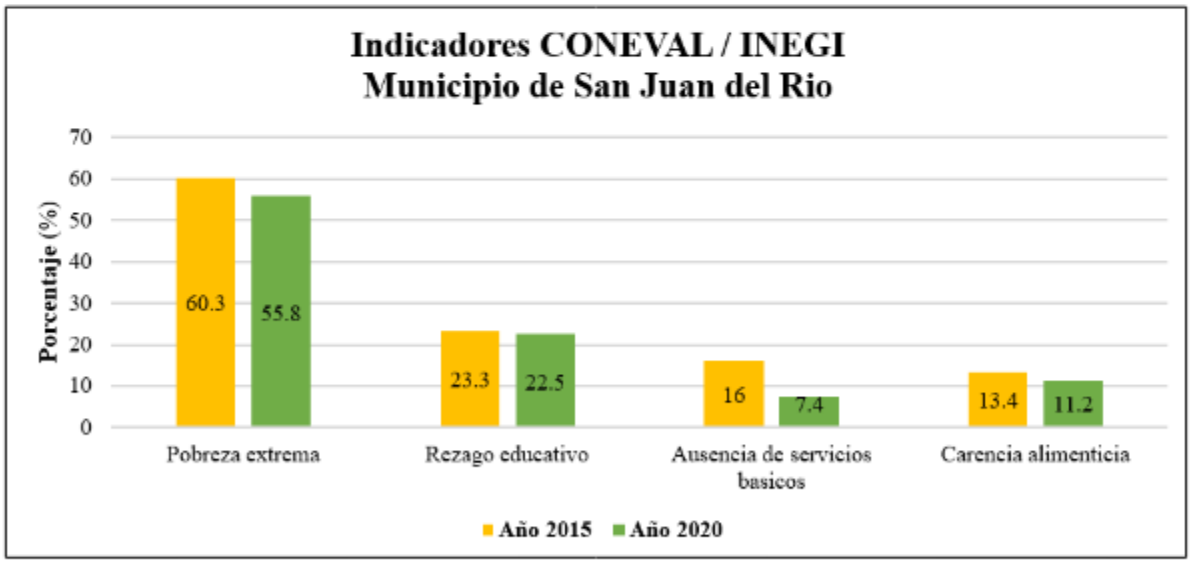
Adicionalmente, las actividades mineras del se encuentran alineadas con el Plan Municipal de Desarrollo San Juan del Rio, Durango 2026 – 2028, que reconoce al sector minero como una de las vacaciones productivas estratégicas del municipio por su capacidad de generar empleo y fortalecer la economía regional, haciendo alusión a lo siguiente:

> *"Una de las vocaciones productivas del municipio de San Juan del Rio es la minería. La población económicamente activa de nuestro municipio ha contemplado esta actividad en una excelente fuente de empleo"*

Por otro lado, para comprender el impacto social derivado de las operaciones mineras, resulta necesario analizar la evolución de los indicadores socioeconómicos en el municipio de influencia. Este análisis permite identificar posibles cambios en las condiciones de bienestar de la población y establecer la relación entre la actividad minera y el desarrollo local.

Considerando que la unidad minera San Agustín inició sus actividades entre los años 2015-2016, se tomaron como referencia los indicadores sociales publicados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a nivel municipal, con el propósito de analizar su evolución en el periodo 2015-2020.

Donde se observa, que los cuatro indicadores analizados han ido a la baja, como se observa en la siguiente Gráfica. La pobreza extrema **ha disminuido de 60.3% a 55.8%,** el rezago educativo de 23.3% a 22.5%, la **ausencia servicios básicos** de un **16% hasta 7.4%** y la carencia alimentaria de 13.4 a un 11.2%.



Gráfica I. 3 Indicadores CONEVAL / INEGI del municipio de San Juan del Rio.

Para el caso del primer indicador tenemos que la "**pobreza extrema**" da paso a que el resto se manifiesten, sin embargo, así como la derrama económica de los contratistas, con esto se asume que

en el municipio el poder adquisitivo económico de los pobladores se mejorado, en el cual se han abierto nuevas brechas y oportunidades económicas, permitiendo disminuir la pobreza extrema. Ante dichos cambios posiblemente contribuyan de manera significativa la unidad minera de San Agustín, dado que concentra un alto porcentaje de los empleos generados en esta regio y en este periodo de tiempo.

En cuanto al rubro de "**Rezago educativo**", la oportunidad de empleos que brinda la empresa permite a los padres de familia la permanencia educativa de sus hijos en los diferentes niveles educativos, ya que en gran parte de los casos estos suelen abandonarse por falta de empleos. Aunado a ello la empresa ha realizado donaciones de despensas escolares, así como becas educativas como parte de su compromiso social, a fin de disminuir el porcentaje del rezago educativo que presenta el municipio.

En cuanto a la reducción del rubro "**Ausencia de servicios básicos**", la empresa tomó la iniciativa de realizar la construcción y equipamiento de pozos de agua potable, también se han desarrollado trabajos de electrificación y pavimentación en las comunidades donde el proyecto tiene injerencia o más próximas a la unidad minera.

Referido al tema de "**Carencia alimentaria**", se perciben diferentes grupos o familias en esta situación, ante ello la empresa facilita continuamente despensas en apoyo de adultos mayores de bajos recursos. Si bien, el porcentaje en este rubro aun es elevado, la reducción de este valor se ha visto influenciada sin duda alguna por la unidad minera.

Visto lo anterior, es trascendental mantener los empleos de las personas en lo posible, esto es factible incrementando la vida útil del proyecto, en base a las reservas minerales probadas que pueden ser aprovechadas, que formaran parte de un área contigua al aprovechamiento superficial existente, el cual puede referirse como una ampliación de este.

En cuanto al tema socioeconómico tenemos que la minería representa el detonante más importante de la región, donde es rector para el desarrollo de las localidades con injerencia donde se establece, así mismo en la cabecera municipal de San Juan del Rio. La unidad minera desde el comienzo de sus operaciones ha contribuido de manera positiva al municipio y la resolución favorable del pretendido proyecto permitirá mantener la plantilla laboral actual e incrementarla durante la preparación del sitio, así mismo la derrama económica de la misma empresa y contratistas que adquiere servicios de hospedaje, alimentación, transporte entre otros, aportando un nuevo flujo económico y diversificación de actividades en terrenos con injerencia de la unidad minera. Es de resaltar que el proyecto, se ha instaurado en un área rural, por lo que las actividades económicas que se desarrollan ahí son limitadas y su mayoría predominan trabajos relacionados con la ganadería, agricultura como actividades primarias y de servicios como secundarias, sin embargo, con la instauración de la unidad minera los trabajos son más complejos, variados y una demanda laboral superior previo a la llegada de la empresa.

Aunado a lo anterior, se cuenta con un programa de inversión comunitaria cotamos con un plan de acciones encaminadas a mejorar las condiciones de nuestras comunidades de influencia y cercanía en el proyecto San Agustín, las cuales son:

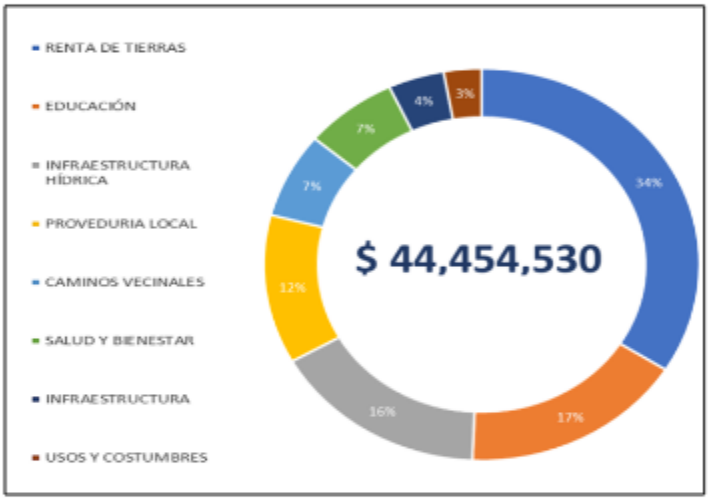
1. San Agustín
2. San Lucas de Ocampo

3. Las Cruces
4. Mimbres

Algunos de los programas que hemos mantenido a lo largo de los años, han sido el otorgamiento de becas escolares desde los niveles de educación básico, como el preescolar hasta los estudiantes de universidad y maestría, con un total de 368 beneficiarios de estas 4 comunidades.

Así como las despensas escolares que se entregan a los estudiantes de nivel primaria por la importancia de la nutrición para en la educación. Beneficiándose la totalidad de los niños de la primaria y pre escolar de San Agustín.

También contamos con un programa activo de entrega de apoyos alimentarios para el total de ejidatarios de San Agustín y San Lucas, así como el sector mayormente vulnerable. Teniendo un total de 360 personas. San lucas 234 personas y San Agustín 106, Mimbres 5 y las cruces 14.



Gráfica I. 4 Inversión en comunidades en el año 2025

En educación y salud también contamos algunos programas que se vienen desarrollando desde 2022, por ejemplo, el programa Minero Heliostar con la participación de Fundación Futbol Más, dirigido a la población infantil y juvenil de las localidades cercanas a la operación. En dicho evento se realizan actividades deportivas, en las que no solo se busca realizar actividad física, si no por medio del juego reforzar, valores como el trabajo en equipo, la resiliencia, el refuerzo de la autoestima, basándonos siempre en el juego limpio y positivo.

También se incluyen talleres de crianza positiva, los cuales van dirigidos a las familias en donde a través del involucramientos de padres, abuelos o familiares que quieran integrarse se les mostrara como podemos potenciar las habilidades de los niños, para que la enseñanza sea a través de acciones constructivas y no en base a amonestaciones, llevando así a los niños y jóvenes con una aprendizaje en donde se fortalece su seguridad y su autoestima, este tipo de crianza hará que haya comunidades con convivencias más sanas y ciudadanos con mayor sentido de pertenencia en sus comunidades.

Algunos otros apoyos se basan en obra de infraestructura, como la donación de cemento el cual se usó para la pavimentación de calles principales de San Agustín y San Lucas. También mantenemos los caminos vecinales en condiciones óptimas con mantenimientos periódicos cada mes y el anual en

el cual realizamos un revestimiento para mantener el buen tránsito de la población. Además, hemos realizado en cuestiones de infraestructura hídrica la perforación de pozo de agua potable, esto en conjunto con las autoridades locales, estatales y federales para proveer al pueblo del agua requerida para el uso personal. En el rubo de usos y costumbres apoyamos las fiestas patronales de ambos ejidos, además realizamos, los festejos del día de la madre, padre, día del niño y la niña de nuestras comunidades.

Con todos estos programas activos de acciones e inversión comunitarias, la promovente se ha hecho acreedora del distintivo Empresa Socialmente Responsable que otorga el CEMEFI y que ha sido otorgada a lo largo de 14 años consecutivos. El cual avala todas las acciones de responsabilidad social que contribuyen a la mejora del entorno de nuestras comunidades.

Por último, tenemos que en México se cuenta con diferentes proyectos mineros, destacando la Unidad Minera San Agustín la cual se ha posicionado como una de las más importantes en la región, desde el comienzo de sus operaciones hasta la fecha, cabe resaltar que se cuenta con un alto compromiso en las localidades donde se instaura el proyecto, condiciones laborales adecuadas, seguridad operativa de excelencia y compromiso con el medio ambiente. Para poder lograr todos estos objetivos, la empresa cuenta con un espacio ciudadano dentro de la cabecera municipal de San Juan del Rio, en donde el departamento de relaciones comunitarias interactúa continuamente con los habitantes facilitando apoyos, inquietudes y demás situaciones que puedan surgir por la operación del recinto minero.

I.9.1.4 Justificación ambiental.

Con el compromiso permanente de respetar y preservar el medio ambiente mediante acciones que eliminen, minimicen y reduzcan los impactos de nuestras operaciones, buscamos alternativas para continuar generando empleos dignos, el desarrollo de las comunidades donde operamos mientras continuamos con la etapa operativa basada en el aprovechamiento y beneficio de minerales con un estricto apego al cumplimiento normativo nacional e internacional, derivado de la aplicación de estrategias en la operación para eficientizar el uso de áreas autorizadas, hemos podido optar por limitar las superficies solicitadas lo cual coadyuvará puntualmente a la protección y cuidado ambiental con la preservación de estos espacios que continuarán proporcionando servicios ambientales al ecosistema.

Dicho proyecto empleará la superficie actualmente autorizada, por lo que no es necesario solicitar superficie adicional, únicamente incorporar el uso de **aprovechamiento del minado superficial** a cambio del Área de maniobras del minado y una porción de pozos de producción y canal para tubería de agua, necesario para llevar a cabo sus operaciones, al establecerse en superficies autorizadas el nivel de impactó se reduce de manera considerable.

En cuanto al tema de áreas de interés ecológico, el proyecto se encuentra fuera de cualquier Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o bien municipal, incluso aquellas denominadas Áreas Decretadas Voluntariamente para la conservación, Sitios Ramsar, únicamente el proyecto se localiza sobre la Región hidrológica prioritaria (dentro del capítulo II se presenta su vinculación).

De acuerdo con las órdenes de corriente generadas por INEGI, el proyecto se ubica únicamente sobre una corriente de orden 1. Estos cauces corresponden a corrientes con flujo bajo, es decir, que solo presentan escurrimientos en temporadas de lluvia también llamados arroyuelos o cárcavas, dicho lo anterior el desarrollo del proyecto no tiene alguna injerencia significativa respecto a los escurrimientos superficiales.

En cuanto al Títulos y permisos de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, la promovente cuenta con el Título de concesión o asignación a nombre de MINERA REAL DEL ORO S.A. DE C.V., registrado el día 11 de septiembre del 2017, siendo el uso que ampara el título con uso industrial por una cantidad máxima de 1,000,000.00 m3/año, tal como se puede apreciar dentro de la base de datos del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) [3]. Cabe mencionar que en el desarrollo del proyecto no se prevé el aprovechamiento de agua para llevar a cabo este proyecto, únicamente se empleará 600 m^3/mes de agua para el riego de caminos, así como el mineral previo a la carga con el fin de evitar la dispersión de polvos, por lo que la cantidad de agua concesionada en base a sus títulos asignados, no se verá modificada.

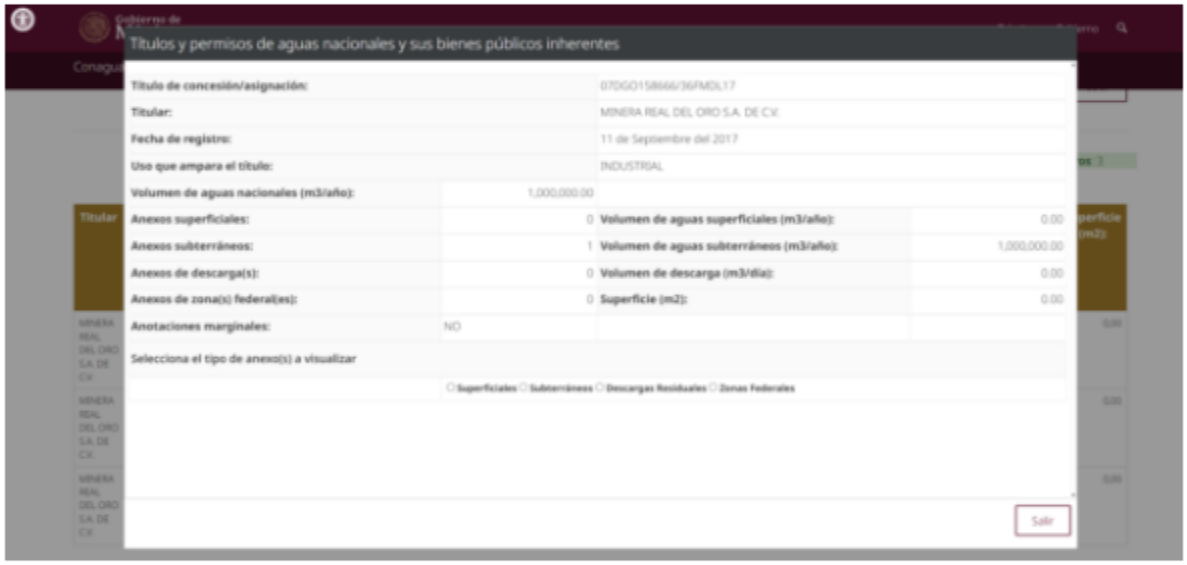


Figura I.11 Consulta del título de concesión de agua REPDA

En cuanto a los tipos de vegetación el proyecto se encuentra en un tipo de vegetación de pastizal natural en donde coexiste con una diversidad de especies de flora y fauna. Dentro de la región su distribución se encuentra bien representada, aunado a ellos se tienen identificadas las especies de flora que están catalogadas en algún estatus de riesgo de la NOM-59-SEMARNAT-2010 y dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), ambas se detallan en los capítulos III del presente estudio.

Así mismo el ordenamiento ecológico general del territorio donde recae el proyecto (Sierras y llanuras de Durango), hace mención sobre las actividades o rectores de desarrollo más importantes del lugar, destacando la ganadería y minería, esta última es definida como de "**Alta importancia de la**

[3] https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx

actividad minera". El proyecto no se contrapone con dicho ordenamiento, por el contrario, permite continuar con una de las actividades de mayor relevancia en la región, sin embargo, antes, durante y después de la operación deberá ajustarse a las disposiciones particulares de este programa.

I.9.2 Dimensiones del proyecto.

La superficie total destinada al desarrollo del proyecto "**Potrero la Mesa**" comprende **12.1852** hectáreas, dentro de las cuales se realizará el aprovechamiento superficial de minerales y se habilitarán las obras operativas asociadas necesarias para su funcionamiento, conforme al diseño y la secuencia establecidos en el plan de minado. En el cuadro siguiente se presenta la relación de las obras y componentes que integran el proyecto, así como la superficie correspondiente a cada uno de ellos.

Tabla I.8 Nombre y superficie de los usos del proyecto.

Uso	Superficie (ha)	Superficie previamente autorizada*
Aprovechamiento superficial de minerales	12.1852	12.1852
Total	**12.1852**	**12.1852**

* Superficies autorizadas previamente bajo el resolutivo SG/130.2.1.1/0018/16, con un uso de Área de maniobras del minado y en menor proporción pozos de producción y canal para tubería de agua.

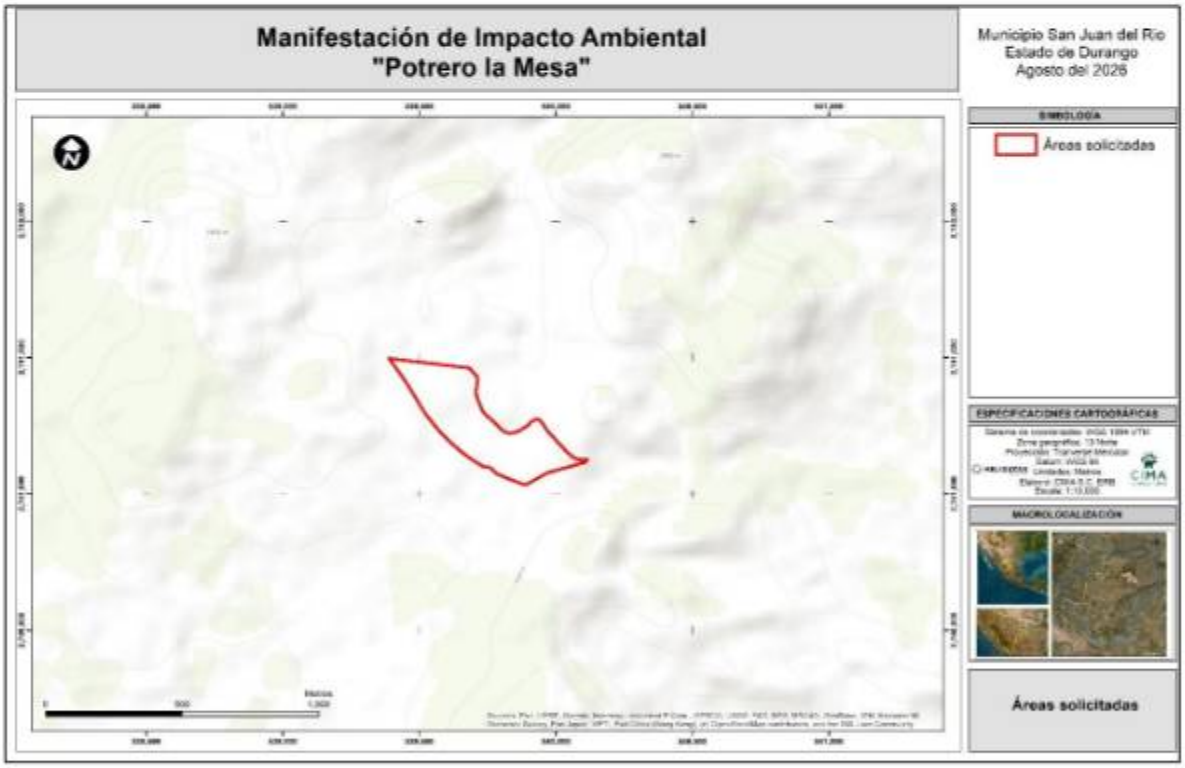


Figura I.12 Áreas solicitadas

Anexos al presente estudio se integran las coordenadas y superficies correspondientes a cada uno de los componentes del proyecto, así como aquellos archivos mediante Sistemas de Información

Geográfica, en archivos con formatos .SHP, .DWG y KML, georreferenciados en el sistema de coordenadas UTM, datum WGS84, Zona 13 N, así como cartografía de cada uno de los mapas elaborados para facilitar su ubicación y verificación espacial (**Anexo 7 – Espaciomapas, Anexo 8 – Coordenadas y Anexo 9 - Archivos digitales (shape, kml y dwg).**

I.9.3 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El proyecto "**Potrero la Mesa**" se localiza dentro de las autorizaciones en materia ambiental y forestal de la una unidad minera, en un área cuya vocación y uso predominante corresponden a actividades industriales (minería). En las áreas contiguas tenemos la presencia de la unidad minera actualmente en operación, mientras que los espacios naturales sustentan vegetación natural donde la actividad principal es la ganadería extensiva.

Respecto a los cuerpos de agua, dentro del polígono del proyecto no se localizan cuerpos de agua permanentes. En este contexto, el proyecto resulta compatible con el uso actual del suelo, al integrarse a una unidad minera existente y mantener la continuidad de las actividades previamente establecidas y autorizadas en el área.

I.9.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El proyecto se localiza dentro de la Unidad Minera San Agustín, actualmente en operación, por lo que dispone de la infraestructura y los servicios necesarios para desarrollar las actividades previstas.

El acceso al sitio se realizará mediante la red de caminos existente dentro de la unidad minera, la cual se encuentra conectada con la infraestructura carretera regional y permite el tránsito de vehículos ligeros, maquinaria pesada y equipos de operación. Dentro de la superficie solicitada se habilitarán progresivamente los caminos, rampas y accesos operativos requeridos conforme al avance del plan de minado.

Debido a que el proyecto corresponde a una expansión del área de aprovechamiento superficial de minerales, se utilizará la infraestructura existente en la unidad minera, incluidas las oficinas administrativas, talleres, almacenes, laboratorio, áreas de mantenimiento, instalaciones de seguridad, servicios médicos y demás áreas de apoyo. Por lo tanto, no se requiere desarrollar infraestructura urbana adicional.

El suministro de energía eléctrica se proporcionará mediante la infraestructura existente de la unidad minera. Una sección de esta infraestructura se localiza dentro de la superficie solicitada y cuenta con la autorización ambiental correspondiente, por lo que se mantendrá en operación como una obra complementaria necesaria para la continuidad de los servicios.

El abastecimiento de agua para las actividades del proyecto se realizará mediante camiones cisterna y, cuando resulte aplicable, a través de la infraestructura hidráulica existente en la Unidad Minera San Agustín, conforme a los títulos de concesión y autorizaciones vigentes de la empresa promovente. El agua será utilizada principalmente para el control de polvo, mantenimiento, limpieza, servicios generales y atención de emergencias.

Asimismo, se utilizarán los sistemas existentes de comunicación, suministro de combustible, gestión de residuos, seguridad industrial, atención médica y respuesta a emergencias. Estos servicios serán complementados con las actividades de control topográfico, monitoreo geotécnico, supervisión ambiental y mantenimiento de infraestructura previstas para el proyecto.

En consecuencia, el desarrollo del proyecto no requerirá la ampliación de los servicios públicos municipales, debido a que se integra a una unidad minera que actualmente cuenta con la infraestructura y los servicios necesarios para su operación.

I.10 Generación, manejo y disposición de residuos.

Durante las diferentes etapas del proyecto "**Potrero la Mesa**" se prevé la generación de residuos derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cierre. El manejo de estos residuos se realizará conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su Reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y demás disposiciones normativas aplicables.

De conformidad con el artículo 3, fracción XXXII de la LGEEPA, se entiende por residuo *"cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó"*.

El proyecto contempla la implementación de medidas para el almacenamiento temporal, manejo, transporte y disposición final de los residuos generados, con el propósito de prevenir riesgos al ambiente y a la salud, privilegiando, cuando sea técnicamente viable, su reutilización, reciclaje o valorización.

En los apartados siguientes se describen los principales tipos de residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto, así como su manejo y disposición final:

I.10.1 Residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos serán generados principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto, como resultado de las actividades cotidianas del personal. Entre los principales residuos se consideran restos de alimentos, envases de plástico, papel, cartón, vidrio, latas de aluminio y otros residuos no peligrosos de características similares a los generados en los hogares.

Estos residuos serán separados en el sitio conforme a su tipo, depositándose en contenedores debidamente identificados y distribuidos en las áreas de trabajo. Posteriormente, serán recolectados por el servicio autorizado para su disposición final en un sitio autorizado. Aquellos materiales susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a empresas o centros de acopio autorizados, cuando exista esta alternativa.

I.10.2 Residuos mineros.

Los residuos mineros corresponderán principalmente a aquello provenientes de las actividades de minado como tepetate y terreros.

El manejo de estos materiales se realizará de conformidad con el diseño del proyecto y con las disposiciones establecidas en la NOM-157-SEMARNAT-2009 y demás normatividad aplicable. Durante la operación, el material residual permanecerá confinado dentro de áreas diseñados para tal fin dentro de la unidad minera, incorporando las medidas de control necesarias para garantizar la estabilidad física y química del sistema. Al término de la vida útil del proyecto, dichos materiales serán objeto de las acciones de estabilización contempladas en el programa de cierre.

Los excedentes de material producto de cortes y nivelaciones que cumplan con las especificaciones técnicas podrán reutilizarse dentro del propio proyecto para actividades de conformación de plataformas, rellenos o nivelaciones, reduciendo así la generación de residuos.

I.10.3 Residuos peligrosos.

Durante las diferentes etapas del proyecto podrán generarse residuos peligrosos derivados principalmente del mantenimiento de maquinaria y equipo, así como de las actividades de operación. Entre éstos se consideran aceites lubricantes usados, filtros, estopas, trapos y materiales absorbentes impregnados con hidrocarburos, envases vacíos que hayan contenido sustancias peligrosas, baterías, lámparas y otros residuos que presenten alguna de las características de peligrosidad establecidas en la normatividad vigente.

Estos residuos serán segregados desde su generación y almacenados temporalmente en un almacén de residuos peligrosos, acondicionado conforme a la legislación aplicable, contando con piso impermeable, sistema de contención, señalización y control de acceso. Posteriormente, serán entregados a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su transporte, tratamiento, reciclaje, aprovechamiento o disposición final, conservando la documentación que acredite su manejo adecuado.

I.10.4 Residuos de manejo especial.

Los residuos de manejo especial serán generados principalmente durante las etapas de preparación del sitio, construcción, mantenimiento y cierre del proyecto. Entre éstos se incluyen residuos de construcción y demolición, madera, tarimas, empaques, chatarra metálica, cables, tuberías, geomembranas fuera de uso, llantas, componentes eléctricos, equipos obsoletos y otros materiales que, por su volumen o características, se clasifican como residuos de manejo especial conforme a la legislación aplicable.

Estos residuos serán separados de acuerdo con su naturaleza y almacenados temporalmente en áreas previamente definidas dentro del proyecto, procurando su reutilización o reciclaje cuando sea técnica y económicamente viable. Aquellos residuos que no puedan ser aprovechados serán enviados a empresas autorizadas o a sitios de disposición final autorizados por las autoridades competentes, de conformidad con la normatividad vigente.

Tabla I.9 Tipo de residuo a generar por etapa.

Etapa	Identificación	Tipo de residuo
Preparación del sitio	Restos de alimentos, envases de plástico, cartón, papel, vidrio y latas de aluminio generados por el personal.	Residuos sólidos urbanos (RSU)
	Material vegetal producto del desmonte y despalme.	Residuos de manejo especial*
	Madera, tarimas, embalajes de cartón y plástico.	Residuos de manejo especial
	Aceites lubricantes usados, filtros, estopas y materiales absorbentes impregnados con hidrocarburos.	Residuos peligrosos (RPE)
	Envases vacíos de aceites, lubricantes y sustancias químicas.	Residuos peligrosos (RPE)
	Tierra contaminada con hidrocarburos (en caso de derrames accidentales).	Residuos peligrosos (RPE)
	Aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles.	Manejo conforme al proveedor autorizado.
Construcción	Restos de materiales de construcción, tuberías, geomembranas, geotextiles, madera, chatarra, empaques y embalajes.	Residuos de manejo especial
	Restos de alimentos, envases de plástico, cartón, papel, vidrio y latas de aluminio.	Residuos sólidos urbanos (RSU)
	Aceites usados, filtros, grasas, estopas y materiales impregnados con hidrocarburos.	Residuos peligrosos (RPE)
	Envases vacíos de pinturas, solventes y combustibles (cuando aplique).	Residuos peligrosos (RPE)
	Tierra contaminada con hidrocarburos (en caso de derrames).	Residuos peligrosos (RPE)
	Aguas residuales provenientes de sanitarios portátiles.	Manejo conforme al proveedor autorizado.
Operación y mantenimiento	Tepetate	Residuos mineros
	Restos de alimentos, envases de plástico, papel, cartón, vidrio y alumimio.	Residuos sólidos urbanos (RSU)
	Aceites usados, filtros, grasas, estopas y materiales impregnados con hidrocarburos.	Residuos peligrosos (RPE)
	Envases vacíos que hayan contenido sustancias peligrosas.	Residuos peligrosos (RPE)
	Geomembranas, tuberías, chatarra, llantas, cables y materiales sustituidos durante el mantenimiento.	Residuos de manejo especial
	Equipos eléctricos y electrónicos fuera de uso (cables, luminarias, tarjetas electrónicas, etc.).	Residuos de manejo especial
Cierre	Infraestructura retirada (tuberías, geomembranas, chatarra, madera, materiales metálicos y residuos de construcción).	Residuos de manejo especial
	Restos de alimentos, envases y residuos domésticos del personal.	Residuos sólidos urbanos (RSU)
	Aceites usados, filtros y materiales impregnados con hidrocarburos provenientes del retiro de maquinaria.	Residuos peligrosos (RPE)

**El material vegetal producto del desmonte será triturado y aprovechado durante las actividades de restauración ambiental, por lo que no será dispuesto como residuo.*

I.10.5 Otras fuentes de daños.

A. Contaminación por vibraciones, radiaciones, energía térmica o lumínica

Durante las diferentes etapas del proyecto "**Potrero la Mesa**" no se prevé la generación de radiaciones ionizantes o radiactividad, debido a que las actividades contempladas corresponden al aprovechamiento superficial de minerales, las cuales no involucran el uso de materiales o equipos que representen este tipo de fuente de contaminación.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán vibraciones de baja intensidad como resultado de la operación de maquinaria pesada y equipos de construcción; sin embargo, éstas serán temporales, de carácter localizado y se limitarán al área del proyecto. De igual forma, durante la operación se generará energía térmica asociada al funcionamiento de maquinaria y equipos, así como iluminación artificial en las áreas de trabajo cuando las condiciones operativas lo requieran, sin que ello represente una fuente de afectación significativa fuera de la unidad minera.

Con el propósito de minimizar cualquier efecto sobre el personal y garantizar condiciones seguras de trabajo, la promovente implementará programas de seguridad, higiene y salud en el trabajo, así como procedimientos de operación y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, conforme a la normatividad aplicable.

B. Posibles accidentes.

Los principales riesgos potenciales durante el desarrollo del proyecto estarán asociados a la operación de maquinaria y equipo pesado, tránsito de vehículos ligeros dentro de la unidad minera y el manejo de combustibles, lubricantes, explosivos y otras sustancias utilizadas en las actividades de construcción y mantenimiento. Para prevenir la ocurrencia de accidentes, la promovente implementará programas de seguridad y salud en el trabajo, procedimientos de trabajo seguros, capacitación continua del personal, señalización de áreas de riesgo, uso obligatorio del equipo de protección personal (EPP), inspecciones periódicas de maquinaria e infraestructura y programas de mantenimiento preventivo.

Asimismo, se contará con procedimientos específicos para la atención de contingencias, que incluirán la respuesta ante derrames, incendios y otros eventos de emergencia que puedan presentarse durante el desarrollo del proyecto. De igual manera, se realizarán simulacros periódicos y actividades de capacitación, con la finalidad de fortalecer la capacidad de respuesta del personal y minimizar los posibles impactos en la seguridad de los trabajadores, las instalaciones y el medio ambiente

I.11 Resumen de características del proyecto.

Por último, la promovente realiza un resumen general de las características particulares del proyecto, donde se describen preceptos como energía eléctrica, consumo de agua, residuos, superficie a intervenir entre otras

Tabla I.10 Tabla resumen de características del proyecto.

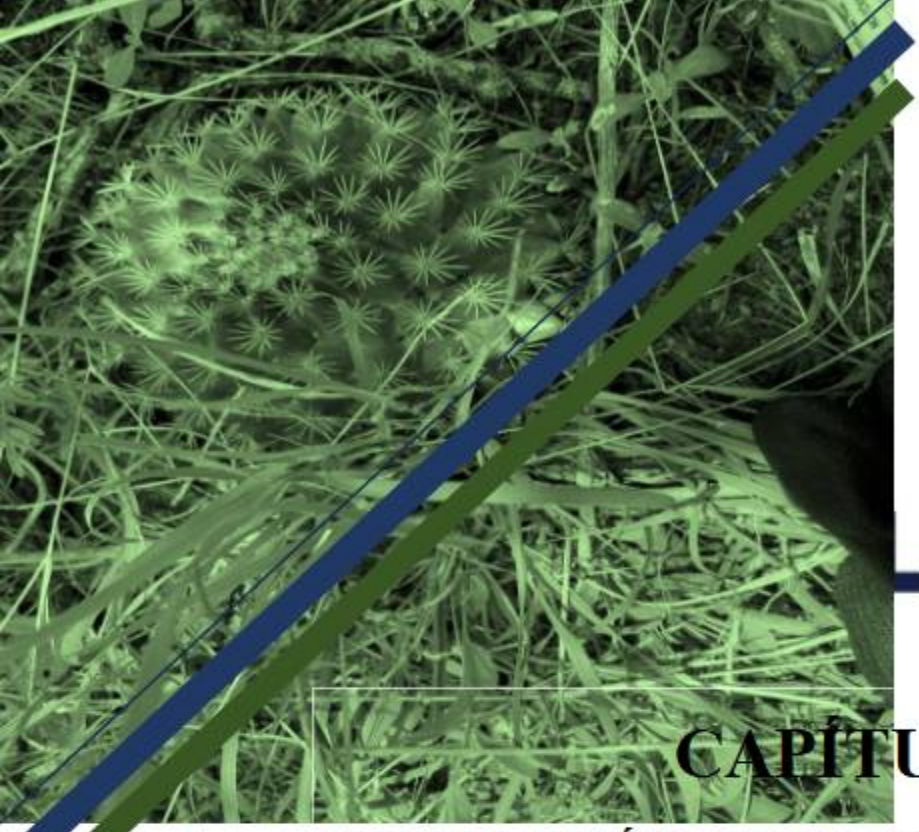
Concepto		Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica		-	-
Consumo de agua		600 m³/mes	600 m³/mes
Emisiones de gases de efecto invernadero		8.305 ton/mes	8.305 ton/mes
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)		N/A	N/A
Generación de residuos	**Peligrosos**	250 kg/mes	300 kg/mes
	Manejo especial	400 kg/mes	250 kg
	Sólidos urbanos	200 kg/mes	100 kg/mes
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio especifico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84		N/A	N/A
Otros en su caso (especificar)		N/A	N/A

Tabla I.11 Superficies generales del proyecto.

Concepto	Superficie (ha)	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	12.1852	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones*	0	
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas**	12.1852	
	Existente (ha)	**Por afectar(ha)**
Superficie total de vegetación	12.1852	12.1852
Superficie de vegetación forestal total	12.1852	12.1852
Superficie por cada tipo de vegetación forestal		
Pastizal Natural (INEGI serie VII)	12.1852	12.1852
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	0	
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	0	
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	0	

*Considera aquellas obras que requieren de alguna construcción o edificación

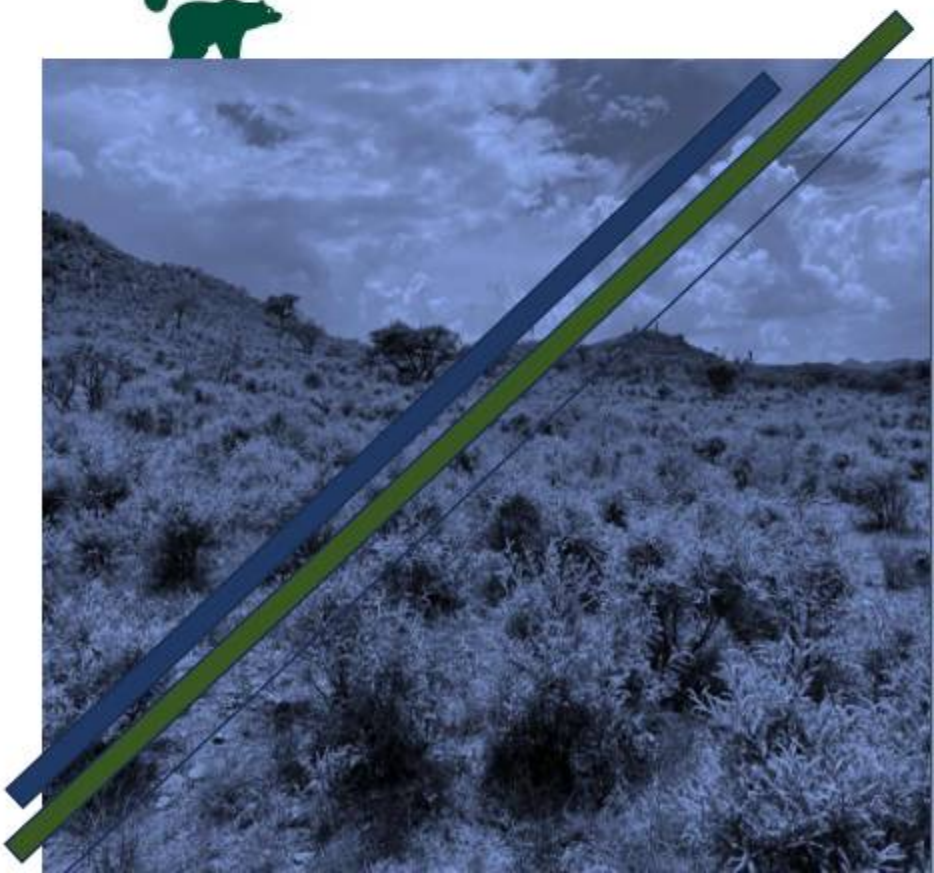
**Se consideran el uso principal de aprovechamiento superficial de minerales, pero también sus obras complementarias como suministro de energía eléctrica, camino y acceso, obras desviadoras de agua, sistema de abastecimiento de agua, exploración minera, ninguna de ellas considera la construcción o edificación.



LIOSTAR
SAN AGUSTÍN

CAPÍTULO II.

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



Septiembre 2026

ÍNDICE

II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. 1
II.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1
II.2 Leyes y reglamentos. 2
II.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ("LGEEPA") y su Reglamento. 2
II.2.2 Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 3
II.2.3 Ley General de Vida Silvestre 5
II.2.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 7
II.2.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN) 8
II.2.6 Ley de Minería 9
II.2.7 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos 12
II.2.8 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 13
II.2.9 Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango 13
II.2.10 Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango 14
II.2.11 Ley Estatal de Desarrollo y Fomento Minero de Durango (LEDYFMD) 15
II.2.12 Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Durango 17
II.2.13 Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035 18
II.3 Normas oficiales mexicanas. 19
II.3.1 Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales 19
II.3.2 Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) 21
II.4 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)..... 23
II.4.1 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). 23
II.5 Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango..... 30
II.5.1 Unidades de gestión ambiental del estado de Durango (UGA). 31
II.5.2 Programa de Ordenamiento Municipal. 45
II.6 Planes o programas de desarrollo 45
II.6.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 45
II.6.2 Plan Estatal de Desarrollo de Durango 2023-2028 47
II.6.3 Plan Municipal de Desarrollo de San Juan del Río 2026-2028. 49
II.6.4 Plan Municipal de Desarrollo de Coneto de Comonfort 2026-2028. 49
II.7 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 50
II.7.1 Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP). 50
II.7.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales. 51
II.7.3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Municipales. 52
II.7.4 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). 52
II.8 Otros instrumentos de regionalización. 53
II.8.1 Sitios Ramsar 53
II.8.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 54
II.8.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 56
II.8.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). 58
II.8.5 Localidad(es) con población indígena y/o afromexicana en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia. 59
II.9 Otras regulaciones inherentes al proyecto como Convenios o tratados internacionales, tales como CITES, tratados fronterizos, etc. 60

II.9.1 CITES..... 60
II.9.2 Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono 61
II.9.3 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) 62
II.9.4 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto 63
II.9.5 Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial 63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.1
Tabla II.2 Vinculación del proyecto con la LGEEPA. 3
Tabla II.3 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA 4
Tabla II.4 Vinculación del proyecto con la LGVS. 6
Tabla II.5 Vinculación del proyecto la LGDFS. 7
Tabla II.6 Vinculación del proyecto a la LAN. 8
Tabla II.7 Vinculación del proyecto con la Ley de Minería. 10
Tabla II.8 Vinculación del proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos. 12
Tabla II.9 Vinculación del proyecto con la LGPGIR..... 13
Tabla II.10 Vinculación del proyecto con la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango. 14
Tabla II.11 Vinculación del proyecto con la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango. 15
Tabla II.12 Vinculación del proyecto con la Ley Estatal de Desarrollo y Fomento Minero de Durango. 15
Tabla II.13 Vinculación del proyecto con la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Durango. 17
Tabla II.14 Vinculación del proyecto con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035. 18
Tabla II.15 Normas Oficiales Mexicanas - SEMARNAT. 20
Tabla II.16 Normas Oficiales Mexicanas - STPS. 22
Tabla II.17 Descripción general de la UAB 14 "Sierra y llanuras de Durango". 24
Tabla II.18 Características del desarrollo de la UAB 14. 25
Tabla II.19 Vinculación del proyecto con la UAB 14..... 25
Tabla II.20 UGA's dentro de la RE. 32
Tabla II.21 Características de la UGA 109..... 32
Tabla II.22 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango UGA 109 .. 32
Tabla II.23 Características de la UGA 122..... 35
Tabla II.24 Criterios de regulación ecológica para UGA 122. 35
Tabla II.25 Características de la UGA 125..... 38
Tabla II.26 Criterios de regulación ecológica para UGA 125. 39
Tabla II.27 Características de la UGA 131..... 43
Tabla II.28 Criterios de regulación ecológica para UGA 131. 43
Tabla II.29 Vinculación del proyecto con los ejes del PND 2025-2030. 46
Tabla II.30 Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Durango 2023-2028. ... 47
Tabla II.31 Aspectos bióticos de la RTP-54 Santiaguillo-Promontorio. 57
Tabla II.32 Aspectos antropogénicos de la RTP-54 Santiago-Promontorio. 58
Tabla II.33 Vinculación del proyecto con CITES..... 60
Tabla II.34 Vinculación del proyecto con el protocolo de Montreal. 62
Tabla II.35 Vinculación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 62

Tabla II.36 Vinculación del Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. 63
Tabla II.37 Vinculación para la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. 64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Unidades ambientales biofísicas 24
Figura II. 2. Unidades de gestión ambiental del estado de Durango 31
Figura II. 3. ANP - Federal..... 51
Figura II. 4. ANP – Estatal 52
Figura II. 5. Área decretada voluntariamente para la conservación 53
Figura II. 6. Sitios Ramsar..... 54
Figura II. 7. Región hidrológica prioritaria 56
Figura II. 8. Región terrestre prioritaria 57
Figura II. 9. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. 59
Figura II. 10. Consulta dentro del catálogo nacional de pueblos indígenas del INPI. 60

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

El proyecto propuesto **"Potrero la Mesa"** consiste en garantizar la continuidad operativa de la unidad minera San Agustín, aprovechando las proyecciones de reservas de mineral identificadas en el subsuelo del área de interés. Cabe aclarar que esta unidad, se encuentra en operación activa y cuenta con autorizaciones previas en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo.

El área solicitada para su evaluación en materia de impacto ambiental, que anteriormente contaba con autorización para los usos de Área de maniobras del minado y en menor proporción pozos de producción y canal para tubería de agua, requiere ahora un cambio de uso destinado a la extracción superficial de los minerales de interés, presentes en el subsuelo. La ejecución de este proyecto implica realizar la remoción de vegetación forestal, la cual ya cuenta con la autorización para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales emitida por la SEMARNAT, para mayor detalle se describen ampliamente en el capítulo I.

Por lo tanto, en este capítulo se presenta el marco normativo que rige el proyecto propuesto denominado **"Potrero la Mesa"**, explicando cómo las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas se articulan con las políticas de planeación y uso del suelo. Se expone la evolución y diversidad de instrumentos ambientales disponibles en México, y se identifican las disposiciones federales, estatales y municipales relevantes, así como los programas de ordenamiento ecológico aplicables.

Además, se analiza la correspondencia entre las actividades del proyecto y el marco regulatorio vigente, destacando las medidas y criterios que la promovente incorpora para garantizar un desarrollo compatible y conforme con la gestión ambiental existente. A continuación, se realiza la vinculación con la normatividad aplicable al proyecto.

II.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Ley Suprema del sistema jurídico mexicano que fue promulgada el 5 de febrero de 1917, la Constitución contiene los principios y objetivos de la nación, establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos. Contiene 136 artículos y 19 transitorios, distribuidos en nueve títulos. A continuación, se transcriben los artículos de la Constitución mexicana que resultan relevantes de conformidad con los fines expuestos al inicio de este capítulo:

Tabla II.1 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
4.	*Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. (Diario Oficial de la Federación, 28 de junio de 1999).* *Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico*	El proyecto considera diversas actividades encaminadas a la preservación del ecosistema y una variedad de programas que coadyuvan a aminorar el impacto que puede ocasionar la ejecución del proyecto.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	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 (Párrafo adicionado DOF 08-02-2012).	
27.	*La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.* *Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales 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. Párrafo reformado DOF 20-01-1960.* *Consultado en el documento con Últimas reformas publicadas DOF 02-06-2026*	La promovente solicita con el presente estudio la autorización a la **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales** (SEMARNAT), para desarrollar el proyecto dentro del marco legal y ambiental correspondiente, misma que en su evaluación también realiza una consulta a los diferentes órganos gubernamentales de la viabilidad de este.

II.2Leyes y reglamentos.

II.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ("LGEEPA") y su Reglamento.

La legislación ambiental de México tiene como eje rector la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), promulgada el 28 de enero 1988, última reforma publicada el 19 de enero de 2026, cuya inspección y fiscalización recaen en la PROFEPA, exceptuando lo relativo al recurso agua.

De competencia en el territorio mexicano y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, las disposiciones de la LGEEPA son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para "garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar". A continuación, se describen los artículos aplicables al desarrollo del proyecto, así como la vinculación con el mismo.

Tabla II.2 Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

LGEEPA		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
15.	IV. Quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre.	En cumplimiento a este artículo, se contemplaron en la Evaluación de Impacto Ambiental diversas actividades y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto
28.	Dicho artículo establece que, 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 además de 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 de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas	El presente proyecto plantea desarrollar actividades mineras de aprovechamiento superficial y exploración de minerales metálicos de oro y plata reservados a la federación de acuerdo con la ley de minería. La principal obra y/o actividad propuesta es el minado superficial. Con la finalidad de analizar y evaluar los posibles impactos potenciales por el desarrollo del proyecto se elabora y somete a evaluación la MIA-P del proyecto "Potrero la Mesa" ante la secretaria correspondiente requerida para la autorización en materia de impacto ambiental. En materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se cuenta con la autorización de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), mediante los resolutivos **No. SG/130.2.2/001944/16 y OR-130/GA/1352/2025.**
30.	Relativo a los requisitos que debe incluir la Manifestación de Impacto Ambiental, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental.	El presente estudio cumple los lineamientos técnicos y jurídicos previstos para la Evaluación de Impacto Ambiental, dado que su elaboración está basada en la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental Minero Modalidad- particular publicada por la SEMARNAT.

II.2.2 Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental[1]

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental publicado en el DOF (Diario Oficial de la Federación) en el año 2000 y su última reforma publicada en el DOF el 31 de Octubre de 2014; señala en su artículo 5,

[1] Publicado en el DOF el 30-may-2000; última reforma 31-oct-2014: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Inciso L, que quienes pretendan llevar a cabo obras para la exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, tal es el caso del Proyecto "Potrero la Mesa", el cual, por su naturaleza y actividades relacionadas con la exploración (Fracción II) y explotación (Fracción I) de minerales requerirá previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. De igual manera, sus actividades requieren de la remoción de vegetación forestal, por lo tanto, se vincula con el inciso O, fracción I. A través de la presente manifestación de impacto ambiental se vincula el proyecto con los aspectos legislativos y normativos aplicables a la actividad.

Tabla II.3 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA

Reglamento LGEEPA		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
5.	Quienes pretendan llevar a cabo alguno 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** **I.** Explotación de minerales y sustancias reservadas a la Federación, junto con su infraestructura de apoyo. **II.** Obras de exploración, con excepción de las prospecciones superficiales y gravimétricas, cuando se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales, y en regiones con vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, fuera de áreas naturales protegidas. **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	La promovente somete a evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), con motivo de desarrollar actividades de explotación y exploración de minerales metálicos. El proyecto consiste en el aprovechamiento superficial de minerales de oro y plata mediante el minado superficial, esto permitirá dar continuidad a las actividades operativas de la unidad minera San Agustín. Aunque el área actualmente cuenta con autorización en materia de impacto ambiental, para el desarrollo de actividades de maniobras y canales para tubería de agua, que se limitan a intervenciones superficiales y de menor impacto. Las obras y los impactos asociados al minado superficial son de mayor magnitud y naturaleza distinta, conformación de taludes y bermas para extracción del mineral de subsuelo superan los impactos evaluados para áreas de maniobras y canales para tubería que solo implican el uso de la parte superficial del suelo. En el proyecto es necesario llevar a cabo la remoción de vegetación forestal, esto implica un cambio de uso del suelo, que será destinada al desarrollo de actividades mineras, por lo tanto, se encuentra en el marco de la fracción I del inciso O, por lo que, también exige la autorización previa en materia de cambio de cambio de uso del suelo en terrenos forestales correspondiente Por lo tanto, la promovente somete a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental por el proyecto de explotación superficial de oro y plata en la unidad minera San Agustín. Conforme al artículo 5, inciso L, fracciones I y II para actividades explotación y exploración de minerales, respectivamente; asimismo, con fundamento en el inciso O, fracción I,

Reglamento LGEEPA		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	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.	para realizar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales necesario para el desarrollo del Proyecto. Respecto a este último inciso, es importante destacar que la Promovente cuenta con diversas autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, contenidas en los resolutivos con los siguientes números de oficio: 1. SG/130.2.2/001944/16, 2. OR-130/GA/1352/2025.
44.	Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: **I.** Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación **II.** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. **III.** En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En el capítulo III se realiza una descripción de los componentes que constituyen la Región Ecológica (RE) a la que pertenece el proyecto, así como su estado de conservación. Asimismo, en el capítulo IV se realiza una valoración de los posibles impactos ambientales que podría ocasionar el proyecto; además, se presentan las medidas de mitigación y compensación para afectaciones inevitables asociadas a la naturaleza del proyecto, así como los programas que se implementarán para reducir los impactos identificados. Con lo anterior, se proveen los elementos necesarios para que la autoridad evalúe el proyecto en términos de lo indicado en el presente artículo.

II.2.3 Ley General de Vida Silvestre[2]

Esta ley tiene por objeto la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana. Para ello, establece diversas disposiciones comunes contenidas, entre otras, en los siguientes artículos:

[2] Publicada en el DOF el 03 de julio de 2000, última reforma el 16 de julio de 2025: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf

Tabla II.4 Vinculación del proyecto con la LGVS.

LGVS		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
18.	Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	En el capítulo IV del presente estudio, se proponen las medidas para garantizar una afectación limitada a la flora y fauna, así como las medidas necesarias para mitigar los impactos que llegaran a ocasionar las actividades asociadas a la naturaleza del proyecto. Adicionalmente se contemplan los siguientes programas: • Anexo 3 - Programa de rescate y reubicación de flora silvestre • Anexo 4 - Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre
58.	Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: En peligro de extinción (…) Amenazadas (…) Sujetas a Protección Especial (…)	El proyecto se apegará a las políticas de conservación y las acciones que se deberán de realizar para no afectar, o en su caso, rescatar la fauna y flora silvestre ecológica relevante o que se encuentre sujeta a alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
106.	Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	En el presente estudio se realizó la valoración de las posibles afectaciones a la fauna silvestres y con base a ello se plantean una seria de medidas y acciones que van orientadas a minimizar los impactos a la fauna silvestre. Se plantea acciones de rescate y reubicación la fauna silvestre que sea detectada en el área del proyecto al momento de realizar las actividades del proyecto, con especial atención a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de lento desplazamiento o con una importancia ecológica particular.

II.2.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable[3]

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; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México.

Tabla II.5 Vinculación del proyecto la LGDFS.

LGDFS		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
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. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. 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	Respecto al cumplimiento de este artículo, es importante destacar que la Promovente cuenta con diversas autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, contenidas en los resolutivos con los siguientes números de oficio: 1. SG/130.2.2/001944/16 y 2. OR-130/GA/1352/2025.

[3] Publicada en el DOF el 05 de junio de 2018, última reforma el 01 de abril de 2024: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

LGDFS		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	

II.2.5 Ley de Aguas Nacionales (LAN)[4]

La Ley de Aguas Nacionales fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992, y establece en su artículo 1, que: *"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 II.6 Vinculación del proyecto a la LAN.

LAN		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
85.	En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.	El proyecto considera las medidas de prevención y mitigación ante cualquier impacto que pudiese afectar a la red fluvial, estas medidas están descritas en el capítulo IV de dicho documento, estas acciones son necesarias para proteger y conservar la calidad del agua.
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.	Se incluyen medidas preventivas en todas las etapas del proyecto que garantizan la no ocurrencia de arrastres o vertimientos accidentales de desechos a los cauces naturales.

[4] Publicada en el DOF el 01 de diciembre de 1992, última reforma el 11 de diciembre de 2025: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

LAN		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
96 bis 1.	Las personas físicas o morales que descarguen aguas residuales, en violación a las disposiciones legales aplicables, y que causen contaminación en un cuerpo receptor, asumirán la responsabilidad de reparar el daño ambiental causado, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas, penales o civiles que procedan, mediante la remoción de los contaminantes del cuerpo receptor afectado y restituirlo al estado que guardaba antes de producirse el daño, o cuando no fuere posible, mediante el pago de una indemnización fijada en términos de Ley por Autoridad competente.	El proyecto no contempla la descarga de aguas residuales a ningún cuerpo de agua, el destino del recurso hídrico será utilizado de la manera más adecuada para no contravenir lo establecido en este apartado.

II.2.6 Ley de Minería[5]

La Ley de Minería es reglamentaria del artículo 27 constitucional y regula la exploración, la explotación y el aprovechamiento de los minerales o sustancias cuyo dominio corresponde a la Nación; y su aplicación compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Economía.

Las actividades contempladas por el Proyecto quedan comprendidas en esta Ley debido a que consisten en la explotación y exploración de un yacimiento mineral, así como el aprovechamiento de oro y plata, minerales expresamente incluidos en el artículo 4, fracción I

depósitos de los recursos nacionales, incluidos: minerales y sustancias para usos industriales, elementos del grupo de los lantanos, piedras preciosas, sal en roca y sus derivados, productos derivados de la descomposición de rocas, cuya explotación se realice principalmente por obras subterráneas, ciertos minerales y materias orgánicas que puedan ser utilizadas como fertilizantes; ciertos combustibles sólidos, y los demás identificados por el Ejecutivo Federal. Se excluyen específicamente de la competencia de esta Ley: el petróleo, e hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos; minerales radiactivos, sustancias en suspensión o disueltas en aguas subterráneas, rocas o productos resultantes de su descomposición, utilizados como materiales para la construcción, o en la construcción; productos derivados de la descomposición de rocas, cuya explotación se realice principalmente por obras de túnel abierto; y sales provenientes de salinas formadas en depósitos endorreico.

[5] Publicada en el DOF el 26 de junio de 1992, última reforma el 08 de mayo de 2023: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMin.pdf

Tabla II.7 Vinculación del proyecto con la Ley de Minería.

Ley de Minería		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
1	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.	El Proyecto consiste en la explotación, exploración y aprovechamiento de minerales de oro y plata dentro de la Unidad Minera San Agustín, por lo que sus actividades se encuentran sujeta a la Ley de Minería y a las disposiciones aplicables.
2.	Se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, la exploración, explotación, y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, así como de las salinas formadas directamente por las aguas marinas provenientes de mares actuales, superficial o subterráneamente, de modo natural o artificial y de las sales y subproductos de éstas.	La promovente solicita la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo actividades de explotación y beneficio de sustancias reservadas a la Federación, la empresa promovente ha adquirido conforme a normatividad las concesiones mineras correspondientes del área del proyecto.
3.	Para los efectos de la presente Ley se entiende por: **I.** Exploración: Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos de minerales o sustancias, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan; **II.** Explotación: Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales o sustancias existentes en el mismo; **III.** Beneficio: Los trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y 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, y **IV.** Uso o aprovechamiento: Derecho a obtener y disponer los recursos derivados de la explotación y beneficio de las actividades mineras.	Las obras del Proyecto se vinculan principalmente con la definición de explotación, exploración, pues comprenden actividades para continuar el aprovechamiento del depósito mineral.

Ley de Minería		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
4.	Son minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos los siguientes: I. Minerales o sustancias de los que se extraigan antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, bromo, cadmio, cesio, cobalto, cobre, cromo, escandio, estaño, estroncio, flúor, fósforo, galio, germanio, hafnio, hierro, indio, iridio, itrio, lantánidos, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, niobio, níquel, oro, osmio, paladio, plata, platino, plomo, potasio, renio, rodio, rubidio, rutenio, selenio, sodio, talio, tantalio, telurio, titanio, tungsteno, vanadio, zinc, zirconio y yodo;	De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, el proyecto se va a desarrollar en una zona mineralizada, para lo cual se realizaron análisis de las muestras de los núcleos extraídos durante las exploraciones previas.
27.	Las personas titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligadas, por cada lote minero, a: … XXIII. Implementar medidas de reutilización del agua dentro del lote minero a fin de lograr, al menos, un sesenta por ciento de reciclaje de aguas residuales tratadas en sus instalaciones, …	El Proyecto incorporará sistemas de medición y balance hídrico, recirculación y reutilización; asimismo, documentará el porcentaje de reciclaje.
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.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental establece medidas para controlar las emisiones de polvo y ruido, prevenir derrames, manejar residuos, proteger la calidad del agua, conservar suelo fértil, rescatar flora y fauna.
42.	Las concesiones mineras se deben cancelar por: .. VIII. No 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 de manera oportuna el plan de cierre de mina.
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	El Proyecto contemplará desde la etapa operativa la planeación financiera y técnica de su cierre; para esto, oportunamente presentará el Plan de Cierre en el que se detallarán las

Ley de Minería		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	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.	actividades de restauración, estabilización, monitoreo y compensación.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que el Proyecto se encuentra regulado por la Ley de Minería debido a que contempla la explotación, exploración y aprovechamiento de oro y plata, siendo estos minerales reservados a la Federación.

II.2.7 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

Publicada en el DOF el año de 1972 y su última reforma publicada en el DOF el 09 de abril de 2012. El objetivo de esta ley que es resguardar y proteger la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos en el territorio mexicano.

Tabla II.8 Vinculación del proyecto con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.

La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
6	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.	En la RE del proyecto no se tiene conocimiento de la existencia este tipo de declaratorias, por lo que se encuentra algún tipo de vestigio. En caso de que en el sitio del proyecto se encontrarán vestigios de monumentos, zonas arqueológicas, artísticas e históricas, el promovente estará obligado a informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

II.2.8 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos[6]

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, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Tabla II.9 Vinculación del proyecto con la LGPGIR.

LGPGIR		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
18.	Los residuos sólidos 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.	Los residuos sólidos urbanos que se lleguen a generar principalmente corresponderían a la basura procedente de campamento, esto por el uso de envases plásticos, papel, bolsas de plástico, así como de los residuos de papel sanitario, estos residuos serán transportados a la localidad de San Juan del Río o en su caso la localidad más cercana que cuenten con este servicio.
41.	Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Los residuos peligrosos que se lleguen a generar serán tratados conforme la normatividad vigente, los cuales serán almacenados en áreas de almacén temporal para su posterior disposición, cabe mencionar que en la unidad minera ya se cuenta con esta autorización en esta en operaciones.

II.2.9 Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango[7]

La Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro del territorio estatal, en aquellas materias que no se encuentren expresamente reservadas a la federación; no obstante, se realiza la vinculación con algunos de sus artículos, la cual no debe interpretarse como una sustitución de la competencia federal.

[6] Publicada en el DOF el 08 de octubre de 2003, última reforma el 19 de enero de 2026: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
[7] Publicada en el Periódico Oficial del estado de Durango no. 50, de fecha 24 de junio de 2010, decreto 499, LXIV legislatura: https://congresodurango.gob.mx/Archivos/legislacion/LEY%20DE%20GESTION%20AMBIENTAL.pdf

Tabla II.10 Vinculación del proyecto con la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango.

Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango.		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Artículo 1	Sus disposiciones son de orden público e interés social con aplicación en el territorio del Estado de Durango, y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y establecer las bases para: … *X. La sustentabilidad en el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales, así como su preservación.*	La promovente contempla obras de mitigación, compensación y restauración con el fin de minimizar los impactos de las actividades del proyecto, así mismo se apegará en todo momento a lo establecido por la normatividad vigente.
Artículo 5	*I. Corresponde al Gobierno del Estado de Durango, por conducto de la Secretaría:* *Emitir los criterios de ordenamiento ecológico del Estado, con la participación de los municipios, que sean congruentes con las formuladas por la Federación; I. Cada ecosistema dentro de la Entidad tiene sus propias características y funciones que deben ser respetadas*	El proyecto consideró en todo momento los ordenamientos ecológicos y planes de desarrollo del estado de Durango.
	V. Prevenir y controlar actividades que generen riesgo, tales como las producidas por empresas de servicio;	La promovente se apegará a la normativa vigente para el desarrollo del proyecto, así mismo dentro del capítulo IV se contemplan las medidas de mitigación y restauración.

II.2.10 Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango[8]

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango tiene como finalidad propiciar el desarrollo forestal sustentable, conservar y restaurar los ecosistemas forestales, proteger las cuencas hidrológico-forestales y regular, dentro del ámbito de competencia estatal, el aprovechamiento, transporte y transformación de recursos forestales.

[8] Publicada en el Periódico Oficial del estado de Durango no. 48 bis, de fecha 13 de junio de 2004, decreto 397, LXII legislatura: https://congresodurango.gob.mx/Archivos/legislacion/LEY%20DE%20DESARROLLO%20FORESTAL%20SUSTENTABLE.pdf

Tabla II.11 Vinculación del proyecto con la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango.

Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango.		
SECCIÓN CUARTA Artículo 26	*Con base al inventario forestal y de suelos y tomando en cuenta el ordenamiento ecológico del territorio, la Secretaría, en coordinación con las autoridades competentes, llevará a cabo la zonificación forestal, instrumento mediante el cual se identifican, agrupan y ordenan terrenos forestales y preferentemente forestales dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales, donde se incluyan las actividades biológicas, ambientales y socioeconómicas con el objeto de facilitar su administración y aplicación de políticas enmarcadas en el Programa Sectorial.*	El proyecto consideró en todo momento los ordenamientos ecológicos y planes de desarrollo del estado de Durango.

II.2.11 Ley Estatal de Desarrollo y Fomento Minero de Durango (LEDYFMD)[9]

El proyecto de extracción de oro y plata mediante minado superficial que pretende desarrollar la unidad minera San Agustín encuadra directamente en la definición de sector minero prevista en el Artículo 3, al tratarse de una persona moral dedicada a la explotación de yacimientos minerales metálicos.

Tabla II.12 Vinculación del proyecto con la Ley Estatal de Desarrollo y Fomento Minero de Durango.

Ley Estatal de Desarrollo y Fomento Minero de Durango (LEDYFMD)		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Artículo 2	La presente Ley, tiene como objeto: Fracción I Promover y fomentar el desarrollo del sector minero en el Estado de Durango, para favorecer su crecimiento, sobre bases de un desarrollo equilibrado y sustentable; Fracción V. Otorgar estímulos para cumplir con la normatividad ecológica;	La promovente, al someter a evaluación ante la SEMARNAT el proyecto, reafirma su compromiso con el desarrollo equilibrado y sustentable previsto en el Artículo 2, Fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. En este sentido, la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) constituye la vía legal y técnica para garantizar que las nuevas obras se desarrollen en apego al marco regulatorio y bajo criterios de sustentabilidad. Asimismo, el hecho de que la promovente ya cuenta con las autorizaciones previa en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (resolutivos No. **SG/130.2.2/001944/16** y **OR-**

[9] Publicada en el Periódico Oficial del estado de Durango no. 105 bis, de fecha 31 de diciembre de 2017, decreto 341, LXVII legislatura: https://congresodurango.gob.mx/Archivos/legislacion/LEY%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO%20Y%20FOMENTO%20MINERO.pdf

Ley Estatal de Desarrollo y Fomento Minero de Durango (LEDYFMD)		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
		130/GA/1352/2025) demuestra que el proyecto ha venido observando de manera prioritaria el cumplimiento de la normatividad ambiental a que se refiere la Fracción V del Artículo 2.
Articulo 5	El Titular del Poder Ejecutivo tendrá las siguientes atribuciones en materia minera, mismas que ejercerá por conducto de la Secretaría de Desarrollo Económico: Fracción IX. Promover que en la realización de las actividades mineras se observen las normas, políticas y lineamientos establecidos para la preservación y mejoramiento del medio ambiente en el Estado; en coordinación con las autoridades federales competentes;	La promovente, al someter a evaluación ante la SEMARNAT el proyecto de extracción minera mediante minado superficial, reafirma su compromiso de desarrollar las actividades en estricto apego al marco normativo vigente, garantizando que se orienten hacia un desarrollo equilibrado y sustentable. Esta acción responde directamente a lo establecido en la Fracción IX del Artículo 5, que prevé la coordinación entre el Estado y las autoridades federales en materia ambiental. Dicha coordinación se materializa con la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), instrumento que permite evaluar, autorizar y dar seguimiento a las obras y actividades propuestas, asegurando su congruencia con los objetivos de protección y gestión ambiental.
Articulo 11	Para cumplir por lo previsto en el artículo que antecede, el Fondo Estatal de Fomento Minero con sujeción a su Reglamento contemplará cuando menos, el otorgamiento de los siguientes apoyos: III. Apoyo para la gestión de estudios y permisos que se requieren para el inicio de toda actividad minera, como son los estudios de impacto ambiental, cambios de uso de suelo, permiso de explosivos, entre otros;	Por último, el que el Fondo Estatal de Fomento Minero reconozca y respalde expresamente, en la Fracción III del Artículo 11, la gestión de estudios de impacto ambiental y cambios de uso de suelo como parte legítima del desarrollo de la actividad minera, confirma que el trámite federal que aquí se promueve no es ajeno a la política estatal, sino un instrumento que el propio Estado identifica como necesario para regularizar cambios de obra en unidades mineras activas.

II.2.12 Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Durango[10]

La Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Durango tiene como objeto establecer las bases para planear, ordenar y regular la ocupación y utilización del territorio, así como los usos y destinos de áreas y predios, las acciones de urbanización, la construcción de infraestructura y la prevención de riesgos naturales y antropogénicos.

Tabla II.13 Vinculación del proyecto con la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Durango.

Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Durango		
Art.	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
60	Las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia y los programas en materia de desarrollo urbano.	La promovente, al someter a evaluación ante la **SEMARNAT** el proyecto, cumple con lo dispuesto en el **Artículo 60**. En este sentido, la evaluación federal coordinada que realiza SEMARNAT garantiza que el proyecto de la unidad minera **San Agustín** se ajuste a los instrumentos de planeación urbana vigentes, asegurando la congruencia entre las obras propuestas y los objetivos de ordenamiento territorial. De esta manera, la presente **Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)** satisface la condición jurídica de vinculación con los programas de desarrollo urbano, fortaleciendo la legalidad y sustentabilidad del proyecto.
69	Se consideran zonas destinadas a la conservación: Fracción II. Las dedicadas en forma habitual a las actividades agropecuarias, forestales o mineras;	En este sentido, el predio donde se desarrollará el proyecto posee una vocación minera reconocida, dado que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que no representa una alteración del equilibrio territorial, sino una modificación dentro de un mismo uso ya contemplado normativamente. De esta manera, la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) acredita la congruencia del proyecto con el marco jurídico aplicable, garantizando que las actividades propuestas se desarrollen en armonía con la clasificación legal del suelo y con los objetivos de conservación establecidos.

[10] Publicada en el Periódico Oficial del estado de Durango no. 44, de fecha 02 de junio de 2022, decreto 141, LXIX legislatura: https://congresodurango.gob.mx/Archivos/legislacion/LEY%20DE%20ASENTAMIENTOS%20HUMANOS,%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL.pdf

II.2.13 Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035[11]

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035 (PEACC-Durango 2025-2035) constituye el instrumento estatal de planeación para orientar las acciones de mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero, así como la adaptación de los sectores productivos, ecosistemas y comunidades ante los efectos del cambio climático. Para el Proyecto, la vinculación se concentra en el consumo de electricidad y combustibles, la emisión de gases de efecto invernadero, el aprovechamiento de agua, la generación de residuos, la conservación de suelo y vegetación y la prevención de riesgos asociados a incendios forestales.

Tabla II.14 Vinculación del proyecto con el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035.

Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035		
Eje o medida	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
VIII.1. Metas de mitigación	Reducir las emisiones estatales de gases de efecto invernadero y conservar los sumideros de carbono existentes.	El Proyecto establecerá una línea base de consumo de electricidad y combustibles, identificando sus principales fuentes de emisión y manteniendo los registros que permitan evaluar su desempeño climático.
IX.4.1.2-EME2. Generación distribuida con energías renovables	Promover la incorporación de energías renovables en los sectores productivo e industrial.	La Promovente evaluará la viabilidad técnica y económica del uso de sistema solares en oficinas, almacenes, iluminación u otras instalaciones auxiliares, sin asumir su implementación mientras no se tenga su factibilidad.
IX.4.5.3, IX.4.5.4 y IX.4.7.3. Reforestación, manejo del fuego y conservación de suelo y agua	Conservar sumideros de carbono prevenir incendios forestales y restaurar suelos y microcuencas.	Las actividades del Proyecto se limitarán únicamente a la superficie autorizada; realizando el rescate de flora, control de erosión, obras de retención de suelo y escurrimientos y medidas de prevención y respuesta ante incendios.
IX.4.8.4 – EMR3. Economía circular y	Prevenir la generación de residuos y favorecer su reutilización reciclaje y valorización.	Se implementará la separación de residuos, el control de residuos de manejo especial y peligrosos, los cuales se entregarán a prestadores autorizados y,

[11] Publicado por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente el 18 de agosto de 2025: https://medioambiente.durango.gob.mx/peacc-2025-2035/

Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango 2025-2035		
Eje o medida	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
minimización de residuos		cuando resulte técnica y ambientalmente viable, se reutilizarán.
IX.4.9.1, IX.4.9.2 y IX.4.9.7. Protección y uso eficiente del agua	Proteger fuentes superficiales y subterráneas, conservar zonas de recarga y promover el reúso de agua tratada en actividades industriales.	El Proyecto minimizará el consumo de agua de primer uso, prevendrá descargas y derrames, mantendrá obras de manejo de escurrimientos y favorecerá la recirculación o reúso del agua en procesos, control de polvo y servicios auxiliares.

Con base en la revisión realizada al Programa Estatal, se considera que el Proyecto es compatible con los objetivos del PEACC-Durango 2025-2035, ya que la implementación de medidas incorporará indicadores verificables de consumo de combustibles y energía, emisiones estimadas, consumo y reúso de agua y residuos valorizados.

II.3Normas oficiales mexicanas.

II.3.1 Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Las (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) expide las NOM del Sector Ambiental 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.

Para facilitar su consulta, las NOM vigentes del Sector Ambiental se clasificaron en las siguientes materias: Agua, Contaminación por Ruido, Emisiones de Fuentes Fijas, Emisiones de Fuentes Móviles, Impacto Ambiental, Lodos y Biosólidos, Medición de Concentraciones, Metodologías, Protección de Flora y Fauna, Residuos y Suelos.

Cabe señalar que las NOM´s son elaboradas conjuntamente por la SEMARNAT y otras Secretarías, además de estar clasificadas por materia.

A continuación, se enlistan aquellas normas aplicables, así como la vinculación con el proyecto:

Tabla II.15 Normas Oficiales Mexicanas - SEMARNAT.

Norma Oficial Mexicana	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los vehículos que se utilicen en el proyecto contarán con un mantenimiento programado. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria es necesario para mantener su afinación, en caso de fallas (incidentes de imprevisto), se realizará la reparación en el sitio sobre un liner que impida el contacto de fluidos o piezas con el suelo.
NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales como, metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyopeso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	La promovente contará con la verificación y programa de mantenimiento de los vehículos automotores para evitar que rebasen los límites máximos permisibles que establece dicha Norma.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	La Promovente identificará las características de peligrosidad, constituyentes tóxicos e incompatibilidades; asimismo, el almacén temporal de residuos peligrosos contará con la separación de residuos incompatibles, así como sistemas de contención, señalización, registros y atención a emergencias durante el desarrollo del Proyecto.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba la extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	
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-2005	
NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo III en 2019	Se refiere a protección ambiental: Especies nativas de México de floray fauna silvestre. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.	Durante el desarrollo del proyecto, en caso de observar algún ejemplar de fauna silvestre, éste será ahuyentado o en su caso reubicado del lugar, en el caso de la flora silvestre el proyecto en esta etapa contempla la remoción de la vegetación y la fauna en el programa de rescate y reubicación correspondiente al proyecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores y motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Los vehículos y la maquinaria que se utilizará para el proyecto serán sometidos al programa de mantenimiento conforme a las especificaciones técnicas de las unidades.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La Promovente realizará estudios perimetrales de ruido en las inmediaciones del Proyecto y zonas aledañas.

Norma Oficial Mexicana	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto
NOM-138-SEMARNAT/SSA-2012	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	La Promovente empleará como referencia esta Norma para la caracterización y remediación de suelos, solo en caso de ser necesario, ya que no se prevé la contaminación de suelos en una operación normal.
NOM-157-SEMARNAT-2009	Que establece los elementos y procedimiento para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.	La Promovente formulará y registrará el plan de manejo, identificando cada residuo, proceso generador, volumen, peligrosidad, medidas de reducción, valorización, almacenamiento, disposición e indicadores.
NOM-120-SEMARNAT-2020	Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos.	La promovente en actividades de exploraciones minera se apegará los términos establecidos en la presente norma.

II.3.2 Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)

La seguridad y salud en el trabajo se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en nuestra Constitución Política, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley Federal del Trabajo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, así como por las normas oficiales mexicanas de la materia, entre otros ordenamientos.

El artículo 123, Apartado "A", fracción XV, de la Ley Suprema dispone que el patrono estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.

La Ley Federal del Trabajo, en su artículo 132, fracción XVI, consigna la obligación del patrón de instalar y operar las fábricas, talleres, oficinas, locales y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a efecto de prevenir accidentes y enfermedades laborales, así como de adoptar las medidas preventivas y correctivas que determine la autoridad laboral.

Así mismo, el referido ordenamiento determina, en su fracción XVII, la obligación que tienen los patrones de cumplir el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, así como de disponer en todo tiempo de los medicamentos y materiales de curación indispensables para prestar oportuna y eficazmente los primeros auxilios.

A continuación, se enlistan aquellas normas aplicables, así como la vinculación con el proyecto.

Tabla II.16 Normas Oficiales Mexicanas - STPS.

Norma Oficial Mexicana	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto
Normas de Seguridad		
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad	La Promovente observará que todas las instalaciones se construyan lo materiales y condiciones estructurales seguras, asimismo realizará las verificaciones periódicas en total apego a la presente NOM.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	La Promovente clasificará el riesgo de incendio de cada área, talleres, almacenes, estación de combustibles, cuartos eléctricos, laboratorios, oficinas, etc., asimismo, se instalarán extintores y equipos contra incendio; se establecerán rutas de evacuación, se capacitará al personal y se realizarán simulacros conforme a la presente NOM.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria	Se establecerán las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.
NOM-005-STPS-1998	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas	Fijar las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, que se pudieran generar en el desarrollo de la actividad para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo
NOM-006-STPS-2023	Almacenamiento y manejo de materiales mediante el uso de maquinaria-Condiciones de seguridad en el trabajo	La Promovente regulará la utilización de grúas, montacargas, cargadores, malacates y demás maquinaria empleada para levantar, trasladar o almacenar materiales.
NOM-011-STPS-2001	Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido	La Promovente identificará las áreas y puestos expuestos, y efectuará el reconocimiento y evaluación de los niveles sonoros, asimismo, verificará el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la presente NOM.
NOM-015-STPS-2001	Que establece las condiciones de seguridad e higiene, así como los límites máximos permisibles de exposición a temperaturas extremas (calor o frío) en los centros de trabajo	La Promovente evaluará los puestos expuestos al calor o frío en total apego a la presente NOM.
Normas de organización		
NOM-017-STPS-2024	Equipo de protección personal selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Proporcionar a los trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente a la actividad a realizar para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.

Norma Oficial Mexicana	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto
NOM-018-STPS-2015	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo	Identificar los depósitos, los recipientes o las áreas que contengan sustancias químicas peligrosas.
NOM-019-STPS-2011	Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.	Se constituirán comisiones de seguridad e higiene según lo marque la presente NOM.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías	La Promovente identificará mediante colores y señales normalizados las áreas de tránsito, prohibición, uso obligatorio de EPP, riesgo eléctrico, sustancias peligrosas, equipos contra incendio, salidas de emergencia y tuberías. Esta identificación se realizará en concordancia con la NOM-018 para la comunicación de peligros químicos.
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-funciones y actividades.	Se establecerá un responsable de seguridad y salud en el trabajo para que lleve a cabo las funciones establecidas descritas en dicha norma.

II.4Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico.

Con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se pretende dar coherencia a las políticas de la Administración Pública Federal (APF); esto se logra mediante un esquema concertado de planificación transversal e integral del territorio nacional que identifica las áreas con mayor aptitud para la realización de las acciones y programas de los diferentes sectores, así como las áreas de atención prioritaria. Esto hará posible minimizar los conflictos ambientales derivados del uso de los recursos naturales.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

II.4.1 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 UAB, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). Se definen como una unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación. Estas unidades se derivan de la información biofísica y socioeconómica disponible y su dinámica está dada por las intervenciones humanas en el paisaje (Dumanski y Craswell, 1998).

La RE se encuentra dentro de la **UAB 14 "Sierra y llanuras de Durango".** Las condiciones en que se encuentra la UAB se describe a continuación de acuerdo con CONABIO (2008), durante su proceso de elaboración mediante su análisis y diagnóstico.

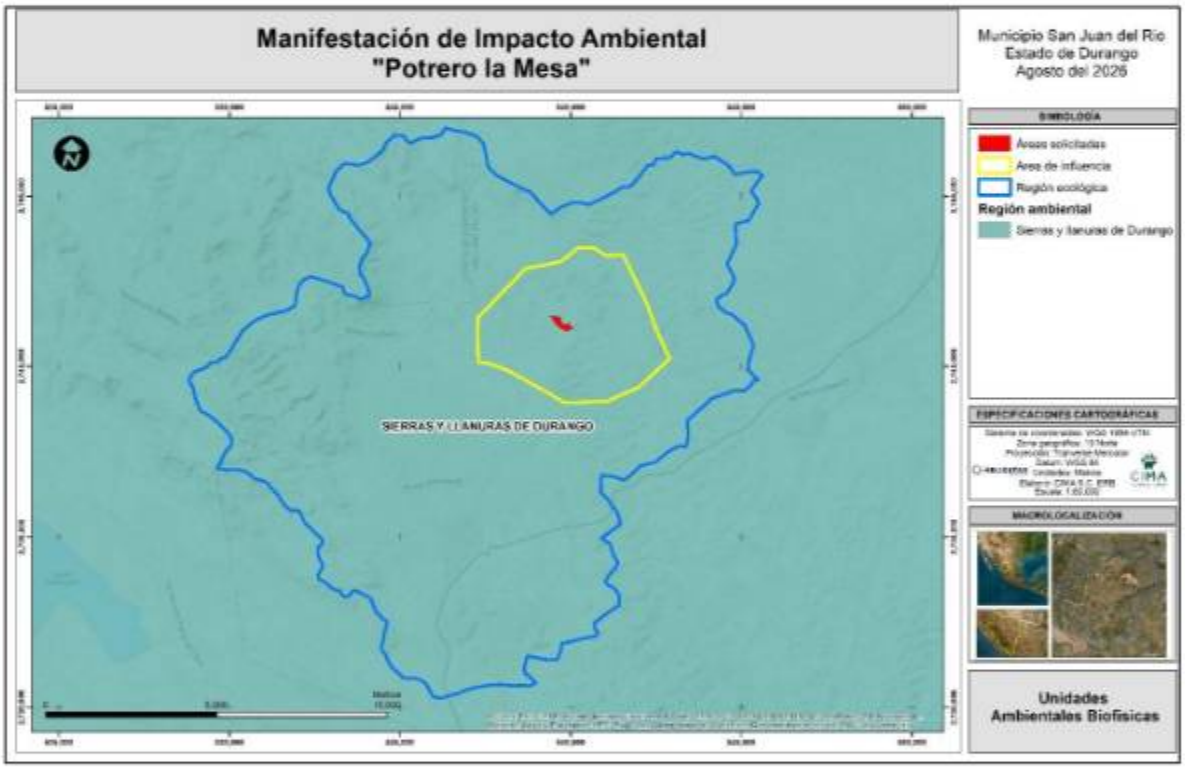


Figura II. 1. Unidades ambientales biofísicas

Tabla II.17 Descripción general de la UAB 14 "Sierra y llanuras de Durango".

14 Sierra y llanuras de Durango	
Localización	Centro-sur de Chihuahua, centro de Durango y noroeste de Zacatecas
Superficie km^2	43,933.92

14 Sierra y llanuras de Durango	
Población por UAB	920,790
Población indígena	Sin presencia
Estado actual del medio ambiente (2008)	Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 60.5. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. **Alta importancia de la actividad minera.** Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033	Inestable
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable
Prioridad de atención	Baja

Tabla II.18 Características del desarrollo de la UAB 14.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
14	**Ganadería - Minería**	Agricultura - Poblacional	Forestal	-	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla II.19 Vinculación del proyecto con la UAB 14.

Estrategias. UAB 14		
Rectores de desarrollo	**Estrategia**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	4.-El proyecto no pretende hacer aprovechamiento de especies de flora, así como tampoco de fauna, puesto que se centra en la explotación de minerales, aunque la superficie de impacto del proyecto localizada, sin embargo, se da la afectación, no obstante, los ecosistemas presentes se encuentran ampliamente distribuidos en toda la región de la Región ecológica. Los cambios de uso de suelo solicitados no prevén el aprovechamiento de la flora,

Estrategias. UAB 14		
Rectores de desarrollo	**Estrategia**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
		únicamente trituración y almacenamiento para su posterior uso en actividades de restauración y reforestación.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	5.- La promovente se limita a realizar las actividades mineras y emplear las áreas impactadas previamente por las áreas agrícolas y pecuarias para el establecimiento de explotación minera y su infraestructura de apoyo.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	6.- No aplica, la promovente se limita a realizar las actividades mineras. El uso propuesto en el área del proyecto está orientado exclusivamente a actividades del sector minero.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	7.- la promovente realiza actividades de del sector minero con lo que no pretende llevar a cabo aprovechamiento de los recursos forestales, sin embargo, las afectaciones que implica la ejecución del proyecto, se tienen planteadas acciones para minimizar y contrarrestar los impactos como la implantación de un Programa de Manejo y Rescate de Flora y otro para Fauna silvestre, mismas que serán dirigidas a especies con estatus críticos como las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	8.- En la identificación de los impactos se describen aquellos que se verán afectados y a los que se les dará un énfasis especial en reducir, mitigar, atenuar o en su caso eliminar los impactos adversos detectados.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas	12.- Al llevar a cabo el proyecto se ejecutarán medidas preventivas, de mitigación y compensación con la finalidad de preservar los recursos naturales de la zona.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	13.- No aplica este concepto, debido a que se realizarán únicamente actividades propias de la minería.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	14.- El proyecto cuenta con medidas de protección, reducción y mitigación de impactos que se puedan generar por sus actividades, aunado a esto se cuenta con un plan de cierre el cual se aplicará al finalizar la operación del proyecto.

Estrategias. UAB 14		
Rectores de desarrollo	**Estrategia**	**Vinculación con las obras y/o actividades 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.	15.- De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano, el proyecto se pretende desarrollar en una zona mineralizada, por lo que a partir de la comprobación de los contenidos de mineral de interés se realizará la explotación de estos.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	15 bis. – El proyecto comprende actividades de explotación y beneficio de minerales, por lo que para el desarrollo de estas la promovente se apegará en todo momento a la normatividad y legislación aplicables, buscando en todo momento promover una minería sustentable. Así mismo cuenta con un supervisor ambiental interno y contara con uno externo.
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.	24. No aplica, ya que no corresponde el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas al proyecto. Sin embargo, la ejecución del proyecto aporta a la creación de empleos bien remuneradas a pobladores de las comunidades cercanas que puede generar una mejora en su bienestar.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	25. La promovente dentro del presente estudio realiza la caracterización de la RE, dentro de la cual se mencionan los posibles fenómenos climatológicos que pueden afectar la región, así mismo en caso de siniestro se coordinara con las dependencias pertinentes para apoyar en las actividades que le apliquen y se le requiera.
	26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	26. No corresponde al proyecto realizar estas actividades.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	27. No corresponde al proyecto realizar estas actividades.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	28.-Se llevarán a cabo acciones de manejo integral del recurso hídrico que fortalecerán los sistemas del monitoreo, seguimiento y evaluación del recurso, que oriente a la sustentabilidad hídrica.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	29.- Se impartirán platicas de concientización a nivel empresa, y de educación ambiental a las escuelas de la región promoviendo el cuidado y preservación del agua.

Estrategias. UAB 14		
Rectores de desarrollo	**Estrategia**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza	33.- El desarrollo del proyecto considera la integración de la población en distintos puestos de trabajo dentro del mismo, así como la participación social con las comunidades de interés más próximas al proyecto.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	34.-Con la ejecución de las actividades el proyecto contribuye con la integración de habitantes de zonas rurales al dar oportunidad de integrarse en empleos bien remunerados, esto permite la activación de economía de local.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	35. El desarrollo del proyecto considera la integración de la población en distintos puestos de trabajo dentro del mismo, lo cual aporta a la mejora del bienestar y seguridad social del personal vinculado al proyecto.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	36. No corresponde al proyecto realizar estas actividades.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	37.-La generación de empleos que conlleva el presente proyecto contempla la ocupación de diversos puestos sin distinción de sexo o grupos pertenecientes, dejando abierta la oportunidad de empleo a la población en general, sin embargo, el promovente tiene una estricta política de contratar gente y proveeduría local como primera opción. Así mismo, la promovente desde su etapa de exploración cuenta con políticas de No discriminación, diversidad e inclusión. Por lo que, al transitar a una siguiente etapa, estas políticas serán observadas y vigiladas consistentemente.
	38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la	38. El desarrollo del proyecto considera la integración de la población en distintos puestos de trabajo dentro del

Estrategias. UAB 14		
Rectores de desarrollo	**Estrategia**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	mismo, así como la participación social con las comunidades de interés más próximas al proyecto.
	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.	40. El desarrollo del proyecto considera la integración de la población en distintos puestos de trabajo dentro del mismo, así como la participación social con las comunidades de interés más próximas al proyecto.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	41. No corresponde al proyecto realizar estas actividades.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	42.- La promovente no puede realizar actividades sin previo consentimiento de los propietarios de las tierras, respetando completamente los derechos de la propiedad, con el fin de tener una buena relación entre la empresa y los propietarios.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	43.- Dar aviso de los programas que los diferentes niveles de gobierno proponen (municipal, estatal y federal), así como organizaciones privadas a favor de apoyar o ejecutar programas productivos para que puedan obtener sus recursos y generar aquel proyecto de interés.
	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.	44.- Las actividades que se realicen deberán de tener previo consentimiento para realizarlas según le aplique el caso, respetando las instancias de los 3 órdenes de gobierno u otros que rigen los ordenamientos territoriales. La empresa promovente sigue de cerca los trabajos que se realizan en el gobierno del estado en temas de ordenamiento.

Vinculación. Derivado de la revisión de las estrategias propuestas para las UAB concluimos que el Proyecto es compatible las políticas planteadas de esta UAB, ya que las disposiciones mantienen la minería como principal rector del desarrollo y/o coadyuvante de desarrollo en la zona. Adicionalmente en el estudio, se plantean acciones que contribuyen de manera positiva en las

estrategias este ordenamiento, estas acciones van orientadas en la protección, conservación y mitigación de los impactos en los componentes suelo, agua, flora y fauna silvestre con especial atención a las especies con algún estatus de riesgo, también se anexa al estudio un programa con propuestas de obras de conservación de suelo y agua (**Anexo 5 - Programa de Conservación de Suelo y Agua**).

II.5 Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango[12]

El 8 de septiembre de 2016 fue publicado la última actualización al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango.

En la Entidad, a partir del año 2005 se inició la integración del estudio Técnico para el Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango; proceso coordinado por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA), mismo que concluye en el año 2008 con la publicación de su decreto en el Periódico Oficial del Estado. En el año 2010, a raíz de su implementación, se reforman, derogan y adicionan diversas disposiciones del Decreto por el cual se aprueba el Programa de OE del Estado de Durango, esto a fin de acotar en su justa dimensión su alcance legal. Así, en el año 2011 se publica de nuevo el Programa de OE en el Periódico Oficial del Estado, con ligeras modificaciones con el objetivo de alinearlo a la modificación de decreto. Sin embargo, cabe señalar que el estudio técnico sigue conservando aún la información básica de inicio con datos estadísticos a actualizar; además de la necesidad de analizar e incorporar temas como minería y afectaciones por sequias en la entidad.

Otras consideraciones tomadas en cuenta para la presente actualización del OE en el Estado son lo señalado en el Artículo 48, fracción II del Reglamento en Materia de OE de la LGEEPA, que hace mención a "…la modificación de los programas de ordenamiento ecológico cuando se dé alguno de los siguientes supuestos: Las perturbaciones en los ecosistemas causadas por fenómenos físicos o meteorológicos que se traduzcan en contingencias ambientales que sean significativas y pongan en riesgo el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la Biodiversidad."; Respecto a estos acontecimientos meteorológicos ocurridos recientemente en la Entidad, y referido a la severa sequía, el Sistema Nacional de Protección Civil, en su Reporte de Características e impacto Socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2011 (http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/241020132011 .pdf) reportó los daños para Durango en 85,319 productores afectados; 231,302.1 hectáreas de cultivo dañado o pastizales; 620,157 unidades de animales afectadas y un total de daños en millones de pesos de 1,783.1, aunque reconoce que "las cifras presentadas en este informe acerca del impacto económico de este evento podrían estar subvaloradas". Otro fenómeno natural que impactó a los ecosistemas naturales del Estado fue la presencia de la plaga de descortezador en los bosques, misma que para el año 2013 reportaba sus efectos y combate de manera oficial de la siguiente manera: 16 municipios afectados en una superficie diagnosticada de 378,274.63 ha.

Con lo anterior, en el año 2014, se inició la actualización del OE en el estado de Durango, planteado de manera básica en una revisión y adecuación por fases, debido a que:

[12] Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Durango con fechas 21 de diciembre de 2008 y sus actualizaciones del 21 de julio de 2011 y 08 de septiembre del 2016: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

- El manejo de las contingencias naturales requiere de cambios en los lineamientos y la inclusión de estrategias ecológicas.
- Es necesario integrar la minería al OE, ya que se trata de un sector en crecimiento dentro de la entidad, que puede competir con otras actividades económicas y tener repercusiones ambientales.
- El desarrollo del sector minero implica la aparición de conflictos ambientales que deben ser analizados a través del OE.

Las áreas solicitadas para llevar a cabo el proyecto "Potrero la Mesa" se encuentran dentro del municipio San Juan del Rio, sin embargo, es importante mencionar que la Región Ecológica delimitada para el proyecto "se extiende también hacia el municipio de Coneto de Comonfort, ambos pertenecientes al estado de Durango.

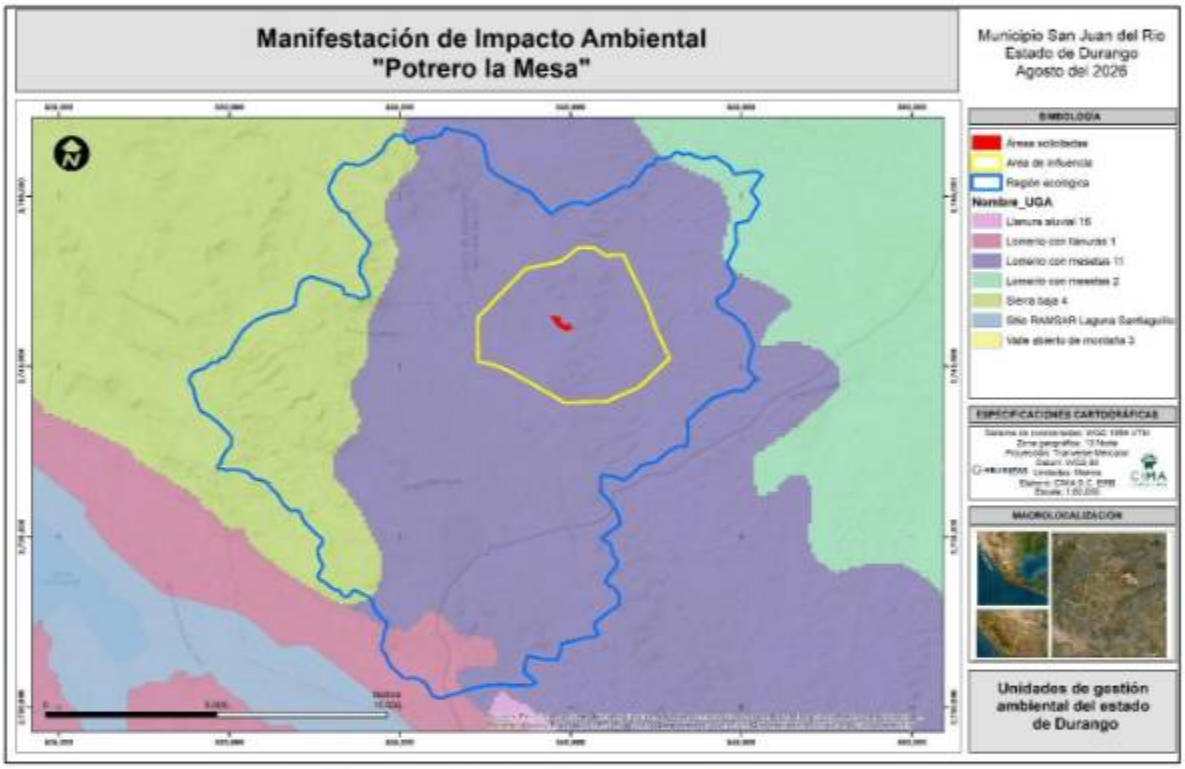


Figura II. 2. Unidades de gestión ambiental del estado de Durango

II.5.1 Unidades de gestión ambiental del estado de Durango (UGA).

En cuanto al **Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango**, específicamente la Región Ecológica recae con las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 109, 122, 125 y 131**). de las cuales al UGA 122 abarca la mayor parte de la RE con el 75.94% de la superficie, seguida por la UGA 125 con el 19.64% y las otras dos restantes representan menos del 5% de la misma. Cabe mencionar que el proyecto se ubica dentro de la UGA 122. No obstante, en análisis y vinculación de estos se realiza para todas las unidades de gestión en los siguientes apartados.

Tabla II.20 UGA's dentro de la RE.

No.	Número de UGA	Nombre	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	109	Lomerío con mesetas 2	244.3314	1.48
2	122	Lomerío con mesetas 11	12,526.5462	75.97
3	125	Sierra baja 4	3,237.8389	19.64
4	131	Lomerío con llanuras 1	480.3218	2.91
Total			**16,489.0382**	**100.00**

1. UGA 109. Lomerío con Mesetas 2.

Tabla II.21 Características de la UGA 109.

UGA	Política ambiental	Usos a promover	Lineamiento Ambiental	Criterios de Regulación Ecológica
109	Aprovechamiento	Aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; **Minería**		BIO01; GAN02; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; GAN10; GAN11; FNM07; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09

Tabla II.22 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango UGA 109

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango UGA 109		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	La promovente realizará en un futuro diferentes actividades encaminadas a la preservación del ecosistema, así como una variedad de programas que coadyuvarán a aminorar el impacto que puede ocasionar la operación del proyecto, como puede ser el programa de platicas ambientales, supervisión ambiental, señalética, prohibición de cacería, comercialización de especies silvestres, monitoreo de calidad de agua, entre otros.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante construcción de brechas y cualquier actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango UGA 109		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas *Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinis repens* y *Panicum coloratum*)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comedores de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado pastando)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en la línea superior e inferior.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN10	El manejo de excretas deberá acatar las especificaciones y características zoosanitarias correspondientes.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN11	Las aguas residuales deben ser manejadas en plantas de tratamiento de agua; evitando eliminarles en corrientes o acúmulos de agua. Como requisito mínimo, las aguas residuales recibirán un tratamiento primario o pretratamiento, antes de dirigirles a un sistema de alcantarillado público.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, específicamente sobre el área del proyecto no se generan aguas residuales.
FNM07	Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango UGA 109		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
		derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad vigente.	La promovente se apega completamente a la normatividad vigente para un mejor manejo en las actividades, lo que llevará a que la empresa obtenga el material de interés de manera sustentable siguiendo las mejores metodologías para reducir sus impactos dentro de la RE delimitada para el proyecto.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	La promovente contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo, pues es indispensable para mantener los niveles de emisión de gases contaminantes dentro de los rangos permitidos, tal como se describe en la NOM-050-SEMARNAT-2018, en el supuesto de que estén fuera se realizara un monitoreo y mantenimiento minucioso para encontrar la causa y poder corregirlo.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	En apego a la NOM-041-SEMARNAT-2006, a todo vehículo automotor que use gasolina como combustible se someterá a revisión para conocer si se encuentra dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomaran las medidas necesarias para mantenerlo dentro de los límites permisibles. Para garantizar que estos no lleguen a los límites máximos permisibles se le darán servicio preventivo y correctivo a todos los vehículos para evitar que estén trabajando fuera de norma.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Todo residuo se clasificará al momento de generarse, de igual manera será almacenado de manera correcta. El contenedor contará con la leyenda de identificación según sea el contenido indicando su peligrosidad y manejo. Dicho manejo se apegará a la normatividad respectiva de: NOM-052-SEMARNAT-2005, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 24.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.

Esta unidad de gestión en su política ambiental establece el "Aprovechamiento" con la promoción del uso de suelo de: "Aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; y **Minería**", así mismo, dentro de sus estrategias de regulación ecológica refieren a la observación de las medidas compensatorias y de reducción de impactos ecológicos, así como el adecuado cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

Por lo anterior el presente proyecto se considera que es compatible con las estrategias de este instrumento dado que se pretende llevar a cabo actividades de minado superficial sobre áreas adyacentes con actividades operativas vigentes el cual se somete a evaluación de mediante una Manifestación de Impacto Ambiental, para dar cumplimiento a la normatividad correspondiente y a su vez en el estudio se plantean medidas que permitirán contrarrestar y minimizar las posibles afectaciones con la finalidad de llevar a cabo actividades de manera sostenible.

2. UGA 122 Lomerío con mesetas 11.

Tabla II.23 Características de la UGA 122.

UGA	Política ambiental	Usos a promover	Lineamiento Ambiental	Criterios de Regulación Ecológica
122	Aprovechamiento	Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina; **Minería**	Los proyectos de actividad **minera** se realizan acorde a la permanencia de la vegetación natural identificada para la UGA.	BIO01; GAN02; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB08; URB11; URB12; URB13; URB14; URB15; URB16

Tabla II.24 Criterios de regulación ecológica para UGA 122.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	La promovente realizará en un futuro diferentes actividades encaminadas a la preservación del ecosistema, así como una variedad de programas que coadyuvarán a aminorar el impacto que puede ocasionar la operación del proyecto, como puede ser el programa de platicas ambientales, supervisión ambiental, señalética, prohibición de cacería, comercialización y daño de especies entre otros.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante construcción de brechas y cualquier actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas *Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinis repens y Panicum coloratum*)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comedores de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado pastando)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en la línea superior e inferior.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento superficial de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad vigente.	La promovente se apega completamente a la normatividad vigente para un mejor manejo en las actividades, lo que llevará a que la empresa obtenga el material de interés de manera sustentable siguiendo las mejores metodologías para reducir sus impactos dentro de la RE delimitada para el proyecto.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	La promovente contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo, pues es indispensable para mantener los niveles de emisión de gases contaminantes dentro de los rangos permitidos, tal como se describe en la NOM-050-SEMARNAT-1993, en el supuesto de que estén fuera se realizara un monitoreo y mantenimiento minucioso para encontrar la causa y poder corregirlo.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que	En apego a la NOM-041-SEMARNAT-2006, a todo vehículo automotor que use gasolina como

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	combustible se someterá a revisión para conocer si se encuentra dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomaran las medidas necesarias para mantenerlo dentro de los límites permisibles. Para garantizar que estos no lleguen a los límites máximos permisibles se le darán servicio preventivo y correctivo a todos los vehículos para evitar que estén trabajando fuera de norma.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Todo residuo se clasificará al momento de generarse, de igual manera será almacenado de manera correcta. El contenedor contará con la leyenda de identificación según sea el contenido indicando su peligrosidad y manejo. Dicho manejo se apegará a la normatividad respectiva de: NOM-052-SEMARNAT-2005, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 24.
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro. Sin embargo, la promovente en su unidad minera de San Agustín cuneta con una planta para el tratamiento de aguas residuales.
URB11	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m^2/habitante.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.
URB12	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos tales como estiércol, humus de lombriz, turba, composta, entre otros para su incorporación a las áreas verdes de parques, camellones y jardines urbanos.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.
URB13	Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar preferentemente con vegetación nativa de la región y considerando la biología y fenología de las especies para su correcta ubicación en áreas públicas.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.
URB14	Se deberá de respetar la vegetación arbustiva y arbórea que existe en los cauces, márgenes y zona federal de los ríos y arroyos que existan dentro de las áreas urbanas y asentamientos humanos.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.
URB15	Se deberá proteger, restaurar y mantener la infraestructura asociada a las corrientes de agua	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	que circulan en los asentamientos urbanos, de acuerdo con las necesidades de la misma.	
URB16	En todos los asentamientos humanos deberán contarse con equipamiento e infraestructura adecuados a las condiciones topográficas y de accesibilidad a la zona para la recolección, acopio y manejo de los residuos sólidos urbanos que sean generados.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.

En esta unidad de gestión ambiental se localiza el proyecto que se pretende desarrollar. En esta, la política ambiental establecida es el "Aprovechamiento" promoviendo los usos de: "Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina; y **Minería**". Así mismo el lineamiento ambiental central menciona que "Los proyectos de actividad minera se realizan acorde a la permanencia de la vegetación natural identificada para la UGA." Dentro de sus estrategias de regulación ecológica refieren a la observación de las medidas compensatorias y de reducción de impactos ecológicos, así como el adecuado cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

Por lo tanto, el presente proyecto es vinculante con las estrategias de este instrumento dado que se pretende llevar con las actividades del sector minero, establecidas en este UGA como una de las actividades de aprovechamiento, pero con apego sus criterios de regulación, por lo que se plantean medidas de mitigación, restauración y/o compensación a las posibles afectaciones con la finalidad de llevar a cabo actividades de manera sostenible.

3. UGA 125 Sierra baja 4.

Tabla II.25 Características de la UGA 125.

UGA	Política ambiental	Usos a promover	Lineamiento Ambiental	Criterios de Regulación Ecológica
125	Conservación	Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina; **Minería**	Las actividades de aprovechamiento pecuario de bovinos consideran el mantenimiento de la integralidad de la vegetación natural para la UGA.	BIO01; GAN01; GAN02; GAN05; GAN06; GAN07; GAN08; GAN09; FORM01; FORM02; FORM03; FORM04; FORM05; FORM06; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB09

Tabla II.26 Criterios de regulación ecológica para UGA 125.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	La promovente realizará en un futuro diferentes actividades encaminadas a la preservación del ecosistema, así como una variedad de programas que coadyuvarán a aminorar el impacto que puede ocasionar la operación del proyecto, como puede ser el programa de platicas ambientales, supervisión ambiental, señalética, prohibición de cacería, comercialización y daño de especies entre otros.
GAN01	Se deberá evitar pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrás modificar los flujos naturales de agua mediante construcción de brechas y cualquier actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas *Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinis repens y Panicum coloratum*)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura vegetal natural.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comedores de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado pastando)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en la línea superior e inferior.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	La unidad minera solo pretende realizar el aprovechamiento de los materiales metálicos, en ningún momento de las especies vegetales o animales, aunque, el proyecto por sus actividades provocará afectaciones a la cobertura vegetal (para ello cuenta con autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales), estas son de manera localizada dada la naturaleza y dimensiones del proyecto. En apego al criterio la promovente plantea ejecutar medidas de mitigación adecuadas para mantener los corredores biológicos dentro de la RE.
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	La promovente solo pretende realizar el aprovechamiento de los materiales metálicos, en ningún momento de las especies vegetales o animales, sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades se va a generar una disminución en la cobertura vegetal para lo cual cuenta con autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF). Sumado a esto la promovente contará con medidas de mitigación y restauración de impactos, entre ellas se ejecutará un Programa de Reforestación con especies de la región presentes en el RE.
FORM03	Para el desarrollo óptimo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	La unidad minera solo pretende realizar el aprovechamiento de los materiales metálicos, en ningún momento de las especies vegetales o animales, sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades se va a generar una disminución en la cobertura vegetal para lo cual cuenta con

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
		autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF). Aunado a esto se realizará un programa de pláticas ambientales sobre uso de fuego, así como la instalación de señalética de prohibición de fuego en el área del proyecto.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	La unidad minera solo pretende realizar el aprovechamiento de mineral, en ningún momento de las especies vegetales o animales, sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades se va a generar una disminución en la cobertura vegetal para lo cual cuenta con autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF). La promovente del proyecto realizará la conservación de suelo fértil, pues se tiene contemplado su uso para las actividades de restauración al final de las obras, por tanto, la capa superficial de suelo vegetal removido se acopiará con el material removido en sitios específicos, sin mezclarse con desechos de otro material
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	La unidad minera solo pretende realizar el aprovechamiento de mineral, en ningún momento de las especies vegetales o animales, sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades se va a generar una disminución en la cobertura vegetal para lo cual cuenta con autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF). Asimismo, se pretende el uso de la red de caminos existente para llevar a cabo las actividades requeridas por el proyecto. En caso de realizar caminos internos se harán conforme lo estipulado en este numeral.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.	La unidad minera solo pretende realizar el aprovechamiento de los materiales metálicos, en ningún momento de las especies vegetales o animales, sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades se va a generar una disminución en la cobertura vegetal para lo cual cuenta con autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF). Sumado a esto la promovente contará con las medidas de mitigación adecuadas para mantener los corredores biológicos dentro de la RE.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad vigente.	La promovente se apega completamente a la normatividad vigente para un mejor manejo en las actividades, lo que llevará a que la empresa obtenga el material de interés de manera sustentable siguiendo las mejores metodologías para reducir

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
		sus impactos dentro de la RE delimitada para el proyecto.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	La promovente lleva a cabo e implementará para este proyecto un Programa de Mantenimiento Preventivo, pues es indispensable para mantener los niveles de emisión de gases contaminantes dentro de los rangos establecidos en la NOM-050-SEMARNAT-1993, en el supuesto de que estén fuera se realizara un monitoreo y mantenimiento minucioso para encontrar la causa y poder corregirlo.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	En apego a la NOM-041-SEMARNAT-2006, a todo vehículo automotor que use gasolina como combustible se someterá a revisión para conocer si se encuentra dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomaran las medidas necesarias para mantenerlo dentro de los límites permisibles. Para garantizar que estos no lleguen a los límites máximos permisibles se le darán servicio preventivo y correctivo a todos los vehículos para evitar que estén trabajando fuera de norma.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Todo residuo se clasificará al momento de generarse, de igual manera será almacenado de manera correcta. El contenedor contará con la leyenda de identificación según sea el contenido indicando su peligrosidad y manejo. Dicho manejo se apegará a la normatividad respectiva de: NOM-052-SEMARNAT-2005, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 24.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	No compete a la promovente realizar acciones encaminadas a este rubro.

La UGA 125 su política ambiental establecida es de Conservación con usos de "Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina; y **Minería**", así mismo el lineamiento ambiental central menciona que "Las actividades de aprovechamiento pecuario de bovinos consideran el mantenimiento de la integralidad de la vegetación natural para la UGA"de acuerdo a lo analizado la minería que es el sector en que desarrolla sus actividades la promovente, y sus estrategias relacionadas con el sector minero establece el fomento al desarrollo de la actividad minera realizando las actividades conforme al normatividad ambiental.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el presente proyecto se considera que es compatible con las estrategias de este instrumento dado que se pretende llevar a cabo el estudio una manifestación de impacto ambiental para dar cumplimiento a la normatividad correspondiente y a su vez en el estudio se plantean medidas que permitirán contrarrestar y minimizar las posibles afectaciones con la finalidad de llevar a cabo actividades de manera sostenible, así mismo la promovente se apegará a los criterios mencionados anteriormente y que le apliquen en el desarrollo de las actividades propias del proyecto.

4. UGA 131 Lomerío con llanuras 1.

Tabla II.27 Características de la UGA 131.

UGA	Política ambiental	Usos a promover	Lineamiento Ambiental	Criterios de Regulación Ecológica
131	Aprovechamiento	Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Explotación Pecuaria Bovina	Las actividades del sector agrícola incorporan prácticas de sustentabilidad para el sector que garantizan la permanencia e integralidad del ecosistema y que fortalecen el desarrollo sectorial.	AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; GAN02; GAN05; GAN07; GAN09; URB08

Tabla II.28 Criterios de regulación ecológica para UGA 131.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
AGR01	Evitar el uso de sistemas de riego agrícola en base a agua rodada.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
AGR02	Desincentivar el uso de herbicidas y plaguicidas químicos, fomentando entre los productores el control biológico de plagas agrícolas.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
AGR03	En los proyectos agrícolas se debe fomentar el uso o implementación de ecotecnias agrícolas que incluyan la implementación de la agricultura orgánica y protegida, labranza cero y el uso de abonos orgánicos.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
AGR04	Se deberán promover el establecimiento de barreras arbóreas, de especies nativas o de la región, en los límites perimetrales de las zonas	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango		
Criterios de Regulación Ecológica (CRE)		
#	**Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
	agrícolas, las cuales preferentemente se ubicarán perpendicularmente a la dirección del viento.	derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrás modificar los flujos naturales de agua mediante construcción de brechas y cualquier actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas *Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinis repens y Panicum coloratum*)	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en la línea superior e inferior.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.	Solo se pretende realizar actividades de aprovechamiento de minerales y algunas derivadas de estas, en ningún momento de las especies vegetales o animales.

La UGA 131 está presente dentro de la RE en una pequeña porción, dicha unidad de gestión ambiental promueve los usos de "Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Explotación Pecuaria Bovina", así mismo el lineamiento ambiental central menciona que "Las actividades del sector agrícola, incorporan prácticas de sustentabilidad para el sector que garantizan la permanencia e integralidad del ecosistema y que fortalecen el desarrollo sectorial ." de acuerdo a lo mencionado, dichas actividades no son parte del el sector en que desarrolla sus actividades la promovente.

Cabe mencionar que esta UGA solo abarca una pequeña porción de la RE y es la que se encuentra más alejada del proyecto, por lo tanto, no tiene influencia directa, dado que se ubica fuera del Área de Influencia (AI) delimita para el presente proyecto.

Sin embargo, las acciones propuestas para prevención y minimización de impactos se vinculan con las estrategias de este instrumento en los casos aplicables, Asimismo, en el presente estudio se

plantean medidas orientadas a contrarrestar y reducir las posibles afectaciones negativas, con el objetivo de garantizar la realización de actividades de manera sostenible.

El proyecto se relaciona adecuadamente con el presente Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Durango, pues la minería forma parte de los usos a promover en la región, así mismo es parte de los lineamientos ecológicos de las Unidades de Gestión Ambiental dentro de las cuales se localiza el proyecto, además la promovente realiza diversas actividades encaminadas a la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, por lo que no se contrapone en ningún aspecto con dicho programa, por tanto se considera completamente viable la realización de las obras y actividades propuestas en el presente estudio.

II.5.2 Programa de Ordenamiento Municipal.

Se hace mención que, para el municipio de San Juan del Río, Durango, hasta el momento de la elaboración del presente estudio **no se cuenta con algún programa de ordenamiento ecológico** del territorio municipal, por lo que no se muestra la parte vinculativa de ello.

En ausencia de dicho ordenamiento, se revisó el "Plan Municipal de Desarrollo San Juan Del Rio, Durango 2025-2028". En su Eje 3 – Desarrollo Urbano y Sustentable, Objetivo 1.1 – Ordenar el crecimiento urbano y Estrategia 1.1.1, establece "*Proteger y administrar* ***los recursos naturales del municipio****, partiendo del principio de la sustentabilidad como eje rector de una sociedad y sus autoridades ambientales*" usando como estrategia la Homologación con los criterios del ordenamiento territorial y de uso del suelo con el ordenamiento estatal. Por ello, la vinculación se realiza en el apartado anterior.

II.6Planes o programas de desarrollo

Un plan de desarrollo es una herramienta de gestión que busca promover el desarrollo social en una determinada región. Este tipo de plan intenta mejorar la calidad de vida de la gente y atiende las necesidades básicas insatisfechas, el concepto de plan de desarrollo está emparentado con las acciones de gobierno, sus políticas públicas y sus estrategias. El plan de desarrollo incluye una visión estratégica de futuro, ya que pretende ofrecer soluciones que se mantengan en el tiempo. De esta manera, los planes deben ser sostenibles, con mejoras que quedan en la sociedad aun cuando el plan concluya, el presente proyecto se vincula con los Planes de Desarrollo Nacional, Estatal y Municipal con el fin de corroborar la factibilidad económica, social y ambiental del mismo.

II.6.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la planeación del desarrollo nacional como el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno de la República, pero también como la fuente directa de la democracia participativa a través de la consulta con la sociedad. Así, el desarrollo nacional es tarea de todos.

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND)[13], constituye el instrumento rector de la planeación nacional durante la presente administración federal. Su propósito consiste en orientar las políticas y acciones gubernamentales hacia un modelo de desarrollo basado en el bienestar, la justicia social, el crecimiento económico equilibrado y la sustentabilidad.

[13] Publicado en el DOF el 15 de abril de 2025: https://www.gob.mx/presidencia/documentos/plan-nacional-de-desarrollo-2025-2030-391771

El PND se estructura en cuatro ejes generales y tres ejes transversales, de los cuales, de acuerdo con el Proyecto resaltan los ejes generales 3 - Economía moral y trabajo y 4 - Desarrollo sustentable, así como los ejes transversales relacionados con la igualdad laboral y la innovación tecnológica. En la siguiente tabla se desarrolla la vinculación del Proyecto con los ejes del PND 2025-2030:

Tabla II.29 Vinculación del proyecto con los ejes del PND 2025-2030.

Eje	Objetivo	Vinculación con el Proyecto
Eje general 3 – Economía moral y trabajo	**3.2:** Promover el trabajo digno para todas las personas en edad laboral, especialmente para los grupos históricamente vulnerados, facilitando su inserción en empleos alineados con las vocaciones económicas de los mercados laborales regionales y locales.	El desarrollo del Proyecto requerirá personal durante sus diferentes etapas, lo que favorecerá la generación de empleos formales y el aprovechamiento de la experiencia minera en la región; por lo que, la vinculación se fortalecerá mediante la contratación formal, el respeto de los derechos laborales y la incorporación de personal local.
	3.9: Impulsar el crecimiento y desarrollo económico equilibrado entre las regiones del país con respeto a su diversidad para crear prosperidad compartida.	La inversión asociada al Proyecto generará una derrama económica regional mediante la adquisición de bienes, la contratación de servicios y el empleo de mano de obra; esta contribución se acompañará de una gestión ambiental y social responsable, de manera tal que los beneficios económicos no impliquen la degradación irreversible de los recursos naturales.
	3.10: Promover el desarrollo de las cadenas de proveeduría para aumentar el contenido nacional en las fases productivas, con un enfoque especial en el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas.	El Proyecto Priorizará la contratación de proveedores locales y regionales para satisfacer transporte, mantenimiento, alimentación hospedaje, suministro de materiales, etc., lo cual permitirá integrar la actividad minera con las cadenas económicas locales y ampliar la distribución de sus beneficios.
Eje general 4 – Desarrollo sustentable	**4.3:** Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.	El Proyecto aplicará controles operativos, mantenimiento preventivo, límites de velocidad, riego de camino, transporte cubierto de materiales, manejo de residuos, así como procedimientos de prevención y atención a derrames.
	4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.	El Proyecto se limitará a utilizar solo la superficie estrictamente necesario, evitando áreas de mayor sensibilidad ambiental y previniendo afectaciones innecesarias a la vegetación, fauna y suelo; asimismo, los impactos ambientales identificados por el desarrollo del Proyecto serán atendidos mediante medidas de compensación, restauración y mitigación, de las cuales se realizará un seguimiento ambiental puntual y oportuno.
	4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y	El Proyecto acreditará la legal adquisición del agua que se requiera para su desarrollo, minimizará su consumo y favorecer la recirculación para prevenir descargas o

Eje	Objetivo	Vinculación con el Proyecto
	asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras.	infiltraciones contaminantes. Asimismo, contará con infraestructura de contención, manejo de escurrimientos, monitoreo de la calidad del agua y medidas para evitar afectaciones a cauces y acuíferos.
Eje transversal 1 – Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres	**T1.1:** Impulsar la autonomía económica de las mujeres para cerrar brechas históricas de pobreza y precariedad laboral, garantizando condiciones equitativas de acceso al trabajo, ingresos dignos y una cultura de empoderamiento basada en la igualdad sustantiva.	Se promoverá la igualdad de oportunidades en la contratación del personal para las distintas etapas del Proyecto, así como la no discriminación, la igualdad salarial, favoreciendo la participación de mujeres en puestos técnicos, administrativos, operativos y de toma de decisiones.
Eje transversal 2 – Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional	**T2.4:** Impulsar la investigación colaborativa, el desarrollo tecnológico y la innovación en sectores estratégicos, con el objetivo de convertir a México en una potencia científica y tecnológica soberana, orientada hacia un desarrollo con bienestar y prosperidad. Este enfoque promoverá la formación científica la generación de conocimiento y la transferencia tecnológica con visión humanista, contribuyendo al progreso integral del país.	El Proyecto utilizará tecnologías para optimizar el consumo del agua y energía, monitorear emisiones, vigilar la estabilidad de las obras, dar seguimiento a los impactos ambientales y mejorar la recuperación de materiales puede contribuir a una operación más eficientes segura y ambientalmente responsable.

Por lo anterior, se considera que el Proyecto es congruente y se alinea con los ejes y objetivos del PND 2025-2030, pues no se observa prohibición alguna para su desarrollo; además de que el Proyecto siempre buscará coadyuvar para el logro de los objetivos de dicho Programa.

II.6.2 Plan Estatal de Desarrollo de Durango 2023-2028[14]

El Plan Estatal de Desarrollo es una herramienta de gestión que establece la visión y un conjunto de objetivos a mediano y largo plazo para lograr un Durango más próspero; con ello, se busca promover el crecimiento económico, la equidad social, la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población. Este plan enumera estrategias y políticas específicas para alcanzar los objetivos, establece indicadores y metas concretas para medir el progreso y el éxito de la gestión. En resumen, el Plan es el marco de referencia que guiará el quehacer de las dependencias y entidades estatales.

Tabla II.30 Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Durango 2023-2028.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE DURANGO 2023-2028			
EJE 2: Durango competitivo, próspero y de oportunidades			
Objetivo: Impulso de la inversión pública y privada, la infraestructura estratégica y la productividad regional, para la generación de empleos y mayores oportunidades de crecimiento económico.			
Tema	**Estrategia**	**Objetivo específico**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**

[14] https://planeacion.durango.gob.mx/planesdesarrollo.html

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE DURANGO 2023-2028			
Desarrollo económico competitivo	Identificar las vocaciones y ventajas competitivas de las regiones del Estado.	Potenciar el crecimiento sostenido y la creación de empleos.	Con el desarrollo del proyecto en esta región, la cual cuenta con importantes antecedentes de actividades mineras, se pretende contribuir al crecimiento económico y bienestar de las comunidades cercanas, creando empleos bien remunerados en diversas actividades propias del proyecto.
Desarrollo económico competitivo	Promover la minería como detonante económico de las regiones.	Promover el potencial geológico y minero del Estado.	La **minería** tiene la capacidad de convertirse en un factor de crecimiento regional y arraigo de la población en sus lugares de origen. Su desarrollo puede ser promovido, siempre y cuando sea responsable frente al impacto social y medioambiental, con el fin de prevenir círculos de agotamiento de los recursos naturales y resurgimiento de la pobreza.
EJE 4: Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de Vida.			
Tema	**Estrategia**	**Objetivo específico**	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Ordenamiento Ecológico y Territorial	Impulsar la formulación e implementación de los ordenamientos ecológicos.	Consolidar el ordenamiento ecológico del territorio.	La planeación del proyecto tomó en cuenta todos los ordenamientos urbanos, territoriales y ecológicos para coadyuvar a un desarrollo sustentable y equilibrado.
Recursos Naturales Sustentables	Mantener la salud de los ecosistemas forestales.	Promover la conservación y protección de los ecosistemas, su biodiversidad y geodiversidad, mediante la investigación, educación, restauración y aprovechamiento sustentable.	El proyecto considera todas las medidas de prevención y mitigación para garantizar un medio ambiente sano y un desarrollo sustentable del territorio, la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas. Sumado a lo anterior, el proyecto se ajusta a todas las disposiciones legales ambientales aplicables al mismo.

II.6.3 Plan Municipal de Desarrollo de San Juan del Río 2026-2028[15].

El Plan Municipal de Desarrollo 2026-2028 de San Juan del Río establece cuatro ejes rectores: bienestar social; orden y paz; desarrollo urbano y sustentable; y un municipio transparente, competitivo productivo e innovador.

En su diagnóstico económico, el Plan reconoce expresamente a la minería como una de las vocaciones productivas del municipio y como una fuente de empleo para su población económicamente activa. En este contexto, el Proyecto presenta una vinculación directa con la actividad económica identificada por el gobierno municipal, debdo a que tiene como finalidad continuar el aprovechamiento de minerales de oro y plata dentro de la Unidad Minera San Agustín.

Respecto al Eje 3 - Desarrollo Urbano y Sustentable, el Plan establece como objetivos ordenar el crecimiento urbano, homologar los criterios de uso del suelo con el ordenamiento estatal y proteger y administrar los recursos naturales bajo el principio de sustentabilidad; por lo que en atención a estas disposiciones, las obras del Proyecto se limitarán a las superficies evaluadas y autorizadas, se observarán las condicionantes establecidas por las autoridades ambientales y se implementarán medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación sobre suelo, vegetación, agua, paisaje y fauna silvestre.

Por lo anterior, el Proyecto presenta congruencia general con el Plan Municipal de Desarrollo 2026-2028, principalmente por corresponder con la vocación minera reconocida para San Juan del Río y su potencial para mantener empleos e impulsar cadenas productivas.

Vinculación. De acuerdo con lo descrito dentro del Plan Municipal de Desarrollo de San Juan del Rio, el Proyecto cumple creando una de las fuentes de empleo mejor remuneradas en la región, de esta manera impulsa la economía local y contribuyendo al bienestar de la sociedad de las comunidades cercanas, así mismo el proyecto se apegará a las leyes y normas ambientales vigentes para el desarrollo de sus actividades.

II.6.4 Plan Municipal de Desarrollo de Coneto de Comonfort 2026-2028[16].

Es importante mencionar que la RE delimitada para el proyecto abarca una pequeña porción del municipio de Coneto De Comonfort, por lo que, a continuación, se presenta la información del Plan Municipal de Desarrollo de Coneto de Comonfort 2026-2028.

Este instrumento orienta las políticas y acciones municipales hacia el desarrollo social, el crecimiento económico, la seguridad, el ordenamiento territorial, la protección ambiental, la infraestructura y el fortalecimiento institucional. Asimismo, el Plan reconoce la existencia de recursos minerales con barita, plata, estaño, calcita y plomo; sin embargo, a diferencia del Plan Municipal de San Juan del Río, no identifica expresamente a la minería como una vocación económica ni establece objetivos, estrategias o líneas de acción específicas para promoverla, por lo que, la vinculación del Proyecto se

[15] Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Durango el 01 de enero de 2026; Tomo CCXLI, No. 1: https://periodicooficial.durango.gob.mx/periodicos/fe21a29e-8968-472e-980f-25ed612fc50f

[16] Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Durango el 11 de enero de 2026; Tomo CCXLI, No. 4: https://periodicooficial.durango.gob.mx/periodicos/8cea1625-53dd-4acb-8098-7127178f1d51

sustenta principalmente en los objetivos generales de desarrollo económico sostenible, generación de empleo, protección de recursos naturales y ordenamiento territorial.

En este sentido, el Eje 2 busca impulsar el desarrollo económico mediante el fortalecimiento de las actividades productivas, la promoción de la inversión y la generación de empleos; por lo tanto, el Proyecto contribuirá de manera directa al mantenimiento de la actividad económica regional mediante la generación de empleos directos e indirectos.

Por otra parte, el Eje 4 establece como objetivo impulsar un desarrollo equilibrado que promueva la sostenibilidad ambiental, el ordenamiento territorial y la protección del entorno; desde esta perspectiva, el Proyecto mantendrá congruencia limitándose únicamente a desarrollarse en las superficies evaluadas y autorizadas.

Con base en lo anterior, se considera que el Proyecto presente congruencia con el Plan Municipal de Desarrollo de Coneto de Comonfort 2026-2028, aun y cuando las actividades mineras no se encuentran expresamente promovidas por este instrumento, no obstante, el proyecto contribuirá con sus objetivos de empleo y desarrollo económico.

II.7Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las **Áreas Naturales Protegidas (ANP)**. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 232 áreas naturales de carácter federal que representan más de 98,000,719 hectáreas y apoya 623 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de poco más de 1,381,113.68 hectáreas.

II.7.1 Áreas Naturales Protegidas Federales (ANP).

El área del Proyecto **NO** se ubica dentro de alguna Área Natural Protegida, la más cercana es la denominada como Área de Protección de Flora y Fauna **"Ríos y Montañas de la Comarca Lagunera"**, que se localiza a una distancia aproximada de 90 km en dirección noreste de la RE delimitada para el Proyecto.

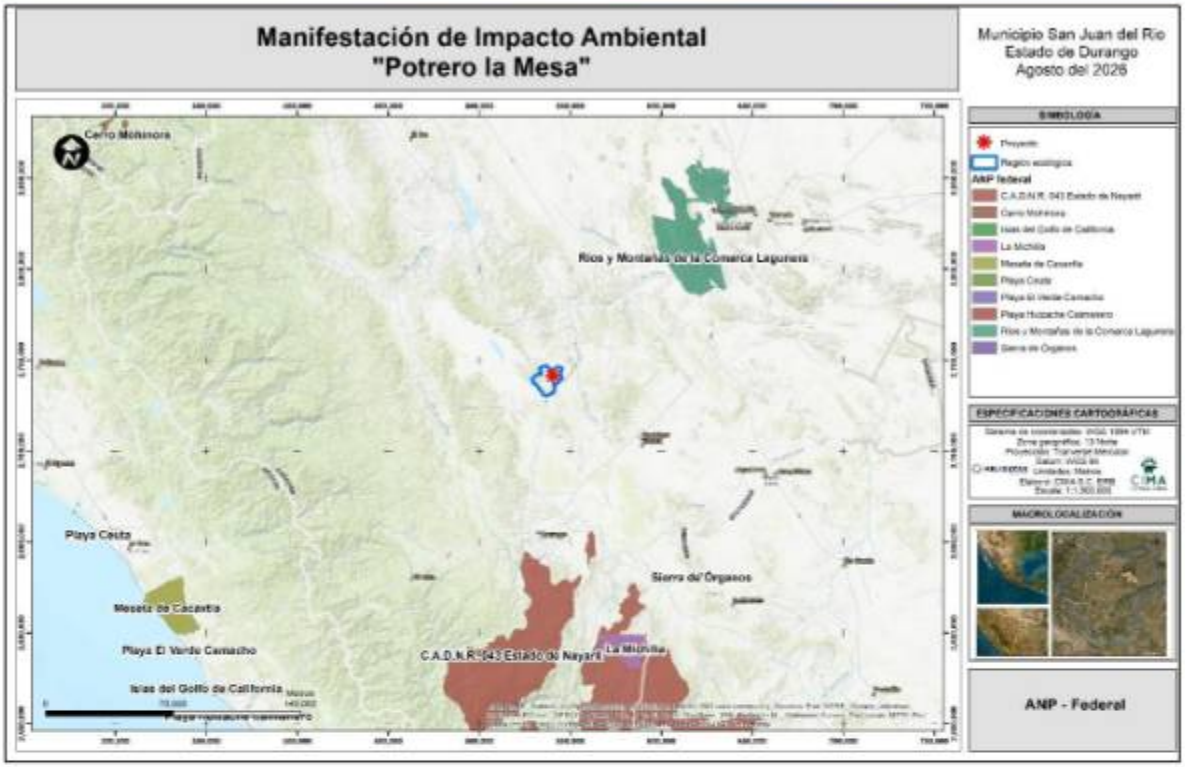


Figura II. 3. ANP - Federal

II.7.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales.

Son áreas relevantes a nivel nacional, representativas de uno a más ecosistemas no alterados significativamente por el hombre, o que quieran ser preservados y restaurados, en donde habitan especies representativas del país, endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Dentro del área de influencia del proyecto, **NO** se cuenta con algún área de este tipo. La más próxima al proyecto es la ANP estatal denominada **Cañón de Fernández** se localiza en la misma dirección a 100 km del proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.

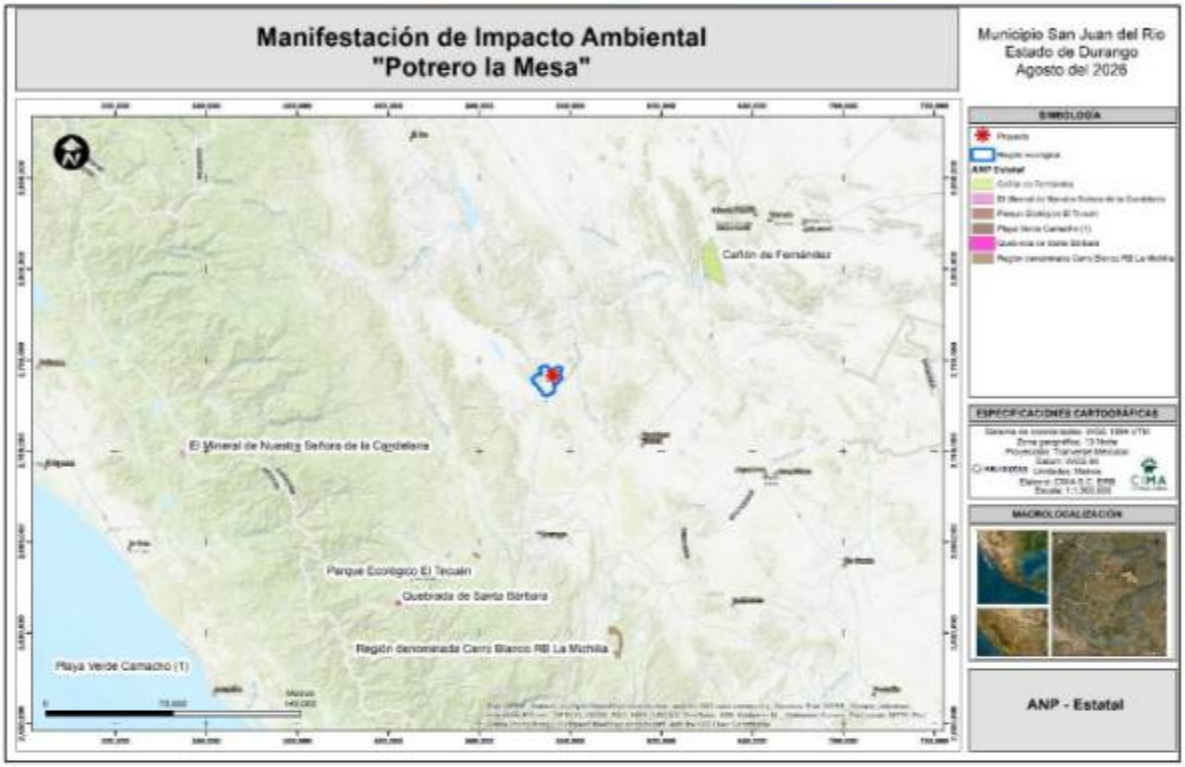


Figura II. 4. ANP – Estatal

II.7.3 Áreas Naturales Protegidas (ANP) – Municipales.

Las áreas naturales protegidas municipales son zonas específicas dentro de un municipio destinadas a la preservación y protección de sus recursos naturales, flora y fauna. Estas áreas pueden tener diferentes categorías y propósitos, como la conservación de ecosistemas, la investigación científica, la recreación y el turismo sustentable. Dentro de la RE del proyecto no se localiza ningún ANP municipal.

II.7.4 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), son áreas naturales protegidas de competencia Federal dedicadas a una función de interés público, y establecidas mediante certificado emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por conducto la Comisión Nacional de Áreas Naturales protegidas. Responden a iniciativas de pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, de destinar sus predios a acciones de conservación y son administradas por sus legítimos propietarios, conforme a su propia Estrategia de Manejo.

Para el caso del Municipio de **San Juan del Rio**, lugar donde se efectuará el desarrollo del proyecto, no se cuenta con ADVC, el más cercano se localiza a 200 kilómetros lineales al sureste del proyecto, se denominada "Reserva El Chirimole", la cual se encuentra en el municipio de Elota en el estado de Sinaloa, tal como se puede observar en la siguiente imagen.

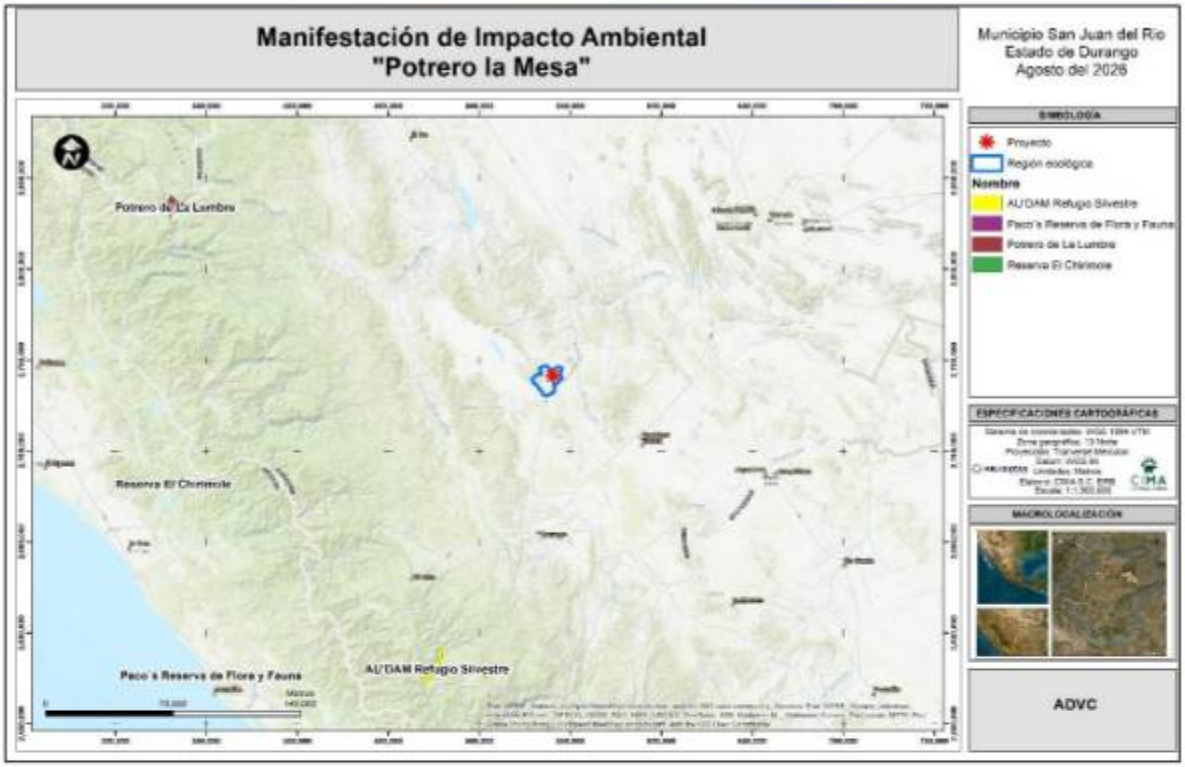


Figura II. 5. Área decretada voluntariamente para la conservación

II.8Otros instrumentos de regionalización.

La CONABIO ha identificado regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en áreas terrestres, marinas y acuático epicontinental con el fin orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

Esta regionalización, no constituye un instrumento formal de regulación, sin embargo, se incluye este apartado con el fin de que se cuente con más elementos de juicio para identificar su relación con el proyecto.

II.8.1 Sitios Ramsar

Los sitios Ramsar son una convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Conocida también como Convenio RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de 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.

El área del proyecto **no se encuentra dentro de algún sitio RAMSAR**, el más cercano al proyecto es la Laguna de Santiaguillo a 12 km con dirección suroeste de la RE delimitada para el proyecto tal como se observa en la siguiente figura.

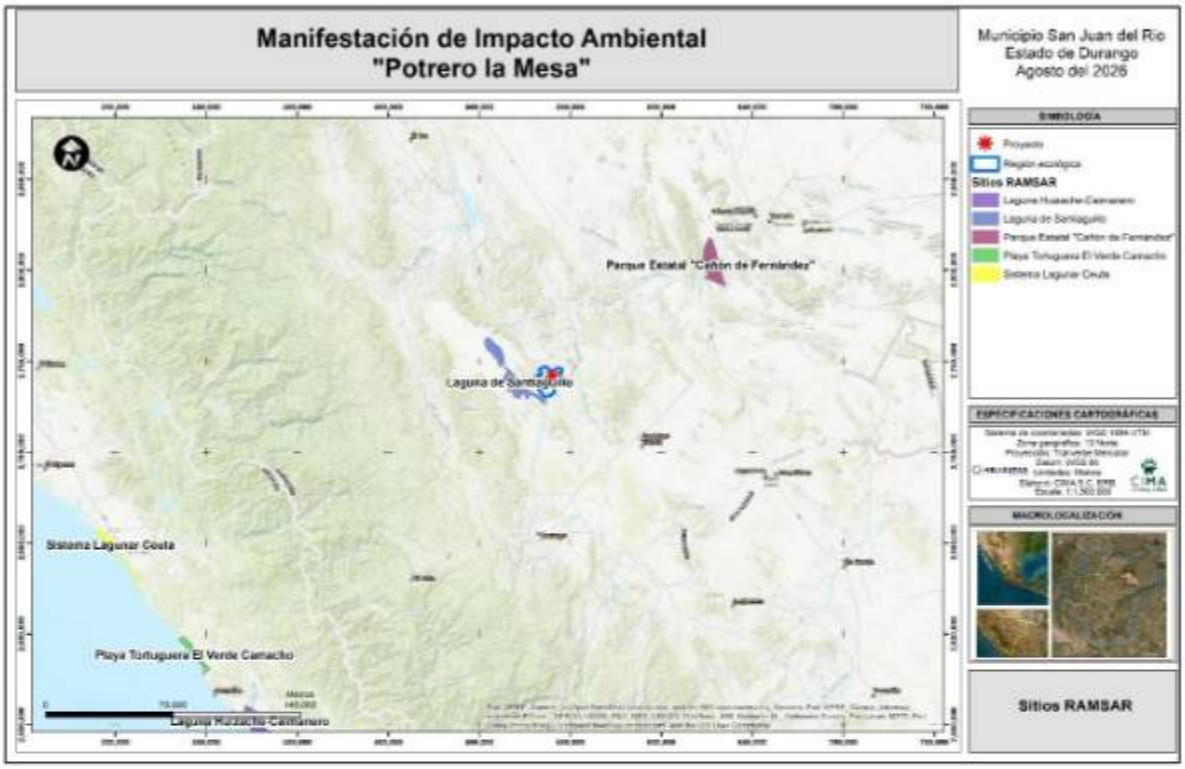


Figura II. 6. Sitios Ramsar

II.8.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, 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.

CONABIO tiene identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El proyecto se localiza dentro de la **RHP 40 Río Nazas**, dicha región tiene un área de 35,036.86 km² Dentro del estado de Durango.

Actividad económica principal: Agropecuaria, industrial y acuícola.

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal natural, bosques de pino-encino, encino-pino, táscate, matorral de manzanilla, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule, vegetación acuática, semiacuática y ribereña. Fauna característica: de peces *Astyanax mexicanus, Campostoma ornatum, Catostomus plebeius, Characodon lateralis, Chirostoma mezquital, Cyprinella alvarezdelvillari, C. lepida, Dionda episcopa, Etheostoma pottsi, Moxostoma austrinum, Pantosteus plebeius.* Todas estas especies se encuentran amenazadas. Especies endémicas de peces *Codoma ornata, Cyprinella garmani, Cyprinodon meeki, C. nazas, Gila conspersa, Gila sp., Ictalurus pricei, Ictiobus sp., Notropis chihuahua, N. nazas, Notropis sp., Stypodon signifer*. Especies extintas*: Characodon garmani, Cyprinodon latifasciatus, Stypodon signifer*. La zona sirve de refugio para aves migratorias como patos y gansos y de anidación de *Rhynchopsitta pachyrhyncha.*

Aspectos económicos: pesca de actividad agropecuaria, industrial y forestal. Recursos termoeléctricos.

Problemática:

- Modificación del entorno: desforestación, desecación e incendios.

Vinculación: De acuerdo con la problemática descrita anteriormente, la promovente del proyecto no realizará ninguna actividad sin los permisos requeridos y con la supervisión necesaria para evitar afectaciones, así como las acciones que permitan monitorear posibles afectaciones de tal manera que se puedan tomar acciones de manera oportuna en caso de ser necesario.

- **Contaminación:** por actividades agropecuarias, industriales y descargas urbanas.

Vinculación: El proyecto minero por su actividad le generación de residuos tóxicos serán manejados de acuerdo con la normatividad aplicable, el cual serán almacenados en el alancen de residuos peligros de la unidad minera de San Agustín, aunque pueden existir incidentes fuera de lo normal que generen algún residuo toxico (como derrames de hidrocarburos), sin embargo, en caso de generarse estos serán manejados de acuerdo con la legislación aplicable para evitar cualquier tipo de contaminación.

- **Uso de recursos:** pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, los charales *Chirostoma consocium, C. jordani, C. labarcae, C. sphyraena*, el pez blanco *Chirostoma estor*; la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus*, las tilapias *Oreochromis aureus* y *O. mossambicus*. Cacería furtiva de aves acuáticas.

Vinculación: El proyecto es únicamente de explotación de minerales, por lo que no se consideran actividades como la introducción de especies, aprovechamiento de especies locales, caza furtiva y/o extracción de leña.

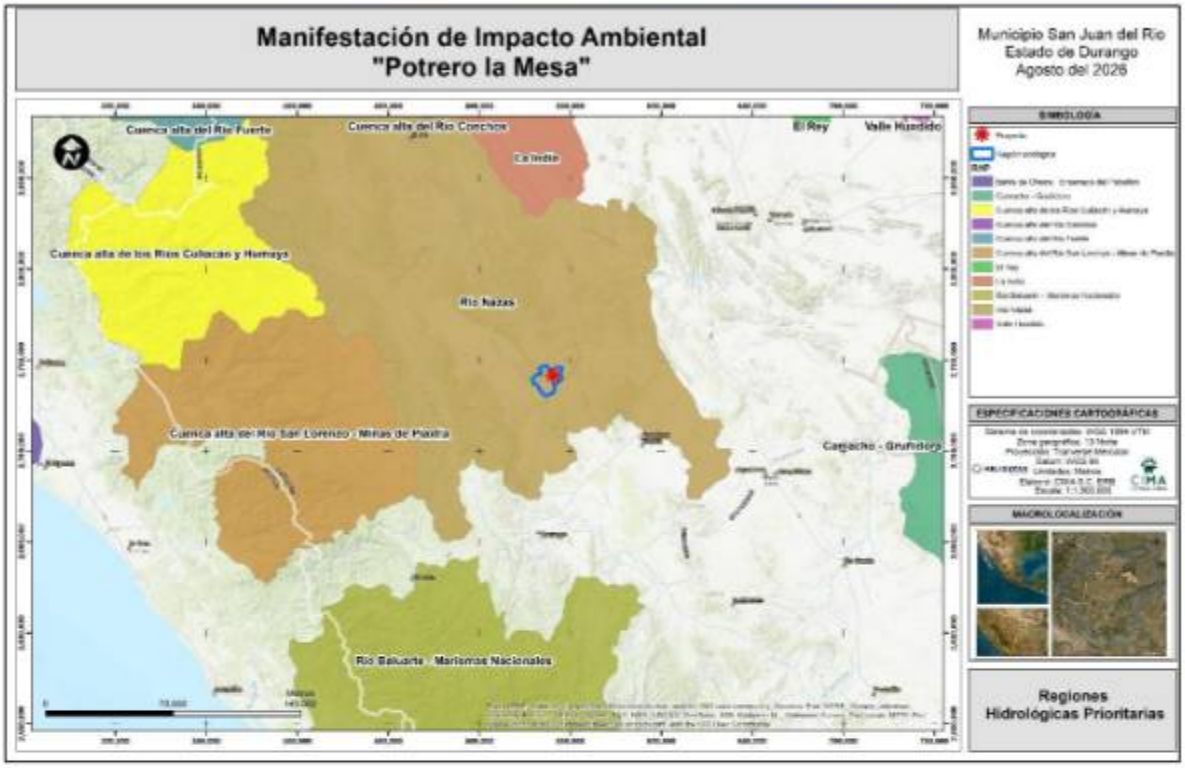


Figura II. 7. Región hidrológica prioritaria

II.8.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

El proyecto se localiza fuera de la RTP, pero la RE delimitada para el proyecto abarca una porción pequeña con la RTP-54 Santiago- Promontorio tal como se observa en la siguiente figura.

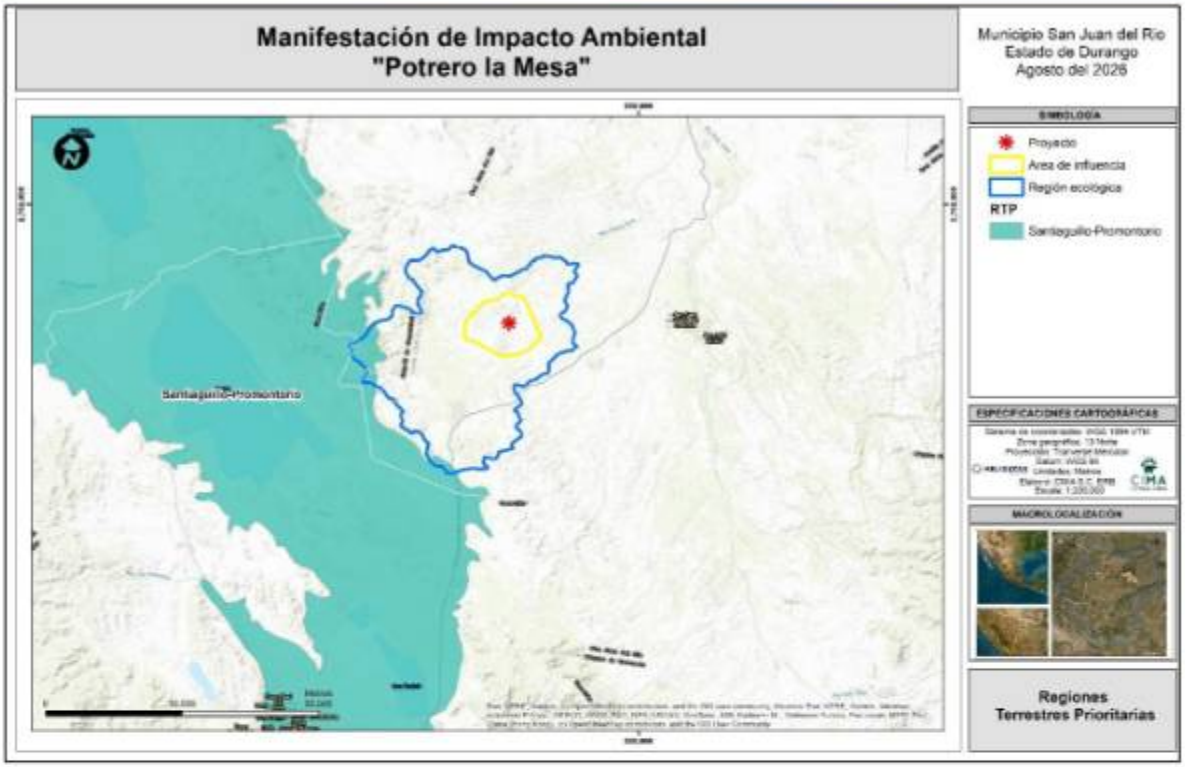


Figura II. 8. Región terrestre prioritaria

Características generales de la RTP-54 Santiaguillo-Promontorio.

Integra dos ecosistemas: la cuenca temporal del lago de Santiaguillo y la sierra de Promontorio. El primero se caracteriza por ser una zona de invernada de un gran número de aves acuáticas migratorias como patos y gansos; está rodeado de áreas de vegetación de pastizales halófilos y agricultura de temporal. La sierra de Promontorio (en partes llamada sierra de San Francisco, sierra de San Miguel y sierra de Coneto) es un área protegida por el Acuerdo Secretarial que establece el Calendario Cinegético Oficial desde la temporada de caza 1987-1988 con el fin de apoyar a la recuperación del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*), aunque la falta de vigilancia impide que el área esté efectivamente protegida. La sierra de Promontorio corre de noroeste a sureste y presenta una elevación hasta de 3100 msnm. Tiene una gran diversidad de bosques de clima templado y alberga por lo menos dos endemismos de plantas, uno de ellos a nivel de género (Megacorax).

Aspectos bióticos.

Diversidad ecosistémica: **Valor de conservación: Alto (3)**

Ambientes acuáticos y pastizales en la cuenca lacustre de Santiaguillo; bosques templados en la sierra.

Tabla II.31 Aspectos bióticos de la RTP-54 Santiaguillo-Promontorio.

Factor	Valor para la conservación
Integridad ecológica funcional: La superficie de la laguna está disminuyendo a un ritmo más o menos	0 (Se desconoce)

Factor	Valor para la conservación
constante, mientras que su entorno inmediato ha sido degradado por actividades agropecuarias. En la sierra hay un proceso incipiente de degradación del bosque	
Función como corredor biológico: Información desconocida.	3 (Alto)
Fenómenos naturales extraordinarios: Área de invernada de aves acuáticas.	3 (Alto)
Presencia de endemismo: Por lo menos un género de plantas (*Megacorax*) y una especie (*Mammillaria theresae*) son endémicos restringidos a esa sierra.	2 (Medio)
Riqueza específica: En el área lacustre hay una alta riqueza de aves, particularmente en invierno. Alta riqueza de plantas vasculares en la sierra.	3 (Alto)

Problemática ambiental. Un problema es el uso del agua para agricultura de riego, que, aunque no se practica en grandes áreas, ha ocasionado que el nivel del agua sea más bajo, con la consecuente desecación de algunas partes del lago. Durante la época de internación, existe cacería desmedida de aves acuáticas. En la sierra ocurre deforestación por extracción de madera y por la retracción que actualmente sufren los bosques templados debido a estrés hídrico y a efectos de plagas (*Dendroctonus en pinos*).

Tabla II.32 Aspectos antropogénicos de la RTP-54 Santiago-Promontorio.

Factor	Valor para la conservación
Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: Información no disponible	0 (Se desconoce)
Pérdida de superficie original. Hay un proceso acelerado de alteración de la laguna y su entorno.	3 (Alto)
Nivel de fragmentación de la región: Las actividades agrícolas han fragmentado los ecosistemas originales y tienden a degradar el ambiente acuático	3 (Alto)
Cambios en la densidad poblacional: No hay un incremento significativo de la población en el área.	1 (estable)
Presión sobre especies clave: No hay un manejo adecuado para la región. Extracción de pinos. Presión sobre *Mammillaria theresae* debido al efecto de la ampliación del camino Guatimapé-Coneto.	2 (medio)
Concentración de especies en riesgo: Información no disponible.	0 (no se conoce)
Prácticas de manejo inadecuado: Extracción de agua para agricultura de riego.	3 (alto)

II.8.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Un AICA es un área de importancia internacional para la conservación de aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) reconoce que la de

mayor proximidad al sitio de interés es la AICA 75- Santiaguillo, la cual se localiza aproximadamente a 11 km al suroeste de la RE del proyecto, tal como se muestra en la siguiente figura.

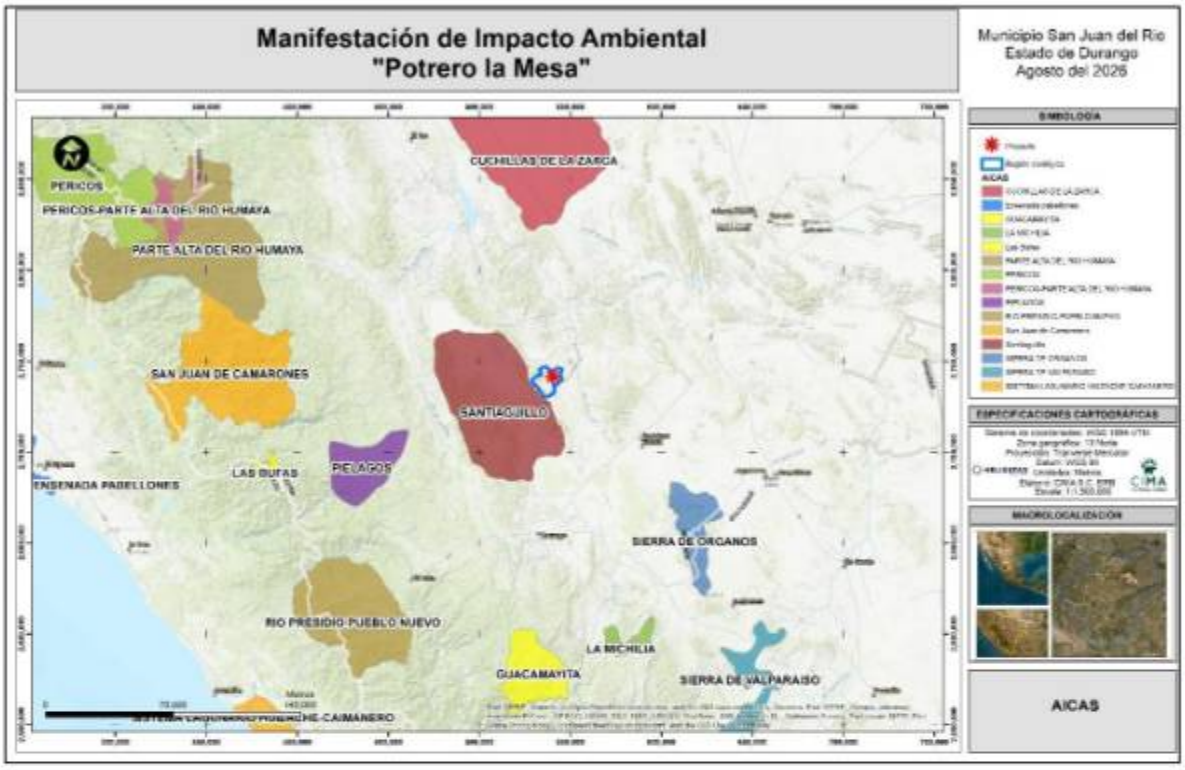


Figura II. 9. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

II.8.5 Localidad(es) con población indígena y/o afromexicana en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia.

De acuerdo con la consulta dentro del portal Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas (https://catalogo.inpi.gob.mx/), dentro de la RE delimitada para el proyecto no se encuentran pueblos y/o comunidades indígenas presentes.

Como resultado, se corroboró que no hay comunidades (asentamientos) indígenas ubicadas dentro de un radio de 150 km alrededor de la RE. Tal como se observa en la siguiente figura.



Figura II. 10. Consulta dentro del catálogo nacional de pueblos indígenas del INPI.

II.9 Otras regulaciones inherentes al proyecto como Convenios o tratados internacionales, tales como CITES, tratados fronterizos, etc.

En este apartado, se hace una vinculación con aquellos convenios que tiene injerencia el proyecto, como tratados internacionales, protocolos entre otros.

II.9.1 CITES.

El área solicitada del proyecto no está contemplada dentro de algún convenio o tratado internacional que pudiera prohibir la construcción u operación del mismo, sin embargo, se cuenta con un **Tratado Internacional** conocido como el "CITES" (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora), con el objeto de asegurar que el comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres no amenace su supervivencia, sino que se realice de manera sustentable promoviendo la conservación de las poblaciones.

Tabla II.33 Vinculación del proyecto con CITES.

Vinculación del proyecto con CITES	
Descripción	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Proporciona un marco jurídico internacional en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las	La promovente llevará a cabo las acciones necesarias para mitigar los posibles impactos sobre la biodiversidad, en particular sobre aquellas especies

Vinculación del proyecto con CITES	
Descripción	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados. Para ello, es indispensable que cada uno de los países que participan en la Convención designen una o más Autoridades Administrativas que se encarguen de regular el sistema de permisos y certificados, y una o más Autoridades Científicas que asesoren sobre los efectos del comercio en las especies.	enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en los apéndices de la CITES. Estas acciones están descritas en el apartado relativo al programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre. Dentro de las actividades del proyecto, se prohíbe estrictamente el daño, comercio o caza de especies de flora y fauna silvestres, en cumplimiento de lo dispuesto por la Ley General de Vida Silvestre, así como por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en caso de que las especies involucradas estén listadas en sus apéndices. Estas disposiciones serán reforzadas mediante pláticas continuas de concientización ambiental dirigidas a todo el personal involucrado, además de contar con mecanismos de supervisión y seguimiento. Como parte de estas acciones, se contempla también el programa de monitoreo anual de biodiversidad, que permitirá evaluar y dar seguimiento a los efectos del proyecto sobre los ecosistemas locales.

II.9.2 Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono

El Protocolo de Montreal está ratificado por los 197 países de la comunidad internacional. En 1988, México fue uno de los primeros países en firmarlo y ratificarlo.

La disminución de la concentración de ozono en la estratósfera es provocada por las emisiones de hidrocarburos halogenados producidos industrialmente: clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), bromuro de metilo, halones y tetracloruro de carbono, entre otros. La exposición excesiva a la radiación ultravioleta de la luz solar se asocia de forma directa con la aparición de cáncer de piel en los humanos, tumores y mutaciones genéticas; la falta de protección de la capa de ozono provoca también daños en el sistema inmunológico y lesiones oculares.

Tabla II.34 Vinculación del proyecto con el protocolo de Montreal.

Vinculación del proyecto con el protocolo de Montreal	
Descripción	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Para revertir el deterioro de la capa de ozono y evitar los daños que produce, el Protocolo de Montreal estableció metas y calendarios para la eliminación del consumo y producción de SAO y los países se comprometieron a cumplirlas.	La empresa se compromete a evitar, en la medida de lo posible, el uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO). En caso de requerir su utilización, se priorizará la reducción progresiva de su consumo mediante la sustitución por alternativas más amigables con el medio ambiente, que cumplan con las funciones operativas requeridas. Esta acción se realizará en concordancia con los lineamientos establecidos por el Protocolo de Montreal, así como con la normatividad nacional vigente aplicable.

II.9.3 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

La UICN fue fundada en octubre de 1948 como la 'International Unión for the Protection of Nature' (IUPN) luego de una conferencia internacional en Fontainebleau, Francia. En 1956, la organización cambió su nombre a 'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources' con las siglas IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources – UICN, en francés).

Tabla II.35 Vinculación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Vinculación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)	
Descripción	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Alentar y ayudar a la sociedad a conservar la integridad y diversidad de la naturaleza, y asegurar que cualquier utilización de los recursos naturales se haga de manera equitativa y ecológicamente sostenible.	La promovente se abstendrá en todo momento de causar daño a las especies de flora y fauna silvestres. En el caso de especies enlistadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES, se implementarán los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre. Adicionalmente, se impartirán capacitaciones en materia ambiental, enfocadas en el conocimiento, respeto y conservación de la biodiversidad local. Estas acciones se complementarán con la aplicación estricta de normas internas que prohíben expresamente el daño, caza, captura o comercialización de ejemplares de flora y fauna silvestres en el área del proyecto.

II.9.4 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993. A través de este acto de ratificación, el Gobierno de México; hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento.

Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Tabla II.36 Vinculación del Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto.

Vinculación del Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto	
Descripción	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Lograr *la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas.*	La promovente llevará a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo periódico de la maquinaria y equipos utilizados en el desarrollo del proyecto, con el objetivo de minimizar las emisiones a la atmósfera que pudieran generar efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana. Asimismo, se asegurará de que las emisiones generadas se mantengan dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental vigente, en particular en las disposiciones contenidas en la NOM-041-SEMARNAT-1993 (para vehículos automotores en operación), NOM-085-SEMARNAT-2011 (para fuentes fijas), y demás normas aplicables. Adicionalmente, se promoverá la optimización de los procesos productivos mediante la implementación de tecnologías más limpias y de bajas emisiones, así como el uso progresivo de fuentes de energía renovable, cuando sea técnica y económicamente viable, en concordancia con los principios de producción más limpia y desarrollo sustentable.

II.9.5 Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

La ONUDI, surgida a partir de la idea de que la industrialización sienta las bases del desarrollo económico a largo plazo, fue creada en 1967 por la Asamblea General de la ONU con la misión de actuar como órgano central de coordinación de las actividades industriales en el sistema de las Naciones Unidas, así como de promover el desarrollo y la cooperación industriales en los planos mundial, regional, nacional y sectorial; su sede se localiza en Viena, Austria.

En 1985, la ONUDI se convirtió en el 16º organismo especializado de las Naciones Unidas. Lógicamente, al nuevo organismo se le confió un mandato en el que se reconocían las realidades

económicas del desarrollo industrial en el mundo actual. En la Constitución de la ONUDI se insta a la Organización a que contribuya a la formulación de programas de desarrollo, científicos y tecnológicos y de planes de industrialización en los sectores público, cooperativo y privado.

La actividad de la organización se basa en cinco objetivos básicos:

1. Crecimiento industrial, tecnológico y competitividad
2. Desarrollo equitativo mediante la industrialización
3. Cooperación internacional en materia de promoción de inversiones industriales y tecnología
4. Desarrollo de los recursos humanos para la industria
5. Desarrollo industrial ecológicamente sostenible

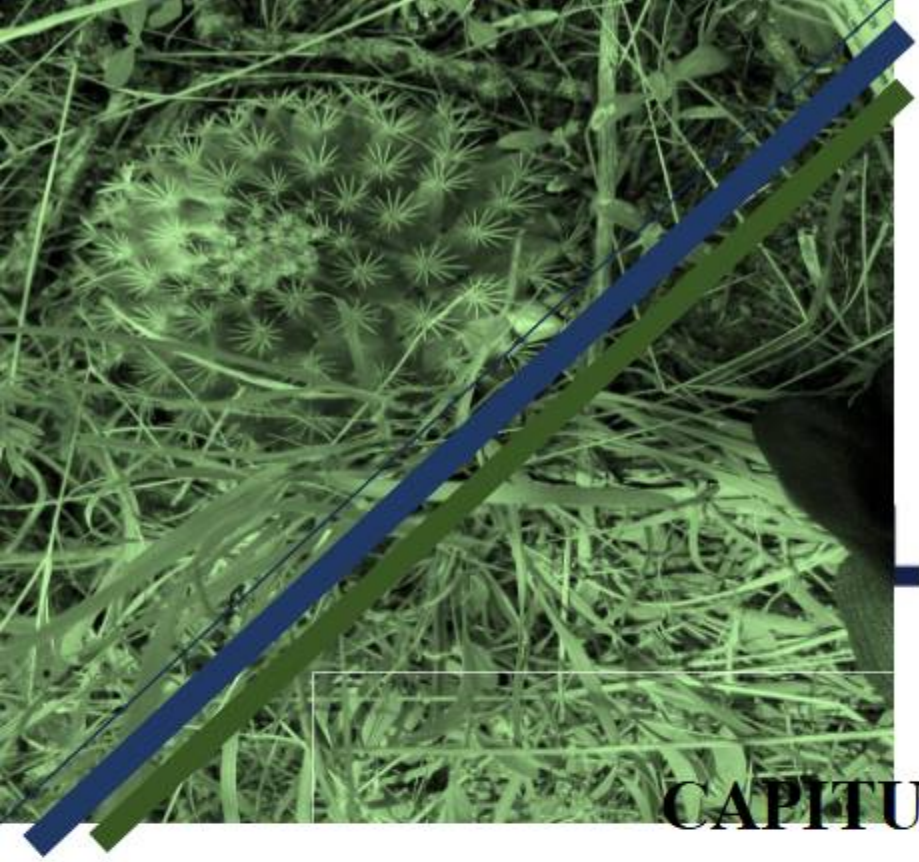
Bajo estos objetivos se intenta que las economías alcancen un desarrollo industrial sustentable, a través de la armonización de intereses diversos en aras de los siguientes objetivos:

1. Ecología equilibrada
2. Empleo productivo
3. Economía competitiva

Estos tres puntos economía, ecología y empleo son los faros que guían el enfoque de la ONUDI hacia los mercados y clientes, especialmente a la luz de la creciente preocupación internacional por las consecuencias sociales y ambientales de la industrialización. La ONUDI actúa como foro global para apoyar y promover el desarrollo industrial, reúne a representantes de gobierno, industria, sector público y privado de países industrializados, en vías de desarrollo y países con economías en transición.

Tabla II.37 Vinculación para la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

Vinculación para la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial	
Descripción	**Vinculación con las obras y/o actividades del Proyecto**
Promover y acelerar el desarrollo industrial, social y sostenible en los países en desarrollo, a fin de contribuir a la instauración de un nuevo orden económico internacional, basado en la cooperación a nivel global, regional y nacional, así como a nivel sectorial.	La construcción y operación del proyecto se llevará a cabo bajo un enfoque de minimización del impacto ambiental, con el propósito de preservar, en la mayor medida posible, la integridad de los ecosistemas presentes en el área de influencia. Para ello, se han definido e incorporado medidas específicas de mitigación, preservación y restauración, así como la implementación de programas de monitoreo y estudios ambientales permanentes a lo largo de toda la vida útil del proyecto, conforme a la legislación ambiental vigente. En el ámbito del desarrollo social, se priorizará la contratación de mano de obra local, promoviendo así la participación de las comunidades cercanas en las distintas etapas del proyecto. Paralelamente, se implementarán programas sociales orientados al bienestar comunitario, alineados con los principios de sostenibilidad y responsabilidad social.



LIOSTAR
SAN AGUSTÍN

CAPITULO III.

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

CIMA
CONSULTORES



Septiembre 2026

ÍNDICE

III DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. 1
III.1 Delimitación del área de estudio. 1
III.1.1 Criterios para la delimitación de la RE. 1
III.1.2 Delimitación y justificación del área de influencia del proyecto. 15
III.2 Caracterización y análisis de la Región Ambiental. 26
III.2.1 Medio abiótico. 26
III.2.2 Geología 36
III.2.3 Susceptibilidad de la zona. 38
III.2.4 Topografía. 44
III.2.5 Relieve del terreno 49
III.2.6 Estado de conservación del suelo 55
III.2.7 Hidrología Superficial y Subterránea. 74
III.3 Elementos biológicos en la unidad hidrológica forestal 87
III.3.1 Flora silvestre 87
III.3.2 Fauna silvestre 149
III.4 Medio socioeconómico 200
III.4.1 Población 200
III.4.2 Estructura por sexo 200
III.4.3 Migración 200
III.4.4 Población indígena 201
III.4.5 Educación 201
III.4.6 Servicios de salud 202
III.4.7 Vivienda 202
III.4.8 Características económicas 202
III.5 Diagnostico ambiental 202
III.6 Problemáticas ambientales en la región ecológica 206
III.7 Reporte general de incidencias del proyecto y su AI 207

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Ubicación y dimensiones del proyecto. 3
Figura III. 2 Ubicación del proyecto en la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval, cuenca R. Nazas-Rodeo y subcuenca R. de San Juan 4
Figura III. 3 Microcuencas con influencia directa e indirecta del proyecto. 5
Figura III. 4 Distribución de Orden de corrientes en el área de influencia del proyecto. 6
Figura III. 5 Orden de corrientes y la ubicación del proyecto con influencia directa del proyecto. ... 6
Figura III. 6 Acuífero Río San Juan con influencia directa sobre el proyecto. 7
Figura III. 7 Sistema de topoformas "lomerío con mesetas" en el que se inserta el proyecto. 8
Figura III. 8 Tipos de vegetación y continuidad de comunidades vegetales en el entorno del proyecto. 9
Figura III. 9 Unidad Ambiental Biofísica "Sierras y Llanuras de Durango" en la que se inserta el proyecto. 10
Figura III. 10 Unidad de Gestión Ambiental "Lomerío con mesetas 11", Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango. 11
Figura III. 11 Modelo de distancia-costo de los Corredores Bioclimáticos de CONABIO (2019) en el área de influencia del proyecto. 14
Figura III. 12 Delimitación de la Región Ecológica como área de estudio para el proyecto "Potrero la Mesa" 15
Figura III. 13 Primer criterio para la generación del AI – Usos solicitados 17
Figura III. 14 Segundo criterio para la generación del AI – Microcuencas..... 18
Figura III. 15 Tercer criterio para la generación del AI – Continuidad vegetal 19
Figura III. 16 Cuarto criterio para la generación del AI – Ruido ambiental..... 21
Figura III. 17 Quinto criterio para la generación del AI – Dispersión de polvos 23
Figura III. 18 Sexto criterio para la generación del AI – Localidades urbana 24
Figura III. 19 Criterios para la generación del AI 25
Figura III. 20 Área de influencia delimitada para el proyecto 25
Figura III. 21 Unidades climáticas dentro de la RE. 26
Figura III. 22 Climatología presente en la región ecológica 27
Figura III. 23 Estadísticas de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes. 28
Figura III. 24 Datos de las precipitaciones registradas en la estación meteorológica San Juan del Rio. 29
Figura III. 25 Condiciones meteorológicas imperantes en la zona de San Juan del Rio, Durango. . 30
Figura III. 26 Rango de precipitaciones en la RE. 31
Figura III. 27 Isoyetas presente en la región ecológica 31
Figura III. 28 Isotermas presente en la región ecológica..... 32
Figura III. 29 Isotermas presente en la región ecológica..... 34
Figura III. 30 Geología presente en la región ecológica 37
Figura III. 31 Grado de intensidades de Escala de Mercalli. 38
Figura III. 32 Escala de Mercalli 39
Figura III. 33 Regionalización sísmica CFE 40
Figura III. 34 Fallas geológicas presentes en la región ecológica..... 41
Figura III. 35 Deslizamientos de laderas 42
Figura III. 36 Volcanes activos 43
Figura III. 37 Índice de peligrosidad por inundación dentro de la RE. 44
Figura III. 38 Provincias fisiográficas dentro de la RE. 46
Figura III. 39 Sub provincias fisiográficas dentro de la RE. 47
Figura III. 40 Sistema de topoformas dentro de la región ecológica 48
Figura III. 41 Rango de elevaciones dentro de la región ecológica 50
Figura III. 42 Rango de pendientes dentro de la región ecológica..... 51

Figura III. 43 Exposiciones dentro de la región ecológica 52
Figura III. 44 Edafología dentro de la región ecológica..... 55
Figura III. 45 Antropización dentro de la región ecológica..... 56
Figura III. 46 Regionalización nacional del factor R. 58
Figura III. 47 Tasa de erosión hídrica natural presentes en la región ecológica 69
Figura III. 48 Tasa de erosión eólica natural presentes en la región ecológica 74
Figura III. 49 Regiones Hidrológicas Cuencas-Subcuencas..... 76
Figura III. 50 Cuerpos de agua dentro de la región ecológica 77
Figura III. 51 Hidrología superficial dentro de la región ecológica 78
Figura III. 52 Acuíferos dentro de la región ecológica 79
Figura III. 53 Concesiones de agua dentro de la región ecológica 83
Figura III. 54 Tipos de vegetación del área, de acuerdo con INEGI. 89
Figura III. 55 Vista panorámica del proyecto. 90
Figura III. 56 Muestreos de flora silvestre para el área del proyecto 93
Figura III. 57 Muestreos de flora silvestre para el área de influencia 95
Figura III. 58 Muestreos de flora silvestre para la región ecológica 97
Figura III. 59 Personal técnico de CIMA Consultores realizando un transecto de análisis de fauna en la región ecológica 150
Figura III. 60 Transectos de fauna realizados en el área del proyecto 152
Figura III. 61 Transectos de fauna realizados en el área de influencia 153
Figura III. 62 Personal técnico de CIMA Consultores realizando un transecto de análisis de fauna en la región ecológica 155
Figura III. 63 La lagartija manchada o huico (*Aspidoscelis gularis*), especie de reptil presente en la RE 164
Figura III. 64 El Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*), una de las especies con mayores indicios de la clase de mamíferos. 172
Figura III. 65 Colocación de cámara trampa por el personal técnico.....190
Figura III. 66 El coyote (*Canis latrans*). 191
Figura III. 67 Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). 191
Figura III. 68 Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*). 192
Figura III. 69 Aura (*Cathartes aura*). 192
Figura III. 70 Correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*). 192
Figura III. 71 Colocación de cámara trampa por el personal técnico en el área de influencia 193
Figura III. 72 Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). 194
Figura III. 73 Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). 194
Figura III. 74 Zorrillo norteño (*Mephitis mephitis*). 195
Figura III. 75 Jabali (*Pecari tajacu*). 195
Figura III. 76 El Proceso de instalación de armado de mojonera. 196
Figura III. 77 La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). 197
Figura III. 78 El coyote (*Canis latrans*). 197
Figura III. 79 El aura (*Cathartes aura*). 197
Figura III. 80 El jabalí de collar o pecarí (*Pecari tajacu*). 198
Figura III. 81 El conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*). 198

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Rango de isotermas dentro de la RE. 32
Tabla III.2 Rangos de evapotranspiración dentro de la RE. 33
Tabla III.3 Unidades geológicas dentro de la RE. 37
Tabla III.4 Longitud de fallas y fracturas dentro de la RE. 40
Tabla III.5 Provincias fisiográficas dentro de la RE. 45

Tabla III.6 Subprovincias fisiográficas dentro de la RE. 47
Tabla III.7 Sistema de Topoformas dentro de la RE. 48
Tabla III.8 Coeficiente de compacidad. 49
Tabla III.9 Rango de elevaciones dentro de la RE. 50
Tabla III.10 Rango de pendiente dentro de la RE. 51
Tabla III.11 Exposiciones del terreno dentro de la RE. 52
Tabla III.12 Tipos de suelo presentes dentro de la RE. 54
Tabla III.13 Antropización dentro de la RE. 56
Tabla III.14 Ecuaciones de regiones de erosividad. 59
Tabla III.15 Datos de la estación meteorológica 10068 San Juan del Río. 59
Tabla III.16 Valores del factor K para los distintos tipos de suelo y textura. 60
Tabla III.17 Valores del Factor C por vegetación y/o uso de suelo. 66
Tabla III.18 Factor C para la RE..... 66
Tabla III.19 Factor P para el área del proyecto..... 67
Tabla III.20 Clasificación del grado de erosión. 68
Tabla III.21 Superficie por rango de tasa de erosión natural de la RE. 68
Tabla III.22 Rangos de erosión eólica para para una valoración nominal..... 70
Tabla III.23 Valores de CATEX de acuerdo con la textura de suelo. 71
Tabla III.24 Valores de CAUSO para las diferentes usos y tipos de vegetación. 72
Tabla III.25 Grado de erosión eólica para el RE. 73
Tabla III.26 Niveles jerárquicos de hidrología. 75
Tabla III.27 Órdenes de corriente y longitud dentro de la RE. 77
Tabla III.28 Acuíferos dentro de la RE. 78
Tabla III.29 Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Santiaguillo 1001. 80
Tabla III.30 Listado de concesiones encontradas dentro de la RE. 82
Tabla III.31 Valores de K por tipo de suelo. 84
Tabla III.32 Valores anuales de evapotranspiración. 86
Tabla III.33 Balance hidrológico de la RE. 86
Tabla III.34 Uso de suelo y vegetación dentro de la RE. 88
Tabla III.35 Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)..... 92
Tabla III.36 Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para el Área del proyecto (AP) 92
Tabla III.37 Resumen y metodología de muestreos en el Área de influencia (AI) 93
Tabla III.38 Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para el Área de influencia (AI) 94
Tabla III.39 Resumen y metodología de muestreos en la Región ecológica 95
Tabla III.40 Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para la región ecológica (RE) 96
Tabla III.41 Comparación de las áreas evaluadas y sus diferentes análisis efectuados. 98
Tabla III.42 Resultados del índice de similitud (Jaccard) 102
Tabla III.43 Listado de la flora muestreada para el área del proyecto, influencia y región ecológica. 103
Tabla III.44 Listado de la flora muestreada para el área del proyecto. 105
Tabla III.45 Familias, géneros, número de especies y porcentajes por familia, de la flora del área del proyecto. 106
Tabla III.46 Número de especies por estrato el área del proyecto. 108

Tabla III.47 Listado de la flora muestreada para el área de influencia. 109
Tabla III.48 Número de especies por estrato del área de influencia. 111
Tabla III.49 Listado de la flora muestreada para el área del proyecto. 113
Tabla III.50 Familias, géneros, número de especies y porcentajes por familia, de la flora de la región ecológica. 115
Tabla III.51 Número de especies por estrato en la región ecológica. 116
Tabla III.52 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo – Área del proyecto. 119
Tabla III.53 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo – Área del proyecto. ..120
Tabla III.54 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas – Área del proyecto. 121
Tabla III.55 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de herbáceo – Área del proyecto. 121
Tabla III.56 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo – Área de influencia. ...122
Tabla III.57 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo – Área de influencia. .123
Tabla III.58 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas – Área de influencia. 124
Tabla III.59 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceas – Área de influencia. 125
Tabla III.60 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo– Región ecológica. 126
Tabla III.61 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo– Región ecológica. ...127
Tabla III.62 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas– Región ecológica. 128
Tabla III.63 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceas – Región ecológica...129
Tabla III.64 índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área del proyecto. 131
Tabla III.65 índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área del proyecto. 132
Tabla III.66 índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área del proyecto.....133
Tabla III.67 índice de valor de importancia del estrato herbácea – Área del proyecto. 134
Tabla III.68 índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área de influencia. 135
Tabla III.69 índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área de influencia.....136
Tabla III.70 índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área de influencia. 138
Tabla III.71 índice de valor de importancia del estrato herbáceas – Área de influencia. 139
Tabla III.72 índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Región ecológica. 141
Tabla III.73 índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Región ecológica. 141
Tabla III.74 índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Región ecológica. 143
Tabla III.75 índice de valor de importancia del estrato herbáceo – Región ecológica.....144
Tabla III.76 Listado de especies normadas del Área del proyecto (AP). 147
Tabla III.77 Listado de especies normadas del Área de influencia (AI). 147
Tabla III.78 Listado de especies normadas de la región ecológica (RE). 148
Tabla III.79 Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en el Área del Proyecto (AP) 151
Tabla III.80 Ubicación y distancia de los transectos de análisis de fauna del área del proyecto 151
Tabla III.81 Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en el Área de influencia (AI) 152
Tabla III.82 Ubicación y distancia de los transectos de análisis de fauna del área de influencia 153

Tabla III.83 Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en la Región ecológica (RE) 154
Tabla III.84 Transectos de fauna silvestre dentro de la RE 154
Tabla III.85 Comparación de las áreas evaluadas y sus diferentes análisis efectuados para la fauna silvestre 156
Tabla III.86 Listado faunístico del área del proyecto, área de influencia y región ecológica, considerando la presencia y/o ubicación donde fue detectada 157
Tabla III.87 Listado faunístico del área del proyecto identificadas para el área del proyecto.....159
Tabla III.88 Listado faunístico identificadas para el área de influencia.....160
Tabla III.89 Listado faunístico del área de influencia identificada para el área del proyecto 162
Tabla III.90 Composición de las especies de vertebrados, del área del proyecto 164
Tabla III.91 Composición de las especies de vertebrados, del área de influencia 166
Tabla III.92 Composición de las especies de vertebrados, de la región ecológica 167
Tabla III.93 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en el área del proyecto 169
Tabla III.94 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en el área de influencia 170
Tabla III.95 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en la región ecológica.....171
Tabla III.96 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en el área del proyecto.....173
Tabla III.97 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en el área del proyecto 174
Tabla III.98 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en el área del proyecto ...174
Tabla III.99 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en el área de influencia 175
Tabla III.100 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en el área de influencia 176
Tabla III.101 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en el área de influencia 177
Tabla III.102 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en la RE 178
Tabla III.103 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en la RE 179
Tabla III.104 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en la RE 179
Tabla III.105 Distancia de los cuatro transectos de fauna realizados. 181
Tabla III.106 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud, del área del proyectó.....181
Tabla III.107 Distancia de los cuatro transectos de fauna realizados del AI 184
Tabla III.108 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud, del área de influencia 184
Tabla III.109 Distancia de los transectos para fauna que se realizaron en la RE 187
Tabla III.110 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios/km de longitud 187
Tabla III.111 Presencia de fauna silvestre reconocida mediante cámaras trampa para el área del proyecto 190
Tabla III.112 Presencia de fauna silvestre reconocida mediante cámaras trampa para el área del proyecto 193
Tabla III.113 Especies de fauna silvestre detectadas a través de cámaras trampa dentro de la RE .196

Tabla III.114 Especies de fauna en estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área del proyecto 198
Tabla III.115 Especies de fauna en estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área de influencia 199
Tabla III.116 Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - región ecológica 199
Tabla III.117. Comparativa de la dinámica de población total de hombres y mujeres en el municipio de San Juan del Rio, Durango.....200
Tabla III.118. Migración a nivel municipal. 200
Tabla III.119. Población indígena a nivel municipal. 201
Tabla III.120.Escolaridad a nivel municipal.....201
Tabla III.121. Servicios de salud a nivel municipal. 202
Tabla III.122. Vivienda a nivel municipal.....202
Tabla III.123. Características económicas a nivel municipal. 202
Tabla III.124. Caracterización ambiental del proyecto. 203
Tabla III.125. Reporte general de incidencias. 207

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica III. 1 Familias de plantas y número de especies por familia, presentes en el área del del proyecto. 107
Gráfica III. 2 Estratos florísticos del área del proyecto. 108
Gráfica III. 3 Porcentaje (%) en relación con el total de especies del área del proyecto.....108
Gráfica III. 4 Familias de plantas y número de especies por familia, presentes en el área de influencia. 111
Gráfica III. 5 Estratos florísticos del área de influencia. 112
Gráfica III. 6 Porcentaje (%) en relación con el total de especies del área de influencia. 112
Gráfica III. 7 Familias de plantas y número de especies por familia, presentes en la región ecológica. 116
Gráfica III. 8 Estratos florísticos de la región ecológica. 117
Gráfica III. 9 Porcentaje (%) en relación con el total de especies en la región ecológica. 117
Gráfica III. 10 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área del proyecto. 131
Gráfica III. 11 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área del proyecto. 132
Gráfica III. 12 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área del proyecto. 133
Gráfica III. 13 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo – Área del proyecto. 134
Gráfica III. 14 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área de influencia. 135
Gráfica III. 15 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área de influencia.....137
Gráfica III. 16 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área de influencia. 138
Gráfica III. 17 Índice de valor de importancia del estrato herbáceas – Área de influencia. 140
Gráfica III. 18 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Región ecológica. 141
Gráfica III. 19 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Región ecológica. 142
Gráfica III. 20 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Región ecológica. 144
Gráfica III. 21 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo – Región ecológica. 146
Gráfica III. 22 Número de especies por clase de vertebrados del proyecto.....165

Gráfica III. 23 Porcentaje de especies en relación con el total del área del proyecto 165
Gráfica III. 24 Número de especies por clase de vertebrados del AI 166
Gráfica III. 25 Porcentaje de vertebrados del AI 167
Gráfica III. 26 Número de especies por clase de vertebrados 168
Gráfica III. 27 Porcentaje (%) respecto al total 168
Gráfica III. 28 Índice de Shannon-Wiener por clase de vertebrados registrados del proyecto.....175
Gráfica III. 29 Índice de Shannon-Wiener por clase de vertebrados registrados del AI 177
Gráfica III. 30 Índice de Shannon por clase de vertebrados 180
Gráfica III. 31 Índice de abundancia relativa de la clase de vertebrados del área del proyecto 183
Gráfica III. 32 Índice de abundancia relativa de la clase de vertebrados del área de influencia 186
Gráfica III. 33 Abundancia relativa (Indicios / km) 190

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

El objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, económicos y sociales describiendo y analizando, en forma integral, los componentes de la Región Ecológica (RE) delimitada para el sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación, descripción y análisis de las relaciones de interdependencia de los elementos mencionados así como las problemáticas existentes aunadas a los impactos generados por el proyecto.

III.1 Delimitación del área de estudio.

La región ecológica de la región de estudio fue delimitado conforme a sus componentes y de sus factores ambientales significativos (flora, uso de suelo, hidrología, socioeconómico, etc.) con los que el proyecto interactuará en algún tiempo, siendo un espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos, abióticos y sociales), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos. De esta manera, se pudo delimitar una RE acorde, tanto a la extensión de los posibles impactos que se pudieran generar.

III.1.1 Criterios para la delimitación de la RE.

Como unidad inicial de análisis, la RE integró las principales variables del medio físico (geomorfología, geología, hidrología superficial y subterránea, y fisiografía del terreno), debido a que estas variables controlan la distribución espacial de los ecosistemas, el flujo de agua y sedimentos, la conectividad del paisaje y el funcionamiento ecológico del territorio.

Posteriormente, se incorporaron los componentes biológicos relevantes, incluyendo los tipos de vegetación, los corredores biológicos, con el propósito de identificar áreas funcionalmente conectadas susceptibles de experimentar efectos directos e indirectos derivados del proyecto.

Finalmente, la delimitación se ajustó considerando el alcance espacial de los impactos potenciales identificados para el proyecto, verificando que la región definida incluyera los procesos ecológicos susceptibles de ser modificados durante las etapas de preparación, construcción, operación, mantenimiento y cierre.

Se consideraron los siguientes criterios para la delimitación de la RE:

- Ubicación del proyecto, tipo de obras y actividades a desarrollar.
- Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) y Unidades de Gestión Ambiental (UGA).
- Funcionalidad hidrológica: cuenca, subcuenca, microcuenca y nanocuenca, en función de la localización del parteaguas y las áreas de aportación (relieve e hidrología superficial y subterránea).
- Extensión y continuidad de las comunidades vegetales colindantes al proyecto (uso de suelo y vegetación).
- Aspectos legales sobre el uso del suelo (ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas).
- Geomorfología, sistemas de topoformas y regiones prioritarias.
- Corredores biológicos y bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad.

- Aspecto demográfico (localidades urbanas y riesgo).

A continuación, se documenta la justificación particular de cada una de las variables consideradas para la delimitación de la RE, describiendo brevemente cada variable, su importancia dentro de la región ecológica y la razón por la cual se relaciona el área del proyecto con la RE, en apego a los criterios antes referidos.

Dicho lo anterior, es importante tomar en consideración los diferentes lineamientos o criterios para delimitar de manera adecuada la RE, para ello se realizará un análisis particular para cada uno de ellos a fin de representar de manera adecuada los criterios de mayor relevancia, conforme a las necesidades del proyecto en cuestión.

III.1.1.1 Tipo de proyecto o conjunto de obras y actividades a desarrollar

Previo a cualquier trabajo para realizar la delimitación del SAR, en necesario conocer las particularidades del proyecto, es decir si compete a ser del orden puntual o lineal, en donde se deberá de resaltar aspectos como extensión y dimensiones, distribución espacial de la sobras y actividades en las que se incluyen aquellas que son asociadas o provisionales.

El proyecto consiste en una operación minera de explotación con minado a cielo abierto, orientada a la extracción y manejo de material mineralizado y estéril mediante métodos convencionales, sobre un predio particular ubicado en el municipio de San Juan del Río, Durango. Las obras se agrupan en un solo polígono, conformado principalmente por un banco de explotación.

Es el punto de partida obligado de cualquier ejercicio de delimitación: a partir del tipo de proyecto (puntual o lineal), su extensión, dimensiones y la distribución espacial de las obras y actividades asociadas o provisionales, se define la escala de análisis y el radio de influencia que deberá cubrir la RE. Al tratarse de un proyecto puntual, con obras concentradas en un solo polígono de **12.1852 ha**, la RE puede delimitarse a una escala local-regional sin necesidad de abarcar grandes extensiones territoriales, procurando sí que se incluyan las unidades funcionales inmediatas (cuenca, vegetación, corredores biológicos) susceptibles de recibir los efectos directos e indirectos del proyecto.

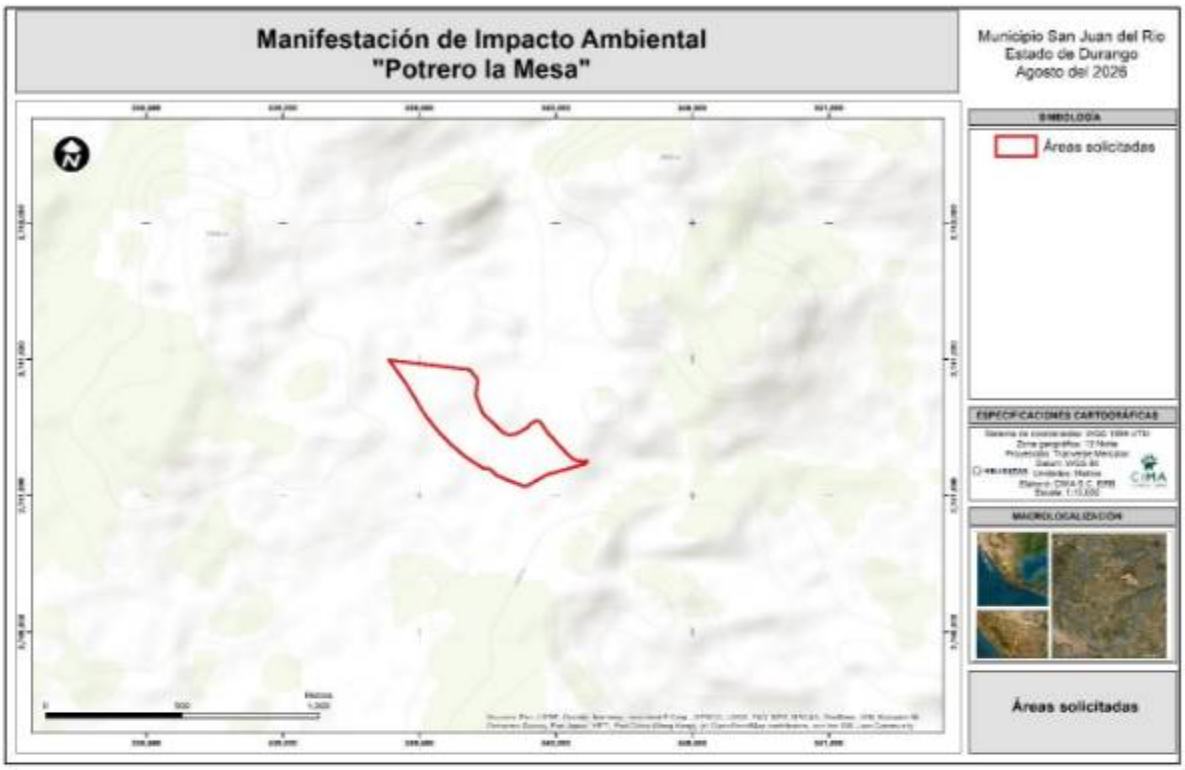


Figura III. 1 Ubicación y dimensiones del proyecto.

III.1.1.2 La funcionalidad mediante la definición de cuenca, subcuenca o microcuenca en función a la localización del parteaguas y áreas de aportación (relieve e hidrología).

A. Geomorfología: región hidrológica, cuenca y subcuenca

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su artículo 141 se establece que los Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) deben contener información ambiental de la cuenca hidrológica forestal donde se ubique el proyecto, la cual es delimitado principalmente por la topografía e hidrología, sin embargo es uno de los puntos de mayor relevancia pero no el único para la creación de un sistema ambienta regional, el cual comparte amplia similitud con las cuencas hidrológicas o en menor superficie micro cuencas, para entender el concepto de microcuencas en necesario conocer sus particularidades mismas que apoyaran a la generación de la Región Ecológica.

En México se han hecho múltiples esfuerzos para elaborar divisiones hidrográficas, aunque pocas de ellas han seguido sólo criterios naturales, principalmente topográficos e hidrográficos. Con el ánimo de llenar este vacío de información, el Instituto Nacional de Ecología (INE), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) han elaborado un mapa de cuencas hidrográficas a nivel nacional a escala 1:250,000 utilizando criterios naturales, topográficos e hidrográficos, para la demarcación de los límites. Mediante esta metodología se han delimitado 1471 cuencas hidrográficas en todo el país. Asimismo, se ha hecho un importante avance metodológico que permita el establecimiento de una toponimia de cada una de las cuencas hidrográficas. Este esfuerzo busca además homogeneizar criterios entre las distintas instituciones

académicas y dependencias gubernamentales, así como brindar una base estandarizada de cuencas a nivel nacional para otro tipo de usuarios.

Por lo tanto, en cuanto a geomorfología, el proyecto se enmarca en la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval, dentro de la cuenca R. Nazas-Rodeo y, de manera específica, en la subcuenca R. de San. La jerarquía hidrológica entre la región hidrológica -cuenca-subcuenca refleja la organización natural del drenaje superficial y de los procesos geomorfológicos asociados, y es señalada por la Guía DGIRA como criterios válidos para la delimitación al no depender de límites administrativos. Se toma la subcuenca R. de San Juan como unidad de referencia por ser la unidad hidrológica funcional más próxima al proyecto, lo que garantiza que la RE incluya el conjunto de procesos de escurrimiento, infiltración y transporte de sedimentos con los que interactuará el proyecto durante sus distintas etapas.

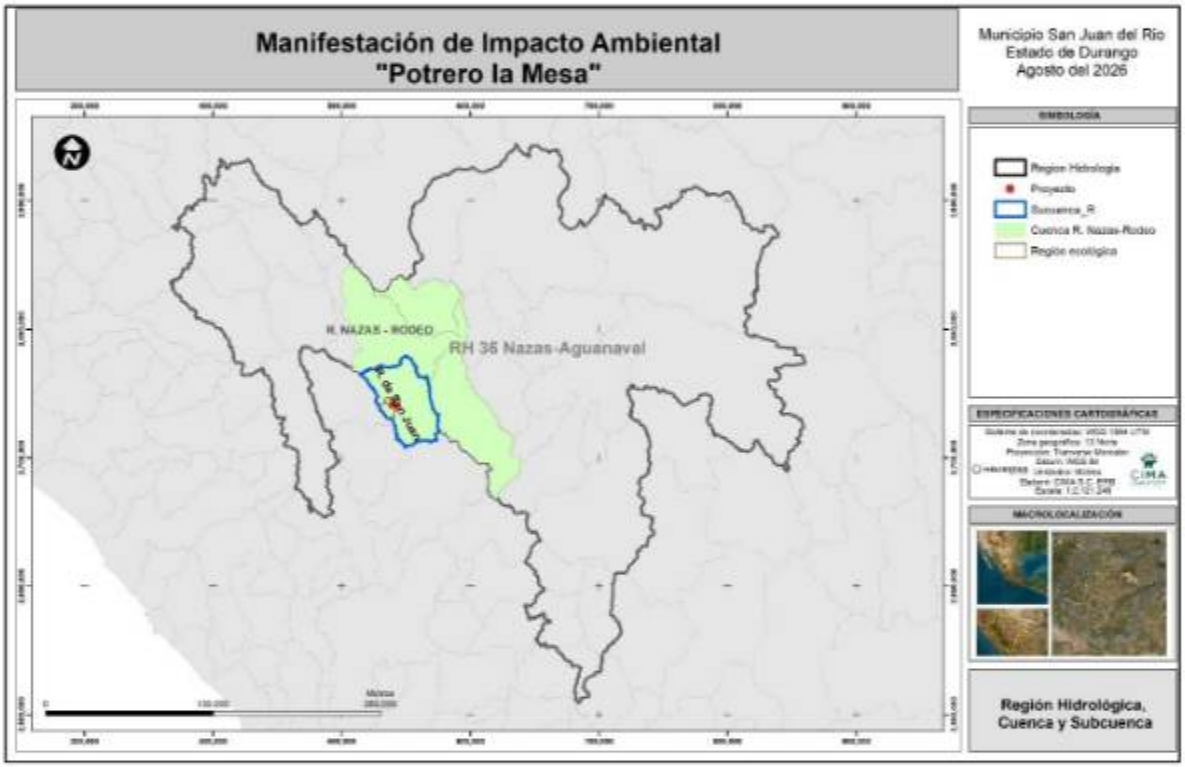


Figura III. 2 Ubicación del proyecto en la Región Hidrológica 36 Nazas-Aguanaval, cuenca R. Nazas-Rodeo y subcuenca R. de San Juan

Microcuencas: A nivel local, el proyecto se ubica sobre un parteaguas, por lo que tiene influencia directa sobre dos microcuencas (en este caso por cuestiones prácticas se denomina microcuenca como unidad mínima, sin embargo, pueden identificarse como nano cuencas) identificadas dentro de la subcuenca R. de San Juan.

Al ser unidades hidrológicas de menor escala, las microcuencas permiten afinar la delimitación de la RE al nivel de detalle que corresponde a la escala del proyecto, evitando extender el análisis a superficies sin relación funcional directa con este.

Ambas microcuencas se incorporan a la RE porque el proyecto, al ubicarse en el parteaguas, ejerce influencia directa e indirecta sobre las dos, tanto hacia las partes altas como en una distancia

justificable aguas abajo, límite que coincide con los procesos hidrológicos susceptibles de ser modificados por el proyecto.

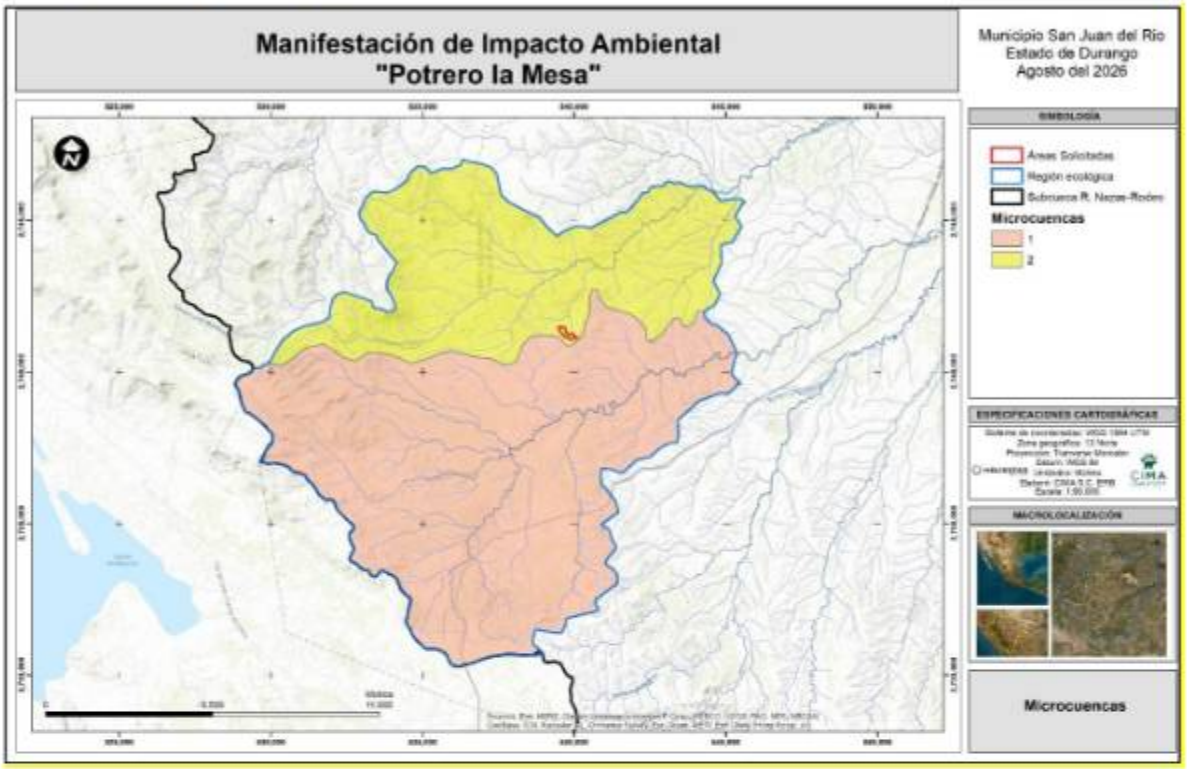


Figura III. 3 Microcuencas con influencia directa e indirecta del proyecto.

B. Hidrografía: Hidrografía: orden de corrientes y microcuencas

El proyecto tiene influencia directa sobre un cauce con orden de corriente 1, al encontrarse en el parteaguas de las microcuencas, y de manera indirecta tiene influencia en cauces de orden 3; no se identificaron cuerpos de agua naturales en las inmediaciones, solo cuerpos con flujo intermitente con bordos de abrevadero uso de animales domésticos. Por su cercanía con los parteaguas que se desprenden hacia la porción suroeste del proyecto, se identifica influencia directa sobre dos microcuencas.

El orden de corriente indica la jerarquía y la capacidad de transporte de agua de un cauce, mientras que la delimitación de microcuencas permite dimensionar con mayor precisión el alcance real de los posibles efectos sobre la red de drenaje superficial.

Se incorporan el orden de corrientes y las dos microcuencas asociadas porque, al ubicarse el proyecto en el parteaguas, la RE debe reflejar la posible afectación directa e indirecta sobre ambas unidades, derivada de esta condición topográfica.

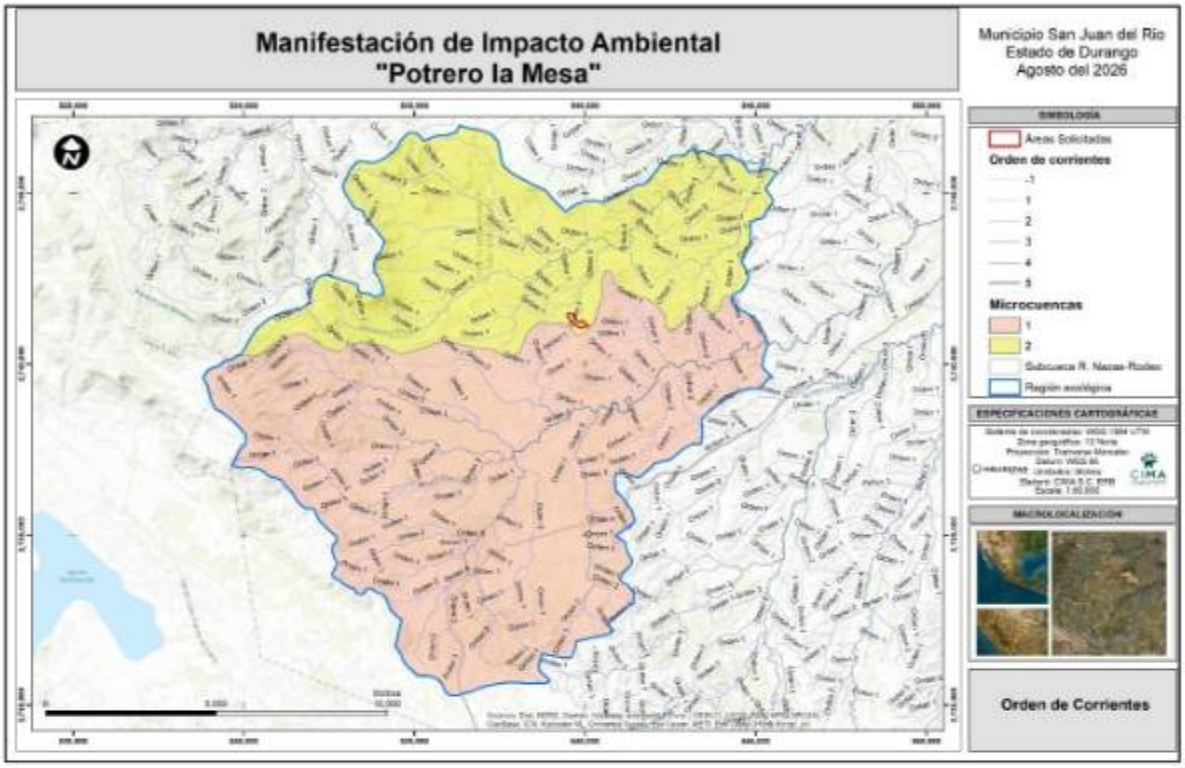


Figura III. 4 Distribución de Orden de corrientes en el área de influencia del proyecto.

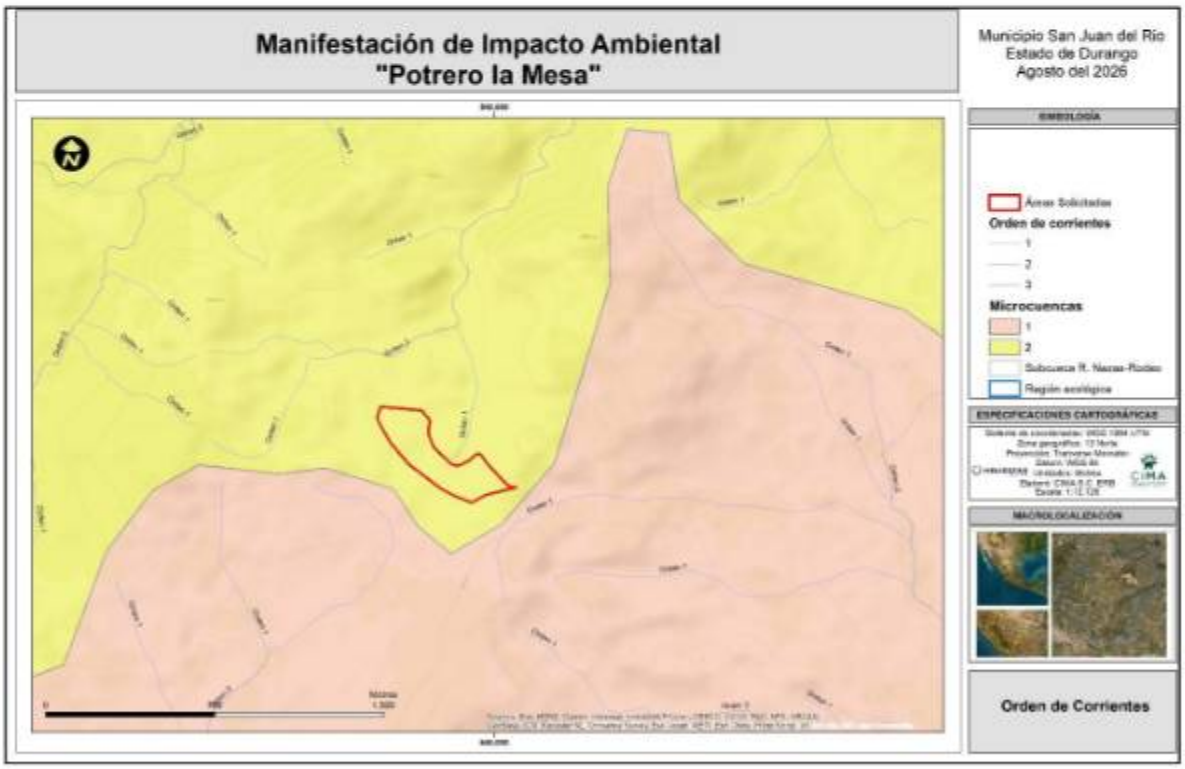


Figura III. 5 Orden de corrientes y la ubicación del proyecto con influencia directa del proyecto.

C. Acuífero.

La zona propuesta para el área del proyecto se encuentra sobre un solo acuífero con influencia directa: el acuífero Río San Juan.

El acuífero constituye la unidad de gestión del recurso hídrico subterráneo; su identificación es gran relevancia para prevenir y evaluar los posibles impactos sobre la disponibilidad y calidad del agua subterránea derivados de las actividades del proyecto.

La RE se delimita conforme al polígono del acuífero Río San Juan en la porción que rodea al proyecto, de manera que la RE contemple la unidad de gestión hídrica subterránea que podría recibir efectos derivados de la operación minera.

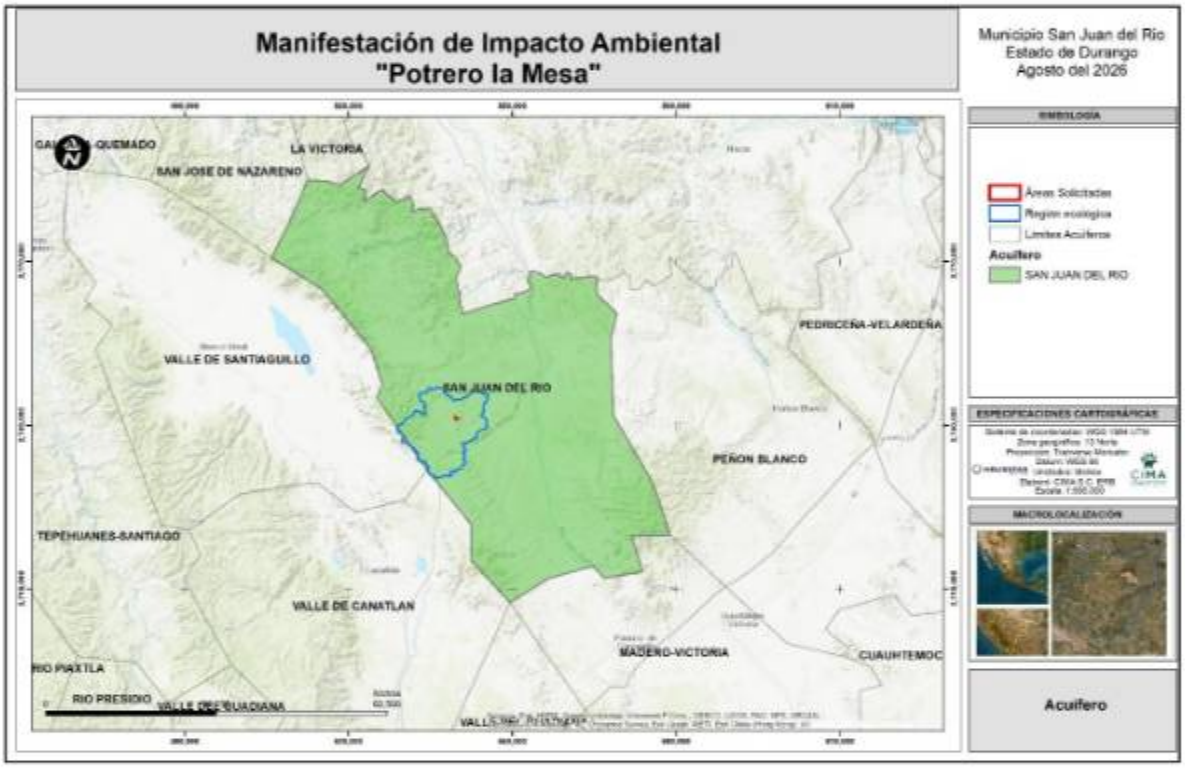


Figura III. 6 Acuífero Río San Juan con influencia directa sobre el proyecto.

D. Relieve del terreno: sistema de topoformas

Un sistema de topoformas es un conjunto de formas del terreno (relieves) asociadas que comparten un patrón estructural o de desgaste similar. En México, esta clasificación forma parte del sistema oficial de INEGI Fisiografía, el cual divide el territorio en provincias, subprovincias y topoformas para estudiar el paisaje.

Conforme a la clasificación fisiográfica oficial de INEGI, el proyecto se ubica principalmente sobre el sistema de topoformas lomerío con mesetas, un relieve mixto formado por pequeñas elevaciones o lomas combinadas con superficies altas y planas, que actúa como zona de transición entre valles y sierras.

Este sistema de topoformas regula el flujo del agua, define las zonas de cultivo y asentamiento humano, favorece la acumulación de suelos fértiles en las partes bajas y alberga una amplia variedad de flora y fauna al integrar distintos rangos de altitud en un mismo espacio

Se integra la continuidad del sistema lomerío con mesetas en la delimitación de la RE en virtud de la relevancia funcional de este relieve para la regulación hídrica, la formación de suelos y la conectividad del paisaje en el entorno inmediato del proyecto.



Figura III. 7 Sistema de topoformas "lomerío con mesetas" en el que se inserta el proyecto.

III.1.1.3 La extensión de las comunidades vegetales colindantes al proyecto (continuidad homogénea).

Para el tercer criterio, es necesario conocer los límites del o los ecosistemas o comunidades vegetales presentes en el área donde va a establecerse el proyecto. Para este caso, fue necesario emplear la carta de uso de suelo y vegetación en su serie VII, siendo la más reciente de este tipo, generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

En donde se encuentra el proyecto, cuenta con vegetación de pastizal natural que tendrá influencia de manera directa, por lo tanto, para realizar a la delimitación de la RE considerar que el sistema considere la continuidad de este tipo de vegetación, así como sus principales asociaciones. Como se aprecia en la siguiente figura, el pastizal natural se extiende hacia la porción noroeste y sueste con relación al proyecto, por lo que da lugar que la delimitación preliminar abarque áreas adicionales con este tipo de vegetación y su principal asociación que es de matorral crasicauble

La continuidad de las comunidades vegetales colindantes es uno de los criterios señalados de manera explícita por la Guía DGIRA para la delimitación de la RE, en tanto refleja la homogeneidad del

hábitat y la posible propagación de efectos directos e indirectos sobre la vegetación circundante al proyecto.

La delimitación preliminar de la RE se amplía para abarcar la continuidad del pastizal natural y su asociación con matorral crasicaule, garantizando que se incluya la extensión homogénea de comunidades vegetales colindantes susceptibles de recibir impactos directos e indirectos del proyecto. No obstante, fue necesario buscar en todo momento ajustarse a los parteaguas y microcuencas a fin de procesar a mejor detalle la región ecológica.

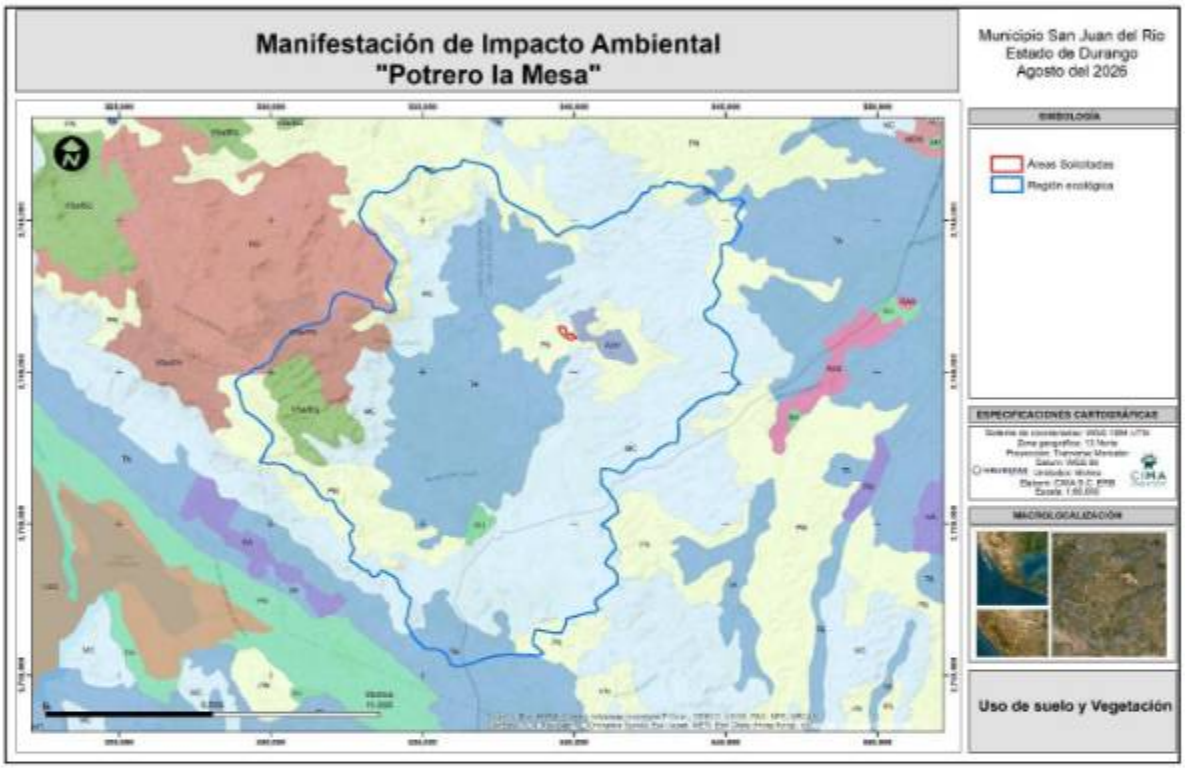


Figura III. 8 Tipos de vegetación y continuidad de comunidades vegetales en el entorno del proyecto.

III.1.1.4 Aspectos legales sobre el ordenamiento del territorio (ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas).

Los ordenamientos ecológicos, son instrumento de la política ambiental que se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores socio-económicos y las autoridades en una región.

A. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

Actualmente todo el territorio mexicano terrestre se encuentra delimitado por las unidades de gestión ambiental, las cuales son agrupadas por diferentes atributos y similitudes entre ellos. Para el área específica del proyecto, tenemos la existencia de una UAB, la cual se denomina Sierras y llanuras de Durango, caracterizada por suelos tipo Litosol, Feozem y Regosol; uso de suelo de pastizal natural y aprovechamiento agrícola-pecuario-forestal-minería; y un origen geológico endógeno volcánico de

laderas de montaña en bloques altos de ignimbritas del Oligoceno-Mioceno, así como exógeno acumulativo de piedemontes con conglomerados pliocuaternarios.

Cabe mencionar que esta unidad contempla a la minería como una actividad de importancia para la región, ya que la categorizada como Rector del desarrollo, la UAB fue contemplada para un análisis de revisión puntual y determinar su viabilidad respecto al uso planteado, así mismo se determinó el alcance donde pueden presentarse los impactos ambientales, quedando únicamente dentro de la UAB ya mencionada. La UAB concentra en una sola unidad los rasgos edafológicos, geológicos y de uso del suelo que determinan el funcionamiento del sistema natural, constituyendo un criterio explícitamente reconocido por la Guía DGIRA para delimitar la RE sin recurrir a límites político-administrativos

Dado que el proyecto se inserta íntegramente dentro de la UAB Sierras y Llanuras de Durango, se considera pertinente referenciar la delimitación de la RE a la extensión de esta unidad en el entorno inmediato del proyecto, garantizando coherencia entre el análisis de impactos y la unidad biofísica funcional en la que estos se manifestarán.



Figura III. 9 Unidad Ambiental Biofísica "Sierras y Llanuras de Durango" en la que se inserta el proyecto.

B. Unidades de Gestión Ambiental (UGA),

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) son divisiones territoriales dentro de los Programas de Ordenamiento Ecológico que permiten definir políticas específicas de uso del suelo y manejo de recursos naturales, con el objetivo de equilibrar desarrollo económico y conservación ambiental. En México, están reguladas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y se aplican en instrumentos como los POEL (Programas de Ordenamiento Ecológico Local).

Por lo tanto, el proyecto se encuentra dentro de la UGA Lomerío con mesetas 11, del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, con política de Aprovechamiento y uso a promover de Conservación de la Biodiversidad.

Las UGA constituyen el instrumento de planeación territorial vigente que regula los usos de suelo compatibles y la política ambiental aplicable; su consideración permite verificar la congruencia del proyecto con el ordenamiento ecológico y asegura que la RE incorpore el marco regulatorio de uso de suelo del área de influencia.

Se incorporará la UGA Lomerío con mesetas 11 como referencia espacial de la RE porque establece la política y los usos compatibles del territorio circundante al proyecto, elemento indispensable para evaluar la congruencia del proyecto con los instrumentos de planeación ambiental vigentes en la región.

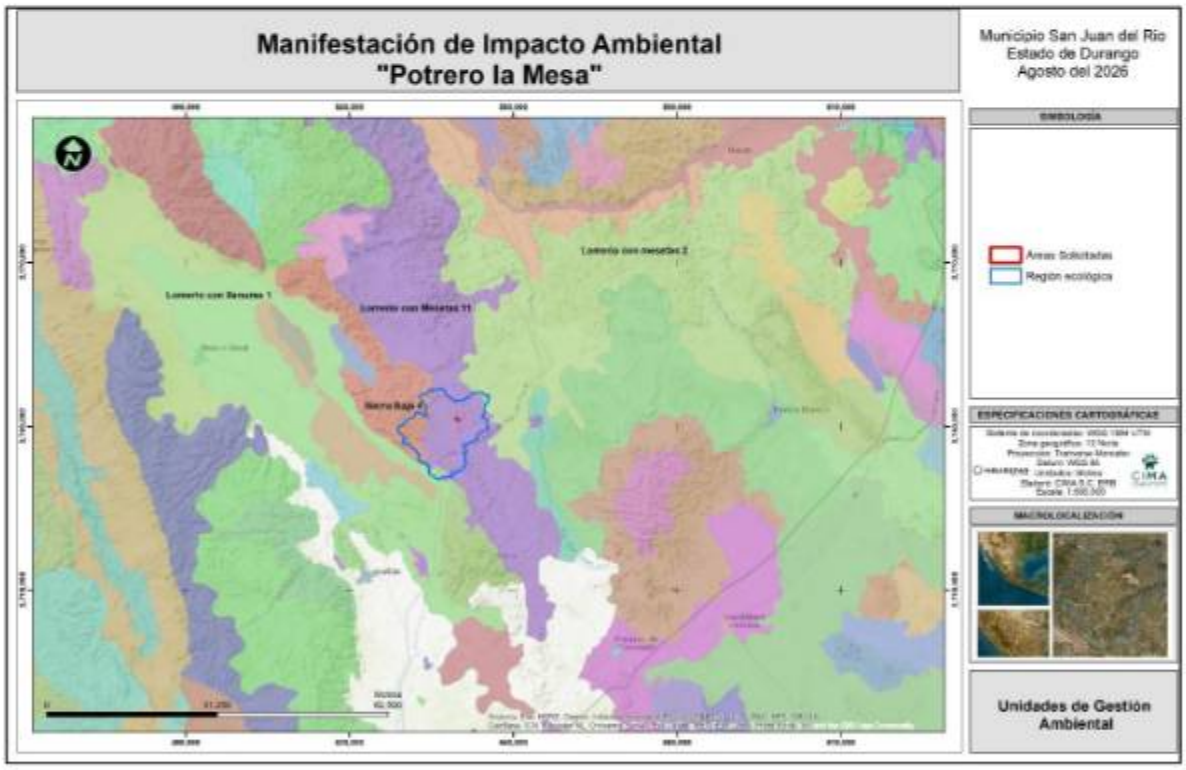


Figura III. 10 Unidad de Gestión Ambiental "Lomerío con mesetas 11", Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango.

Una revisión adicional, es considerar la existencia de áreas naturales protegidas que deban ser salvaguardadas por sus condiciones particulares, sin embargo, en el área del proyecto o región próxima no existen superficies de este tipo.

III.1.1.1 Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad (CONABIO).

El propósito de los **Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad** es conservar la conectividad del paisaje el grado en que el paisaje facilita o impide el movimiento de organismos entre fragmentos de hábitat (Taylor et al., 1993) se ha convertido en una de las principales estrategias de mitigación de la pérdida de biodiversidad ante el aumento de la actividad antropogénica y el cambio climático (Heller y Zavaleta 2009; Pascual-Hortal y Saura 2006).

No obstante, son pocos los modelos de conectividad que identifican áreas con el objetivo de que los organismos puedan moverse en zonas con menor transformación humana mientras se evitan cambios bruscos en el clima (McGuire et al., 2016; Nuñez et al., 2013), ya que por lo general los modelos contemplan las rutas de menor distancia y menor transformación humana, sin considerar que cambios mayores en el gradiente climático pueden ser una limitante en la movilidad y la dispersión de muchos organismos. En el marco de colaboración de la CONABIO con el proyecto GEF-Resiliencia, se identificaron las rutas de 'menor costo', es decir, aquellas que consideran el gradiente climático (variación en la variable climática por unidad de distancia), el impacto humano y la distancia euclidiana entre fragmentos de vegetación nativa (en estado de conservación primario, que aparentemente tienen menor grado de impacto o deterioro).

El modelo de conectividad incorpora el impacto humano por medio de un modelo de resistencia como un indicador del costo de desplazamiento, así como a la evapotranspiración para un periodo reciente (1980-2009) como variable climática que integra temperatura y humedad, para evitar desviaciones extremas en el clima a lo largo de la ruta propuesta. Se identificaron 4,504 corredores de menor costo. En el norte del país se presenta el menor número de corredores dado que existe un menor número de fragmentos de vegetación nativa a conectar y la superficie de vegetación primaria continua es mayor, mientras que en el centro y sur del país la fragmentación del paisaje es mayor y por ende incrementa el número de fragmentos y de corredores de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa.

Para definir los corredores climáticos de menor costo se identificaron fragmentos de vegetación nativa primaria que representan las áreas mejor conservadas del país y que son de gran importancia para sostener los procesos ecológicos y evolutivos y el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ambientales que genera. Además, se utilizó la evapotranspiración real media anual reciente como variable climática y un modelo de resistencia que incluye el impacto humano sobre la biodiversidad.

A continuación, se presentan rangos de valores categorizados en el modelo de distancia–costo de los Corredores Bioclimáticos de CONABIO (2019):

Clase del mapa	Distancia–costo	Resultado / significado
Verde	**-1**	**Mayor facilidad**. Corresponde a fragmentos de vegetación primaria; son las áreas de menor resistencia y mayor importancia para la conectividad.

Verde ligero	**-0.9 – 51**	**Muy alta facilidad de movimiento**. Corredores con bajo costo de desplazamiento.
Verde amarillento	**52 – 87**	**Alta facilidad**. El desplazamiento sigue siendo favorable, aunque con mayor costo que la clase anterior.
Amarillo	**88 – 123**	**Facilidad intermedia**. Representa zonas con una resistencia creciente al movimiento.
Naranja	**124 – 160**	**Baja facilidad**. El desplazamiento presenta mayor resistencia.
Rojo	**161 – 200**	**Menor facilidad**. Corresponde a las zonas periféricas de los corredores y de mayor resistencia.

Conforme al modelo de conectividad, el área del proyecto se ubica dentro de fragmentos de vegetación primaria clasificados con baja resistencia al desplazamiento de la fauna, asociados a zonas con facilidad de desplazamiento intermedia, alta y muy alta, lo que favorece la conectividad del paisaje.

Como se observa en la imagen, existen áreas que presentan cierto grado de resistencia al desplazamiento. Sin embargo, es importante considerar que en las inmediaciones del proyecto se desarrollan actividades asociadas al proyecto minero San Austin (que cuenta con autorizaciones para el desarrollo de sus actividades). Debido a la escala de análisis empleada para esta variable, dichas actividades no se representan con el nivel de detalle suficiente. No obstante, por la naturaleza y magnitud de las operaciones mineras existentes, se generan barreras que pueden limitar el desplazamiento de la fauna silvestre, incrementando localmente la resistencia del paisaje.

Por otra parte, dentro de la región ecológica evaluada aún se conservan amplias zonas con condiciones favorables para el desplazamiento de la fauna, las cuales constituyen una parte importante del área de estudio. Considerando que el proyecto se desarrollará de manera focalizada dentro de la unidad minera existente, sin requerir la expansión de áreas adicionales, estas zonas fueron consideradas en el análisis de los impactos potenciales asociados a su ejecución. En consecuencia, se plantean medidas de prevención, mitigación y manejo orientadas a minimizar dichos impactos y, en la medida de lo posible, conservar las condiciones actuales de conectividad y movilidad de la fauna silvestre.

La conectividad del paisaje (entendida como la capacidad del territorio para facilitar el movimiento de organismos entre fragmentos de hábitat) es una de las principales estrategias de mitigación frente a la pérdida de biodiversidad y el cambio climático; su consideración corresponde al criterio de corredores biológicos señalado por la Guía DGIRA.

Se incorpora esta variable a la delimitación de la RE para garantizar la continuidad de los procesos de conectividad ecológica en la zona de influencia del proyecto, dado que el área se encuentra dentro de la categoría de mayor relevancia del modelo de corredores bioclimáticos de CONABIO.

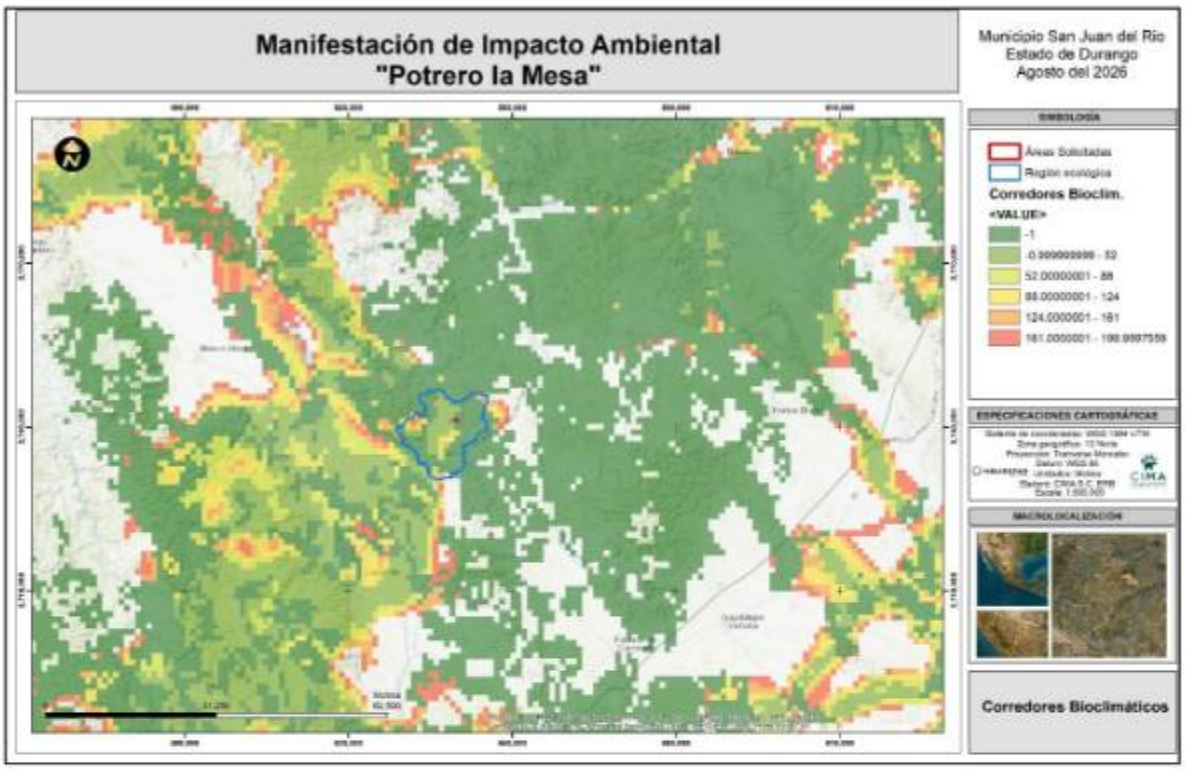


Figura III. 11 Modelo de distancia-costo de los Corredores Bioclimáticos de CONABIO (2019) en el área de influencia del proyecto.

III.1.1.2 Resultado de la delimitación de la Región Ecológica.

La delimitación de la RE resultante integra la superposición de las Unidades Ambientales Biofisicas (UAB), la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), la subcuenca y las microcuencas hidrológicas, el orden de corrientes y las microcuencas, el acuífero, el sistema de topoformas, la cobertura vegetal y los corredores bioclimáticos descritos en los apartados anteriores, ajustada al alcance espacial de los impactos potenciales identificados para las etapas de preparación, construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto.

Esta delimitación no se sustenta en límites político-administrativos, sino en unidades funcionales de la región ecológica como biofisicas, hidrológicas, geomorfológicas, de vegetación y de conectividad, conforme a los criterios establecidos en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA-SEMARNAT).

Por lo tanto, el polígono final definido como Región Ecológica (RE) como área de estudio fue delimitada conforme a sus componentes y de sus factores ambientales significativos, con los que el proyecto interactuará en algún tiempo, siendo un espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos, abióticos y socioeconómicos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos. De esta manera, se pudo delimitar una RE acorde, tanto a la extensión de los posibles impactos que se pudieran generar, como a las condiciones en que será desarrollado el proyecto, teniendo una superficie de 16,489.0382 hectáreas misma que se presenta en la siguiente figura.

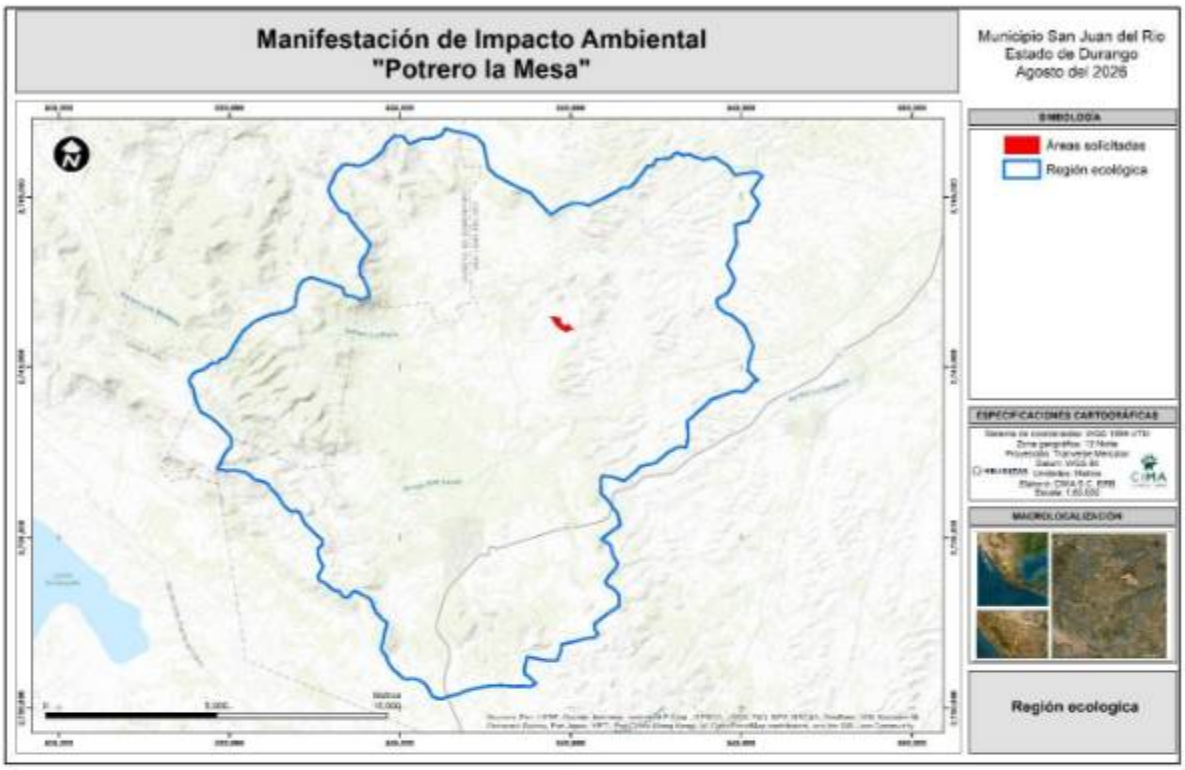


Figura III. 12 Delimitación de la Región Ecológica como área de estudio para el proyecto "Potrero la Mesa"

La cartografía que compone la totalidad del estudio se presenta en el Anexo 7 – Espaciomapas, por otro lado, las coordenadas y archivos vectoriales (shp, kml y dwg) del proyecto, área de influencia y región ecológicas presentan dentro del Anexo 8 – Coordenadas y Anexo 9 Archivos digitales, reportado en el sistemaWGS84 con proyección UTM, zona 13 norte.

III.1.2 Delimitación y justificación del área de influencia del proyecto.

El criterio fundamental para delimitar el área de influencia de un proyecto, es la identificación de los componentes ambientales y sociales que pueden ser afectados por las actividades que se desarrollarán como parte del proyecto, tanto en la fase de construcción, como en la fase de operación y mantenimiento, y cierre, es decir el área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

La determinación del área de influencia directa e indirecta del proyecto considera:

- Áreas de ubicación de las diferentes obras e instalaciones del proyecto
- Fases del proyecto
- Los componentes ambientales y sociales que podrían ser afectados
- La identificación y evaluación preliminar de los impactos ambientales

Tomando en consideración lo anterior, se han establecido criterios para determinar las áreas de influencia tanto directa como indirecta del proyecto por las actividades que puedan ejercer transformaciones al medio. La identificación de estas áreas se hace necesaria para contar con una referencia espacial que permita evaluar dentro de ella, la magnitud e intensidad de los distintos impactos, para poder establecer medidas de prevención o mitigación. Es decir, en última instancia, el área de influencia será el territorio donde el promovente o ejecutor del proyecto, realizará en su mayoría las medidas de mitigación de los impactos ambientales que puedan darse por el desarrollo del proyecto.

Existen diferentes maneras de establecer las áreas de influencia. En este caso se ha determinado la realización de un esquema de los factores y recursos naturales presentes en el entorno del proyecto, considerando los límites del área del emplazamiento proyecto, topográficos o hidrológicos, alcance de impactos ambientales, riesgo ambiental (manejo de sustancias químicas) y paisaje que podría verse afectada. Estos límites se han ilustrado por medio de mapas y planos, los cuales, al ser superpuestos han dado como resultado la delimitación de las zonas o áreas de influencia directa e indirecta del proyecto

Dentro del área de influencia, se distinguen dos áreas: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII), las que se diferencian entre sí por la significancia de los impactos ambientales y la consideración de que estos sean directos o indirectos. Por lo expuesto, se ha considerado conveniente distinguir los siguientes conceptos:

III.1.2.1 Área de influencia directa (AID).

Definida por la porción de terreno o espacio, que es intervenida o será afectada por los impactos de las obras o actividades del proyecto, como, por ejemplo: obras civiles e infraestructura permanente y temporal, campamentos, talleres, oficinas, entre otros. Por lo tanto, el área de influencia directa del proyecto será

- Superficies solicitadas

III.1.2.1.1 Superficies solicitadas.

El proyecto contempla una serie de poligonales para desarrollar adecuadamente el proyecto, el cual ocupa una superficie de **12.1852 ha**, superficie de la cual la promovente cuenta con la autorización en materia de cambio de uso de suelo para realizar el desmonte de la vegetación, esta superficie es

considerada como directa, ubicándose de la siguiente manera.

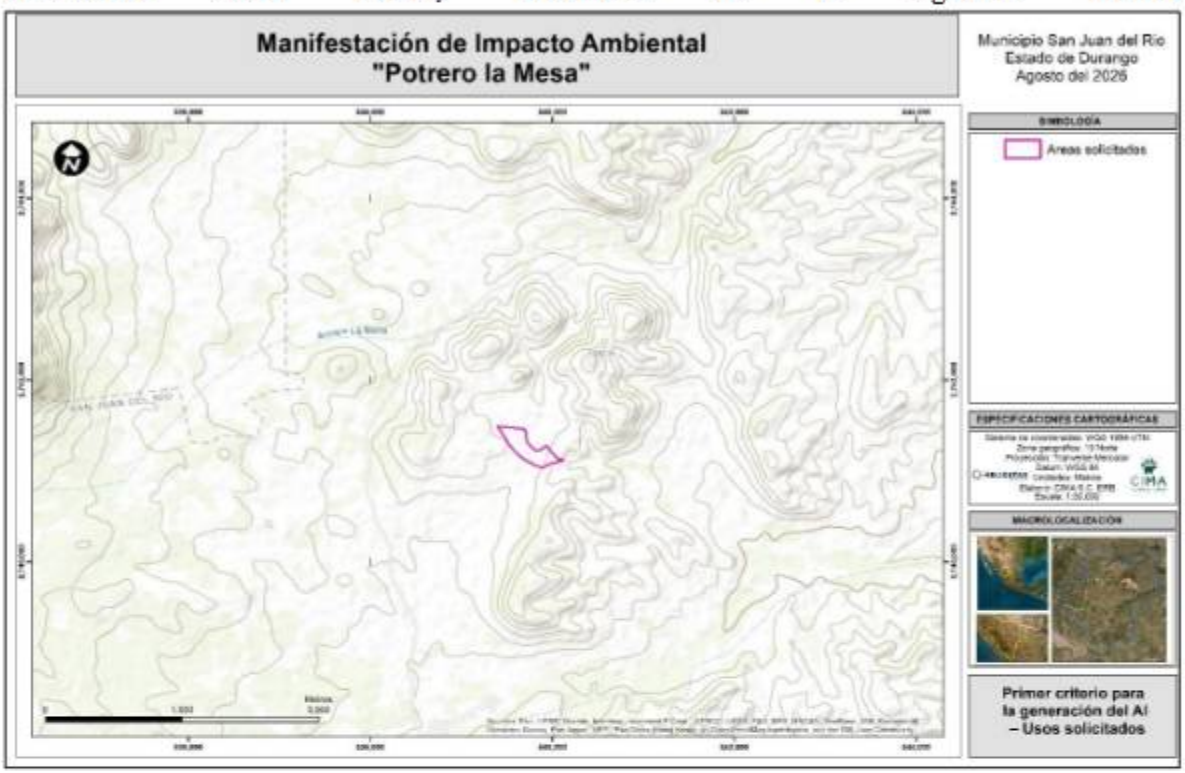


Figura III. 13 Primer criterio para la generación del AI – Usos solicitados

III.1.2.2 Área de influencia indirecta (AII).

Porción de terreno o espacio circundante que puede recibir de forma indirecta el impacto, o efectos manifestados, en las áreas directamente afectadas por las acciones del proyecto. Se relaciona a aquellos impactos generados y que se localicen fuera del área geográfica al emplazamiento directo de las áreas solicitadas del proyecto, aunado a ello, se plantea que durante la operación se empleen sustancias considerados como altamente toxicas, las cuales pueden afectar al medio biótico incluida la salud humana.

Una vez establecidos los criterios físicos y técnicos del área, se realiza el trazado haciendo uso de aquellos elementos (p.ej. modelaciones, divisorias de aguas, elevaciones, impactos ambientales, entre otros) que permitan delimitar cada área asociada a cada uno de los componentes determinantes para el proceso.

El alcance definido para determinados impactos, el cual debe incluir, aspectos de evaluación realizados mediante la simulación de las condiciones actuales y prospectivas a través de herramientas de modelación para el aprovechamiento de recursos naturales, como los generados por diferentes modelos o técnicas.

La identificación y localización de aquellas limitantes físicas que puedan estar ubicadas en el área de estudio y que se presenten como barreras naturales, frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio. Dicho lo anterior, se realizaron diferentes tareas a fin de definir el área de influencia del proyecto, empleando los diferentes criterios

indirectos, cabe mencionar que estos involucran las actividades mineras como tal, excluyendo los caminos de accesos, los cuales son analizados bajo los siguientes criterios:

- Microcuencas
- Continuidad vegetal
- Ruido
- Dispersión de polvo
- Localidades urbanas

III.1.2.2.1 Microcuencas.

Como segundo criterio, tenemos la identificación de pequeñas microcuencas que se verán influenciadas directamente por el desarrollo del proyecto, arrojando un total de 9, mismas que son determinadas por la topografía del lugar, así como parteaguas, cabe mencionar que existen superficies que se ubican aguas arriba alejadas de las obras a solicitar y el impacto hacia ellas será bajo o insignificante, pero que forman parte del sistema hidrológico, por lo que en este proceso de delimitación individual deben de ser consideradas.

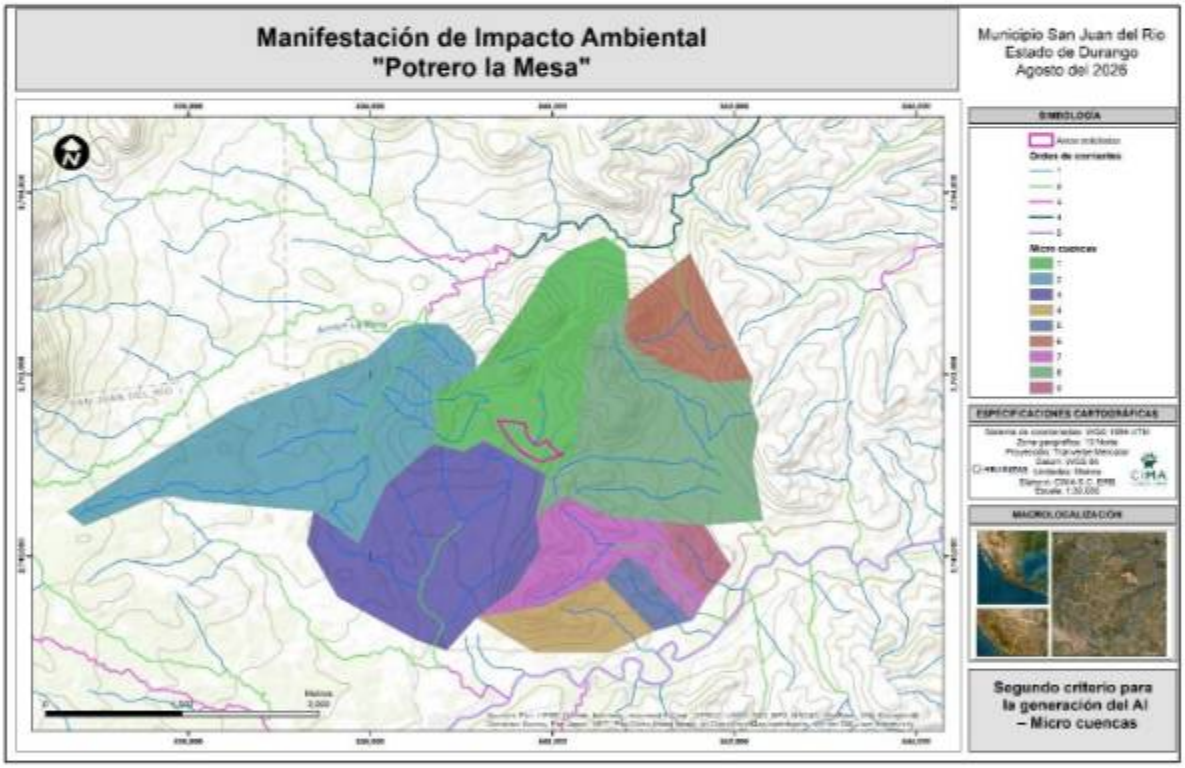


Figura III. 14 Segundo criterio para la generación del AI – Microcuencas

III.1.2.2.2 Continuidad vegetal.

El proyecto se localiza en un ecosistema homogéneo, en el cual existen áreas de transición marcadas, sin embargo, las especies suelen estar presente en uno o más ecosistemas, cambiando su frecuencia y condiciones morfológicas, presentadas por microclimas que se desarrollan en la región, como humedad, exposición, tipos de suelo inclusive las practicas antrópicas como la ganadería extensiva. Cabe mencionar que aun y cuando la distribución ecosistémica es baja, INEGI tiene identificados dentro de su última serie los usos de suelo y vegetación (serie VII), las cuales fueron claves para la delimitación del segundo criterio en cuanto a continuidad, tal como se expresa a continuación.

Para definir el alcance indirecto por la ejecución del proyecto fue establecido con base a los límites de las obras mineras y que a la redonda es posible una afectación de manera indirecta debido a múltiples sucesos voluntarias o involuntarias donde pudieran tener incidencia sin considerar los caminos de accesos. Por lo que, se tiene identificado los tipos de vegetación y su diversidad susceptibles, así como con base ello planteas posibles medidas preventivas, mitigación y compensación, cabe mencionar que una ventaja de los tipos de vegetación presentes cuenta con una amplia distribución en la zona.

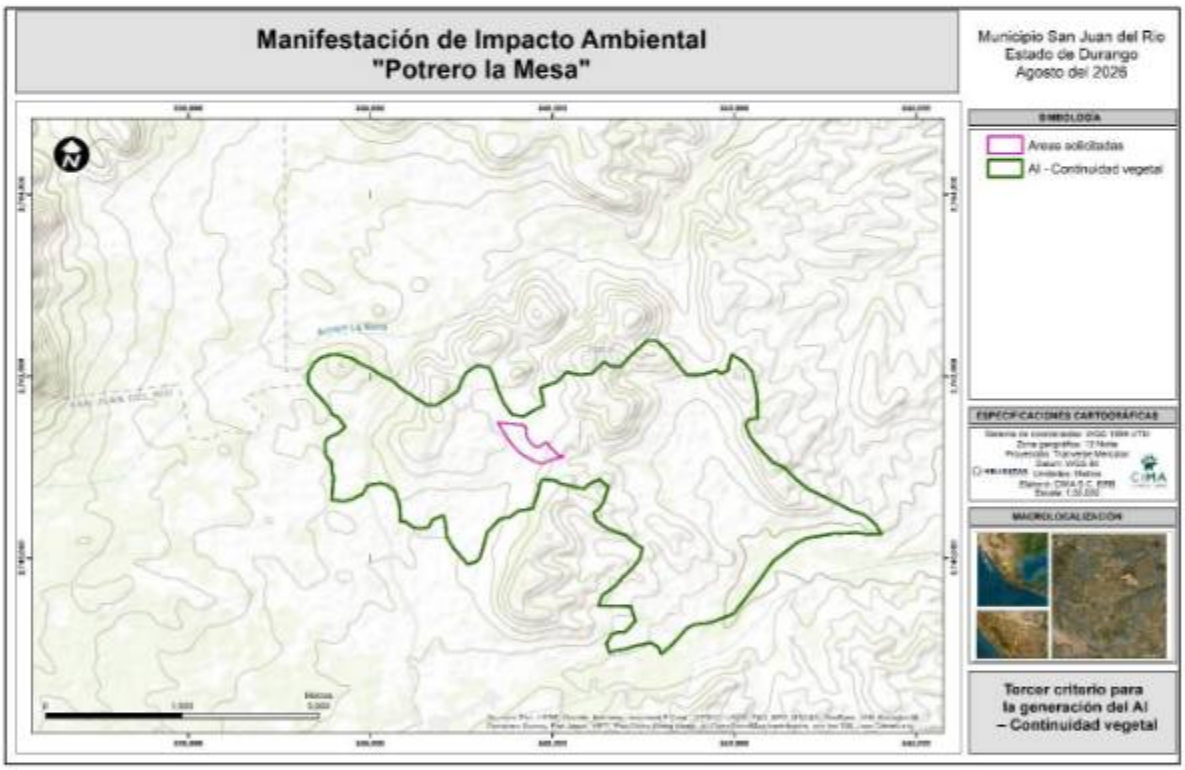


Figura III. 15 Tercer criterio para la generación del AI – Continuidad vegetal

III.1.2.2.3 Ruido.

El ruido, un impacto ambiental identificado y que estará presente en todas las etapas del proyecto, destacando del uso de maquinaria pesada y actividades específicas como trituración, beneficio entre otras, es por ello por lo que se considera clave para ser considerado como el cuarto criterio para la delimitación del área de influencia.

Es importante mencionar que actualmente no existen las condiciones ideales para realizar las mediciones, puesto que no se cuenta con los equipos que generaran el ruido, sin embargo, existen referencias bibliográficas capaces de predecir el ruido que generara la promovente una vez comience sus trabajos, los cuales son:

Estimación potencial del sonido			
Fuente de ruido	**Principales fuentes de Contribución de ruido.**	**Nivel de Potencia del sonido L_{wa} (dB)**	
		Regular	**Arqueado**
Tractor de oruga	Motor, admisión y escape de aire. (El impacto del ruido puede incrementar los niveles de ruido en 5-10 dB).	110-120	100-115
Camiones	Motor, admisión y escape de aire. (El impacto del ruido puede incrementar los niveles de ruido en 5-10 dB).	110-120	100-115
Cargador frontal	Motor, admisión y escape de aire. (El impacto del ruido puede incrementar los niveles de ruido en 5-10 dB).	110-120	100-115
Excavadores	Motor, admisión y escape de aire. (El impacto del ruido puede incrementar los niveles de ruido en 5-10 dB).	110-120	100-115

Cuando un sonido es emitido desde una fuente de sonido (puntual), el sonido se esparce sobre un espacio en forma de esfera, por lo que (onda de superficie esférica) el nivel de presión sonora será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. En otras palabras, cada vez que se duplica la distancia (metros) el nivel de presión sonora es atenuado en -6 dB.

Las variaciones relativas están mostradas para un espacio libre de interferencias, por lo que la vegetación y demás infraestructura reducirán aún más la distancia y nivel sonoro de las fuentes de emisión.

Para los cálculos, la relación entre una cierta distancia cualquiera y distancia tomada como referencia, afectada esta relación por el operador logarítmica multiplicada por 20 da por resultado la atenuación del nivel de presión sonora.

$$SPL = 20 \log (r2/r1)$$

Donde:

SPL = Nivel de presión sonora (sound pressure level)

r1 = Distancia tomada como referencia (generalmente 1)
r2 = Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación

Visto lo anterior, tenemos que el ruido con mayor importancia es el equipo de perforación o bien maquinaria de barrenación, la cual alcanza un nivel sonoro de 130 decibeles, la cual será como referencia para ser usada desde cualquier superficie solicitada, para lo cual se necesita una distancia de 2,250 metros lineales para reducir 67 dB.

SPL = 130 dB – 20 log (2250 / 1)
130 dB – 67 dB
63 dB

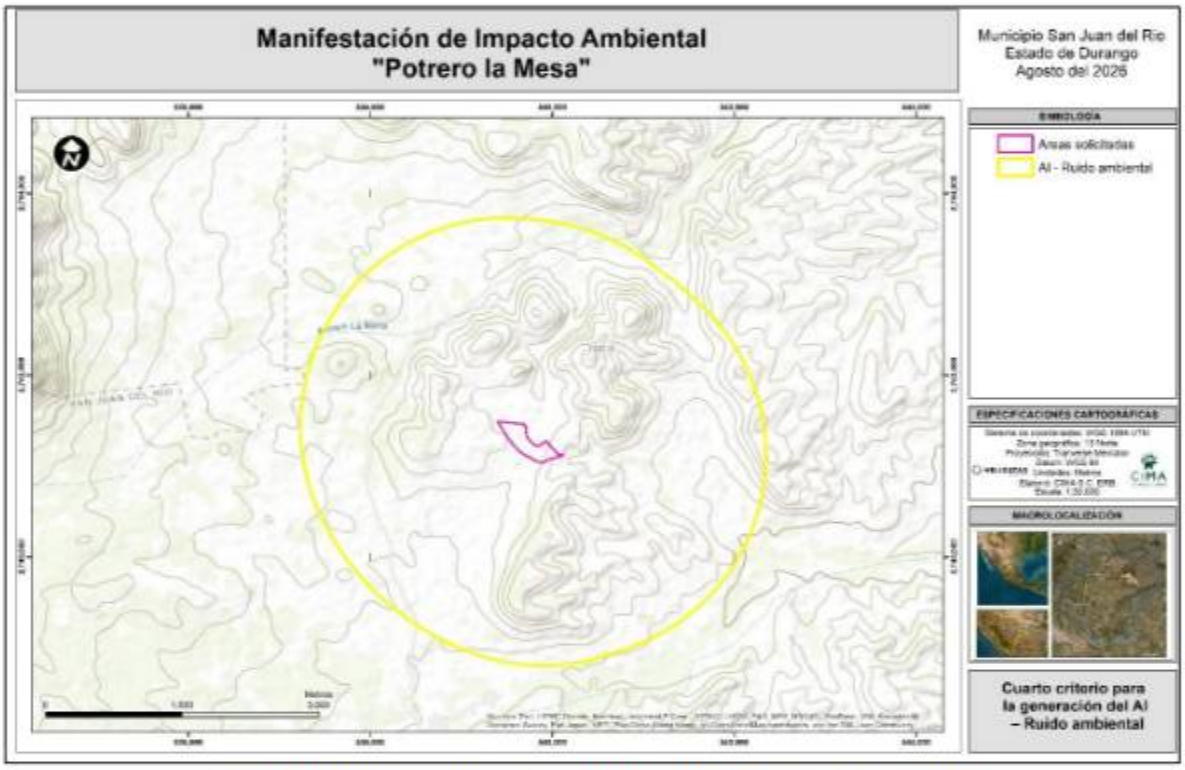


Figura III. 16 Cuarto criterio para la generación del AI – Ruido ambiental

Una vez, calculado la distancia de atenuación, esta puede ser comparada con tablas de equivalencia de ruido, en la cual el valor planteado recae en "conversación", catalogado como un espacio poco ruidoso [1], si a esto le sumamos que no existen localidades o áreas urbanas y que la actividad de barrenación no suele presentarse de manera continua o de forma prolongada una vez pasada a la etapa de operación, el nivel sonoro podría recaer por la promovente en un ambiente más adecuado, cabe mencionar que la NOM-081-SEMARNAT-1994, marca como límites máximos permisibles para áreas industriales de 68 diurnos y 65 nocturnos.

[1] https://www.allpe.com/acustica/ingenieria-acustica/mediciones-acusticas/a-que-equivalen-los-diferentes-niveles-de-decibelios/



III.1.2.2.4 Dispersión de polvo.

El cuarto criterio para delimitar el Área de influencia es el polvo o PST, los cuales dependerán de la intensidad de su generación para que puedan ser apreciados a distancia, sin embargo, tomando como referencia otras unidades mineras en operación, su alcance es bajo siempre y cuando estos realicen diferentes obras de conservación a fin de reducir su generación. La mayor generación de partículas se da por la circulación de vehículos sobre caminos sin pavimentar obedecen a material particulado de tamaño grueso y en menor medida finos, para el caso de las primeras sus partículas son consideradas de gran tamaño y su vida media en la atmosfera es de minutos a horas y son depositadas nuevamente en el terreno en poco tiempo, así mismo el recorrido suele ser menor a 2 km [2] [3] [4], esto sin considerar velocidades de viento superiores a la media o precipitaciones, sin embargo aquellas de menor tamaño las distancias que pueden viajar son de consideración y el tiempo para lograr un declive es mayor, sin embargo estas no suelen se apreciadas a la simple vista al ser de tamaño reducido. Cabe mencionar que este radio considera las obras mineras y excluye a los caminos de acceso, de los cuales algunos ya se encuentran construido como medio de comunicación entre localidades o bien potreros.

[2] https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/225459.pdf
[3] https://www.redalyc.org/journal/911/91149521003/html/
[4] Environmental Protection Agency (2009), "Integrated Science Assessment for Particulate Matter". EPA/600/R-08/139F.

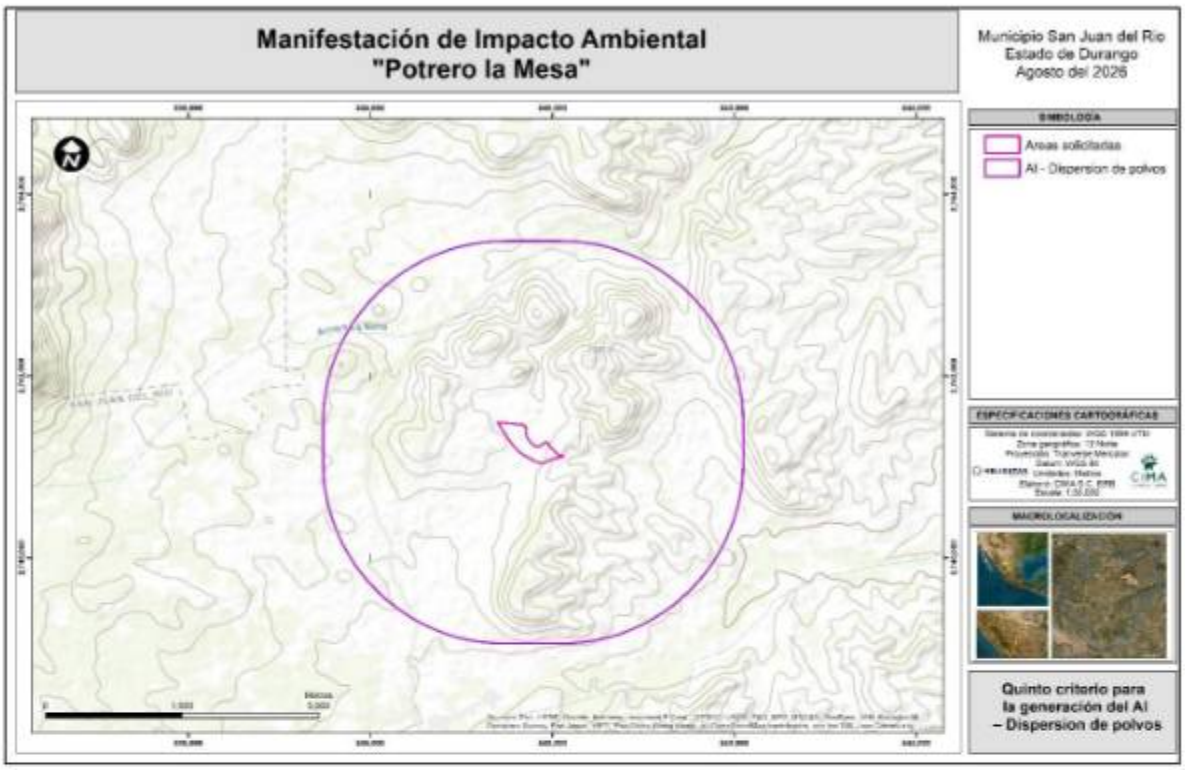


Figura III. 17 Quinto criterio para la generación del AI – Dispersión de polvos

III.1.2.2.5 Localidades urbanas.

El proyecto no recae sobre alguna localidad rural, pues estas se encuentran fuera de algún uso planteado por la promovente, sin embargo, existen 5 cercanas; Suspiro, Las Cruces, El Carmen, San Agustín de Ocampo, por último y más retirada del proyecto tenemos la denominada Agua el Mezquite.

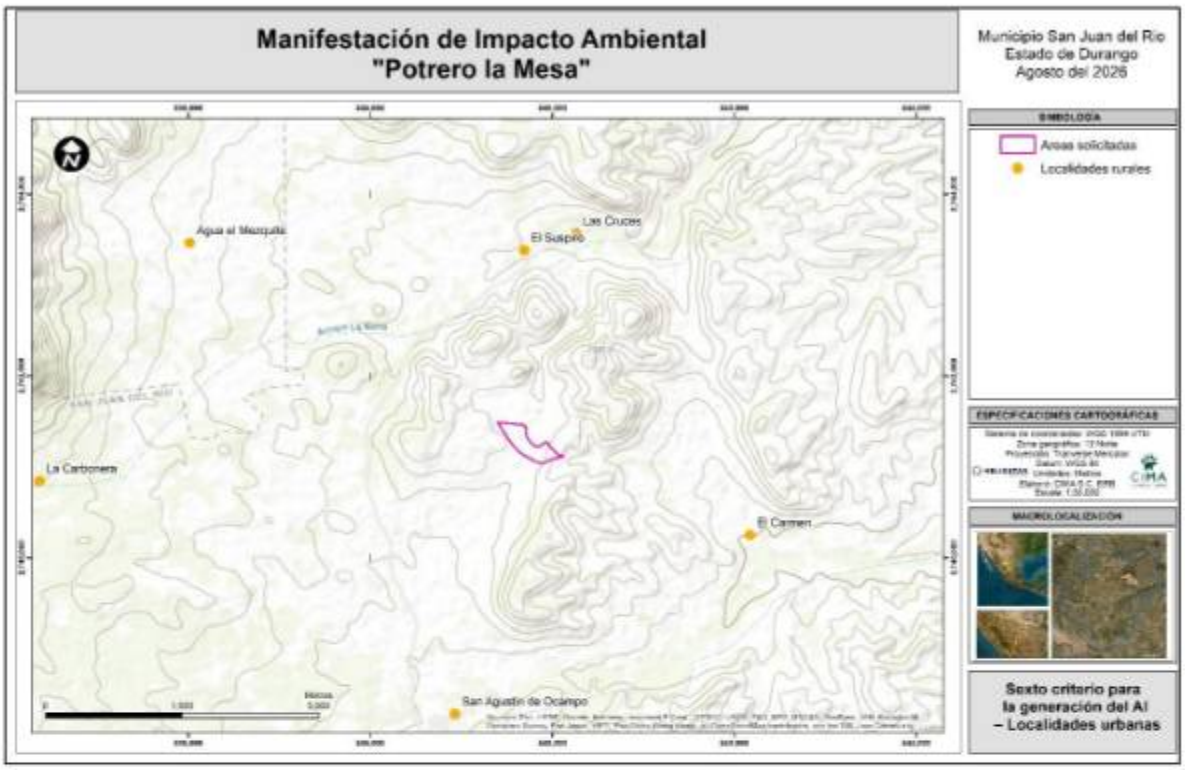


Figura III. 18 Sexto criterio para la generación del AI – Localidades urbana

III.1.2.2.6 Límites del AI.

Para lograr una correcta delimitación del AI, fue necesario emplear 7 criterios, de los cuales 1 es directo y el resto indirectos, es decir aquella superficie que será afectada o tendrá injerencia por las actividades propias del proyecto (se excluyen caminos de accesos) y donde recaerán en su gran parte las medidas de mitigación, sin embargo, el uso de diferentes criterios puede ayudar establecer los limites adecuados del AI. Un factor que se tomó en cuenta fue el de reducir las partes más lejanas de las instalaciones del promovente como hidrología y cuenca visual que bajo una operación ordinaria o extraordinaria en el recinto minero, su posible afectación es insignificante, por ello se plantea parte de su reducción, a fin de que sea acorde a los posibles impactos que puedan darse de forma indirecta.

En la siguiente figura se presentan los criterios mediante con sus límites definidos espacialmente de acuerdo su influencia de manera indirecta, mismos que permitieron la delimitación del AI final conjuntando dichos límites de los criterios considerados en uno solo.

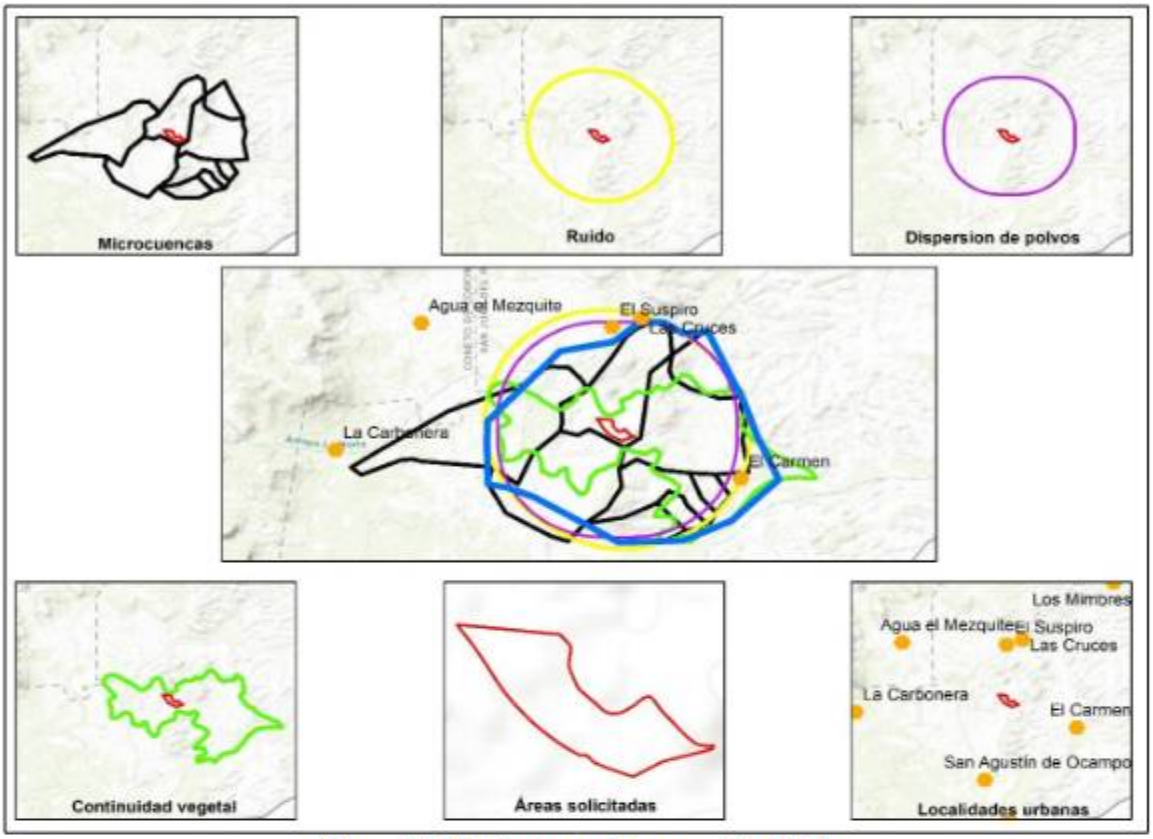


Figura III. 19 Criterios para la generación del AI

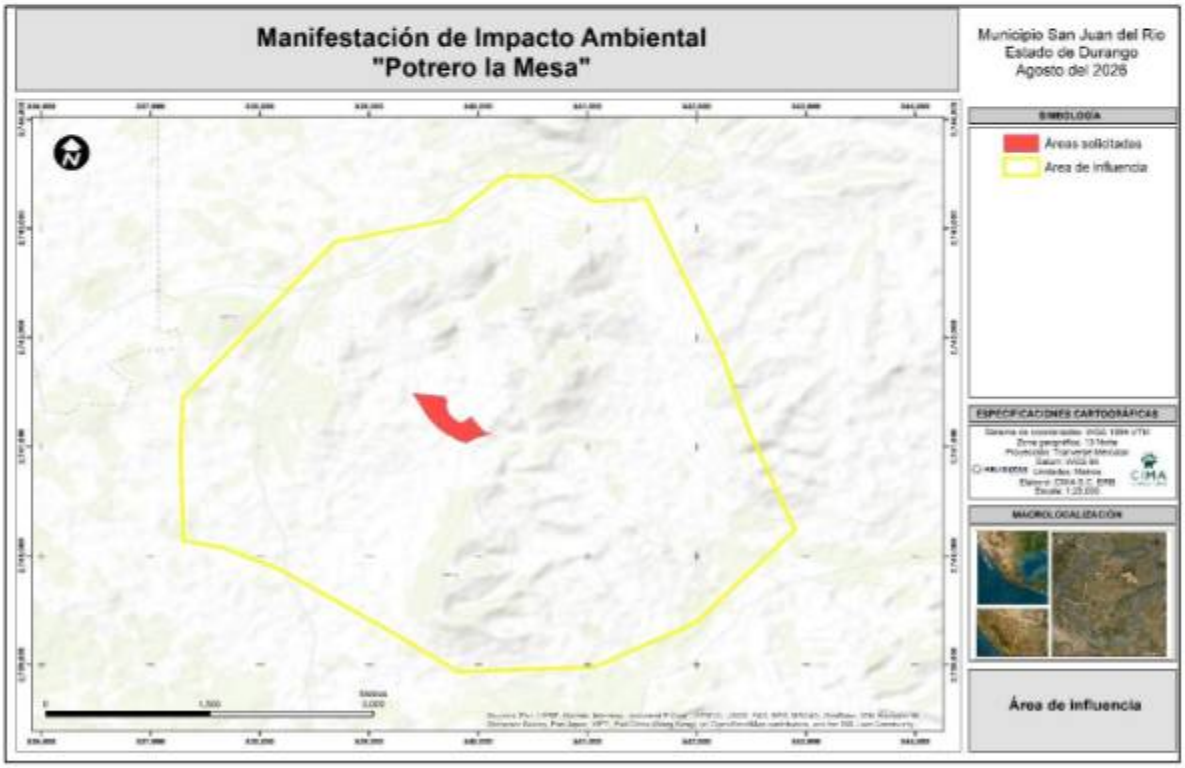


Figura III. 20 Área de influencia delimitada para el proyecto

III.2 Caracterización y análisis de la Región Ambiental.

Este apartado deberá orientarse a caracterizar de manera retrospectiva y presente de la calidad ambiental de la RE en los términos expuestos con anterioridad, de tal forma que se defina cómo es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través de análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómico de importancia sustantiva. En este análisis deben identificarse y describirse la calidad ambiental que registra actualmente y/o de deterioro que registra el RE y que pudieran haber incidido de manera determinante en el estatus actual del RE.

Dicha caracterización, facilita el pronóstico de los impactos, en el cual se integró la información con base en observaciones

directas, en el levantamiento de datos en campo y la confrontación de los mismos con los publicados en reportes de investigaciones, a fin de llevar a cabo una correcta caracterización de los elementos ambientales, apoyándose también mediante el empleo de indicadores de la calidad del ambiente y muestreos realizados directamente a fin de contar con elementos de mayor relevancia para el proyecto.

III.2.1 Medio abiótico.

III.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos.

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan un determinado lugar o región. Para definir el clima es necesario conocer los valores medios de los diferentes elementos que lo componen (precipitación, temperatura, humedad, nubosidad, vientos, latitud, altitud, presión atmosférica, etc.) durante un largo período de tiempo. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), este período ha de tener una duración mínima de treinta años. No debe confundirse el clima, que es un promedio de los valores atmosféricos registrados en un mismo lugar durante largo tiempo y estudiado por la climatología, con el tiempo, que se refiere al estado de la atmósfera en un lugar y un momento determinados y que es objeto de estudio de la meteorología.

En la Región Ecológica (RE) donde se encuentra el proyecto, el tipo de clima dominante es el **Semiseco templado con clave BS1kw(w)** que cubre 99.05% de la RE y en menor proporción se encuentra el **Semiseco semicálido con clave BS1hw(w)** de acuerdo con la cartografía de INEGI (2008) basada en el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por E. García.

En la siguiente tabla se presentan la superficie que ocupan los tipos de clima con relación a la cuenca hidrológica forestal analizada.

Figura III. 21 Unidades climáticas dentro de la RE.

Climatología dentro de la RE				
No.	**Nombre**	**Clave**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	Semiseco templado	BS1kw(w)	16,481.60	99.95
2	Semiseco semicálido	BS1hw(w)	7.43	0.05
Total			**16,489.0382**	**100.00**

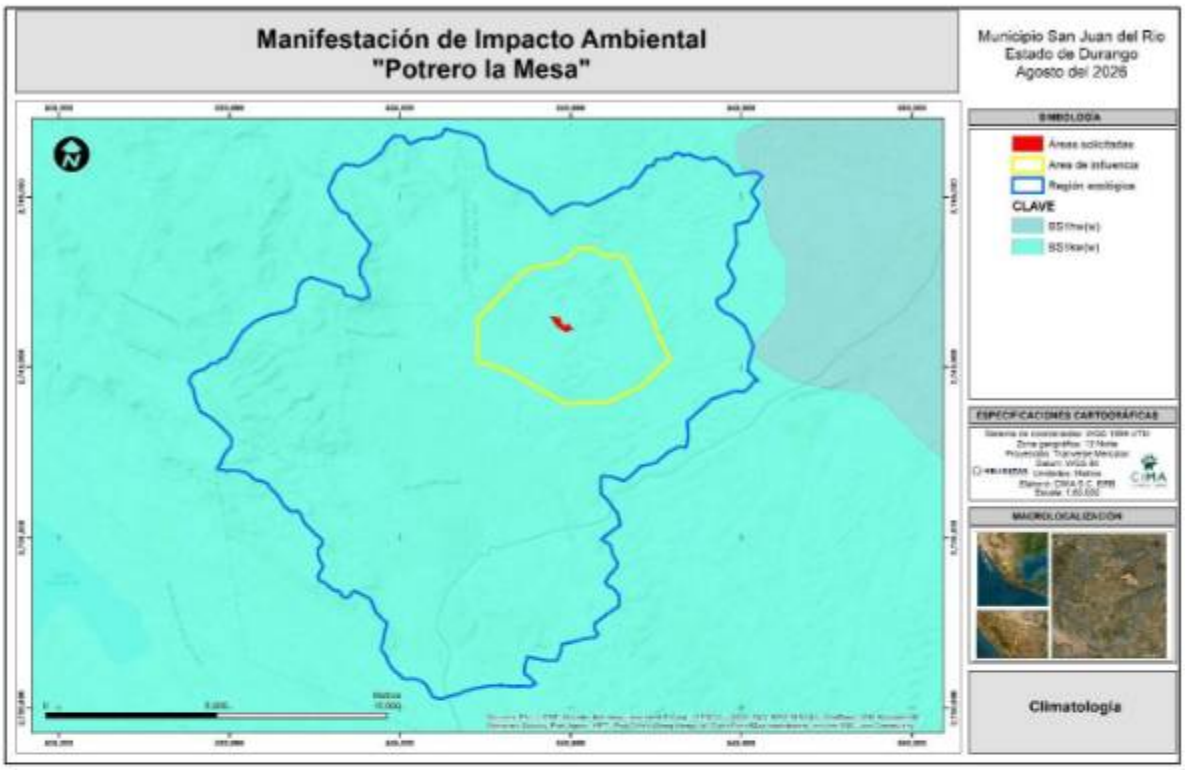
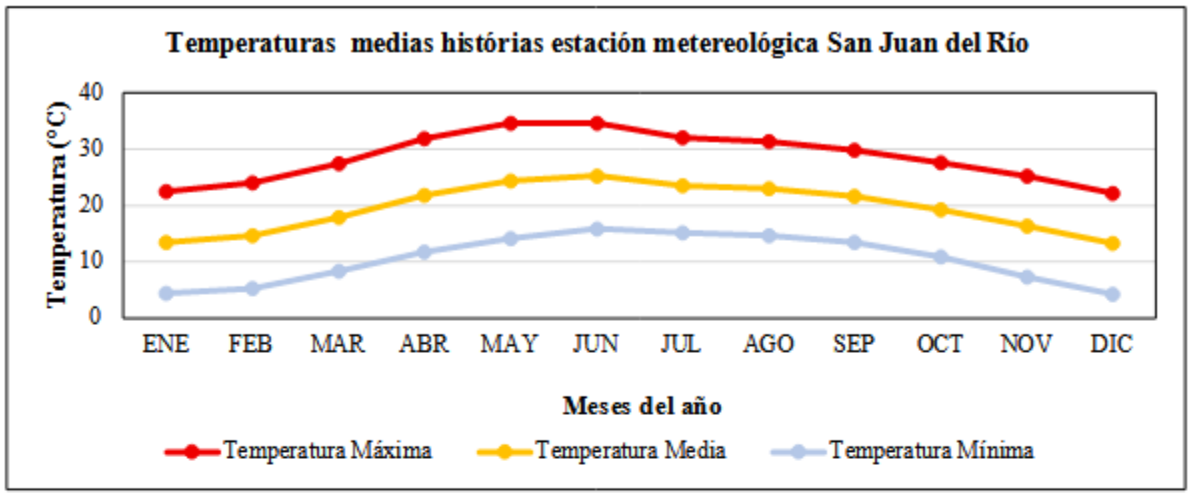


Figura III. 22 Climatología presente en la región ecológica

III.2.1.1.1 Temperatura.

Para la caracterización de las temperaturas: máxima, media, mínima, así como la precipitación, se tomaron de la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) disponible en su plataforma digital (https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL08165.TXT), misma que cuenta con datos históricos de más de 30 años de registros. Se emplearon datos de la estación meteorológica número **00010068 San Juan del Rio**, que es la que se encuentra más próxima al área del proyecto, ubicada en la localidad de **San Juan del Rio** del mismo municipio, su ubicación geográfica se presenta en las siguientes coordenadas latitud: 24°47'59" N y longitud: 104°23'43" W, y sobre una Altura de 1,700.0 msnm que cuenta con registro de datos desde 1951 a 2010.

La temperatura media anual es de 19.6°C, la máxima promedio anual es de 28.6°C y la mínima promedio anual es de 10.5°C. Los meses con temperaturas más altas corresponden a los meses de mayo y junio con registros de hasta 34.6 para ambos meses; y los meses con temperaturas más frías se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero, donde se han registrado temperaturas de 4.3, 4.5 y 5.3°C respectivamente, como se muestran la siguiente Grafica y Tabla.



Gráfica III.1 Temperatura media, mínima y máxima anuales de la estación meteorológica San Juan del Rio, Durango.

Figura III. 23 Estadísticas de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes.

Meses	Temperaturas promedio anuales (°C)		
	Máxima	Media	Mínima
Enero	22.5	13.5	4.5
Febrero	24	14.7	5.3
Marzo	27.4	17.9	8.3
Abril	31.8	21.8	11.7
Mayo	34.6	24.4	14.1
Junio	34.6	25.3	15.9
Julio	32	23.6	15.2
Agosto	31.4	23	14.6
Septiembre	29.8	21.7	13.5
Octubre	27.6	19.3	10.9
Noviembre	25.2	16.3	7.4
Diciembre	22.2	13.3	4.3
Anual	**28.6**	**19.6**	**10.5**

III.2.1.1.2 Precipitación.

Las precipitaciones registradas históricamente en la estación meteorológica ubicada en la localidad de San Juan del Rio, presentan **487.9 mm** anuales, según los registros históricos para un periodo de 59 años (1951 -2010). Entre los meses de junio a septiembre se presentan la mayor parte de las precipitaciones del año representando el 80%, de estos, los meses de julio y agosto son los que presentan las mayores precipitaciones, como se muestra en la gráfica y tabla siguientes. En contraparte, los meses que menores precipitaciones presentan son de febrero a marzo, que en su conjunto solo se presenta el 3% de la precipitación anual.

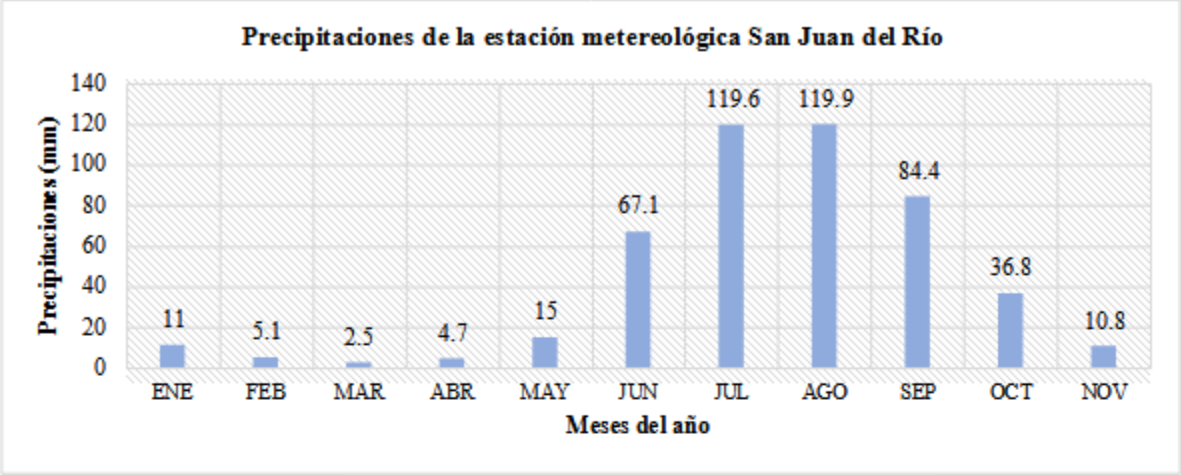


Figura III. 24 Datos de las precipitaciones registradas en la estación meteorológica San Juan del Rio.

Meses	Precipitación (mm)	Precipitación (%)
Enero	11.0	2%
Febrero	5.1	1%
Marzo	2.5	1%
Abril	4.7	1%
Mayo	15.0	3%
Junio	67.1	14%
Julio	119.6	25%
Agosto	119.9	25%
Septiembre	84.4	17%
Octubre	36.8	8%
Noviembre	10.8	2%
Diciembre	11.0	2%
Anual	**487.9**	**100%**

III.2.1.1.3 Condiciones meteorológicas.

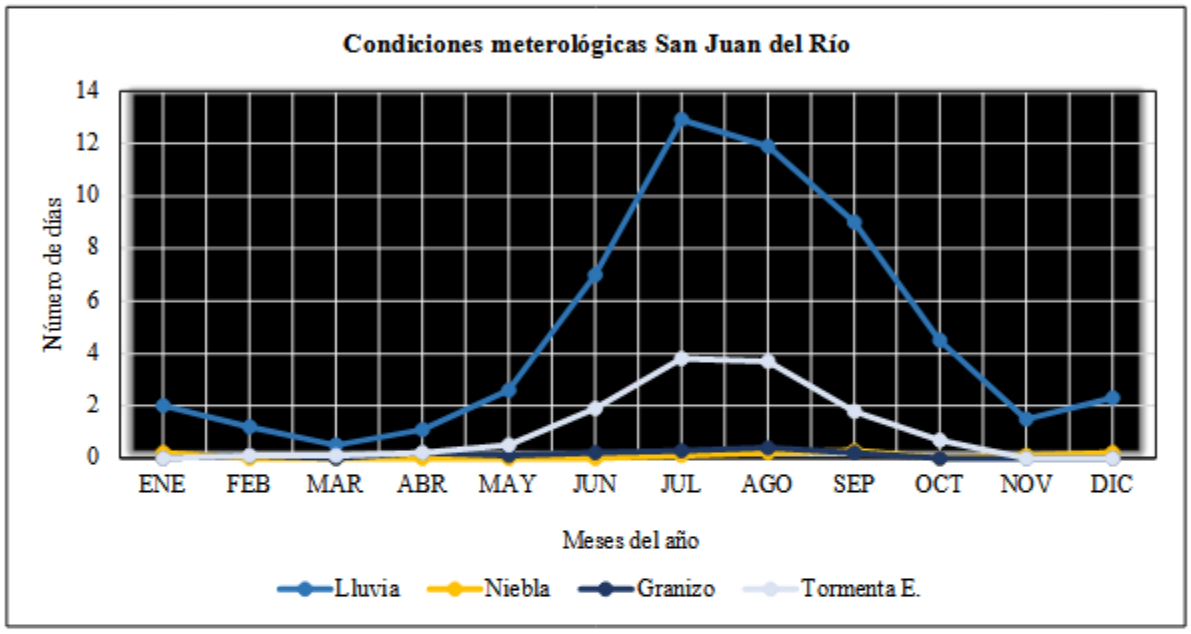
Las condiciones meteorológicas que prevalecen en la localidad del San Juan del Rio y sus alrededores de acuerdo con la estación analizada se describen a continuación:

Lluvia. Se cuentan con un registro histórico de 56.5 días de lluvia al año, donde se observa que de los meses de julio a agosto concentran la mayor cantidad de días lluviosos, alcanzando un pico en julio con 12.9 días. Estos meses representan más del 55% del total de días lluviosos que se presentan en el año, evidenciando una estacionalidad claramente definida por mayores precipitaciones en la época de verano. Por otro lado, los meses más secos corresponden a marzo y febrero que presenten tan solo 0.5 y 1.2 días de lluvia, como se muestran en la siguiente Grafica y Tabla.

Niebla. La niebla registrada anualmente es de tan solo 1.1 días, aunque se presentan entre los meses de julio-septiembre y noviembre-enero el número de días es menor a 0.4 días mensual, siendo en septiembre el más significativo con 0.3 días. Por lo anterior se asume que la presencia de niebla durante el año es baja.

Granizo. El número de días con granizo es de 1.5 al año. este fenómeno se presenta en varios meses del año, se observa que el mayor número de días con granizo se concentran entre los meses de junio a agosto (de 0.2 a 0.4 días), misma que va asociado con los meses con las mayores precipitaciones del año.

Tormentas Eléctricas. Se tiene el registro de 12.8 días de tormentas eléctricas anuales. Este fenómeno va asociado con los meses más lluviosos especialmente durante los meses de junio a septiembre, que se concentra más del 80% de estos eventos, siendo los meses de julio y agosto con mayor número de días de tormentas, con 3.8 y 3.7 respectivamente.



Gráfica III.2 Condiciones meteorológicas en la zona San Juan del Río, Durango.

Figura III. 25 Condiciones meteorológicas imperantes en la zona de San Juan del Rio, Durango.

Condiciones meteorológicas													
Número de días con	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Lluvia	2	1.2	0.5	1.1	2.6	7	12.9	11.9	9	4.5	1.5	2.3	56.5
Niebla	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0	0.1	0.2	1.1
Granizo	0	0.1	0	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	0	0	0	1.5
Tormenta E.	0	0.1	0.1	0.2	0.5	1.9	3.8	3.7	1.8	0.7	0	0	12.8

III.2.1.1.4 Isoyetas.

Las Isoyetas son curvas que en un mapa une los puntos que reciben la misma cantidad de precipitación (lluvia) en un tiempo determinado. Se puede utilizar para cualquier período de tiempo, desde un período corto hasta la media total anual de lluvia o precipitaciones.

De acuerdo con la cartografía de las isoyetas generada por CONABIO 2001, en toda la RE se presentan precipitaciones anuales de entre 400 a 600 mm como se observa en la siguiente figura, que es similar la lluvia que se presenta en la estación meteorológica ubica en la localidad de San Juan del Rio que es **487.9 mm** al año.

Los rangos de precipitación varían año con año, dado que las precipitaciones dependerán de las condiciones climáticas que se presenten diariamente, sobre todo en los meses de julio, agosto y septiembre, catalogados como los más lluviosos como se mencionó anteriormente.

Figura III. 26 Rango de precipitaciones en la RE.

No.	Rangos en mm	Área (ha)	Superficie (%)
1	400 a 600 mm	16,489.0382	100.00
Total		**16,489.0382**	**100.00**

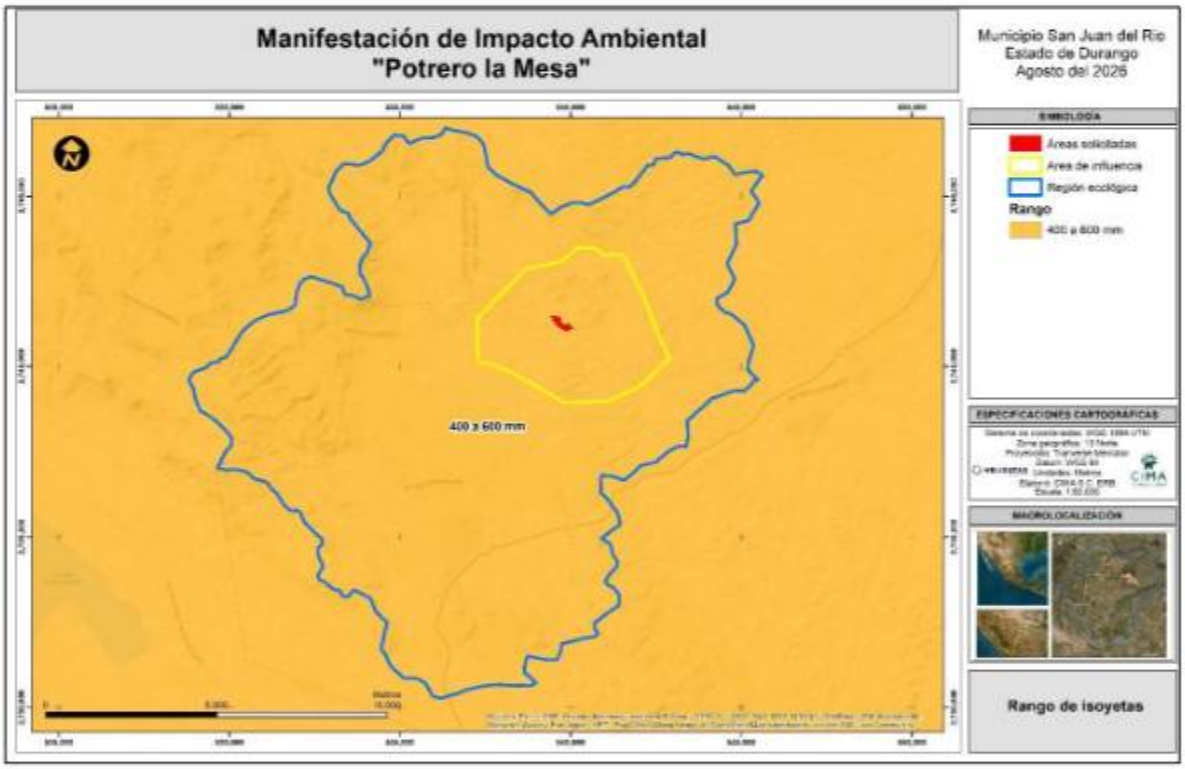


Figura III. 27 Isoyetas presente en la región ecológica

III.2.1.1 Isotermas

La isoterma es un elemento y una herramienta que resulta fundamental a la hora de la medición de la temperatura de una zona determinada. En un plano cartográfico, la isoterma es una curva que une aquellos puntos que presentan las mismas temperaturas en una unidad de tiempo considerada. INEGI en 2001

realizó la digitalización de la cartografía análoga de los gradientes térmicos según las diferentes vertientes. La equidistancia de isotermas esta dado en grados centígrado (°C).

La distribución de las temperaturas en la RE se presenta en tres rangos, la mayor parte de la RE (77.69%) se presentan rangos de 16 a 18°C que corresponde a la parte central de la misma, que va de norte a sur abarcando el área del proyecto minero Reducción potrero La Mesa, parcialmente sobre la localidad de San Agustín hasta la localidad de San Lucas de Ocampo. También se presentan temperaturas más cálidas hacia el oeste de la RE con rango de 18 a 20°C, que corresponde a las partes más bajas y planas que representa el 17.53% de la cuenca. En menor proporción se encuentran rango de 14 a 16°C hacia parte oeste que solo representa 4.78% de la RE.

Tabla III.1 Rango de isotermas dentro de la RE.

Isotermas dentro de la RE			
No.	**Rango (°C)**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	De 18 a 20	2,890.73	17.53
2	De 16 a 18	12,810.45	77.69
3	De 14 a 16	787.86	4.78
Total		**16,489.0382**	**100.00**

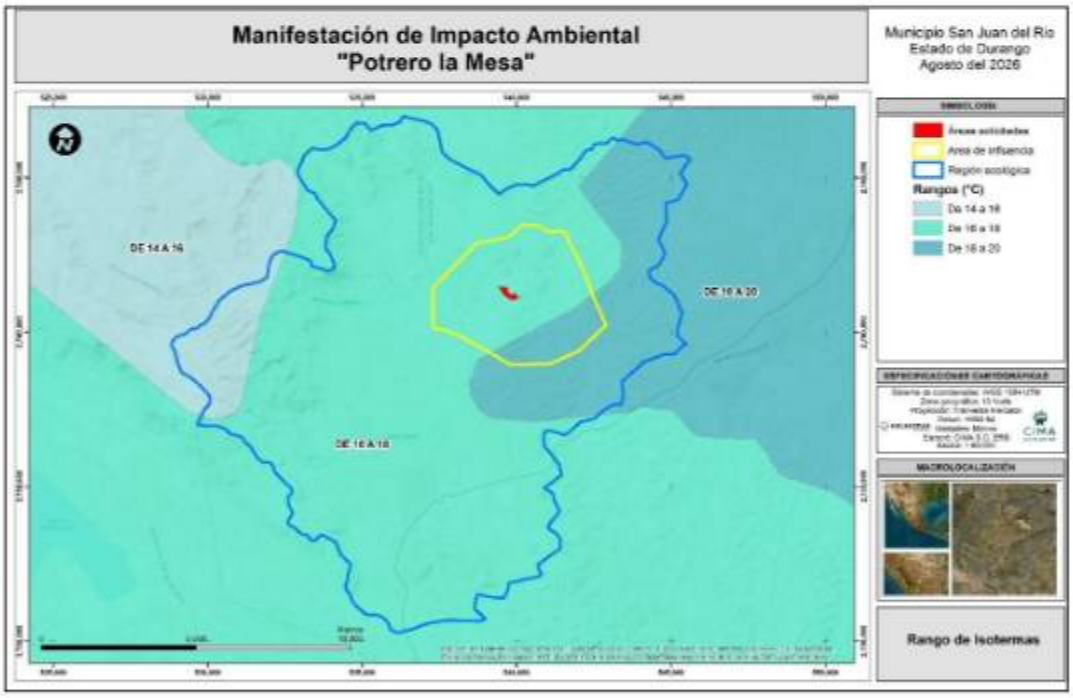


Figura III. 28 Isotermas presente en la región ecológica

III.2.1.1.1 Evapotranspiración.

La evapotranspiración es esencialmente similar a la evaporación, excepto que la superficie de la cual se escapan las moléculas de agua no es una superficie de agua, sino hojas de plantas, es decir, el término de evapotranspiración se utiliza para abarcar tanto el proceso físico de pérdida de agua por

evaporación como el proceso de evaporación del agua absorbida por las plantas, debido a que se involucran ambos mecanismos de evaporación y transpiración. Sin embargo, aunque los dos sistemas son diferentes y se realizan independientemente no resulta fácil separarlos, pues ocurren por lo general de manera simultánea; de este hecho deriva la utilización del concepto más amplio de evapotranspiración que los engloba.

La cantidad de vapor de agua que transpira una planta varía día a día con los factores ambientales que actúan sobre las condiciones fisiológicas del vegetal y determinan la rapidez con que el vapor del agua se desprende de la planta, siendo los principales factores:

Radiación solar: Este término comprende la luz visible y otras formas de energía radiante (radiaciones infrarrojas y ultravioleta). El principal efecto de las radiaciones solares sobre la evapotranspiración proviene de la influencia de la luz sobre la apertura y cierre de las estomas, ya que, en la mayoría de las especies vegetales, los estomas por lo común permanecen cerrados cuando desaparece la luz.

Humedad relativa: En general, si otros factores permanecen constantes, cuando la presión del vapor es mayor, será más lenta la evapotranspiración. Si los estomas están cubiertas, la difusión del vapor de agua de las hojas dependerá de la diferencia entre la presión de vapor de agua en los espacios intercelulares y la presión de vapor de la atmósfera exterior.

Temperatura: Influye en la velocidad en que se difunde el vapor de agua de la hoja a través de los estomas, en general cuanto más alta es la temperatura para un gradiente dado, más alta es la velocidad de difusión.

Viento: El efecto del viento sobre la evapotranspiración dependerá de las condiciones ambientales. Un aumento en la velocidad del viento, dentro de ciertos límites significa una mayor evapotranspiración, sin embargo, puede decirse que la evapotranspiración aumenta relativamente más, por los efectos de una brisa suave (0 a 3 km/hora), que por vientos de gran velocidad. Se ha observado que estos últimos ejercen más bien un efecto retardante sobre la evapotranspiración, probablemente debido al cierre de los estomas en tales condiciones. El efecto del viento puede ser indirecto sobre la evapotranspiración a través de la influencia que ejercen en la temperatura de las hojas.

En la RE se presenta una evapotranspiración con el rango de 300 a 400 mm que predomina en la región, esto con base en la cartografía de evapotranspiración escala 1:4,000,000 (CONABIO 2008), como se observa en la siguiente tabla y figura:

Tabla III.2 Rangos de evapotranspiración dentro de la RE.

No.	Rango en mm	Área (ha)	Superficie (%)
1	300 - 400	16,489.0382	100.00
Total		**16,489.0382**	**100.00**

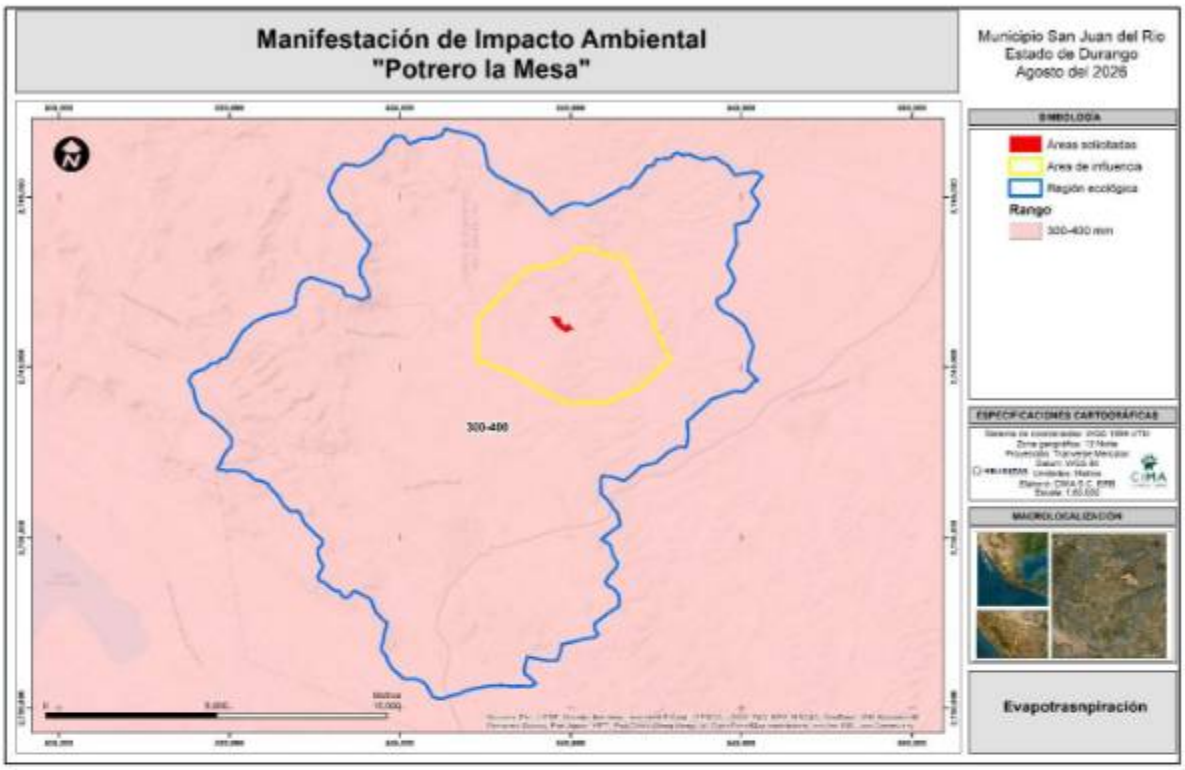
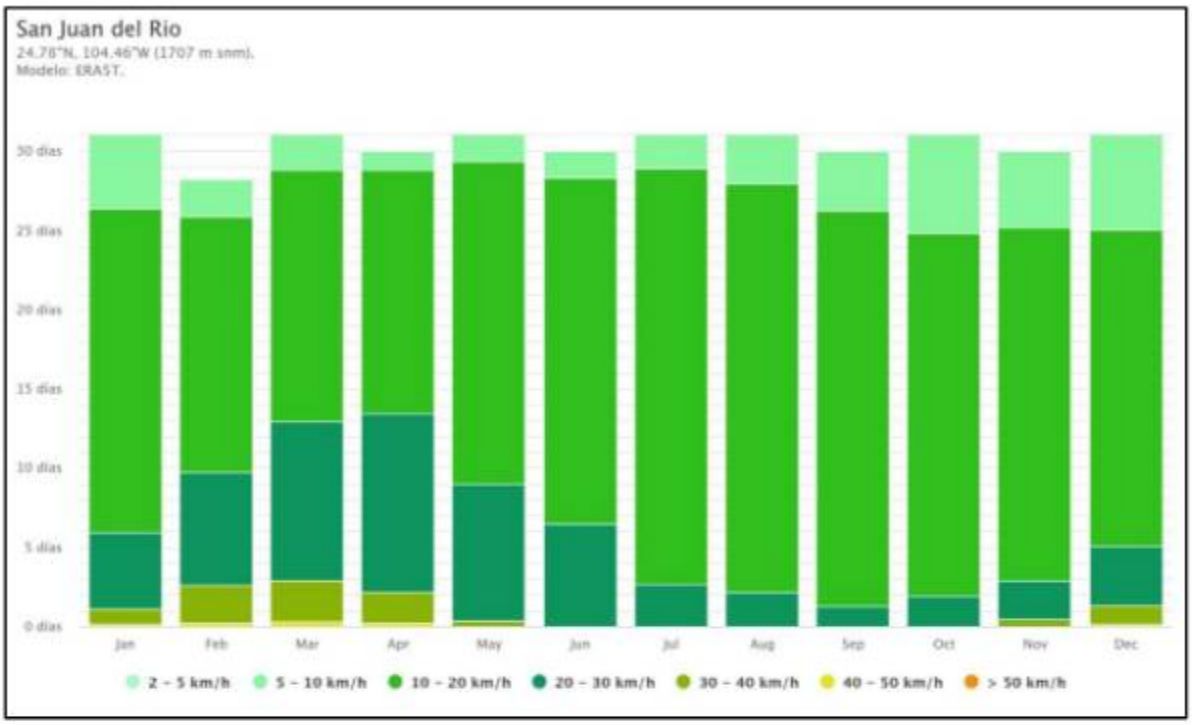


Figura III. 29 Isotermas presente en la región ecológica

III.2.1.1.2 Velocidad y dirección de los vientos.

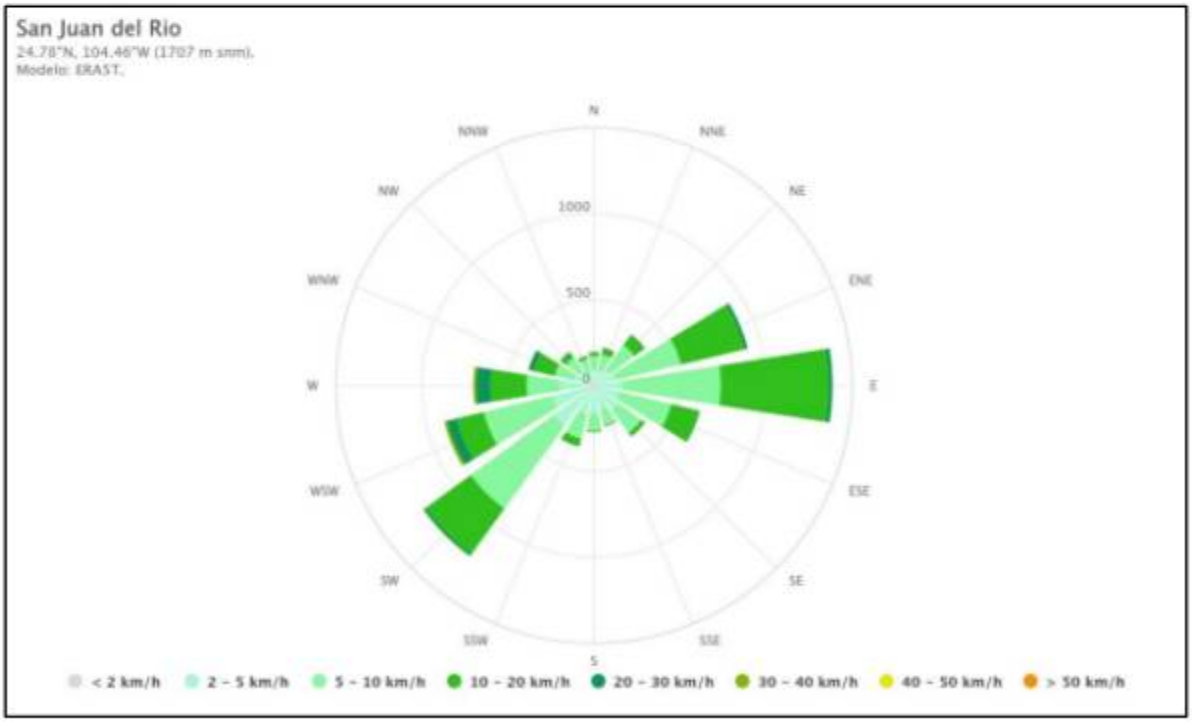
La descripción de los vientos dominantes y su velocidad fueron tomados de la plataforma **meteoblue**, que realiza modelaciones y proyecciones del clima con base en datos de 30 años de registros, misma que se consultó para las estación meteorológica de San Juan del Rio, Durango, disponible en la siguiente liga: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/23.16N104.478E1597_America%2 Monterrey

La mayor parte del año se presentan vientos con una velocidad de entre 10 y 20 km/h, como se muestra en la siguiente gráfica; sin embargo, los vientos más fuertes se presentan con una temporalidad marcada entre los meses de febrero y abril con ráfagas de hasta 40 a 50 km/h; y en contra parte los vientos más tranquilos, que se presentan en mayor número de días entre los meses de o agosto a noviembre con vientos de 5 a 10 km/h.



Gráfica III.3 Gráfica de velocidad del viento.

Por otro lado, los vientos dominantes en esta región durante el año se presentan de dos direcciones que son del noroeste y este con velocidades que van desde 5 hasta 20 km/h, como se observa en la siguiente Grafica.



Gráfica III.4 Rosa de los vientos.

III.2.1.1.3 Resumen de clima y meteorología.

La RE, presenta dos tipos de clima que es el seco templado y semiseco semicálido, con una temperatura media anual de 19.6 °C y una precipitación anual de 487.9 mm distribuida en 56.5 días en el año, que se presentan principalmente en los meses de junio a septiembre. La evapotranspiración va del rango 300 – 400 mm anuales. Los vientos dominantes provienen de dirección suroeste y este con velocidades en la mayor parte del año de 10 y 20 km/h, los vientos fuertes se presentan entre los meses de febrero y abril de hasta 40 a 50 km/h.

III.2.2 Geología

La ciencia de la Geología se ha dividido tradicionalmente en dos áreas: la física y la histórica. El objetivo de la Geología histórica es comprender el origen de la Tierra y su evolución a lo largo del tiempo. Mientras que la Geología física, trata sobre el estudio de los materiales que componen la tierra y busca comprender los diferentes procesos que actúan debajo y encima de la superficie terrestre. El estudio de la Geología física precede lógicamente al estudio de la historia de la Tierra, porque, antes de intentar revelar su pasado, debemos comprender primero cómo funciona la Tierra (Tarbuck et al., 2005).

En este apartado se realiza la descripción de los aspectos de la geología física, tales como características litológicas, de relieve y geomorfológicas, así como la presencia de fallas, fracturas y posible susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamiento, inundaciones, actividad volcánica, entre otros.

En este apartado se describen los tipos de roca presentes en el área de acuerdo con su origen, la aparición, la estructura y la historia de las rocas, las cuales se dividen en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, este párate de la geología es conocida petrología.

La descripción se realizó con base a la información de las Carta del Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales con escala 1:250,000 de Serie I, identificadas con la clave G13-11 Durango Sinaloa, INEGI (1998). En el área de interés se presentan dos clases geológicas: Ígnea extrusiva y aluvial.

De acuerdo con los tipos de materia parental, la roca ígnea extrusiva ocupa la mayor parte de la superficie de la RE con el 76.72% de la misma, que se localiza del lado oeste de la RE como se observa en la siguiente figura. La otra clase que ocupa una porción importante es la clase sedimentaria que representa el 23.38%, que se encuentra en la parte inferior y noreste de la RE.

Clase; Ígnea extrusiva: Las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos (del griego pyro, fuego, y klastos, quebrado), son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaño.

Este tipo material parental se encuentra distribuida en la porción oeste correspondiente a las zonas con lomeríos y montañas de la región.

Clase; Sedimentaria: Las rocas sedimentarias se clasifican según el modo en que se producen, en detríticas o clásticas, y químicas o no clásticas. Dentro de las rocas sedimentarias químicas, se encuentra una subcategoría conocida como bioquímicas.

Las rocas sedimentarias se forman por la acumulación de materiales o partículas, por precipitación química o por el crecimiento de organismos, en condiciones subáreas o subacuáticas marinas o lacustres. Generalmente se depositan en capas horizontales formando los estratos.

Este tipo de material se encuentra hacia la parte este de la RE que corresponde con la zona con elecciones bajas y planas.

A continuación, se muestran tabla y figura donde se puede apreciar el tipo de rocas en la RE, siendo la ígnea extrusiva la de mayor superficie que ocupa dentro de la RE:

Tabla III.3 Unidades geológicas dentro de la RE.

Geología dentro de la RE				
No.	**Clase**	**Tipo**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	11,210.70	67.99
2		Ígnea extrusiva básica	1,423.35	8.63
3	Sedimentaria	Conglomerado	3,854.97	23.38
Total			**16,489.0382**	**100.00**

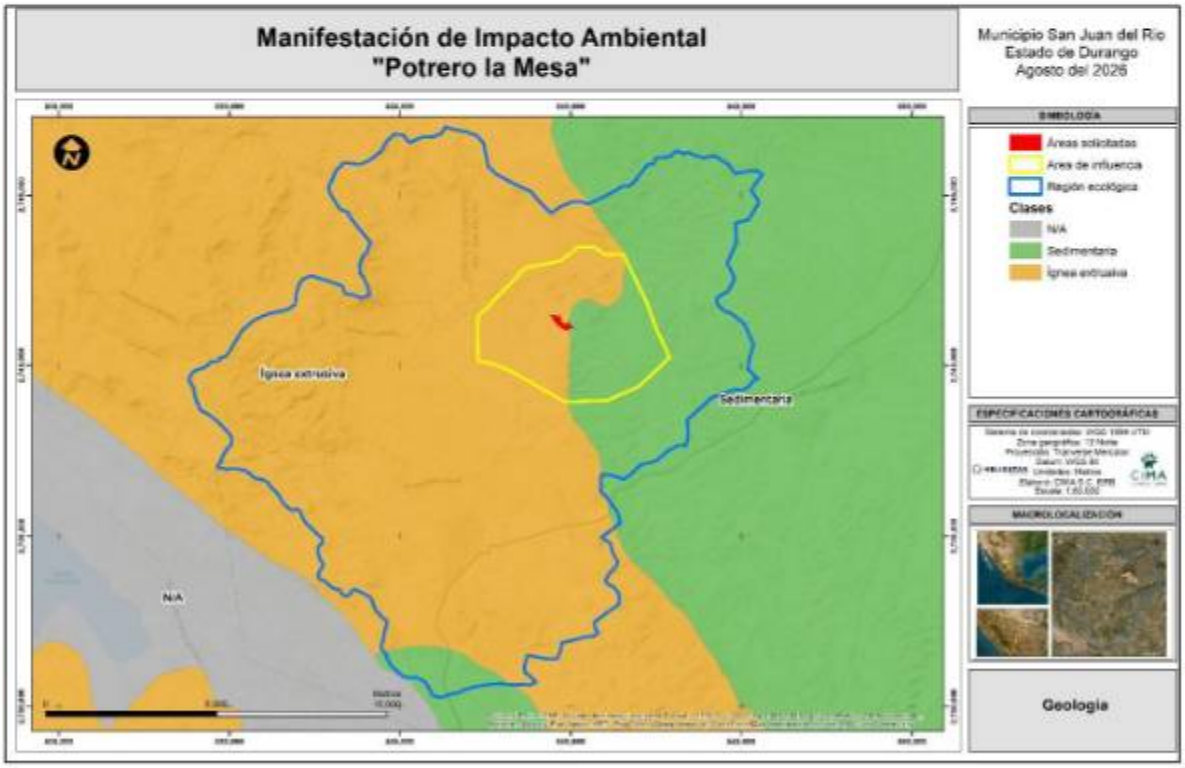


Figura III. 30 Geología presente en la región ecológica

III.2.3 Susceptibilidad de la zona.

III.2.3.1 Sismicidad

Un sismo es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos casos el desplazamiento libera una gran cantidad de energía cuando una de las placas se mueve bruscamente contra la otra, rompiéndola y originando el terremoto.

Escala de Mercalli

La escala de Mercalli mide cualitativamente la intensidad o violencia de un sismo, mediante la percepción de un observador entrenado para establecer los efectos del movimiento telúrico en un punto determinado de la superficie terrestre. Los terremotos pueden ser caracterizados en base a la energía liberada y por el daño o efecto producido en estructuras, tal es el caso de la escala de Mercalli la cual es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, dicha escala se describe en base a 12 grados de intensidad donde se describen las características de cada uno, denotado por números romanos del I al XII (Servicio Geológico Mexicano, 2017). La siguiente ilustración muestra la clasificación de los grados:

Grado	Descripción
I. Muy débil	Imperceptible para la mayoría excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0.5 Gal.
II. Débil	Perceptible sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar. Aceleración entre 0.5 y 2.5 Gal.
III. Leve	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo reconocen como terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2.5 y 6.0 Gal.
IV. Moderado	Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6.0 y 10 Gal.
V. Poco Fuerte	La mayoría de los objetos se caen, caminar es dificultoso, las ventanas suelen hacer ruido. Aceleración entre 10 y 20 Gal.
VI. Fuerte	Lo perciben todas las personas, muchas personas asustadas suelen correr al exterior, paso insostenible. Ventanas, platos y cristalería dañadas. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Revoque dañado. Daños leves a estructuras. Aceleración entre 20 y 35 Gal.
VII. Muy fuerte	Pararse es dificultoso. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables estructuras pobremente construidas. Mampostería dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento. Aceleración entre 35 y 60 Gal.
VIII. Destructivo	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar. Aceleración entre 60 y 100 Gal.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Aceleración entre 100 y 250 Gal.
X. Desastroso	Algunas estructuras de madera bien construida destruidas. La mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases. Rieles doblados. Aceleración entre 250 y 500 Gal.
XI. Muy desastroso	Pocas, si las hubiera, estructuras de mampostería permanecen en pie. Puentes destruidos. Rieles curvados en gran medida. Aceleración mayor a 500 Gal.
XII. Catastrófico	Destrucción total con pocos sobrevivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionadas.

Figura III. 31 Grado de intensidades de Escala de Mercalli.

La RE está localizado en una región según la intensidad global de Mercalli caracterizado de acuerdo con la cartografía del Conjunto de Datos Vectoriales Global de Intensidades Mercalli del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2015), la cual se describen a continuación:

- **III Leve.** Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo perciben como un terremoto. Los automóviles detenidos se mueven

ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2,5 y 6,0 Gal.

De acuerdo con esta caracterización el proyecto encuentra ubicada en la región III (tres) identificada como leve. Por lo que su consideración de riesgo en la planeación del mismo no es elevada.

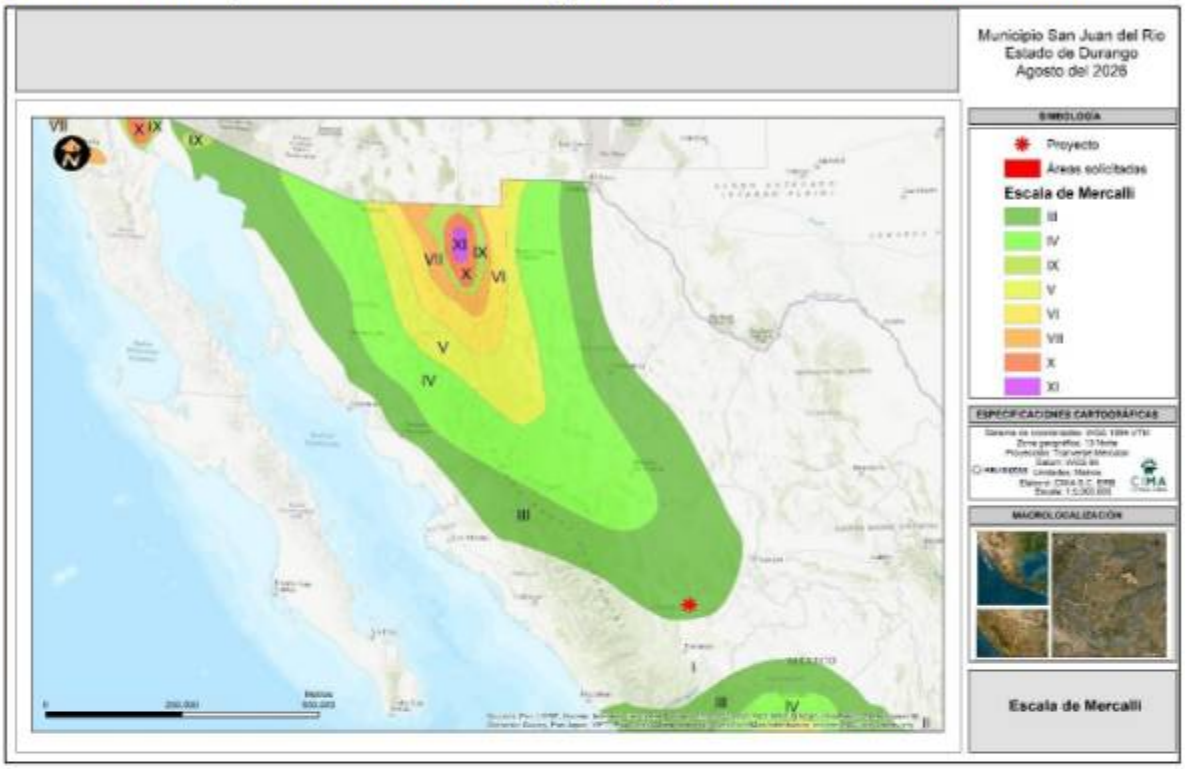


Figura III. 32 Escala de Mercalli

Regionalización sísmica

La intensidad de un sismo está asociada a un lugar determinado y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en general, en el terreno de dicho sitio. Esta medida resulta un tanto subjetiva, debido a que la forma de medirse depende de la sensibilidad de cada persona y de la apreciación que se tenga de los efectos. Sin embargo, la asignación cuidadosa de la intensidad sísmica resulta de gran utilidad para estudiar los sismos históricos o aquellos que impactan en zonas donde se carece de instrumentos de registro.

Otra manera de caracterizar los sismos es a partir de la Regionalización Sísmica de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2021), se encuentra el mapa de regionalización sísmica que permite identificar el nivel de peligro sísmico que tiene un área determinada dentro del territorio nacional, en base a cuatro clasificaciones.

- **Muy Alto:** Grandes sismos frecuentes, aceleración del terreno mayor al 70% de la gravedad.
- **Alto:** Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Mediano:** Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de

gravedad.

- **Bajo:** No se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años.

Basado en el Conjunto de Datos Vectoriales Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), el sitio está dentro de la categoría "Bajo".



Figura III. 33 Regionalización sísmica CFE

III.2.3.2 Fallas y fracturas

Las fallas se forman por esfuerzos tectónicos o gravitatorios actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla, aunque puede hablarse de banda de falla cuando la fractura y la deformación asociada tienen una cierta anchura.

Tabla III.4 Longitud de fallas y fracturas dentro de la RE.

No.	Entidad	Dirección	Longitud (Km)
1	Falla	Noroeste-Suroeste	1.34
Total			**1.34**

Las fracturas son grietas del terreno producida por fuerzas tectónicas. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales.

Dentro de la RE se presenta una falla, que de acuerdo con la en el Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, Escala 1:1,000,000, Fallas fracturas, (INEGI, 2002) se presenta con una longitud de 1.34 km en una pequeña fracción de la RE, como podemos observar en siguiente figura:

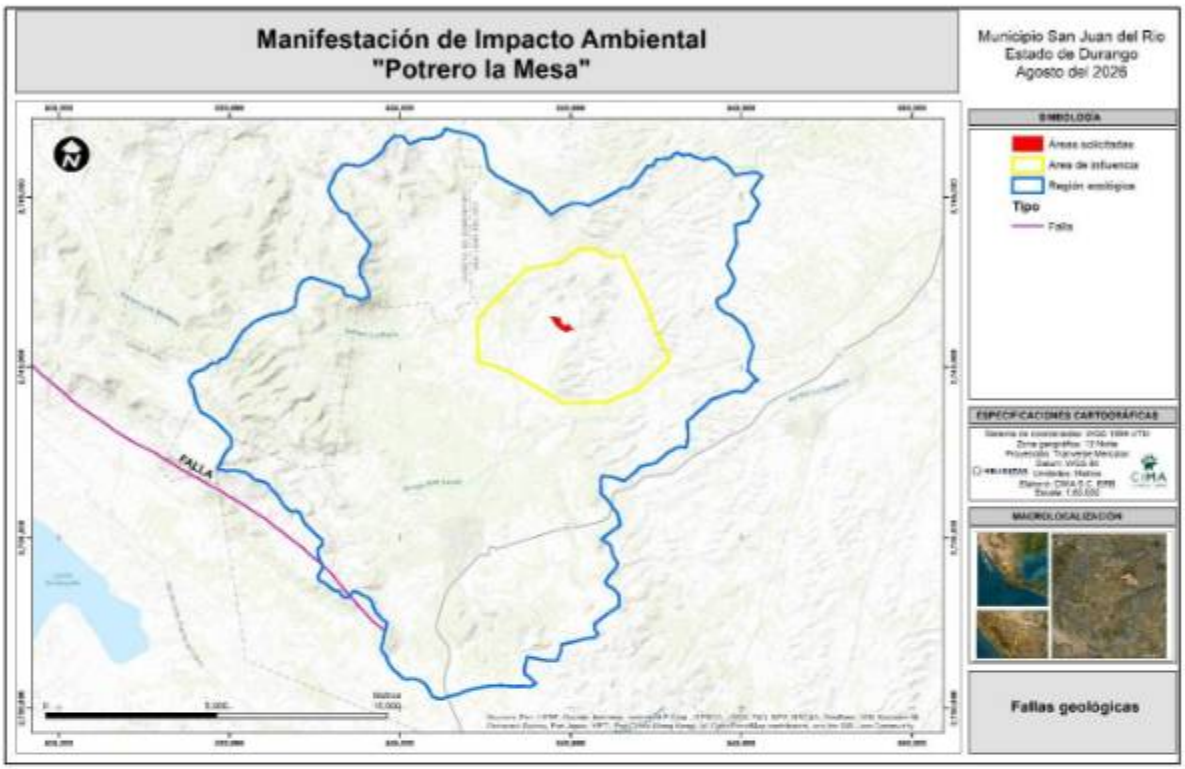


Figura III. 34 Fallas geológicas presentes en la región ecológica

III.2.3.3 Deslizamiento de laderas

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de variables como son las clases de rocas y suelos, la topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes), orientación de las fracturas o grietas en la tierra, cantidad de lluvia en el área, actividad sísmica, actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y la erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas.

Basados en el Conjunto de Datos Vectoriales de Regiones Potenciales de Deslizamiento, escala: 1:200,000, CENAPRED (2015), en la RE no se localiza dentro de una zona de potencial de deslizamiento.

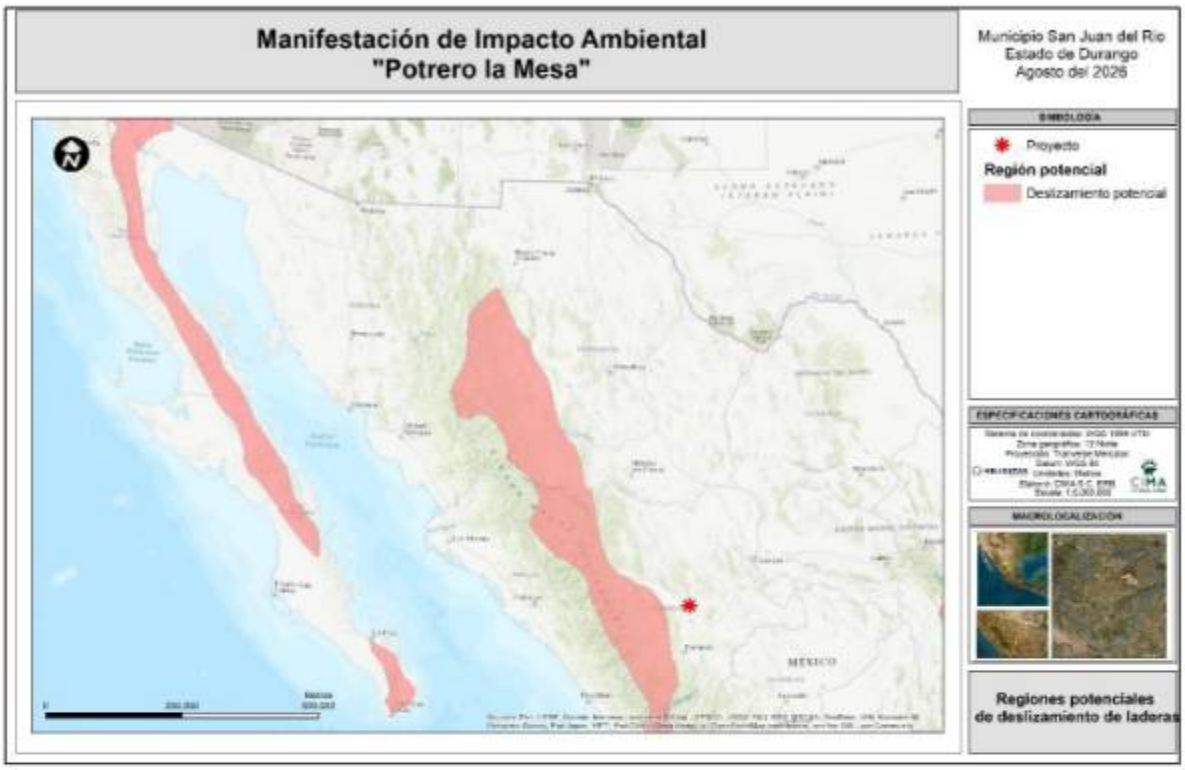


Figura III. 35 Deslizamientos de laderas

III.2.3.4 Posible actividad volcánica

En base al Conjunto de Datos Vectoriales, Volcanes Activos en México por la CENAPRED (2015), no se tienen registros de actividad volcánica cerca de la RE. Existen pocos volcanes activos dentro de la República Mexicana, los más cercanos se localiza al noroeste del país, tal y como se muestra en la siguiente figura:

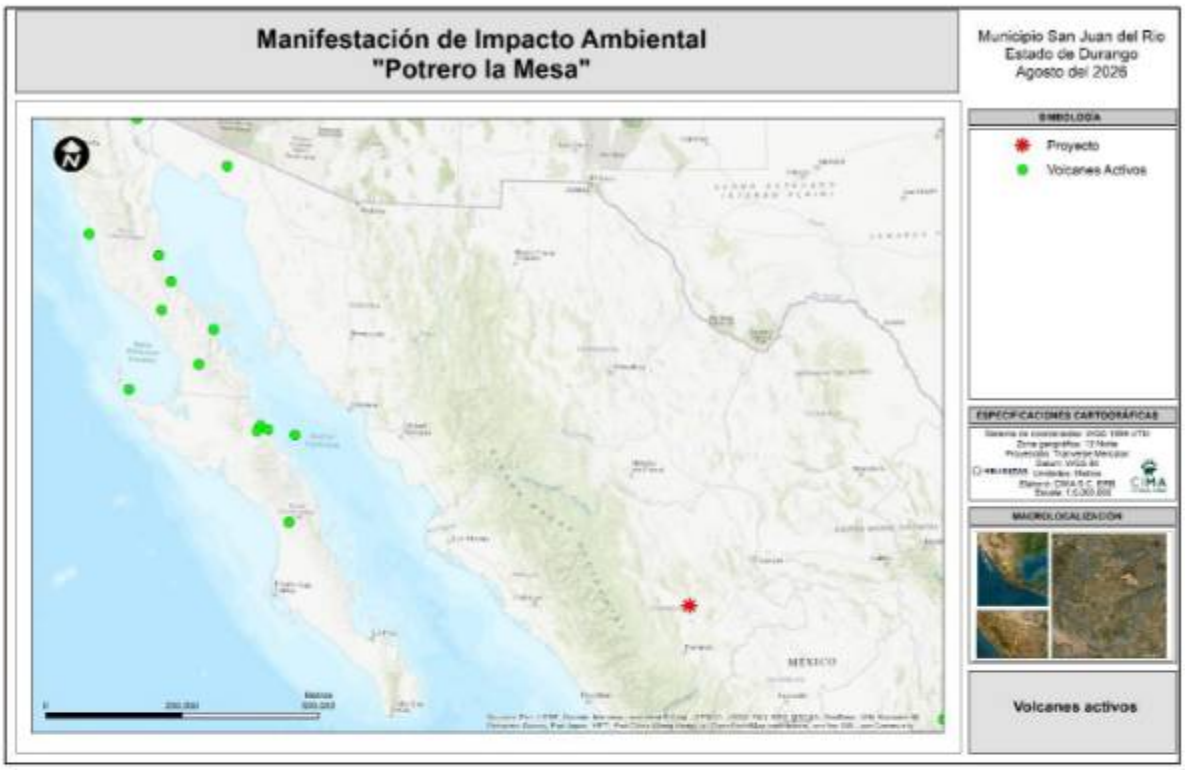


Figura III. 36 Volcanes activos

III.2.3.5 Inundaciones

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED (2013), una inundación es aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

En este mismo sentido, la CENAPRED ofrece un índice de peligrosidad de inundación por municipio, para cada uno de los estados del país. Considerando, que geopolíticamente, el área de la RE se ubica en el municipio de San Juan del Rio, y con referencia en el Conjunto de Datos Vectoriales para el Índice de Peligrosidad (CENAPRED, 2015), se tiene un riesgo a inundación de "Muy bajo", "Bajo" y "Alto", siendo la segunda la que ocupa la mayor parte de la superficie y es donde se ubica el proyecto, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

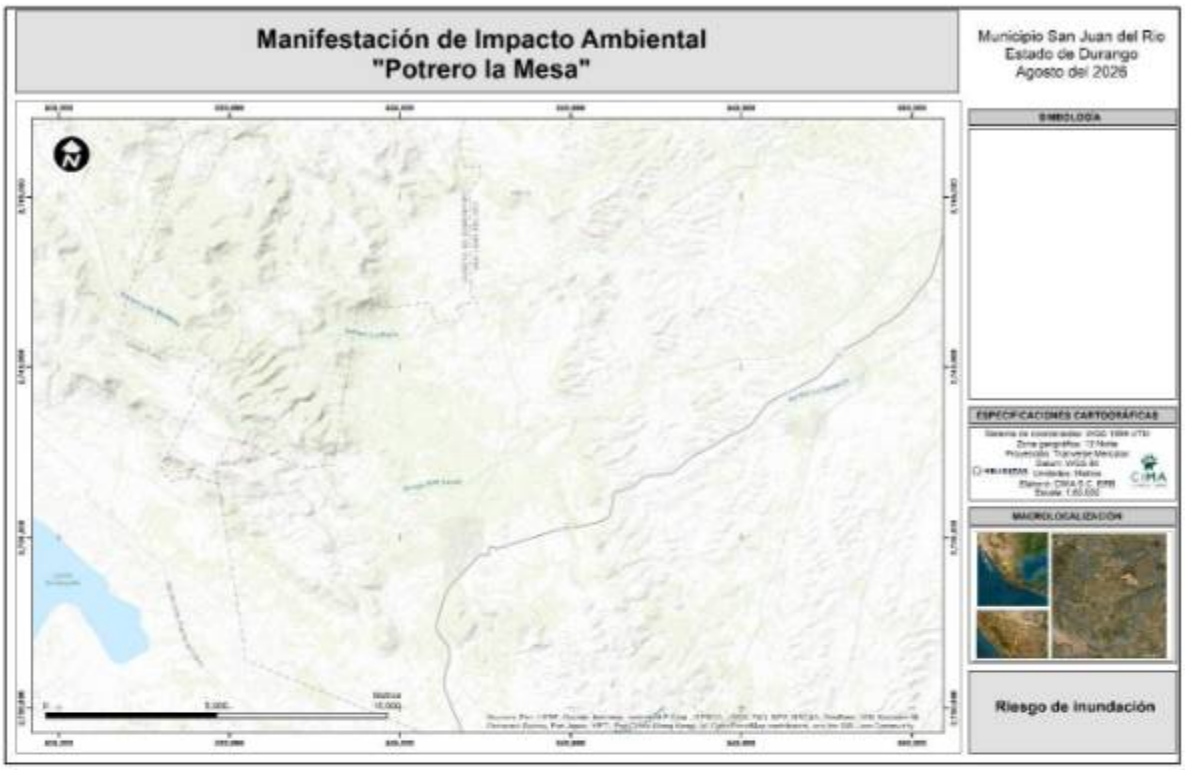


Figura III. 37 Índice de peligrosidad por inundación dentro de la RE.

III.2.4 Topografía.

III.2.4.1 Geomorfología.

La morfología comprende el estudio de las formas superficiales, y en ese sentido la geomorfología estudia y pretende cuantificar determinados rasgos propios de la superficie terrestre. La Cuenca Hidrológica funciona como un gran colector que recibe las precipitaciones y las transforma en escurrimientos. Esta transferencia se realiza con pérdidas y es una función bastante compleja de numerosos factores, entre los que predominan el clima y la configuración del terreno, en el cual se desarrollan los fenómenos hidrológicos; los índices y magnitudes físicas de las cuencas que expresan en términos simples, los valores medios de ciertas características del terreno juegan un papel muy importante y son condicionantes de su régimen hidrológico.

En realidad, resulta fácil establecer la acción de diferentes factores físicos de la cuenca sobre la transformación de la precipitación en escurrimiento, pues ello se puede establecer en forma intuitiva, la dificultad consiste en expresar estas influencias por parámetros que representen exactamente esa forma de acción. A la fecha se ha comprobado la influencia que determinados índices tienen en las respuestas hidrológicas de una cuenca y por ello son punto de partida de los análisis y determinaciones cuantitativas, entre tales parámetros cabe citar el área o tamaño de la cuenca, su forma, pendiente y elevación media, las características de su red de drenaje y las del cauce o colector principal.

Conviene aclarar que, además recíprocamente, el carácter hidrológico de una cuenca tiende a formar sus características físicas. Aceptando tal interrelación, se podría pensar en predecir la respuesta

hidrológica de una cuenca, a partir de ciertos parámetros físicos fácilmente determinables, esto último constituye una de las aplicaciones más importantes de la geomorfología.

III.2.4.1.1 Provincias fisiográficas.

Las provincias fisiográficas son regiones en el que el relieve es el resultado de la acción de un conjunto en común: de agentes modeladores del terreno, así como un origen geológico, un similar tipo de suelo y de la vegetación que sustenta.

Basados en el Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, escala 1:1'000,000, Serie I, Provincias fisiográficas de INEGI (INEGI, 2001), el total de superficie de la RE se localiza dentro de la provincia fisiográfica **Sierra Madre Occidental** a la cual se le hace una breve reseña a continuación:

Sierra Madre Occidental. Inicia prácticamente desde la frontera con los Estados Unidos de América, dentro de los cuales tiene una pequeña penetración, y se extiende de noroeste a sureste hasta su límite al sur con la provincia Eje Neo-volcánico.

La particular conjunción de la actividad tectónica, rasgos litológicos, distribución de fracturas y procesos hídricos, propició la excavación de profundos cañones, cuyos ejemplos más espectaculares se localizan en la vertiente occidental. Los sistemas de topoformas dominantes son mesetas y mesetas con cañones. El parteaguas de la Sierra Madre Occidental está notablemente desplazado hacia el oriente y separa a los numerosos ríos que, a través de cañones, drenan el declive occidental de la provincia, de los que descienden a las llanuras del norte y centro.

En la RE se ubica sobre la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental con un 100.00% como se puede apreciar a continuación:

Tabla III.5 Provincias fisiográficas dentro de la RE.

No.	Nombre	Área (ha)	Superficie (%)
1	Sierra Madre Occidental	16,489.0382	100.00
Total		**16,489.0382**	**100.00**

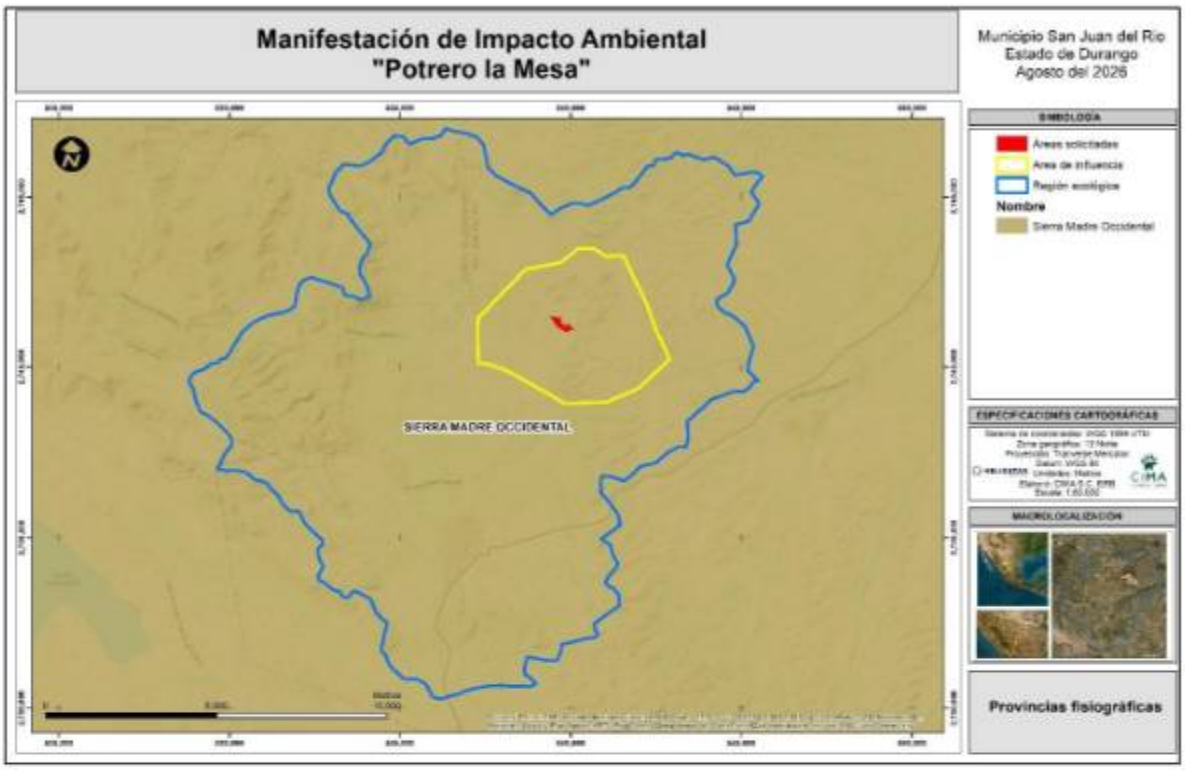


Figura III. 38 Provincias fisiográficas dentro de la RE.

III.2.4.1.2 Subprovincias fisiográficas

Resulta de la primera subdivisión que puede hacerse de una provincia fisiográfica cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Como parte integral de la provincia fisiográfica.
- Las geoformas que la integran son las típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son apreciablemente diferentes a las dadas en el resto de la provincia.
- Presenta en forma predominante las geoformas típicas para la provincia en general, pero ahora asociadas con otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la misma provincia.

En la RE se localiza una (1) subprovincia fisiográfica: Sierras y Llanuras de Durango de acuerdo con la cartografía del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, escala 1:1 000 000, serie I, Subprovincias fisiográficas (INEGI, 2001), a continuación, se hace una breve reseña de dicha subprovincia fisiográfica:

Subprovincia Fisiográfica - Sierras y Llanuras de Durango. Esta angosta y alargada subprovincia forma parte del costado oriental de la Sierra Madre Occidental, en sentido más o menos norte-sur va desde la altura de la cabecera municipal Santa Isabel, Chihuahua, hasta Sombrerete, Zacatecas, pasando por el estado de Durango. En Chihuahua, abarca 5.41% de la superficie estatal, en la totalidad de los terrenos integrantes de los municipios de Huejotitán, San Francisco del Oro y Santa Bárbara; así como en parte de los municipios de Allende, Balleza, Coronado, Cuauhtémoc, Cusiuriachi, Chihuahua, Doctor Belisario Domínguez, Santa Isabel, Gran Morelos, Hidalgo del Parral,

Matamoros, Rosales, Rosario, Satevó, Saucillo, El Tule y Valle de Zaragoza. Colinda con las subprovincias: Sierras y Llanuras Tarahumaras al norte, Del Bolsón de Mapimí al oriente y Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses al occidente, por el sur se extiende hacia territorio duranguense. La subprovincia en su parte norte, entre Cuauhtémoc e Hidalgo del Parral, tiene angostas llanuras a unos 1 500 msnm, valles, cadenas de pequeñas sierras, mesetas y lomeríos; todos orientados en sentido paralelo al eje de la provincia. Algunas cimas superan los 2 000 msnm al oeste de Hidalgo del Parral.

Tabla III.6 Subprovincias fisiográficas dentro de la RE.

No.	Nombre	Área (ha)	Superficie (%)
1	Sierras y Llanuras de Durango	16,489.0382	100.00
Total		**16,489.0382**	**100.00**

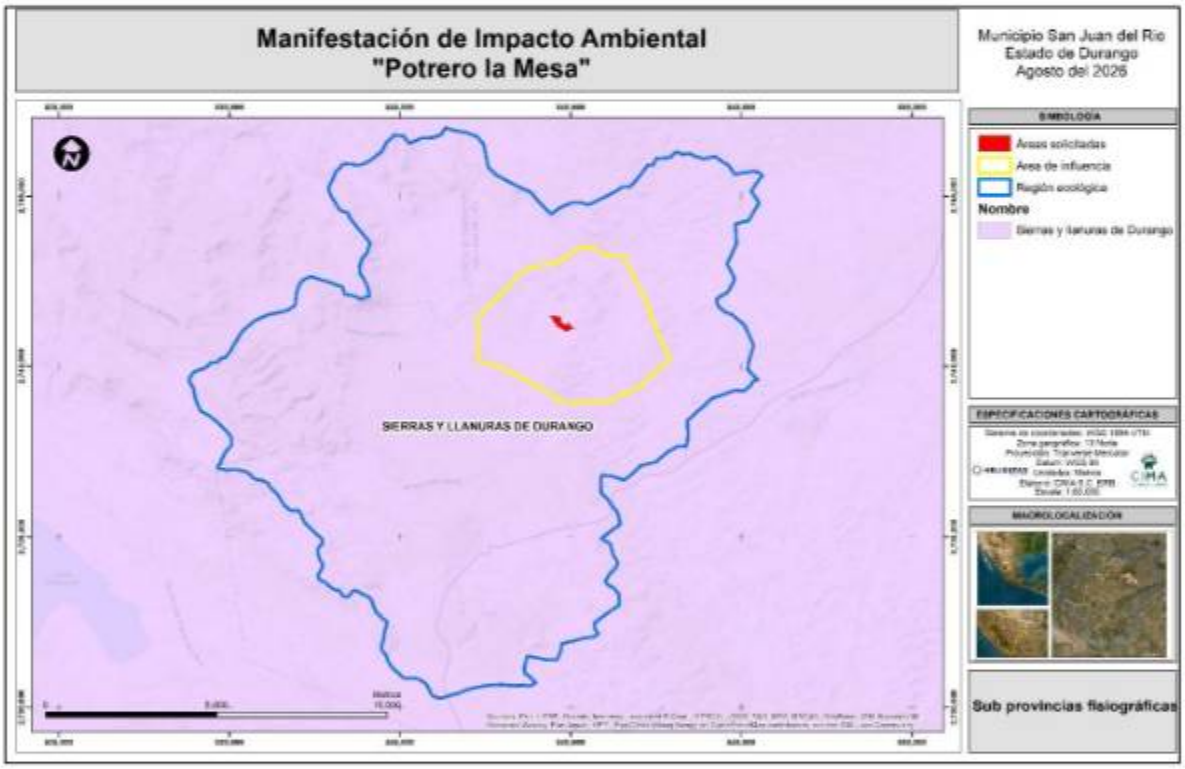


Figura III. 39 Subprovincias fisiográficas dentro de la RE.

III.2.4.1.3 Sistema de topoformas

Estos sistemas son un conjunto de topoformas asociadas entre sí, según un patrón o patrones estructurales y/o degradativos y que además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística respecto a las subprovincias o discontinuidades fisiográficas.

Una topoforma es una geoforma geométricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos, entendiendo como geoforma a cualquier accidente del relieve tales como planicie, cono cinerítico, inselberg, abanico aluvial, duna y otras (Rosete y Bocco, 1999).

Dentro de los límites de la RE se encuentran **tres (3)** tipos de topoforma, la de mayor área corresponde a la topoforma "Lomerío con mesetas" con un 64.55%, seguido de "Sierra baja" con un 32.13% y en menor medida "Llanura aluvial" con solo un 3.32%, lo anterior de acuerdo con la cartografía del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, serie I, escala 1:1 000 000, Sistema topoformas (INEGI, 2001).

Tabla III.7 Sistema de Topoformas dentro de la RE.

No.	Nombre	Área (ha)	Superficie (%)
1	Lomerío con mesetas	10643.93	64.55
2	Sierra baja	5298.30	32.13
3	Llanura aluvial	546.81	3.32
Total		**16,489.0382**	**100.00**

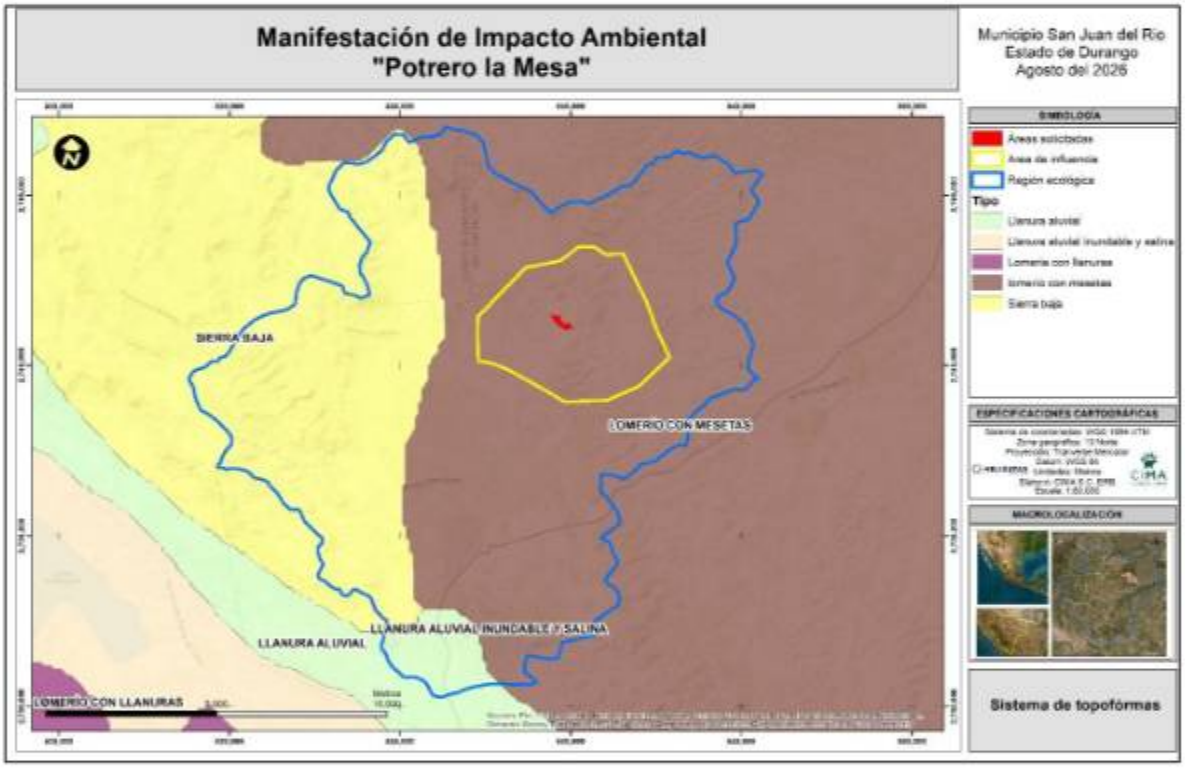


Figura III. 40 Sistema de topoformas dentro de la región ecológica

III.2.4.1.4 Coeficiente de compacidad.

H. Gravelius definió el llamado coeficiente de compacidad (Cc), como el cociente adimensional entre el perímetro de la cuenca (P) y la circunferencia (Pc) de un círculo con área igual al tamaño de la RE (A) en km2, es decir:

$$Cc = \frac{P}{Pc} = \frac{(0.282) * (P)}{\sqrt{A}}$$

De acuerdo al índice de compacidad se puede tener la siguiente clasificación (Campos 1992) (siguiente tabla):

Tabla III.8 Coeficiente de compacidad.

Clase de forma	Índice de compacidad (Cc)	Forma de la cuenca
I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval redonda
II	1.26 a 1.50	Oval redonda a oval oblonga
III	1.51 más de 2	Oval oblonga a rectangular oblonga

sustituyendo los datos en la cuenca en estudio:

$$C_C = \frac{(0.282)*67.22\ km}{\sqrt{164.89\ km^2}} = \mathbf{1.47}$$

Según esta clasificación, la forma de la cuenca en estudio se puede considerar el tipo de clase de forma II, o sea oval redonda a rectangular oblonga.

Relación de elongación. S.A. Schumm propuso la denominada relación de elongación (Re), definida como el cociente adimensional entre al diámetro (D) de un círculo que tiene igual área (A) que la cuenca y su longitud máxima (Lm). La dimensión Lm corresponde a la línea recta más larga desde la salida de cuenca hasta su divisoria. Entonces Re es igual a:

$$Re = \frac{D}{Lm} = 1.1284 * \frac{\sqrt{A}}{Lm}$$

Cuando más alejado de 1 sea el valor de Re mayor será la elongación. Los índices bajos suelen darse en áreas de baja pendiente (Senciales, 1999).

Sustituyendo:

$$\text{Re} = 1.1284 * \frac{\sqrt{164.89\ km^2}}{18.09\ km}$$

Re = 0.80

De acuerdo con el valor de Re obtenido la RE en estudio se puede definir como una cuenca elongada con mayor retardo en las avenidas de escorrentía.

III.2.5 Relieve del terreno

La superficie terrestre adopta diversas formas que constituyen el relieve. El relieve terrestre cambia continuamente debido a la acción conjunta de la energía interna (procesos endógenos) y la energía externa (procesos exógenos) del planeta. La corteza de La Tierra, por ser la capa más externa, se ve afectada por estos procesos geológicos que la modelan.

III.2.5.1 Modelo Digital de Elevación

Un modelo digital de elevación (MDE) es una representación visual de la topografía y matemática de los valores de altura de una zona terrestre con respecto al nivel medio del mar. Basados en el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), de INEGI (2013), dentro de la RE se pueden encontrar rangos de altitud que van desde los 1649 hasta los 2505 msnm, predominando los rangos de 1800 msnm hasta 1900 msnm que representan un 41.84% de la totalidad de la RE, como se muestra en la siguiente tabla y figura:

Tabla III.9 Rango de elevaciones dentro de la RE.

Rango de elevación dentro de la RE			
No.	**Rango (msnm)**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	1649 - 1800	556.32	3.37
2	1800 - 1900	6,899.42	41.84
3	1900 - 2000	5,579.80	33.84
4	2000 - 2100	1,922.80	11.66
5	2100 - 2505	1,530.70	9.28
Total		**16,489.0382**	**100.00**

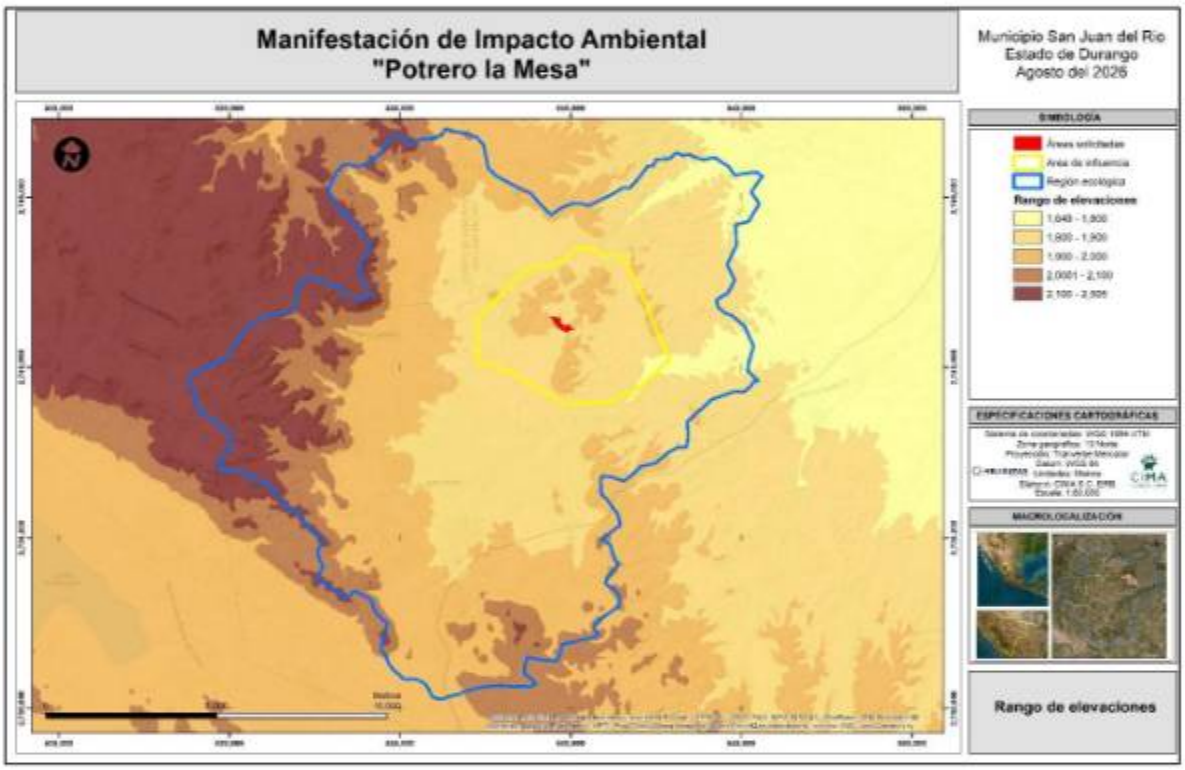


Figura III. 41 Rango de elevaciones dentro de la región ecológica

III.2.5.2 Pendiente el terreno

Podemos definir la pendiente del terreno como la inclinación o desnivel del suelo expresado en grados de inclinación. Dentro de la RE se pueden apreciar diferentes rangos de pendientes que van desde 0-5° hasta el rango de pendientes mayores a 50°, con mayor superficie se presentan los rangos mayores a 0-5° con un 46.35% y de 5 a 10° con el 21.91% de la superficie total, como se puede apreciar en la Tabla y Figura siguientes.

Esto indica que en la RE existen en su mayoría áreas de terrenos con pendientes planas que solamente son localizadas hacia las partes superiores cercanas al proyecto. Hacia las partes más altas la pendiente

del terreno las más inclinadas que generalmente se asocia por arriba de los 40 grados, resultando ser muy pocas dentro de la RE.

Tabla III.10 Rango de pendiente dentro de la RE.

Rango de pendientes dentro de la RE			
No.	**Rango en grados**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	0 - 5	7,642.78	46.35
2	5 - 10	3,612.04	21.91
3	10 - 20	3,429.91	20.80
4	20 - 30	1,396.52	8.47
5	30 - 50.7	407.79	2.47
Total		**16,489.0382**	**100.00**

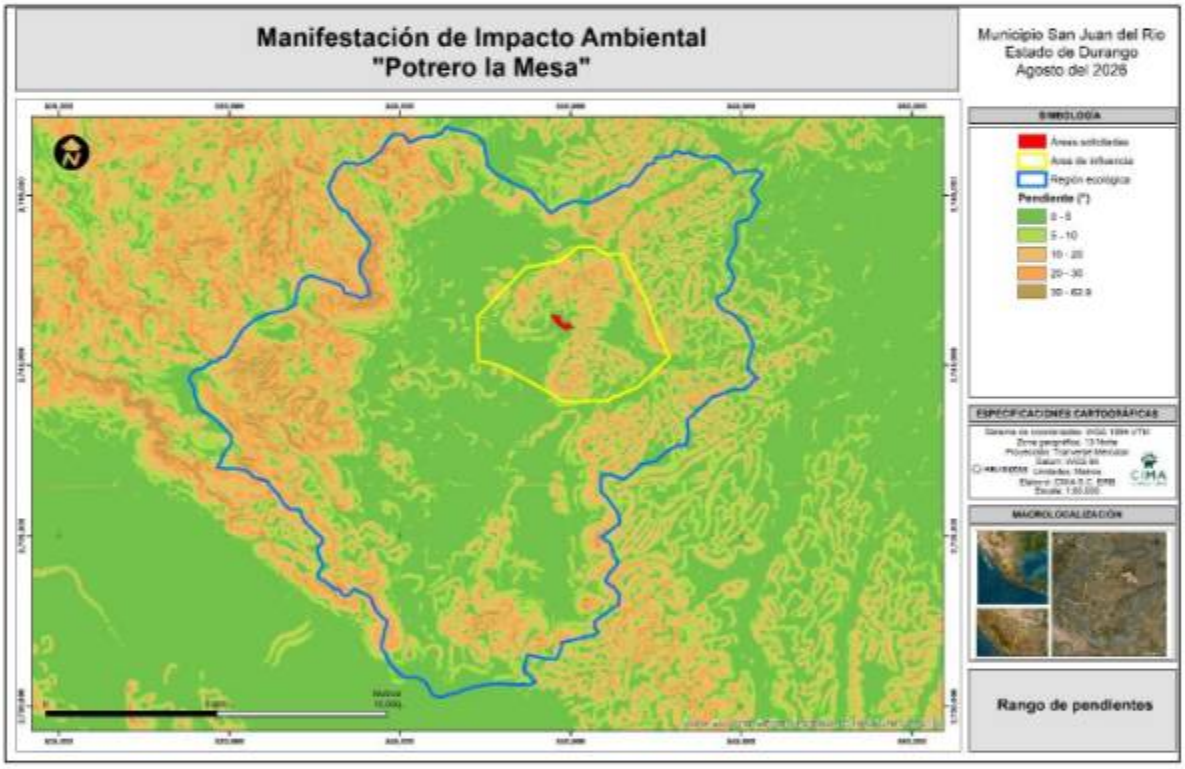


Figura III. 42 Rango de pendientes dentro de la región ecológica

III.2.5.3 Exposiciones del terreno.

La exposición de una ladera se entiende como la orientación que ésta tiene con respecto a la recta perpendicular a la misma, es decir, la orientación de la ladera con respecto a los puntos cardinales. Se mide con brújula (o sobre mapas topográficos) y se expresa en rumbos.

Dentro de la RE, las superficies para las diferentes exposiciones en su mayoría se encuentran distribuidas uniformemente, tal y como se aprecia en la siguiente tabla y figura:

Tabla III.11 Exposiciones del terreno dentro de la RE.

Exposiciones dentro de la RE			
No.	**Exposición**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	Azimut	1,362.10	8.26
2	Norte	1,168.54	7.09
3	Noreste	2,824.75	17.13
4	Este	2,684.58	16.28
5	Sureste	2,654.82	16.10
6	Sur	1,792.56	10.87
7	Suroeste	1,314.34	7.97
8	Oeste	1,173.17	7.11
9	Noroeste	1,514.19	9.18
Total		**16,489.0382**	**100.00**

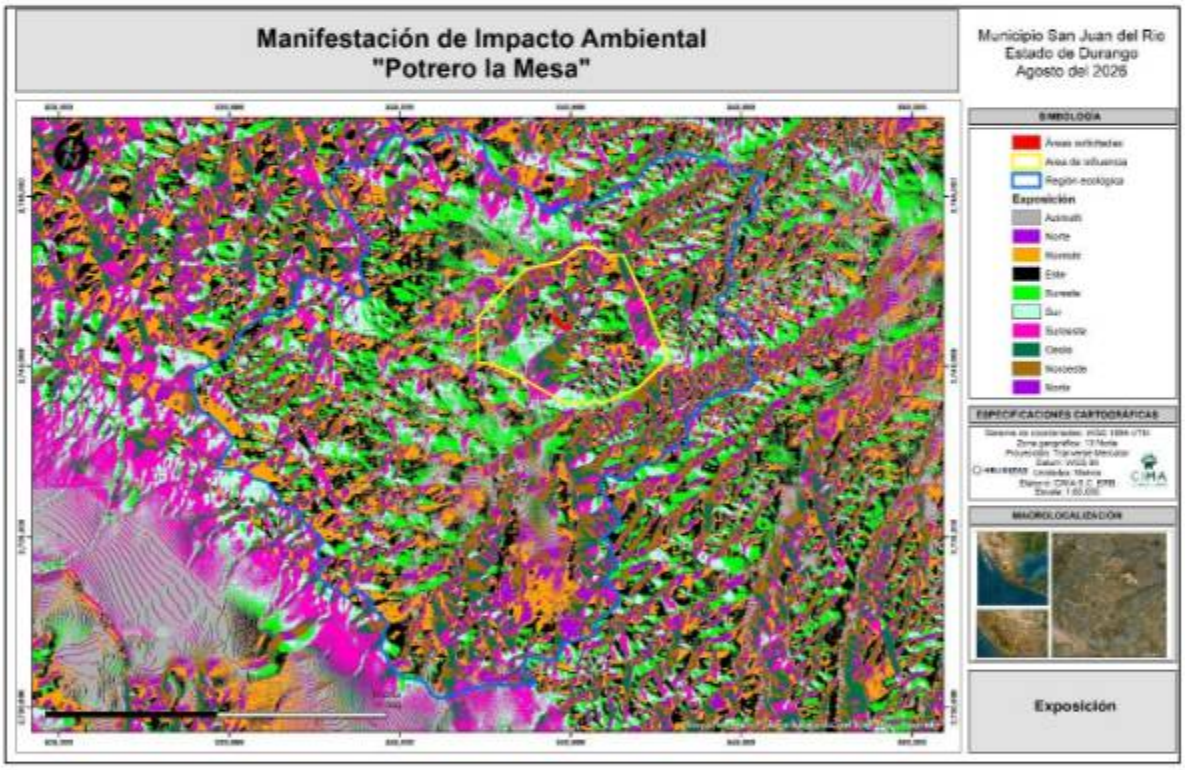


Figura III. 43 Exposiciones dentro de la región ecológica

III.2.5.4 Tipo de Suelo

El suelo es un elemento fundamental de los ecosistemas terrestres, se forma a lo largo de un proceso en el que intervienen diferentes factores como el clima, seres vivos y los fenómenos naturales. En este medio se encuentran materiales procedentes de la roca madre fuertemente alterados, seres vivos, materiales descompuestos procedentes de ellos, además de aire y agua que son utilizados por los seres vivos. En dichos componentes, se apoyan las plantas, las cuales condicionan todo el desarrollo el

ecosistema. A continuación, se hace una breve reseña de cada tipo de suelo presente dentro de la Cuenca Hidrológica Forestal:

Características de las unidades de suelo

Basados en el Conjunto Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II. INEGI (2013), dentro del sistema se encuentran cinco (5) tipos de suelo, en mayor proporción encontramos al tipo de suelo Leptosol con un 47.02%, después Phaeozem con un 43.11%, el Cambisol con 7.81%, seguido del Chernozem con un 0.85%, y con menor porcentaje se encuentra el Kastañozem con 0.76 %, a su vez se hace presente un pequeño margen de localidades con 0.44% respecto al total de la superficie de la RE, los tipos de suelo se describen a continuación:

Cambisol: "Cambisol" deriva del latín "cambiare" que significa cambiar, haciendo alusión a la diferenciación de horizontes que se puede observar en cambios de color, estructura o lavado de carbonatos, entre otros. Este tipo de suelo se desarrolla sobre materiales de alteración procedentes de una amplia gama de rocas, entre ellos destacar los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación. El perfil típico es del tipo ABC donde el horizonte B se caracteriza por una débil a moderada alteración del material original, por la ausencia de cantidades apreciables de arcilla, materia orgánica y compuestos de hierro y aluminio, de origen aluvial.

Chernozem: es un tipo de suelo negro rico en humus (del 3 al 13 %), además de serlo en potasio, fósforo y microelementos. Es uno de los más fértiles para la agricultura. Tiene un horizonte A rico en humus de mucho espesor, que puede tener hasta 1 metro o más. Perfiles AhBC con un horizonte Mólico superficial pardo oscuro o negro sobre otro subsuperficial Cámbico o Árgico, comúnmente con una redistribución de carbonato de calcio hasta el horizonte Cálcico subyacente o bolsas de carbonatos secundarios en capas más superficiales.

Kastañozem: El Grupo de Suelos de Referencia de los Kastañozems incluye los suelos "zonales" del cinturón estepario de pastos cortos que bordea hacia el sur y este el de los pastizales de la franja estépica eurasiática caracterizada por la gran extensión que cubren los Chernozems (Suelos de Praderas, Estepas y Pampas). Este tipo de edafotaxa se caracteriza por atesorar un horizonte superficial parduzco, rico en humus (aunque con menor profundidad y un color más claro que los aludidos Chernozems), mostrando una significativa acumulación de carbonatos secundarios en el horizonte subsuperficial. El color castaño-pardo de la superficie del suelo da a estos su nombre.

Leptosol: Se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Rendzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas) (IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán.

Phaeozem: Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se

caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Kastañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los suelos tipo Feozem son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozem menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.

En la siguiente tabla y figura se puede apreciar el tipo de suelo presente en la RE:

Tabla III.12 Tipos de suelo presentes dentro de la RE.

Edafología dentro de la RE			
No.	**Tipo de suelo**	**Longitud (km)**	**Superficie (%)**
1	Cambisol	1,289.12	7.8180
2	Chernozem	140.51	0.8521
3	Kastañozem	123.08	0.7465
4	Leptosol	7,753.82	47.0241
5	Phaeozem	7,109.43	43.1161
6	Localidades	73.07	0.4432
Total		**16,489.0382**	**100.00**

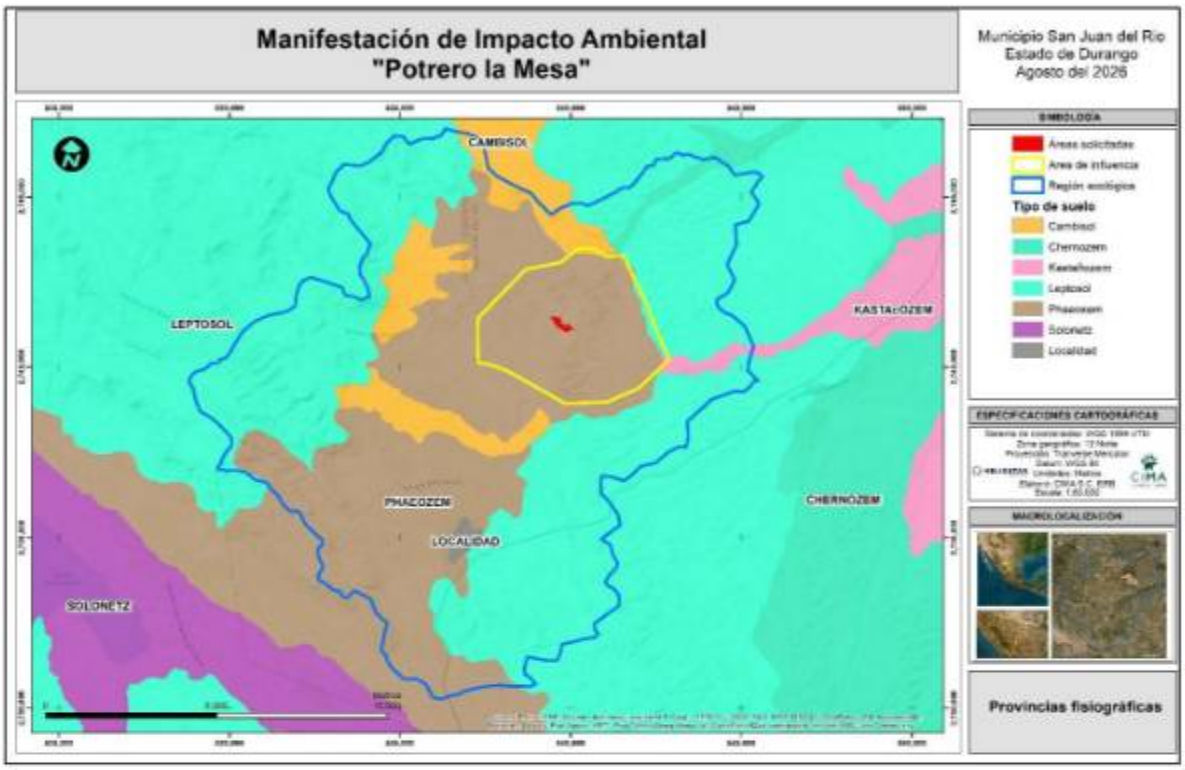


Figura III. 44 Edafología dentro de la región ecológica

III.2.6 Estado de conservación del suelo

Los ecosistemas forestales proporcionan servicios esenciales para la humanidad, incluyendo la protección de la biodiversidad y los almacenes de carbono. La evaluación de los cambios en los ecosistemas forestales y la comprensión de sus causas subyacentes son, por tanto, de gran preocupación. Los agentes de disturbio como el fuego, plagas y actividades humanas relacionadas con el asentamiento, apertura de tierras agrícolas y la extracción de recursos genera pérdidas de biomasa que influyen en el ciclo biogeoquímico (Hiker et al., 2009). La información sobre dónde y en qué medida las perturbaciones forestales ocurren globalmente es, por lo tanto, una necesidad crucial.

III.2.6.1 Antropización

La antropización se define como la transformación que el ser humano ejerce sobre el medio, ya sea sobre el biotopo o la biomasa. A nivel regional existe perturbación ambiental por actividades antrópicas, que han originado la aparición de extensas áreas alteradas, modificando el antiguo ecosistema. Estas áreas alteradas, se dedican a diferentes actividades como zonas dedicadas al cultivo de riego, a la actividad pecuaria o la ganadería.

La calidad de los ecosistemas fue evaluada en la relación al grado de antropización en cada uno de ellos, basándonos en el mapa de antropización del Noroeste del país proporcionado por la CONABIO. Según los datos de Margarita Soto (1997), aquellas zonas diagnosticadas como: poco, débil y parcialmente modificadas, corresponden a espacios con un grado de modificación tal, que es posible su recuperación por vías naturales. Mientras que, las zonas diagnosticadas como: medianamente,

fuertemente, muy fuerte y drásticamente modificadas, corresponden a zonas donde la modificación ha dado paso a la secundarización bien establecida, con el posicionamiento de sistemas agrícolas y pecuarios o incluso se han afectado componentes abióticos como la cobertura edáfica, microclima o micro relieve, por lo que estas zonas son consideradas las de mayor afectación.

Tomando en cuenta el grado de antropización para la RE en su mayor proporción se observa antropización "fuertemente modificado", eso podría ser resultante de la existencia de la actividad agrícola, los caminos y la actividad minera que conlleva a cierta modificación antropogénica.

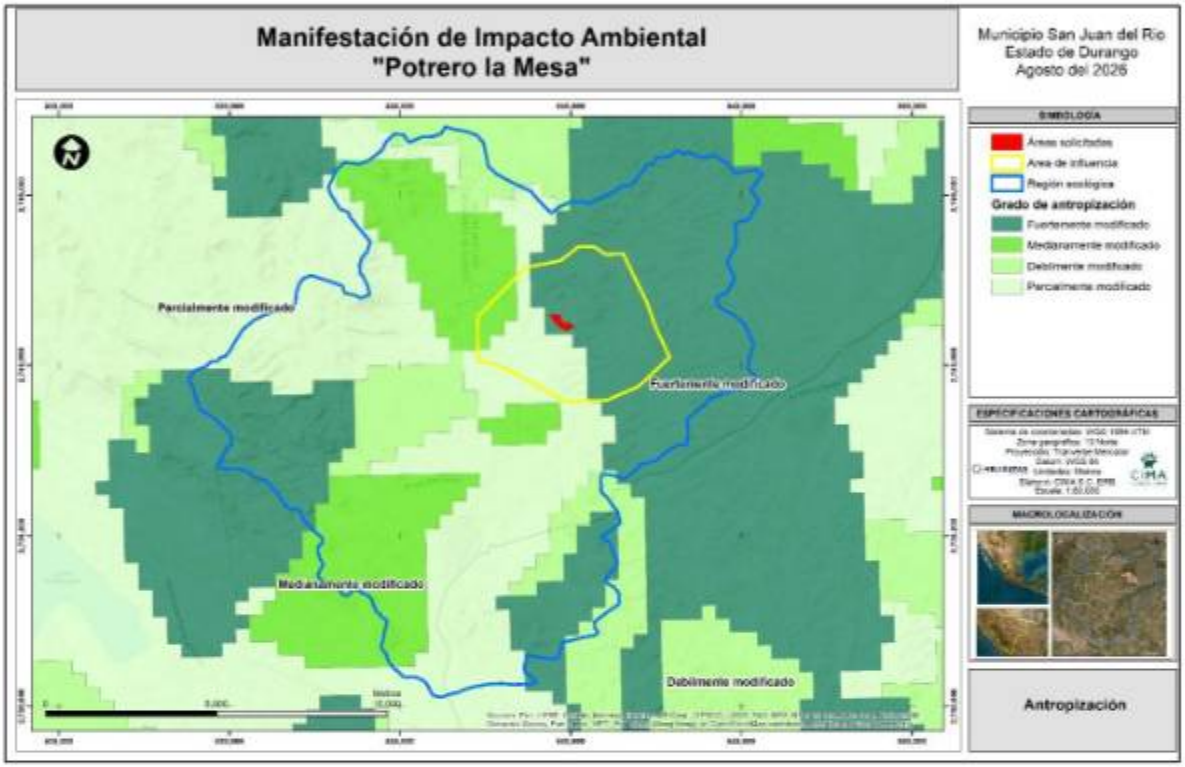


Figura III. 45 Antropización dentro de la región ecológica

Tabla III.13 Antropización dentro de la RE.

Antropización dentro de la RE			
No.	**Grado de antropización**	**Longitud (km)**	**Superficie (%)**
1	Débilmente modificado	1,593.89	9.67
2	Fuertemente modificado	5,974.76	36.23
3	Medianamente modificado	3,332.25	20.21
4	Parcialmente modificado	5,588.14	33.89
Total		**16,489.0383**	**100.00**

Como se puede observar en la tabla anterior tenemos que en su mayoría la Región Ecológica ha sido "fuertemente modificado" con un 36.23%, mientras que el valor mínimo a la categoría "Débilmente modificado" con un 9.67%.

III.2.6.2 Erosión hídrica

La degradación del suelo se refiere a los procesos erosivos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica, así como su capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998).

Según el estudio reportado es la Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana (Semarnat y UACh., 2003), el 44.9% de la superficie nacional mostraba algún signo de degradación, siendo la degradación química y la erosión hídrica los procesos más importantes. Con respecto al nivel de degradación, el ligero y moderado alcanzan el 42.8% de la superficie del país y el 2.1% restante se divide entre los niveles fuerte y extremo. Las principales causas asociadas con la degradación son las actividades agrícolas y pecuarias.

Cálculo de pérdida de suelo.

La erosión se define como el proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo (Kirkby, 1984). Si este proceso se lleva a cabo en condiciones naturales se denomina erosión geológica, pudiendo ser considerada en tal caso como una forma más de conformación del relieve. Si la tasa de erosión se incrementa por las actividades humanas, se manifiesta la erosión acelerada o inducida, la cual se presenta cuando el hombre modifica la superficie terrestre manipulando la capa arable y cobertura vegetal. El objetivo del presente estudio es caracterizar la erosión hídrica y eólica actual, que es la que se está generando en estos momentos por efectos del sistema.

Erosión Hídrica Actual

Para estimar la pérdida anual de suelo promedio por erosión hídrica se utilizó la "Ecuación Universal de Pérdida de Suelo" (USLE por sus siglas en ingles), herramienta que sirve para estimar valores al darse un cambio en un suelo específico y determinar cómo se pueden aplicar o modificar las prácticas de conservación. Este modelo maneja la pérdida de suelo en Ton/ha al año y tiene la siguiente expresión:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Conceptualmente, A es la pérdida de suelo por unidad de superficie, que se obtiene por el producto del resto de los factores: R, factor lluvia, el número de unidades del índice de erosión EI30, en el periodo considerado, y mide la fuerza erosiva de una lluvia determinada; K, factor erosionabilidad del suelo, el valor de la erosión por unidad de índice de erosión pluvial, para un suelo determinado en barbecho continuo con una pendiente de 9% y una longitud de declive de 22.1 m; L, factor longitud de declive, la relación entre la pérdida de suelo para una longitud determinada y la pérdida para una longitud de 22.1 m del mismo tipo de suelo; S, factor pendiente, la relación entre las pérdidas para una pendiente y las pérdidas para una pendiente del 9% del mismo tipo de suelo; C, factor cultivo y ordenación, la relación entre las pérdidas del suelo de un terreno cultivado en condiciones específicas y las pérdidas correspondientes para ese suelo en barbecho continuo; P, factor prácticas de conservación del suelo, la relación entre las pérdidas de suelo con cultivo a nivel en fajas y terrazas, las pérdidas de suelo correspondientes a un cultivo según la pendiente.

El objetivo es generar niveles de erosión para caracterizar la erosión potencial y erosión actual, para tomar las decisiones más adecuadas en la planeación de la conservación del suelo. La erosión potencial es aquella que se generará en un suelo totalmente desprotegido de cubierta vegetal y alterado al máximo con implementos mecánicos (esto es el nivel máximo que se puede esperar) y la erosión actual es la que se está generando en estos momentos con la cobertura vegetal actual.

Factor R

El factor R es el potencial erosivo de la lluvia que afecta el proceso de erosión del suelo y es medido por medio de los índices de erosividad. El EI30 fue propuesto por Wischmeier y es definido como el producto de la energía cinética total de la lluvia (E) por la intensidad máxima en 30 minutos (I30), por lo tanto, el valor de R correspondiente será la suma de los valores de R de cada una de las lluvias registradas en ese tiempo. Ya que en México las estaciones que registran las intensidades de las lluvias son muy pocas, Cortes (1991) preparó un mapa de isoerosividad, este mapa se desarrolló con datos de 53 estaciones meteorológicas y clasificó la República Mexicana en 14 regiones diferentes de erosividad con sus respectivas ecuaciones, donde R es igual a EI30 y P es igual a la precipitación media anual, misma que se utilizó para calcular el escurrimiento.

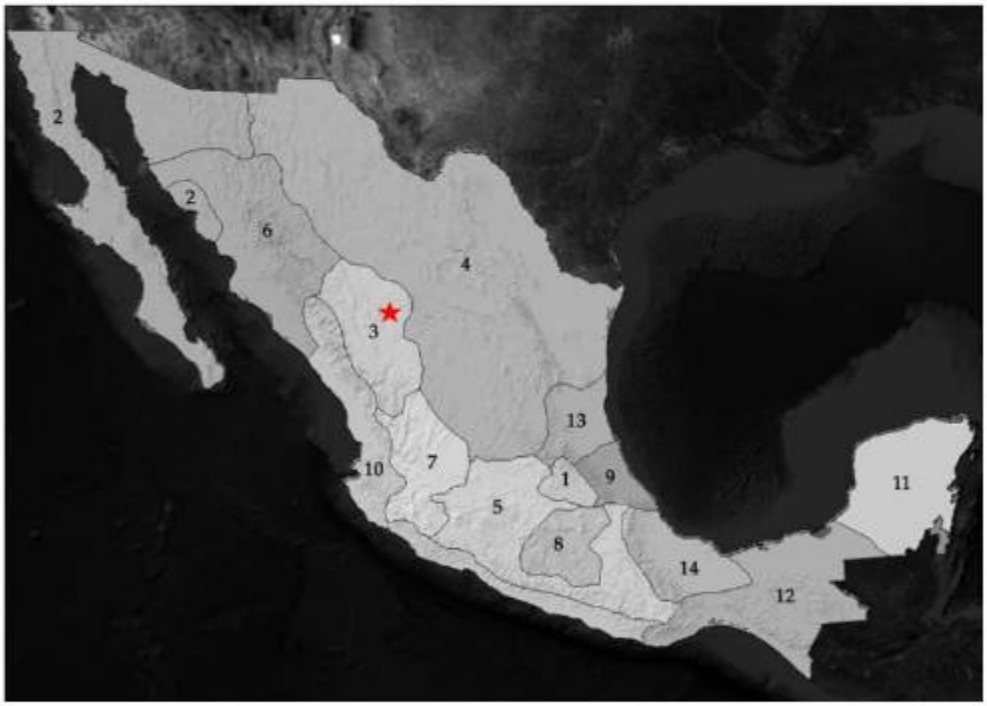


Figura III. 46 Regionalización nacional del factor R.

Tabla III.14 Ecuaciones de regiones de erosividad.

Región	Ecuación	R2
1	$R = 1.20785P + 0.002276P^2$	0.92
2	$R = 3.45552P + 0.006470P^2$	0.93
3	$\mathbf{R = 3.67516P - 0.001720P^2}$	**0.94**
4	$R = 2.85594P + 0.002983P^2$	0.92
5	$R = 3.48801P - 0.000188P^2$	0.94
6	$R = 6.68471P + 0.001680P^2$	0.90
7	$R = 0.03338P + 0.006661P^2$	0.98
8	$R = 1.99671P + 0.003270P^2$	0.98
9	$R = 7.04579P - 0.002096P^2$	0.97
10	$R = 6.89375P + 0.000442P^2$	0.95
11	$R = 3.77448P + 0.004540P^2$	0.98
12	$R = 2.46190P + 0.006067P^2$	0.96
13	$R = 10.74273P - 0.001008P^2$	0.97
14	$R = 1.50046P + 0.002640P^2$	0.95

La RE se encuentra en la región 3, por lo tanto, sustituyendo la precipitación media anual (PMA), la cual se obtuvo de la estación meteorológica **10068 San Juan del Rio** siendo estas la más cercana al área del proyecto, para la cual, la precipitación media anual resulto en **487.9 mm.**

Tabla III.15 Datos de la estación meteorológica 10068 San Juan del Río.

Datos de la Estación Meteorológica			
Estación: 10068 San Juan del Rio	**Latitud:** 24°47'59" N **Longitud:** 104°23'43" W.	**Altura:** 1,700 msnm	Fuente: Servicio Meteorológico Nacional
Estado: Durango	**Fecha:** 1951-2010	**Activa**	Distancia lineal aproximada al proyecto: 22 km

$$\mathbf{R = 3.67516P - 0.001720P^2}$$

$$R = 3.67516(487.9\ mm) - 0.001720(487.9\ mm)^2$$

$$\boldsymbol{R = 1,383.67\ Mj\ mm/ha\ h}$$

Factor K

El término de erosionabilidad del suelo se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a ser erosionado. Este factor refleja el hecho de que diferentes suelos se erosionan a diferentes tasas a igualdad de los demás factores, y se define como la tasa de pérdida de suelo por cada unidad adicional de índice de erosividad para un evento, cuando los factores L, S, C y P permanecen constantes.

Para la determinación del valor del factor K, fue empleada la información edafológica más reciente del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI): Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007). Se emplea la clasificación de suelos del WRB (World

Reference Base for Soil Resources), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México.

Las características que se obtuvieron de esta información son tipo de suelo y textura.

De acuerdo con la clasificación del tipo de suelo y de su textura superficial (gruesa, media o fina), se le asigna el factor K, el cual está representado en la siguiente tabla e iluminado los utilizados para los suelos que coinciden con el RE:

Tabla III.16 Valores del factor K para los distintos tipos de suelo y textura.

Orden	Grupo	Textura		
		G	M	F
AC	ACRISOL	0.026	0.04	0.013
AL	ALISOL	0.026	0.04	0.013
AN	ANDOSOL	0.026	0.04	0.013
AR	ARENOSOL	0.013	0.02	0.007
CH	CHERNOZEM	0.013	0.02	0.007
CL	CALCISOL	0.053	0.079	0.026
CM	CAMBISOL	0.026	0.04	0.013
DU	DURISOL	0.053	0.079	0.026
FL	FLUVISOL	0.026	0.04	0.013
FR	FERRALSOL	0.013	0.02	0.007
GL	GLEYSOL	0.026	0.04	0.013
GY	GIPSISOL	0.053	0.079	0.026
HS	HISTOSOL	0.053	0.02	0.007
KS	KASTAÑOZEM	0.026	0.04	0.013
LP	LEPTOSOL	0.013	0.02	0.007
LV	LUVISOL	0.026	0.04	0.013
LX	LIXISOL	0.013	0.02	0.007
NT	NITISOL	0.013	0.02	0.007
PH	PHAEOZEM	0.013	0.02	0.007
PL	PLANOSOL	0.053	0.079	0.026
PT	PLINTOSOL	0.026	0.04	0.013
RG	REGOSOL	0.026	0.04	0.013
SC	SOLONCHAK	0.026	0.04	0.013
SN	SOLONETZ	0.053	0.079	0.026
UM	UMBRISOL	0.026	0.04	0.013
VR	VERTISOL	0.053	0.079	0.026

Los valores para el factor K mencionados en la tabla anterior, son los que se utilizaron para alimentar la base de datos del SIG, con la cual, se obtuvo la siguiente capa de información:



Factor LS

El factor L: Donde **λ** es la longitud de la pendiente (metros), **m** es el exponente de la longitud de la pendiente y **β** es el ángulo de la pendiente. La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido (Foster et al., 1977, citado por Barrios y Quiñonez, 2000).

$$L = \left(\frac{\lambda}{22{,}13}\right)^{m} \qquad m = \frac{F}{1+F} \qquad F = \frac{\sin\beta/0.0896}{3\,(\sin\beta)^{\,0.8} + 0.56}$$

El factor L con el área de drenaje aportadora (Desmet & Govers, 1996).

$$L_{i,j} = \frac{\left(A_{i,j} + D^2\right)^{m+1} - A_{(i,j)}{}^{m+1}}{X^m\, D^{m+2}\,(22.13)^m}$$

Donde A (i, j) [m] es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el tamaño del pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL et al., 1987,1989, citado por BARRIOS y QUIÑONEZ, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.8 \sin\beta_{(i,j)} + 0{,}03 & \tan\beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8 \sin\beta_{(i,j)} - 0.5 & \tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

Velásquez (2008) nos dice que, cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculator donde se debe tomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

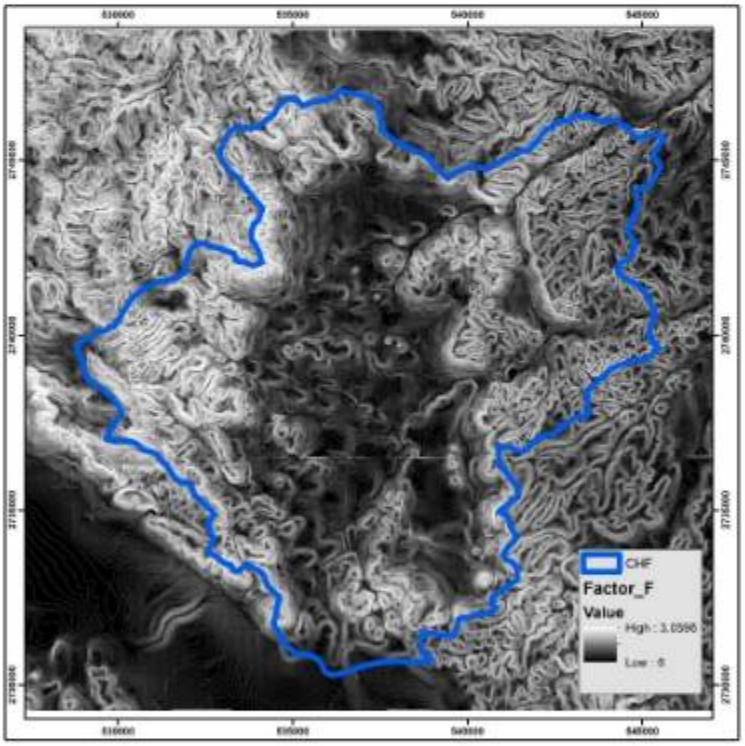
Proceso:

- DEM (obtenido del INEGI).
- Relleno (Fill).
- Pendiente (Slope).
- Dirección del flujo (Flow Direction).
- Acumulación (Flow accumulation).
- Raster Calculator (Calcular el factor F)
- Raster Calculator (Calcular el factor M)
- Raster Calculator (calcular el factor L)
- Raster Calculator (Calcular el factor S)
- Raster Calculator (calcular el factor LS)

Fórmulas utilizadas en la herramienta "Raster calculator" de ArcGIS para el cálculo de cada factor:

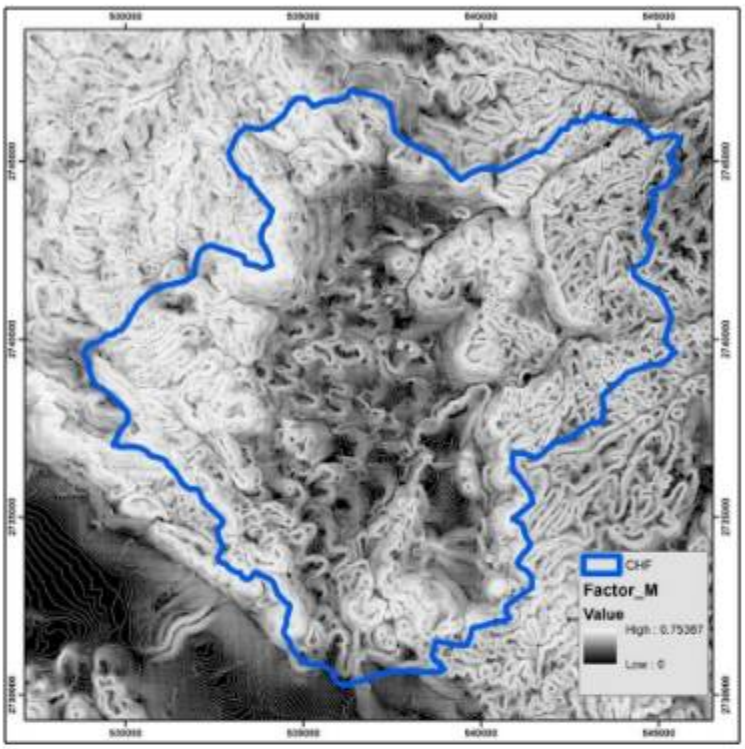
Factor F

((Sin("Slope" * 0.01745) / 0.0896) / (3 * Power(Sin("Slope" * 0.01745),0.8) + 0.56))



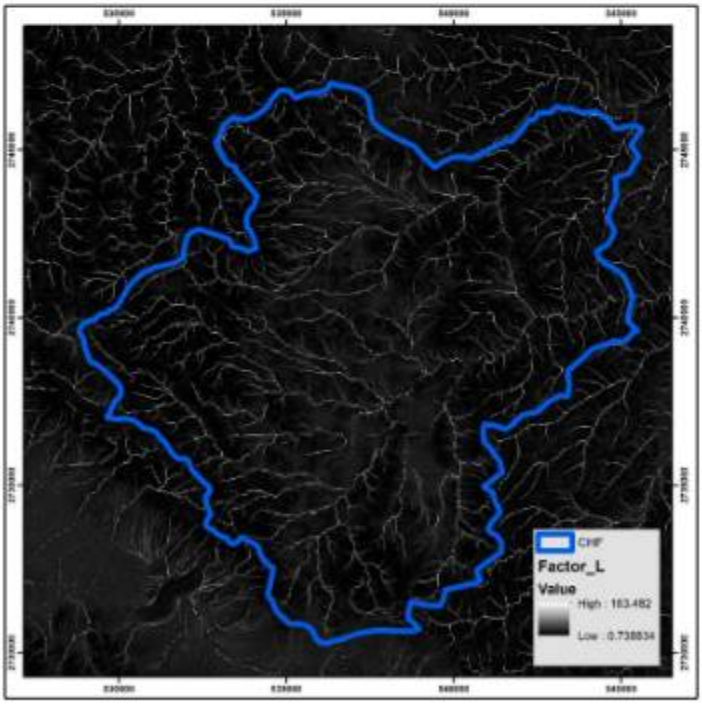
Factor M

"Factor_F" / (1 + "Factor_F")



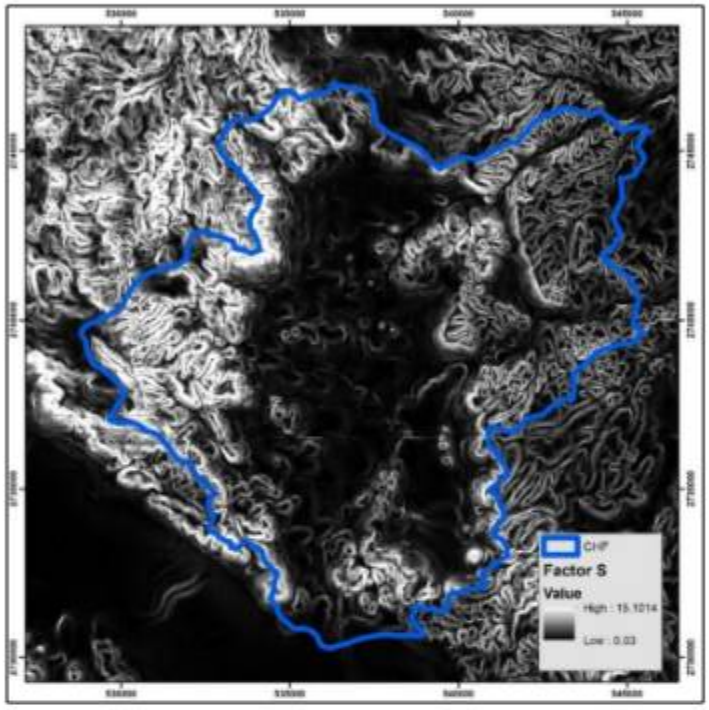
Factor L

(Power(("Flow_Acc.tif" + 219.1673849),("Factor_M.tif" + 1))-Power("Flow_Acc.tif",("Factor_M.tif" + 1))) / (Power(14.80430292,("Factor_M.tif" + 2)) * Power(22.13,"Factor_M.tif"))



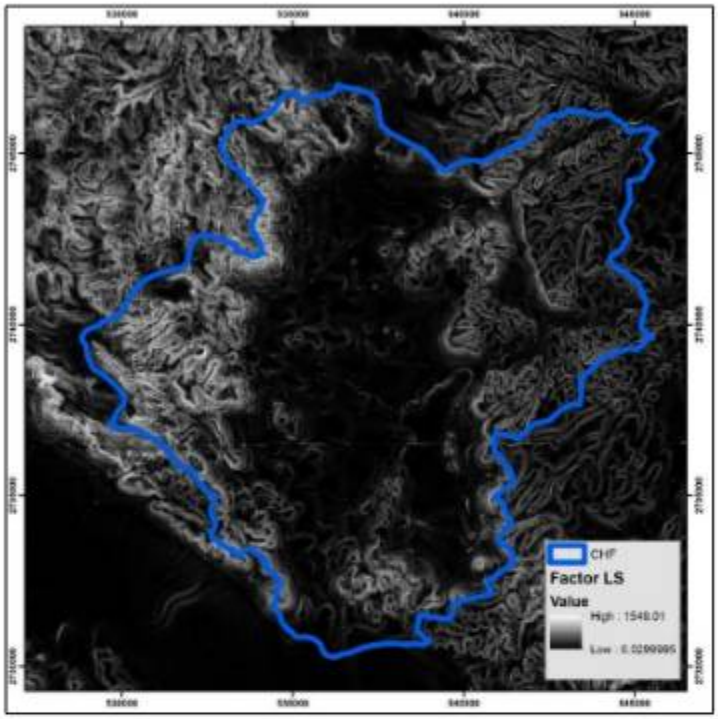
Factor S

Con((Tan("Slope" * 0.01745) < 0.09),(10.8 * Sin("Slope" * 0.01745) + 0.03),(16.8 * Sin("Slope" * 0.01745) - 0.5))



Factor LS

Factor L * Factor S



Factor C

El factor C de le EUPS, representa la cantidad de suelo perdido de un terreno bajo condiciones específicas de uso y vegetación, en comparación con la pérdida de suelo que pudiera presentar el mismo terreno estando desprovisto de vegetación y bajo labranza continua. De esta manera, los valores fluctúan entre 0 y 1, correspondientes a un terreno totalmente desprovisto de vegetación y a uno protegido respectivamente. Los valores del factor C que se utilizará son los siguientes:

Tabla III.17 Valores del Factor C por vegetación y/o uso de suelo.

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.10
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de tascate	0.01
Bosque de mesofilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.10
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.20
Matorral desértico microfilo	0.25
Matorral desértico rosetofilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetofilo costero	0.25
Matorral sarcocaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsofilo	0.25
Pastizal halofilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.50
Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.10
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.005
Cuerpos de agua	1.0
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

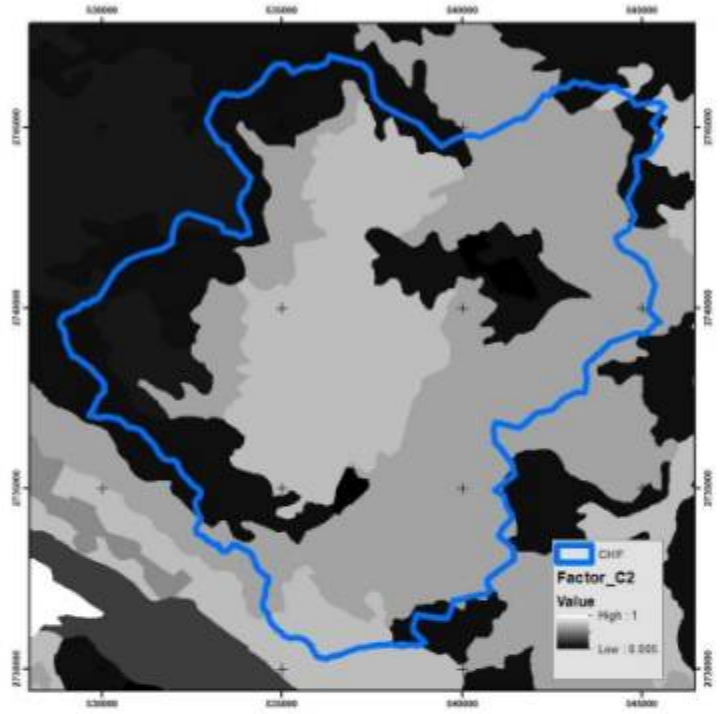
Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M., & García-Celis, E. (2011). Mapa nacional de erosión potencial. Tecnología y ciencias del agua, 2(1), 05-17.

La asignación de valores de obtuvo en base a los usos de suelo y vegetación presentes en el RE tomados en base a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VII.

Tabla III.18 Factor C para la RE.

Uso de suelos	C
Agricultura de riego anual	0.55
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.55
Agricultura de temporal anual	0.75
Asentamientos humanos	0.005
Bosque de encino	0.10
Cuerpo de agua	1.0
Desprovisto de vegetación	0.005
Matorral Crasicaule	0.65
Pastizal halófilo	0.25
Pastizal natural	0.07
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.10

Uso de suelos	C
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	0.07



FACTOR P

Las prácticas mecánicas o manejo del terreno son un factor atenuante del proceso erosivo. En la USLE, el valor varía de 0 a 1 e indica el valor de la práctica de conservación al compararse con un terreno continuamente barbechado en el sentido de la pendiente. Ya que no se encuentran prácticas de conservación el valor de P será 1.

Tabla III.19 Factor P para el área del proyecto.

FACTOR P	
Práctica de control de la erosión	**Valor de P**
Sin obras de conservación de suelos	**1**
Cultivo a nivel: pendiente 0 – 1°	0.6
Cultivo a nivel: pendiente 2 – 5°	0.5
Cultivo a nivel: pendiente 6 – 7°	0.6
Cultivo a nivel: pendiente 8 – 9°	0.7
Cultivo a nivel. pendiente 10 – 11°	0.8
Cultivo a nivel: pendiente 12 – 14°	0.9
Bancales a nivel	0.14
Bancales a contra pendiente	0.05
Bancales con desagüe siguiendo la pendiente	0.35
Bancales a nivel con retención de agua	0.01
Caballones enlazados	0.1
Fuente: LIBRO, EROSIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS, C. MORGAN	

Erosión actual

Para calcular la erosión actual (AA) se multiplican todos los factores elaborados con anterioridad:

$$A_A = R * K * LS * C * P$$

A cada capa de información geográfica se agregaron los valores correspondientes a cada factor de la EUPS. Estos valores se basaron en las fórmulas y tablas presentadas anteriormente para obtener cada uno de los factores de la EUPS (R, K, LS, C). Una vez creadas las nuevas capas de información geográfica con los valores de los factores de la EUPS, estas se multiplicaron para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el área de estudio.

Tabla III.20 Clasificación del grado de erosión.

Tasa en Ton/Ha/Año	Clasificación de erosión hídrica
Menor a 10	Ninguna o ligera
De 10 a 50	Moderada
De 50 a 200	Alta
Mayor a 200	Muy alta

La erosión actual dentro de la RE principalmente corresponde al rango de 10 a 50 ton/ha/año clasificado como un tipo de erosión moderada. Porcentualmente este rango abarca el 50.70% de la superficie total de la RE. A continuación, se muestran los resultados de los valores obtenidos para la estimación de erosión actual en la tabla:

Tabla III.21 Superficie por rango de tasa de erosión natural de la RE.

Rango de erosión hídrica dentro de la RE			
No.	**Rango (ton/ha/año)**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Menor a 10	4425.74	26.84
2	De 10 a 50	8360.32	50.70
3	De 50 a 200	3545.59	21.50
4	Mayor a 200	84.28	0.51
5	Localidad	73.10	0.44
Total		**16489.0382**	**100.00**

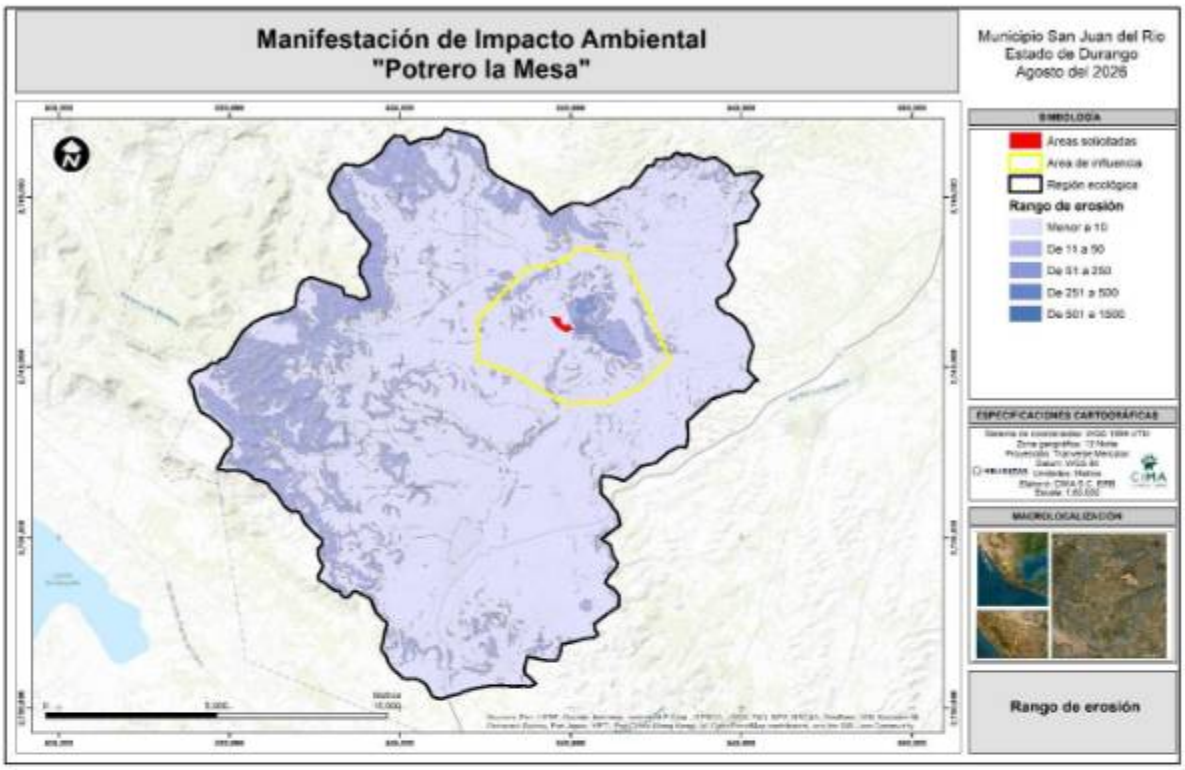


Figura III. 47 Tasa de erosión hídrica natural presentes en la región ecológica

III.2.6.3 Erosión eólica

La erosión eólica, también conocida como erosión del viento, es un proceso geológico que implica el desgaste y transporte de partículas de suelo y rocas por la acción del viento. Este proceso puede ocurrir en diversas áreas, como desiertos, playas, dunas, llanuras y zonas costeras.

La erosión eólica comienza cuando el viento sopla lo suficientemente fuerte como para levantar partículas sueltas de suelo o arena en suspensión en el aire. Estas partículas son transportadas por el viento a lo largo de distancias variables, y suelen impactar y golpear otras superficies, lo que puede causar más erosión. A medida que las partículas son transportadas, pueden ser depositadas en otras áreas, formando acumulaciones de arena o dunas.

El cálculo de la erosión laminar eólica fue realizado de acuerdo con metodología empleada en la elaboración del Atlas de Riesgos del municipio de Tecamachalco, Puebla, 2011 y complementado con la metodología de la FAO-Colegio de Posgraduados (publicado por SEDUE 1989).

Para conocer la pérdida de suelo mediante la erosión eólica que ocurre actualmente en el para la Región Ecológica, fue necesario adaptar las ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre ellos W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968), a efecto de lograr darles expresión en el T0 y como consecuencia del RE que este documento propone, por lo que para su obtención fue necesario calcular los siguientes valores:

Erosión eólica=IAVIE*CATEX*CAUSO

Donde:

- PECRE. - Período de crecimiento (días con lluvia al año).
- CATEX. - Calificación de textura y fase.
- CAUSO. - Calificación por uso del suelo.

El cálculo de la erosión eólica está dado por el desarrollo del dicho modelo cuyos resultados son expresados en ton/ha/año.

La caracterización física del área donde se pretende establecer los componentes del proyecto se realiza mediante técnicas de descripción de suelos, vegetación, clima y geomorfología, entre otras, que contienen toda la información necesaria para la aplicación de los índices de evaluación ambiental, incluyendo el de erosión laminar.

Para el desarrollo de la presente metodología fue realizado mediante la obtención de cada uno de los parámetros o variables de la ecuación: que para el caso de las dos primeras variables (PECRE e IAVE) fueron obtenidas con los datos de la precipitación de la estación meteorológica. Y para el resto (CATEX y CAUSO), fueron calculados usando como base la cartografía de tipos de suelo, así como la del uso de suelo y vegetación de INEGI. Una vez que se realizados los cálculos, los valores son categorizados en rangos para una mejor caracterización e interpretación de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla III.22 Rangos de erosión eólica para para una valoración nominal.

Clase de degradación Sin influencia de erosión hídrica	Valor de la erosión laminar eólica.
Sin erosión	Menor de 12 t/h/a
Ligera	De 12a 50 t/h/a
Moderada	De 50 a 100 t/h/a
Alta	De 100 a 200 t/h/a
Muy alta	Mayor de 200 t/h/a

La estimación de este índice nos permite distinguir el tipo de erosión eólica que se presenta en el RE, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo eólico y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos, y, por lo tanto, poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del área de interés, el resultado de su aplicación permite conjuntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de propuestas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad regional con los siguientes datos:

- Precipitación modal anual (en milímetros).
- Unidades de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Fases de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Clase textural del suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Uso de suelo y vegetación

IAVE. Índice de agresividad del viento. El índice de agresividad del viento se basa en la comprensión de que la capacidad erosiva del viento está relacionada con la energía cinética que el viento transporta, la cual depende de su velocidad y densidad. Cuanto mayor es la velocidad del viento y mayor la exposición de una superficie al viento, mayor será el índice de agresividad del viento y, por lo tanto, mayor será el potencial de erosión o daño.

Para la obtención del presente parámetro, es necesario a su vez obtener el cálculo de la variable PECRE, que se entiende como se denomina la obtención del periodo de crecimiento (PECRE), definido como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo.

Para obtener el cálculo de esta variable se usaron datos de precipitaciones de la estación meteorológica más cercana, que en este caso corresponde a la estación **San Juan del Rio (10068)** misma que cuenta con registros históricos de 59 años (1981-2010), la precipitación anual es de 487.9 mm.

De acuerdo con la fórmula para el cálculo de este variable es como se desarrolla a continuación:

$$PECRE = 0.2408\,(Precipitación) - 0.0000372\,(precipitación)^2 - 33.1019$$

Sustituyendo:

$$PECRE = 0.2408\,(487.9\,mm) - 0.0000372\,(487.9\,mm)^2 - 33.1019$$
$$PECRE = 75.53$$

Este proceso es necesario para obtener el valor de IAVE:

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (IAVIE), mediante la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660\,(PECRE)$$

Sustituyendo:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 * (75.53)$$
$$IAVIE = 102.97$$

CATEX

Por lo que para este apartado fue empleado la carta edafológica escala 1:205,000 (INEGI, 2013). Con base a los limites definidos por el RE determinada se procedió la obtención de los valores correspondientes de CATEX, misma que es definida por el tipo de suelo con su textura y fase física conforme a la metodología de del Atlas de Riesgo mencionado.

De la información de las unidades de suelo, se estableció si se trataba o no de suelos calcáreos.

De acuerdo los tipos de suelo usadas para asignar el valor de CATEX es como se muestra a continuación, basada en las tablas ya existentes de la metodología de apoyo.

Tabla III.23 Valores de CATEX de acuerdo con la textura de suelo.

CLAVE	SUELO	TEXTURA	FASE	CATEX
BC	CAMBISOL	Media	Pedregosa	0.62
CK	CHERNOZEM	Media	Pedregosa	0.87

KS	KASTAÑOZEM	Fina	Pedregosa	0.92
LP	LEPTOSOL	Media	Pedregosa	0.62
PH	PHAEOZEM	Media	Pedregosa	0.62

CAUSO

En cuanto a la información de vegetación y uso de suelo de INEGI, escala 1:250,000, también es necesario tener el porcentaje de ocurrencia en la unidad ambiental, en este caso nuestra unidad de análisis el RE.

Los valores de causo asignados fueron definidos acorde a los tipos de vegetación fueron asignados el cual está relacionada con la cobertura, que ofrece protección al suelo y con ello depende en gran medida el grado de erosión, los cuerpos de agua se le asigno un valor de 0 y resto de los tipos de vegetación se presentan la siguiente tabla.

Dichos valores anteriores fueron asignados de acuerdo los tipos de vegetación de la cartografía de INEGI en su versión más actualizada.

Tabla III.24 Valores de CAUSO para las diferentes usos y tipos de vegetación.

Nombre	Clave	CAUSO
Agricultura de Riego (Incluye riego eventual)	R	0.20
Agricultura de Temporal con cultivos anuales	TA	0.70
Agricultura de Temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	TP	0.70
Área sin Vegetación Aparente	DV	0.70
Bosque de Encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Q	0.20
Bosque de Oyamel (Incluye Ayarín y Cedro) con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	A	0.20
Bosque de Pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	P	0.20
Bosque de Pino- Encino (Incluye Encino-Pino)	PQ	0.20
Bosque de Táscate con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	J	0.20
Bosque Mesófilo de Montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	M	0.20
Chaparral con vegetación secundaria	Ch	0.15
Matorral Crasicaule con vegetación secundaria	C	0.15
Matorral Desértico Micrófilo con vegetación secundaria	Dm	0.15
Matorral Desértico Rosetófilo con vegetación secundaria	Dr	0.15
Mezquital (Incluye Huizachal) con vegetación secundaria	Mz	0.15
Palmar	PA	0.15
Pastizal Cultivado	C	0.15
Pastizal Inducido	I	0.30
Pastizal Natural (Incluye Pastizal–Huizachal)	N	0.30
Plantación Forestal	F	0.20
Popal – Tular	PT	0.30
Pradera de Alta Montaña	Vw	0.20

Riego Suspendido	R	0.20
Selva Baja Caducifolia	Bcs	0.30
Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Bcs	0.30
Selva Baja Espinosa con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Be	0.30
Selva Alta y Mediana Perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	AMp	0.30
Selva Alta y Mediana SubPerennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	AMq	0.30
Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Mcs	0.30
Vegetación Halófila y Gipsófila	VHy	0.30

Resultados.

Posteriormente se tomaron los valores IAVIE, CATEX Y CAUSO y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica en toneladas por hectárea por año:

$$EROSIÓN\ EÓLICA = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Los resultados de este son la distribución del grado de erosión para el área del RE, como se observa en la siguiente Tabla:

Tabla III.25 Grado de erosión eólica para el RE.

Rango erosión	Erosión (Ton*ha*año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sin erosión	Menor de 12 t/h/a	6,973.0961	42.29
Ligera	De 12a 50 t/h/a	9,423.4486	57.15
Moderada	De 50 a 100 t/h/a	19.3914	0.12
Alta	De 100 a 200 t/h/a	0	0
Muy alta	Mayor de 200 t/h/a	0	0
Localidad	No aplica	73.1021	0.44
	Total, general	**16,489.0382**	**100.00**

De acuerdo con las estimaciones de erosión eólica en la RE, la mayor parte de la superficie presenta un grado de erosión "Ligera" con el 57.15% de la superficie de la RE seguida del rango determinado como "Sin erosión" con un 42.29%. Por lo que se concluye que la erosión eólica laminar del suelo para la RE en general se presenta un grado de erosión muy ligera.

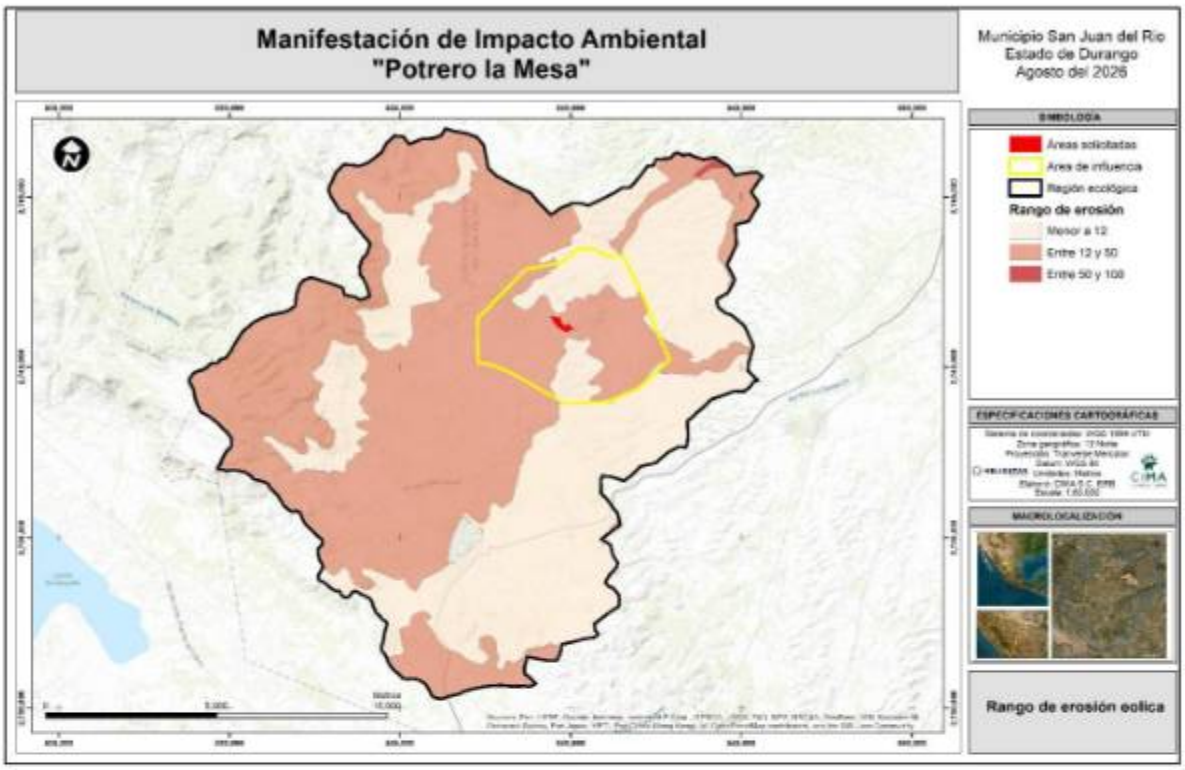


Figura III. 48 Tasa de erosión eólica natural presentes en la región ecológica

III.2.7 Hidrología Superficial y Subterránea.

La hidrología es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades fisicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración.

III.2.7.1 Hidrología Superficial.

Con base al conjunto de datos vectoriales Regiones Hidrológicas, escala 1:250000, CONABIO (2009), la RE se encuentra dentro de la Región Hidrológica Nazas-Aguanaval (RH-36), la Cuenca R. Nazas-Rodeo (RH-36B), y la subcuenca R. San Juan (RH-336Bb).

III.2.7.1.1 Región hidrológica.

Geográficamente, la región hidrológica Nazas-Aguanaval se ubica entre las latitudes 22° 40' y 26° 35' Norte, y los Meridianos 101° 30´ y 106° 20' Longitud Oeste. Las colindancias de la RH36 son las siguientes, al Norte con las RH Mapimí (35) y 24 (Bravo-Conchos); al Este con la RH24 Bravo-Conchos; al Sur con la RH12 Lerma-Santiago, y al Oeste con las RH10 (Sinaloa) y 11 (Presidio-San Pedro) (Figura 1.1). La Región Hidrológica 36 la forman dos zonas, un alta de escurrimientos y una baja de acumulación de agua. Esta región hidrológica está formada por una extensa zona cerrada de 116,691.78 km2 y está ubicada en la parte árida y semiárida del país. La mayor parte se ubica en el estado de Durango (60%), otra en el estado de Zacatecas (25%) y una equivalente al 15% en el Suroeste del estado de Coahuila.

III.2.7.1.2 Cuenca hidrológica.

La Cuenca del Río Nazas-Rodeo (RH36 B) es una subcuenca importante dentro de la región hidrológica del Nazas-Aguanaval, ubicada en el norte de México, principalmente en el estado de Durango. Uno de los ríos más importantes de la cuenca es el Río Nazas ya que es el eje central de la cuenca, junto con su afluente el Río Rodeo. El Río Nazas nace en la Sierra Madre Occidental en el estado de Durango, en la zona conocida como "Los Órganos". Desde aquí, fluye hacia el noreste, atravesando las llanuras de Durango y Coahuila. El río históricamente desembocaba en la Laguna de Mayrán, pero actualmente, debido a la construcción de presas y la extracción de agua, ya no llega de forma natural a la laguna.

III.2.7.1.3 Subcuencas hidrológicas.

La subcuenca del Río San Juan (RH36 Bb) es parte de la cuenca más grande del Río Nazas dentro de la región hidrológica Nazas-Aguanaval, en el norte de México. Se localiza en el estado de Durango, aunque su influencia también llega a partes de Coahuila. Es una subcuenca relativamente pequeña comparada con la cuenca principal del Nazas, pero tiene importancia local dentro de la región.

El Río San Juan es el afluente más relevante en esta subcuenca, contribuyendo a las corrientes del Río Nazas, nace en las montañas de la Sierra Madre Occidental, en Durango, un área caracterizada por tener un relieve montañoso y un clima más fresco que las planicies cercanas. Su caudal es estacional, con mayores flujos durante la temporada de lluvias de verano. A menudo presenta flujos irregulares y puede llegar a secarse durante la época de estiaje. El Río San Juan termina desembocando en el Río Nazas, contribuyendo al sistema hidrológico más grande de la cuenca.

La ubicación de la RE con relación a la regionalización hidrológica fue realizada con base a los datos obtenidos del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) extensión del INEGI, se estableció el área que ocupa cada parte, empezando desde la Región Hidrológica, Cuenca hasta la subcuenca tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla III.26 Niveles jerárquicos de hidrología.

Nivel jerárquico	Clave	Nombre	Área (km^2)	Perímetro (Km)
Región hidrológica	RH36	Nazas-Aguanaval	90,634.64	3,296.01
Cuenca	B	Río Nazas-Rodeo	11,867.16	762.50
Subcuenca	b	Río San Juan	2,375.13	272.66

Fuente: SIATL

En la siguiente figura se muestra el área donde se puede apreciar el rango jerárquico desde las Regiones Hidrológicas de la RE, con ello se tendrá una mejor percepción de la ubicación del sitio respecto a la hidrología.

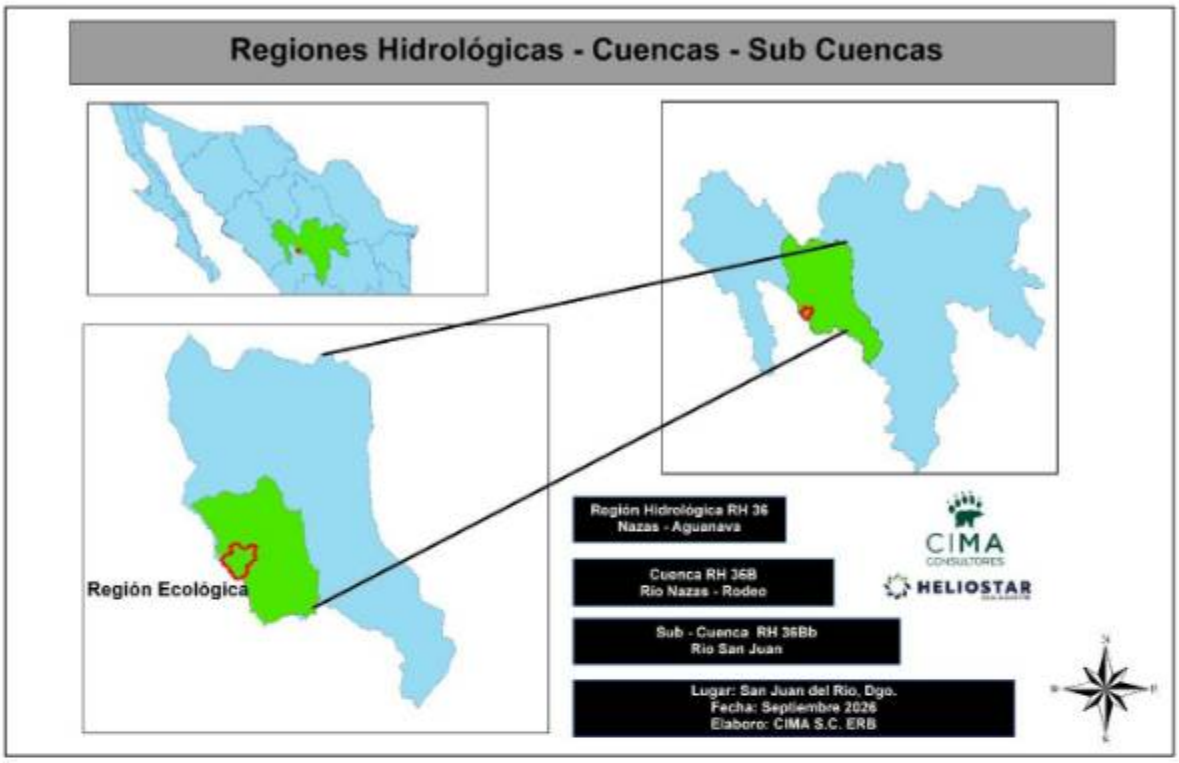


Figura III. 49 Regiones Hidrológicas Cuencas-Subcuencas.

III.2.7.1.4 Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc).

Dentro de la RE no se registra ningún tipo cuerpo de agua, sin embargo, se puede apreciar la Laguna de Santiaguillo a 12 km aproximadamente del área de interés y a su vez fuera de la RE. Respecto arroyos dentro se cuenta una gran diversidad de órdenes, uno de los mayores siendo de orden cinco es el San Lucas mismo que conservando el orden pasa a ser nombrado Ojo Caliente.



Figura III. 50 Cuerpos de agua dentro de la región ecológica

Los órdenes de corriente son una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. La clasificación de Strahler asume que los menores ordenes son los arroyos no ramificados y pequeños, que al confluir derivan a un cauce de orden 2, si se da la confluencia progresiva de dos canales con el mismo orden estos generarán al orden inmediato superior, y así progresivamente hasta alcanzar un orden máximo en la corriente principal en la cuenca.

En base al conjunto de datos vectoriales Red Hidrográfica Escala 1:50 000, INEGI, en la Región Ecológica predominan los arroyos de **orden 1** ocupando una longitud de **222.85 kilómetros**, es decir un **60.61%** de la longitud total de las demás ordenes de corriente, como se muestra a continuación:

Tabla III.27 Órdenes de corriente y longitud dentro de la RE.

Hidrología superficial dentro de la RE			
No.	**Orden de corriente**	**Longitud (km)**	**Superficie (%)**
1	1	222.85	60.61
2	2	85.74	23.32
3	3	33.42	9.09
4	4	14.17	3.85
5	5	11.49	3.13
Total		**367.67**	**100.00**

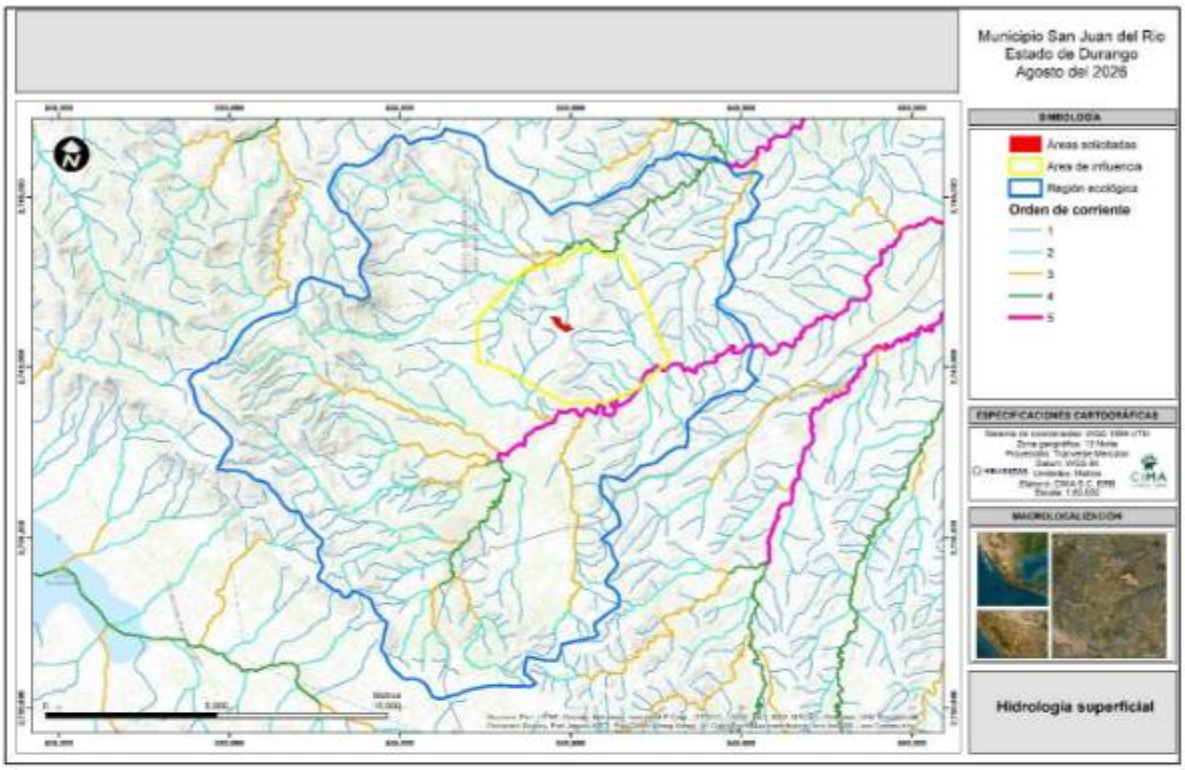


Figura III. 51 Hidrología superficial dentro de la región ecológica

III.2.7.2 Hidrología subterránea

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2023) se define que un acuífero es cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. La RE se encuentra localizado dentro de los acuíferos Valle de Santiaguillo (clave 1001), Valle de Canatlán (clave 1002) y San Juan del Río (clave 1016), siendo este último el de mayor superficie y es donde se encuentra el proyecto, a continuación, se muestran en la siguiente Tabla y Figura:

Tabla III.28 Acuíferos dentro de la RE.

Acuífero dentro de la RE				
No.	**Clave**	**Nombre del acuífero**	**Longitud (km)**	**Superficie (%)**
1	1001	Valle de Santiaguillo	133.67	0.81
2	1002	Valle de Canatlán	4.70	0.03
3	1016	San Juan del Rio	16,350.67	99.16
Total			**16,489.0382**	**100.00**

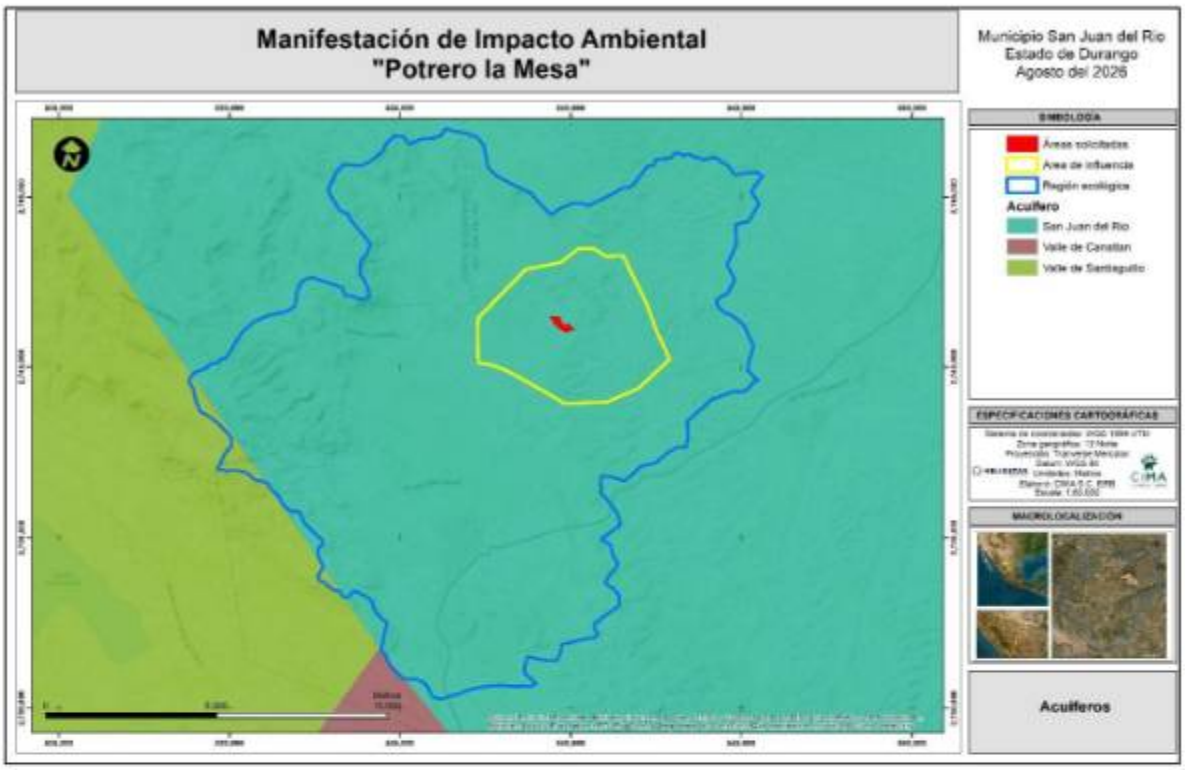


Figura III. 52 Acuíferos dentro de la región ecológica

Valle de Santiaguillo (1001). El acuífero Valle de Santiaguillo, definido con la clave 1001 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Durango, entre los paralelos 24° 36' y 25° 13' de latitud norte y 104° 39' y 105° 20' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2,504 km². Limita al norte con el acuífero San José de Nazareno; al este con San Juan del Río, al sur con Valle de Canatlán, al oeste con Tepehuanes-Santiago, al noroeste con los acuíferos Galeana-El Quemado y Tepehuanes-Santiago, todos ellos pertenecientes al estado de Durango.

El acuífero Valle de Santiaguillo pertenece al Organismo de Cuenca III "Pacífico Norte", al Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro, instalado el 15 de junio de 2000, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Durango.

El acuífero Valle de Santiaguillo se encuentra ubicado en su totalidad en la Región Hidrológica 11 Presidio-San Pedro, en su vertiente del pacífico, Subregión Hidrológica San Pedro, Rosa Morada y Acaponeta, cuenca Río San Pedro, que comprende los estados de Durango, Nayarit y Zacatecas, subcuenca Río Santiaguillo. Son numerosos los ríos y arroyos que descargan en la laguna de Santiaguillo, todos ellos de régimen intermitente, los más importantes son Guatimapé, Astilleros, Tejamen, El Gato y Tinajuelas, mencionados de SE a NW.

Los primeros cuatro se desarrollan en la serranía suroccidental y con dirección general noreste descargan en la laguna. El primero y más importante de todos se origina con el nombre de Charco Azul, pasa por el poblado El Molino y posteriormente, al cruzar la población de Guatimapé, cambia a este nombre que conserva hasta su desembocadura en la llamada laguna superior de Santiaguillo.

En la siguiente tabla encontramos la actualización más reciente respecto a la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para la zona donde se encuentra la RE.

No obstante, en la "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Santiaguillo (1001), estado de Durango, 2024", indica que existe un déficit de **73,307,923** m^3

Tabla III.29 Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Santiaguillo 1001.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS	DMA
		CIFRAS EN MILLONES DE HM^3 ANUALES		CIFRAS EN MILLONES DE M^3 ANUALES	
1001	Valle de Santiaguillo	44.9	4.1	114,107,923	-73,307,923

R: recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; DMA: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en el documento ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DE SANTIAGUILLO (1001), ESTADO DE DURANGO 2024. Fuente: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1001.pdf

Valle de Canatlán (1002). El acuífero Valle de Canatlán, definido con la clave 1002 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Durango, entre los paralelos 24° 06' y 24° 42' de latitud norte y 104° 30' y 105° 07' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2,545 km². Limita al norte con el acuífero Valle de Santiaguillo; al noreste con San Juan del Río, al este y sur con Valle del Guadiana y al oeste con Tepehuanes-Santiago, todos ellos pertenecientes al estado de Durango.

El acuífero Valle de Canatlán pertenece al Organismo de Cuenca III "Pacífico Norte", al Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro, instalado el 15 de junio de 2000, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en el estado de Durango. Los resultados de los estudios de disponibilidad elaborados por la CONAGUA fueron dados a conocer mediante el "ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero Valle de Canatlán, clave 1002, en el Estado de Durango", a través del Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Valle de Canatlán, A.C., órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Río Presidio al San Pedro el 28 de agosto de 2008, en el Municipio de Canatlán y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de agosto de 2010, así como en el periódico "El Siglo de Durango", periódico de mayor circulación en la región, el 5 de septiembre del mismo año". El acuífero Valle de Canatlán se encuentra ubicado en su totalidad en la Región Hidrológica 11 Presidio-San Pedro, en su vertiente del Pacífico, Subregión Hidrológica San Pedro, Rosa Morada y Acaponeta, cuenca Río San Pedro, que comprende los estados de Durango, Nayarit y Zacatecas, subcuenca Río La Sauceda

Las principales corrientes superficiales de la región son el Arroyo El Mimbre que nace en las sierras ubicadas al noroeste de Canatlán y desemboca en la represa San Bartolo, ubicada al este de la misma localidad, y el Río Canatlán que nace en las inmediaciones de la Sierra La Sauceda, el cual se une al Río La Sauceda que desciende del noroeste de Canatlán.

En la siguiente tabla encontramos la actualización más reciente respecto a la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para la zona donde se encuentra la RE.

No obstante, en la "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Canatlán (1002), estado de Durango, 2024", indica que existe un déficit de **24,825.657** m^3

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS	DMA
		CIFRAS EN MILLONES DE HM³ ANUALES		CIFRAS EN MILLONES DE M³ ANUALES	
1002	Valle de Canatlán	38.6	0.7	62,725,657	-24,825,657

R: recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; DMA: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en el documento ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DE CANATLÁN (1002), ESTADO DE DURANGO 2024. Fuente: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1002.pdf

San Juan del Río (1016). El acuífero San Juan del Río, definido con la clave 1016 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Durango, entre las coordenadas 24º 28' y 25º 13' de latitud norte y 104º 13' y 104º 57' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 2,633 km^2.

El acuífero pertenece a la región Organismo de Cuenca VII "Cuencas Centrales del Norte" y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Durango. Su territorio completo no se encuentra sujeto a ninguna veda para la extracción de agua subterránea. El acuífero se ubica en la Región Hidrológica RH 36 denominada Nazas-Aguanaval, Cuenca del Río Nazas-Rodeo y subcuenca de los ríos Ramos y Otros. Esta Región se encuentra situada al norte del país, en la altiplanicie septentrional; ocupa porciones de los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas. Está comprendida entre los meridianos 101°31' y 106°14' de longitud oeste, y los paralelos 22°39' y 26°35' de latitud norte. El área de esta región es de 89,239 km^2; limita al norte con la región hidrológica 35, al noroeste con la región hidrológica 24c, al este con la región hidrológica 37, al sur con la región hidrológica 12, al suroeste con la región hidrológica 11, al oeste con la región hidrológica 10, y al noroeste con la región hidrológica 24a.

La hidrografía de la región está conformada por los ríos Nazas, el cual nace en el estado de Durango, y Aguanaval, que nace en el estado de Zacatecas. Las redes hidrográficas determinan drenaje de tipo dendrítico, enrejado y rectangular, de acuerdo con los tipos de rocas presentes. En el acuífero se encuentra ubicado el río San Juan, el cual es afluente del río Nazas por su margen derecha. En su territorio existen 3 presas: García en la porción central, San Francisco Javier de Lajas y Miramar en la porción norte.

En la siguiente tabla encontramos la actualización más reciente respecto a la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para la zona donde se encuentra la RE.

No obstante, en la "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero San Juan del Rio (1016), estado de Durango, 2024", indica que existe una disponibilidad de 632,674 m^3.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VEAS	DMA
		CIFRAS EN MILLONES DE HM³ ANUALES		CIFRAS EN MILLONES DE M³ ANUALES	
1016	San Juan del Río	19.1	0.0	18,467,326	632,674

R: recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; DMA: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en el documento ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA EN EL ACUÍFERO SAN JUAN DEL RÍO (1016), ESTADO DE DURANGO 2024. Fuente: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1016.p

III.2.7.2.1 Concesiones de agua dentro de la Región Ecológica

En el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la CONAGUA, el municipio de San Juan del Rio cuenta con 4,297 registros de títulos de uso de aguas nacionales subterráneas, y 1,764 de aprovechamiento superficial para diferentes usos.

Hablando específicamente del proyecto, este se encuentra dentro del acuífero San Juan del Río (1016) en los municipios de San Juan del Río y Coneto de Comonfort, se encuentran 144 registros de agua subterránea, sin embargo, solo 13 se encuentran dentro de la RE, como se muestra a continuación:

Tabla III.30 Listado de concesiones encontradas dentro de la RE.

No.	Titular	Título	Uso	Fecha De Registro	Volumen De Extracción De Aguas Nacionales (m^3/Año)	Volumen De Aguas Superficiales (m^3/Año):	Volumen De Aguas Subterráneas (m^3/Año):	Coordenada X	Coordenada Y
1	MINERA REAL DEL ORO S.A. DE C.V	07DGO158666/36FMDL17	INDUSTRIAL	11/09/2017	1,000,000.00	0	1,000,000.00	542259	2740228
2	MOISES MONTENEGRO MARTINEZ	07DGO155328/36GMDL16	PECUARIO	27/04/2017	18,250.00	0	18,250.00	535654	2743568
3	OTHON AMADOR CUETO	07DGO155162/36IMDL16	DIFERENTES USOS	26/04/2017	109,825.00	0	109,825.00	538009	2741830
4	EJIDO SAN AGUSTIN DE OCAMPO	07DGO155231/36AMDL16	AGRICOLA	26/04/2017	384,000.00	0	384,000.00	538385	2743065
5	BERTHA AMADOR CUETO	07DGO155211/36IMDL16	DIFERENTES USOS	17/04/2017	217,095.00	0	217,095.00	540319	2741022
6	MANUEL AMADOR AGUILAR	07DGO155120/36AMDL15	AGRICOLA	16/12/2015	102,000.00	0	102,000.00	536284	2741226
7	JOSE GUADALUPE RIVAS FLORES, ARMANDO RIVAS LEON	07DGO104097/36IMDL16	DIFERENTES USOS	02/03/2004	5,475.00	0	5,475.00	539879	2736822
8	ESPERANZA 2000 S.P.R. DE R.I. DE C.V.	07DGO104674/36ASDL18	AGRICOLA	27/09/1999	198,000.00	0	198,000.00	536658	2735561
9	COMUNIDAD SAN AGUSTIN DE OCAMPO	07DGO100647/36HSDL17	PUBLICO URBANO	02/06/1997	24,912.00	0	24,912.00	540386	2738309
10	MANUEL OCHOA FERNANDEZ	2DGO103467/36IMGE96	DIFERENTES USOS	31/03/1997	24,913.00	0	24,913.00	537613	2735687
11	COMUNIDAD LAS CRUCES	07DGO103220/36HPDL16	PUBLICO URBANO	05/12/1996	3,670.00	0	3,670.00	540568	2743354
12	"LOS TRIUNFADORES", S.P.R. DE R.I.	07DGO101482/36AMDL15	AGRICOLA	29/05/1996	181,440.00	0	181,440.00	535826	2731653
13	UNIDAD DE RIEGO SAN LUCAS DE OCAMPO POZO NO 1	07DGO101481/36AMDL15	AGRICOLA	15/02/1996	336,000.00	0	336,000.00	535629	2731683

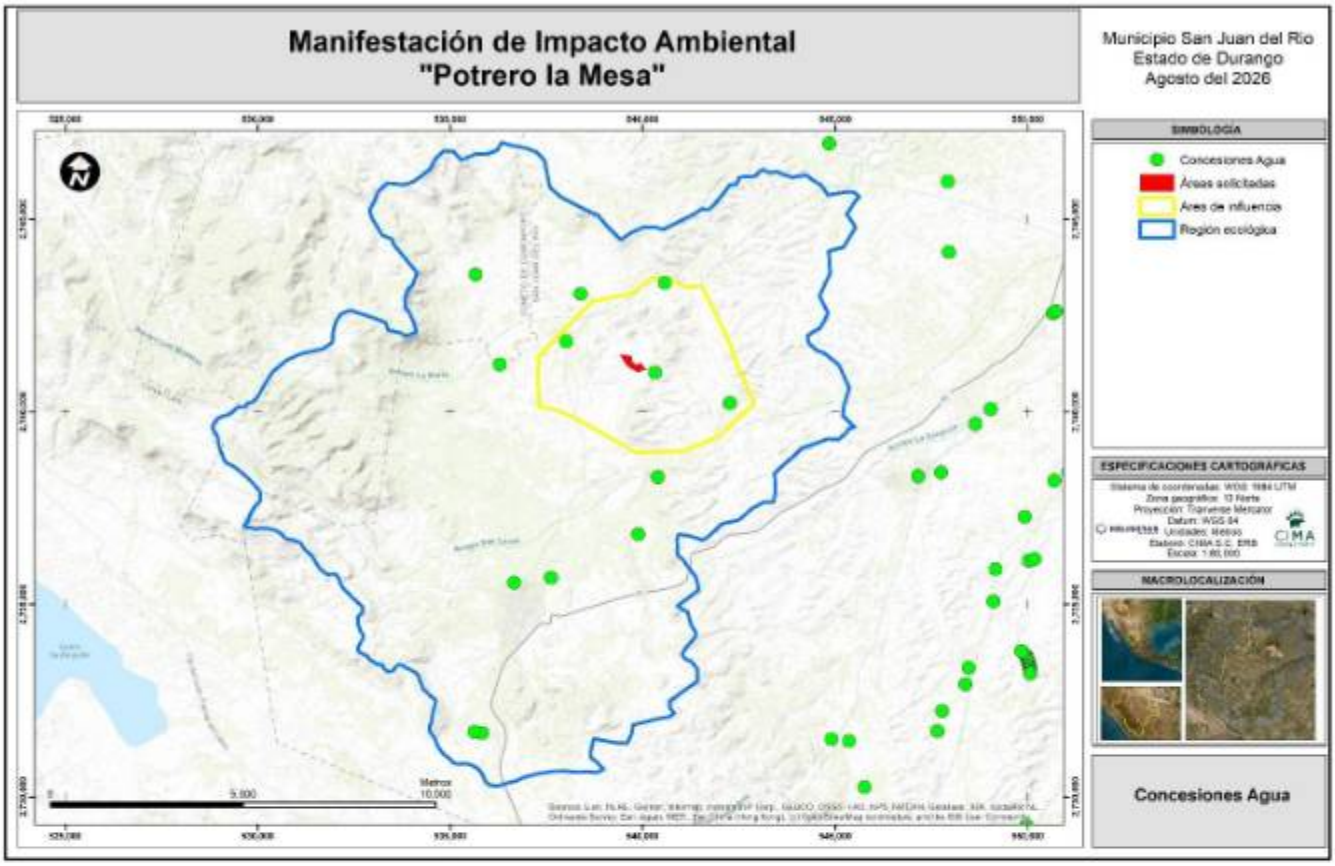


Figura III. 53 Concesiones de agua dentro de la región ecológica

III.2.7.2.2 Balance hidrológico.

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de la conservación de masa que establece cualquier volumen arbitrario durante un periodo de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

$$\boldsymbol{Entradas - Salidas = \pm \Delta S}$$

En general, las entradas del balance hídrico en cuencas hidrográficas comprenden la precipitación (P) en forma de lluvia. Las salidas de la ecuación incluyen evaporación (E) desde la superficie de las masas de agua, transpiración (T) de las plantas, los escurrimientos del agua superficial (Q) y el agua infiltrada (I). La determinación del balance hídrico para un año medio es el caso más simple, ya que se puede despreciar la variación del volumen del agua almacenada (ΔS), que es difícil de medir y calcular, esto quiere decir que para periodos largos los incrementos del agua almacenada, a escala anual, tienden a equilibrarse y su valor neto al final puede considerarse como cero.

Combinando la evaporación y la transpiración en evapotranspiración (ET) ya que son procesos que están ligados, la ecuación de balance general propuesta para la RE será la siguiente:

$$\boldsymbol{P - ET - Q - I = 0}$$

- **Precipitación**

La precipitación es el factor principal que controla la hidrología en una cuenca, constituyendo la principal aportación de agua a la superficie de la misma, por ello el conocimiento de sus patrones o comportamientos en el espacio y tiempo, es fundamental para un entendimiento en la humedad del suelo, la recarga del agua subterránea y los escurrimientos.

Para conocer la precipitación promedio anual de la RE se utilizó la estación meteorológica **10068 San Juan del Río** como referencia. La cual indica una precipitación media anual de **487.9 mm** y una temperatura media anual de **19.6°C.**

Con base en la superficie del polígono de la RE, se tiene un volumen de precipitación de **80,450,017.55 m^3** o su equivalente en **80.45 hm^3.**

- **Escurrimiento**

El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (Aranda, 1981).

Para determinar la lámina media anual de escurrimiento natural se utilizó el método de precipitación - escurrimiento, procedimiento que marca la 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. El volumen medio anual de escurrimiento natural (Q) se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

Volumen de escurrimiento natural (Q) = Precipitación media anual (P) * Área de la cuenca (Ac) * Coeficiente de escurrimiento (Ce)

El coeficiente de escurrimiento se determina en función del tipo y el uso del suelo con apoyo de los servicios del INEGI se clasifican los suelos en: A (suelos permeables), B (suelos medianamente permeables) y C (suelos casi permeables), obteniéndose un valor de K para cada uso de suelo.

Tabla III.31 Valores de K por tipo de suelo.

Uso de 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 pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	24	0.27	0.3
Pastizal: % del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	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

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
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
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

En el caso de que en la RE existan diferentes tipos y usos de suelo, el valor de K se calcula como la resultante de subdividir la RE en zonas homogéneas para obtener el promedio ponderado. Los usos de suelo que se identificaron con sus respectivos tipos fueron los siguientes:

Uso de suelo	Área (ha)	Tipo de suelo	K	Área * K
Agricultura de temporal anual	4,571.53	B	0.27	1,234.31
Asentamientos humanos	73.08	B	0.29	21.19
Bosque de encino	91.65	B	0.22	20.16
Desprovisto de vegetación	167.86	B	0.28	47.00
Matorral crasicaule	7,184.53	B	0.22	1,580.60
Pastizal natural	3,220.01	B	0.24	772.80
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	590.79	B	0.22	129.97
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	589.58	B	0.22	129.71
	16,489.0382		**Total**	**3,935.75**
$K_{Ponderado}$			**0.239**	

Se estimó el valor de K ponderado = 0.239

$$K_{Ponderado} = \frac{\Sigma(Área * k)}{Ac} = \frac{3,935.75}{16,489.0382} = 0.239$$

Una vez obtenido el valor de K, él se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000}$$ Si K resulta menor o igual que 0.15

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$ Si K es mayor que 0.15

En donde "Ce" es el coeficiente de escurrimiento, "P" la precipitación anual y "K" el parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo. Siendo K = 0.239, al aplicar la segunda ecuación, se tiene el siguiente "Ce":

$$Ce = \frac{0.239\,(487.9 - 250)}{2000} + \frac{(0.239 - 0.15)}{1.5} = 0.088$$

El escurrimiento promedio anual es de **7.04 hm^3.**

- **Evapotranspiración**

La evapotranspiración es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. Para estimar la ETR, existen varias ecuaciones empíricas que están en función de la temperatura, la precipitación y la radiación incidente.

Se calculó la evapotranspiración por el método de Coutagne, la cual tiene documentada la siguiente fórmula:

ETR=P-XP^2

Dónde:

ETR= Evapotranspiración real en metros/año.
P= Precipitación en metros/año.
X= 1/(0.8+0.14t).
t= Temperatura media anual en °C.

X= 1/ (0.8+0.14*(19.6)) = 0.282

El promedio histórico de ETR calculado fue de **420.73 mm**.

Tabla III.32 Valores anuales de evapotranspiración.

°C	P	X	ETR (mm)
19.6	0.4879	0.282	420.73

- **Infiltración**

Para obtener la recarga vertical del acuífero o cantidad de agua que logra llegar hasta el nivel freático en la RE solo se despeja "I" de la ecuación siguiente, y considerando que la variación del volumen del agua almacenada (ΔS) tiende a cero, quedaría:

$$I = P - Q - ETR$$

I= Infiltración.
P= Volumen de precipitado
Q= Volumen de escurrimiento natural.
ETR= Volumen de evapotranspiración.

Por lo tanto, se tiene:

$$= 80{,}450{,}017.55\ m^3 - 7{,}040{,}831.62\ m^3 - 69{,}374{,}330.57\ m^3$$

$$I = 4{,}034{,}855.36\ m^3$$

A continuación, se muestra el resultado de cada uno de los parámetros analizados para determinar la cantidad de infiltración que se produce en la RE del proyecto:

Tabla III.33 Balance hidrológico de la RE.

Balance hídrico	M^3/año	mm	hm^3	%
Volumen precipitado	80,450,017.55	487.90	80.45	100.00
Volumen EVT	69,374,330.57	420.73	69.37	86.23

Escurrimiento	7,040,831.62	42.70	7.04	8.75
Infiltración	4,034,855.36	24.47	4.03	5.02

Del volumen total precipitado en la región de estudio, se tiene que, cerca del 86.23% del agua de lluvia vuelve a la atmósfera por medio de la evapotranspiración, mientras que tan solo el 8.75% escurre, es decir son aguas superficiales que aportan su agua a los ríos y posteriormente a lagos. Por último, tenemos que del total de agua de lluvia el 5.02% se infiltra y sirve como fuente de recarga para los mantos freáticos con un total de 4,034,855.36 metros cúbicos de agua captada.

III.3 Elementos biológicos en la unidad hidrológica forestal.

La Flora y Fauna de toda comunidad biológica, son factores básicos de los ecosistemas y representan los elementos dinámicos que favorecen su funcionamiento, principalmente porque enriquecen la variedad de especies de plantas y animales, aparte que fortalecen la estructura y fisonomía propia de esos sistemas ecológicos. La riqueza o diversidad biológicas es resultado de las interacciones que se dan en las comunidades biológicas, que incluyen los tipos de vegetación y la fauna silvestre, y que para este caso son propios de la zona, a lo anterior hay que sumar su posición geográfica, topografía, clima y condiciones micro ambientales; la biodiversidad local implica una cantidad aceptable de plantas y animales, los cuales ayudan a mantener y equilibrar los ecosistemas de esta región.

Las plantas vasculares y los animales vertebrados representan los organismos vivos más conspicuos de esta RE del proyecto "**Potrero la Mesa**". En el presente capítulo, se ve la importancia que tiene la flora y fauna en la comunidad biológica de los ecosistemas que componen región, también se analizan sus atributos ecológicos, papel ecosistémico e importancia de mantener su potencial biótico, buscando la conservación de los recursos naturales que conforman los ecosistemas locales y observando los principios fundamentales del desarrollo sustentable.

Se hace el análisis de los componentes de la vegetación (flora silvestre) y de los animales (fauna silvestre) de la Región Ecológica (RE) por separado, los análisis privilegian las propiedades biológicas, características, atributos ecológicos y función que tienen estos elementos en los ecosistemas analizados y la relación potencial que se puede dar por el cambio del uso de suelo sugerido con los recursos naturales mencionados.

La información sobre la flora silvestre y vegetación presente en la RE se obtiene de los datos disponibles sobre tipos de vegetación (uso actual) de la región, de acuerdo con INEGI serie VII (2018) así como de los análisis forestales realizados, levantamiento de información en visitas y recorridos por la región ecológica del proyecto, así como estudios de biodiversidad locales. Con relación a la fauna silvestre, se consideró la información de transectos faunísticos realizados, así como de datos obtenidos durante las visitas a campo, y también se hizo revisión de documentos, estudios y reportes técnicos para la región.

III.3.1 Flora silvestre

Tipo de vegetación por afectar

Dentro de la RE delimitada, se tienen reconocidos ocho tipos de vegetación, a los cuales se realiza una descripción de los tipos de vegetación presentes en la región ecológica del proyecto y sus asociaciones vegetales. Esto de acuerdo con los estudios y análisis realizados en la RE en cuestión y en relación con el uso de suelo y tipos de vegetación de la serie VII de INEGI (2021). Las más importantes comunidades vegetales y formas de uso del suelo, dadas la superficie que ocupan en la región ecológica y por contener a diversos factores ecológicos de importancia, son las siguientes:

- Agricultura de temporal anual

- Asentamientos humanos
- Bosque de encino
- Desprovisto de vegetación
- Matorral Crasicaule
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural

Enseguida, se presenta la tabla con los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo de la RE del proyecto, así como su figura representativa con las diferentes superficies que ocupan los mismos:

Tabla III.34 Uso de suelo y vegetación dentro de la RE.

Uso de suelo y vegetación dentro de la RE			
No.	**Uso / vegetación**	**Superficie (ha)**	**Superficie (%)**
1	Agricultura de temporal anual	4,571.53	27.72
2	Asentamientos humanos	73.08	0.44
3	Bosque de encino	91.65	0.56
4	Desprovisto de vegetación	167.86	1.02
5	Matorral crasicaule	7,184.53	43.57
6	Pastizal natural	3,220.01	19.53
7	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	590.79	3.58
8	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	589.58	3.58
Total		16,489.03	100.00

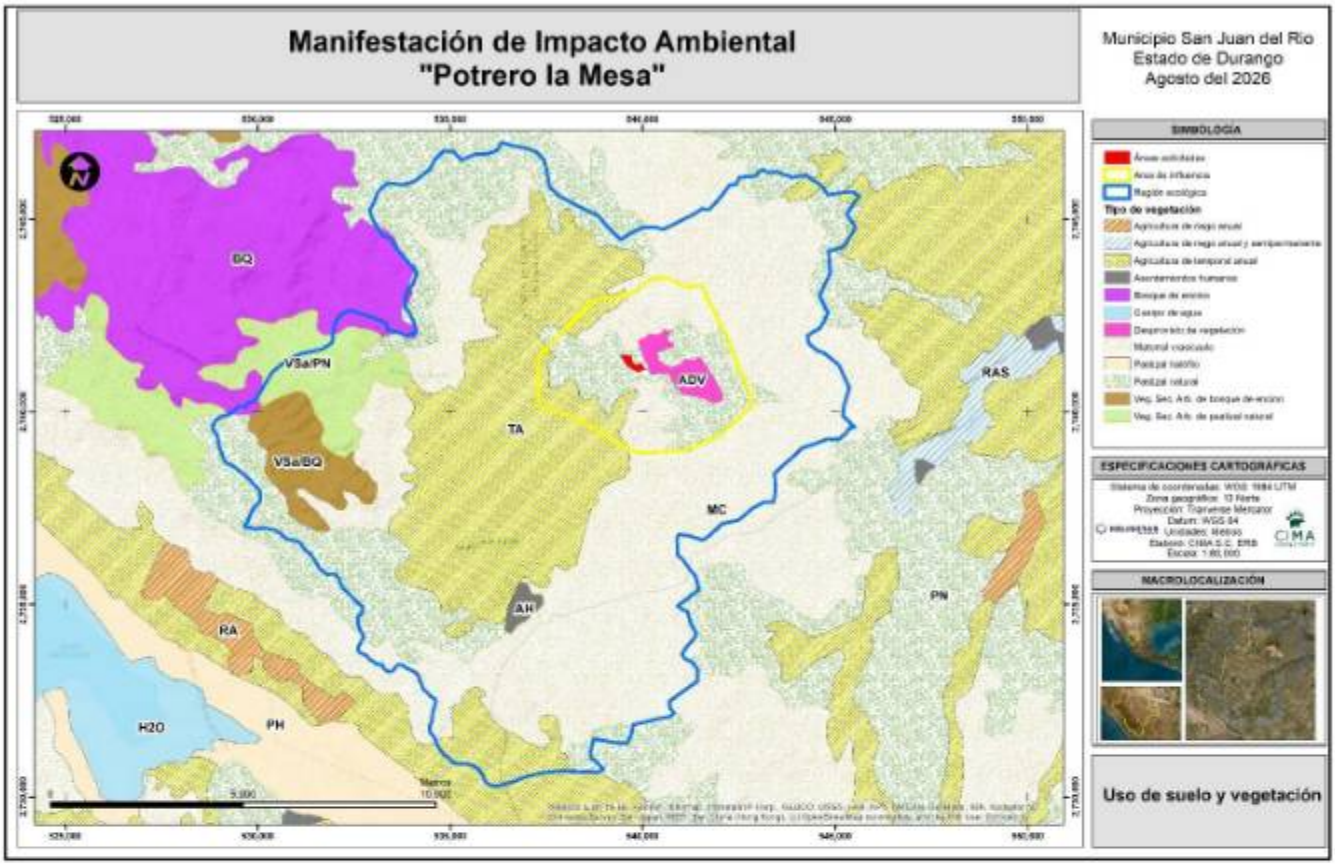


Figura III. 54 Tipos de vegetación del área, de acuerdo con INEGI.

a. Agricultura de temporal anual. La agricultura de temporal anual es un tipo de cultivo que se caracteriza por tener un período vegetativo menor a 12 meses y por requerir una nueva siembra para obtener cosecha. Los cultivos anuales se concentran en dos periodos productivos: primavera-verano y otoño - invierno

b. Asentamientos humanos. Áreas donde las personas establecen su residencia, ya sea de manera temporal o permanente, y pueden variar en tamaño, desde pequeñas aldeas hasta grandes ciudades.

c. Bosque de encino. Se caracteriza por áreas cubiertas principalmente de especies de encino (Quercus), que forman parte de los ecosistemas forestales de la región. Estos bosques se encuentran en zonas montañosas y son esenciales para la conservación de la biodiversidad, la regulación hídrica y la protección del suelo contra la erosión. Además, tienen un valor económico significativo para las comunidades locales, quienes aprovechan el recurso maderable de manera controlada y realizan actividades como la recolección de productos forestales no maderables, el ecoturismo y el pastoreo en algunas áreas.

d. Desprovisto de vegetación. Se refiere a áreas que han perdido su cobertura vegetal natural debido a diversas actividades humanas, como la agricultura intensiva, la ganadería extensiva, la minería o la urbanización. Este tipo de suelo, que puede incluir tierras áridas, zonas erosionadas o terrenos baldíos, presenta una alta vulnerabilidad a la erosión y la desertificación, lo que afecta negativamente la calidad del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes.

e. Matorral crasicaule. Se caracteriza por la presencia de vegetación xerófila adaptada a condiciones áridas y semiáridas, predominando plantas con tallos suculentos y espinosos, como el maguey y diversas especies de cactáceas. Este tipo de vegetación se encuentra en áreas donde las precipitaciones son escasas y las temperaturas

pueden ser extremas, lo que limita el desarrollo de otras coberturas vegetales. El matorral crasicaule desempeña un papel crucial en la conservación del suelo al prevenir la erosión y fomentar la retención de humedad.

f. Pastizal natural. Este tipo de vegetación, fisonómica y estructuralmente se integra por gramíneas o pastos de tallas pequeñas, medianas y grandes, los cuales conviven con una buena variedad de hierbas y arbustos, estos últimos predominan en pequeños grupos o de manera dispersa y regularmente son de talla mediana, tenemos algunos que destacan por su tamaño grande como los granjenos, mezquites y agritos. Debe recalcarse, que generalmente esta vegetación de pastizal ha tenido variaciones por diversos aspectos (y que pueden deberse a acciones humanas o aprovechamiento de recursos).

g. Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. Se refiere a áreas donde la cobertura original de encino ha sido perturbada o degradada, dando paso a un crecimiento de arbustos y plantas herbáceas que se establecen en respuesta a la regeneración del ecosistema. Este tipo de vegetación secundaria puede surgir tras actividades como la tala, el pastoreo excesivo o incendios, y juega un papel importante en la restauración de la biodiversidad y en la mejora de la calidad del suelo. La vegetación arbustiva proporciona refugio y alimento para diversas especies de fauna, además de contribuir a la estabilización del suelo y a la recuperación de nutrientes.

h. Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. Este tipo de vegetación surge tras la alteración de los pastizales originales, con predominio de arbustos y plantas leñosas adaptadas a la baja disponibilidad de agua y suelos erosionados. Entre las especies dominantes se encuentran matorrales de diversas especies espinosas y resistentes a la sequía, acompañados por gramíneas de bajo porte que se adaptan a suelos pobres y condiciones áridas típicas de la región.

En la siguiente fotografía se puede apreciar de manera panorámica la composición de flora silvestre de la RE.



Figura III. 55 Vista panorámica del proyecto.

A continuación, se presentan los diferentes índices de Shannon – Wiener así como de valor de importancia (IVI), para cada una de las áreas identificadas (área del proyecto, área de influencia y región ecológica) para cada uno de los grupos biológicos (arbóreo, arbustivos, cactáceas y herbáceas).

III.3.1.1.1 Muestreos

Con la finalidad de obtener información de campo se realizaron dos visitas de campo para el levantamiento de datos. Por lo que, a continuación, se realiza una breve descripción de los muestreos realizados y la metodología empleada.

En el contexto de los recursos biológicos, el muestreo aleatorio simple es una herramienta valiosa para obtener datos representativos y evitar sesgos en la selección de la muestra, contribuyendo así a una comprensión más precisa de la diversidad y las características de las poblaciones biológicas. Para el muestreo de campo se usó la técnica de muestreo aleatorio simple, que es un procedimiento de muestreo probabilístico que da a cada elemento de la población objetivo y a cada posible muestra de un tamaño determinado, la misma probabilidad de ser seleccionado. Considerando que el principal propósito del muestreo es realizar una caracterización de la vegetación en el área de interés de manera representativa e inferencias confiables. Este método se considera el más adecuado, que permite realizar el levantamiento de manera representativa a los elementos o atributos florísticos de los individuos vegetales presentes dentro del área de interés.

Para realizar el muestreo, se emplearon unidades de muestreo por cuadrantes de 22.36 m por lado, que cubren una superficie de 500 m^2, para el registro de datos del estrato arbóreo, arbustivo y cactáceas. Mientras que para el estrato herbáceo se empleó una subunidad de muestreo en forma de cuadrante de 1 m^2. Durante el muestreo de campo, se levantaron un total de **52 sitios, para los cuatro estratos considerados** (Arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo).

El levantamiento de la información consistió en el registro de datos de la **especie, el diámetro a la altura de pecho, altura, radio de copa, número de individuos** para el estrato arbóreo. Para el estrato arbustivo y cactáceas se consideraron **la especie, la altura, el diámetro de la cobertura y el número de individuos**; el estrato herbáceo se consideró **la especie, la altura, diámetro de la cobertura y número de individuos**.

Para el registro de los datos se utilizaron formatos de campo (hojas de campo), diseñados para obtener los datos mencionados anteriormente, necesarios para analizar los sitios y permitir caracterizar la vegetación del área de interés, también permitió registrar datos sobre las condiciones del medio natural, así como la ubicación geográfica registrada mediante GPS.

Los inventarios de flora silvestre se realizaron en dos etapas: antes y después del periodo de mayor precipitación pluvial en la región. Se evaluaron un total de 52 sitios de muestreo, distribuidos de la siguiente manera: 10 sitios dentro del área del proyecto (intensidad de muestreo del 4.1% de la superficie solicitada), 21 en el área de influencia y 21 en la región ecológica. Para el área del proyecto, el número de sitios es técnicamente suficiente para determinar las condiciones florísticas dada su naturaleza delimitada. En el caso del área de influencia y la región ecológica, a pesar de que la intensidad es menor por la amplitud de sus superficies, los datos obtenidos permiten caracterizar con precisión la composición y diversidad biológica regional.

En seguimiento a la intensidad de muestreo, generalmente en inventarios forestales se han utilizado intensidades de muestreo del orden de 1%, 0.5% y 0.1%, dependiendo de varios factores; superficie por inventariar, factores económicos, precisión requerida, etcétera (Romahn y Ramírez, 2010). Inventarios forestales que han

proporcionado información confiable, han utilizado intensidades de muestreo de 0.1% a 1.0% y el valor que se toma está en función de la superficie a inventariar, recursos financieros, precisión requerida y tiempo disponible para realizar el inventario. Cuando una muestra representa menos del 5% de la población, esta suele considerarse infinita; en áreas arboladas por arriba de las 100 ha, una muestra representativa puede ser de 1, 2 ó 3% (Romahn y Ramírez, 2010).

Considerando lo mencionado en párrafos anteriores, la superficie de muestreo, que representa la intensidad de muestreo (**4.1%**) para los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceas del área del proyecto, es suficiente para los análisis vegetales.

Con los datos levantados en campo, se realizaron el análisis de la caracterización de le estructura, diversidad y su composición florística; el índice de valor de importancia relativa; la estimación de los índices de diversidad, así como detección de especies abajo alguna categoría de amenaza. A continuación, se presenta un resumen de los sitios de muestreo realizados por cada una de las áreas del proyecto (AP, AI y RE).

Tabla III.35 Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)

Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP)									
Componente	Tipos	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Fecha de realización	Temporalidad	Intensidad del muestreo (total 12.1852 ha – AP)	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Flora	Aleatorio simple	Puntual (500 m^2)	5	Diurno	Del 20 al 23 de abril de 2026	Secas	2.05%	Perenne	Terrestre
Flora	Aleatorio simple	Puntual (500 m^2)	5	Diurno	Del 10 al 14 de agosto	Lluvias	2.05%	Perenne	Terrestre
Intensidad de muestreo total							4.1%		

La ubicación de los 10 sitios de monitoreo de flora silvestre, realizado para el área del proyecto, se presenta en la siguiente tabla y figura ilustrativa.

Tabla III.36 Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para el Área del proyecto (AP)

Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para el Área del proyecto (AP)			
No.	**Sitio**	**X**	**Y**
1	MIA-P ACP01	539,600.99	2,741,344.25
2	MIA-P ACP02	539,512.84	2,741,415.31
3	MIA-P ACP03	539,641.86	2,741,262.87
4	MIA-P ACP04	539,734.10	2,741,210.10
5	MIA-P ACP05	539,904.24	2,741,101.63
6	MIA-P ACP06	539,586.71	2,741,424.82
7	MIA-P ACP07	539,693.29	2,741,304.10
8	MIA-P ACP08	539,770.94	2,741,158.39
9	MIA-P ACP09	539,950.33	2,741,139.19
10	MIA-P ACP10	539,923.48	2,741,195.03

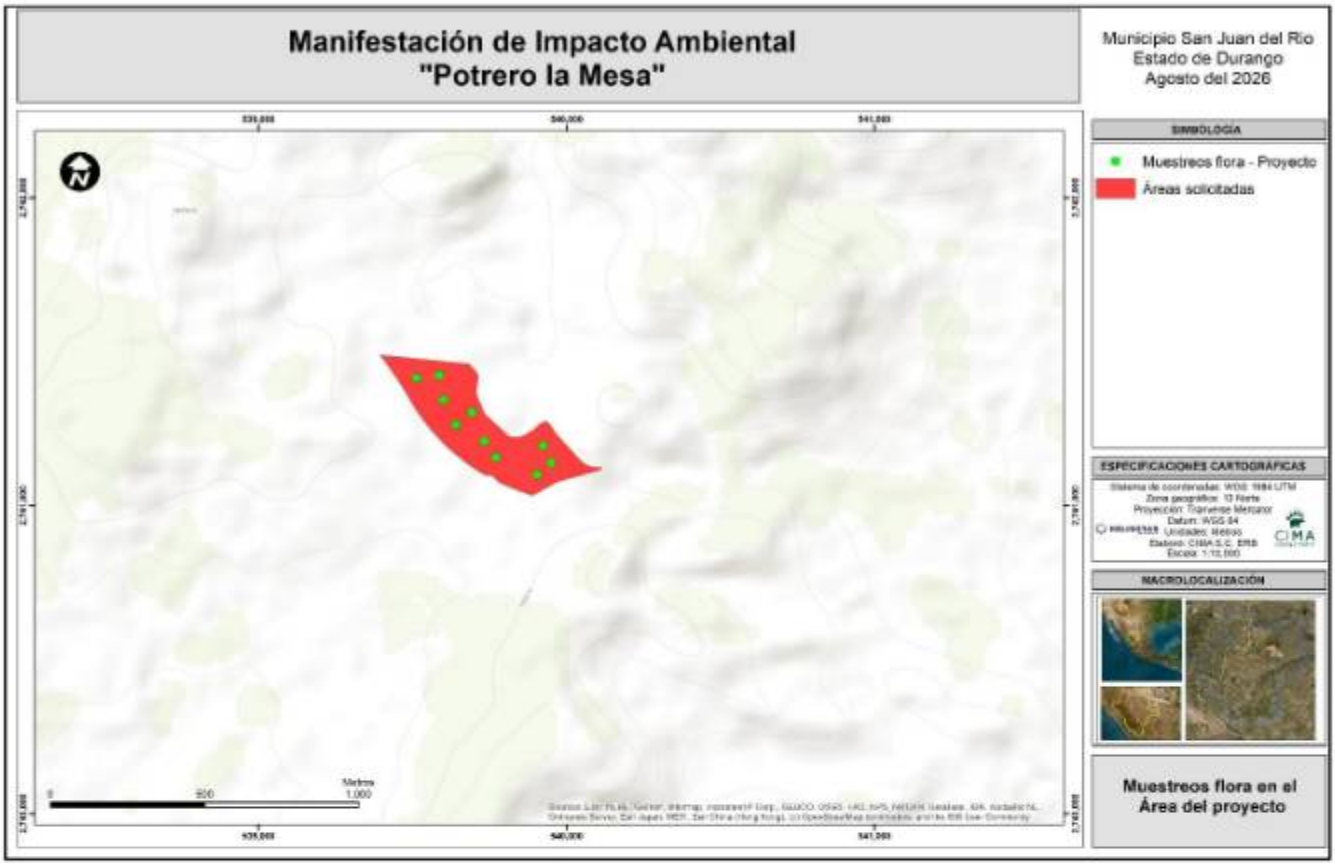


Figura III. 56 Muestreos de flora silvestre para el área del proyecto

Tabla III.37 Resumen y metodología de muestreos en el Área de influencia (AI)

Resumen y metodología de muestreos en el Área de influencia (AI)									
Componente	Tipos	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Fecha de realización	Temporalidad	Intensidad del muestreo (total 1,776.36 ha – AI)	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Flora	Aleatorio simple	Puntual (500 m^2)	11	Diurno	Del 20 al 23 de abril de 2026	Secas	0.03	Perenne	Terrestre
Flora	Aleatorio simple	Puntual (500 m^2)	10	Diurno	Del 10 al 14 de agosto	Lluvias	0.03	Perenne	Terrestre
Intensidad de muestreo total							0.06%		

La ubicación de los 21 sitios de monitoreo de flora silvestre, realizados para el área de influencia, se presenta en la siguiente tabla y figura ilustrativa.

Tabla III.38 Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para el Área de influencia (AI)

Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para el Área de influencia (AI)			
No.	**Sitio**	**X**	**Y**
1	MIA-P AC08	539,760.17	2,740,967.02
2	MIA-P AC09	539,682.56	2,741,064.01
3	MIA-P AC10	539,465.61	2,741,213.10
4	MIA-P AC020	538,071.92	2,740,188.28
5	MIA-P AC021	537,836.25	2,740,195.60
6	MIA-P AC011	538,773.00	2,742,374.00
7	MIA-P AC012	538,697.00	2,742,182.00
8	MIA-P AC013	538,878.00	2,742,514.00
9	MIA-P AC014	538,815.00	2,742,118.00
10	MIA-P AC015	538,936.00	2,742,497.00
11	MIA-P AC016	540,025.00	2,743,199.00
12	MIA-P AC017	538,518.00	2,742,344.00
13	MIA-P AC018	538,481.00	2,742,248.00
14	MIA-P AC019	538,147.00	2,742,127.00
15	MIA-P AC01	538,925.24	2,741,306.46
16	MIA-P AC03	538,654.79	2,741,283.00
17	MIA-P AC02	538,769.83	2,741,464.91
18	MIA-P AC04	538,954.82	2,741,639.39
19	MIA-P AC05	538,837.25	2,741,607.72
20	MIA-P AC06	538,761.87	2,741,778.14
21	MIA-P AC07	538,992.72	2,741,893.51

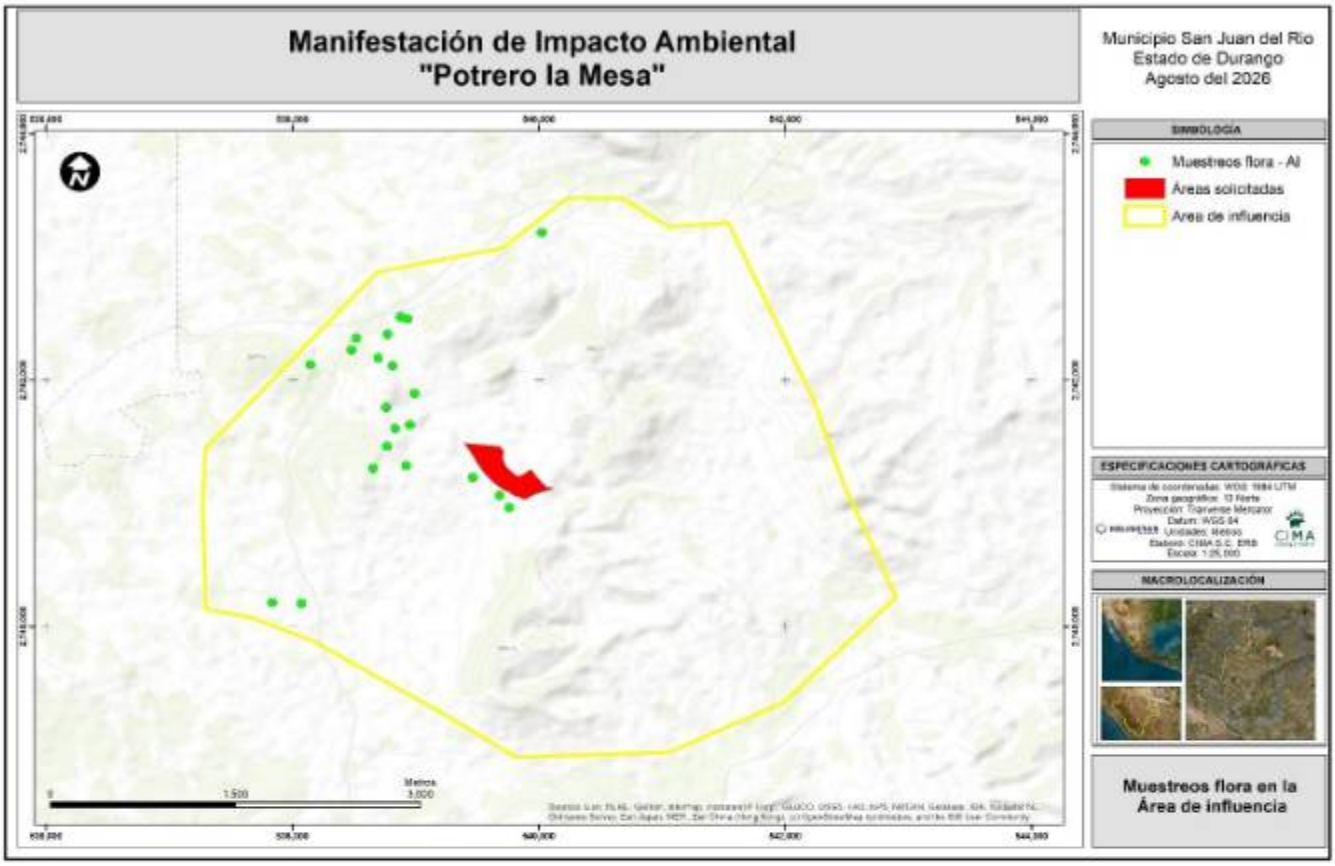


Figura III. 57 Muestreos de flora silvestre para el área de influencia

Tabla III.39 Resumen y metodología de muestreos en la Región ecológica

Resumen y metodología de muestreos en la Región ecológica									
Componente	Tipos	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Fecha de realización	Temporalidad	Intensidad del muestreo (total 16,489.03 ha – RE)	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Flora	Aleatorio simple	Puntual (500 m^2)	11	Diurno	Del 20 al 23 de abril de 2026	Secas	0.003	Perenne	Terrestre
Flora	Aleatorio simple	Puntual (500 m^2)	10	Diurno	Del 10 al 14 de agosto	Lluvias	0.003	Perenne	Terrestre
Intensidad de muestreo total							0.006%		

La ubicación de los 21 sitios de monitoreo de flora silvestre, realizados para la región ecológica, se presenta en la siguiente tabla y figura ilustrativa.

Tabla III.40 Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para la región ecológica (RE)

Coordenadas de los sitios de muestreos levantados para la región ecológica (RE)			
No.	**Sitio**	**X**	**Y**
1	EC03	537,773.44	2,739,910.31
2	EC04	538,010.98	2,739,849.17
3	EC01	539,705.00	2,743,143.00
4	EC02	539,916.00	2,743,319.00
5	EC16	539,748.00	2,743,233.00
6	EC17	539,847.00	2,743,245.00
7	EC18	537,910.00	2,742,154.00
8	EC19	538,020.00	2,742,680.00
9	EC20	537,668.00	2,742,296.00
10	EC21	540,271.00	2,743,828.00
11	EC05	541,039.10	2,735,804.97
12	EC06	540,838.12	2,735,887.09
13	EC07	540,704.62	2,736,028.98
14	EC08	540,634.14	2,736,233.73
15	EC09	540,505.43	2,736,332.01
16	EC10	540,323.73	2,736,222.20
17	EC11	540,343.47	2,736,003.90
18	EC12	540,508.69	2,735,837.29
19	EC13	538,700.10	2,735,024.14
20	EC14	538,534.01	2,735,144.48
21	EC15	538,372.89	2,735,006.74

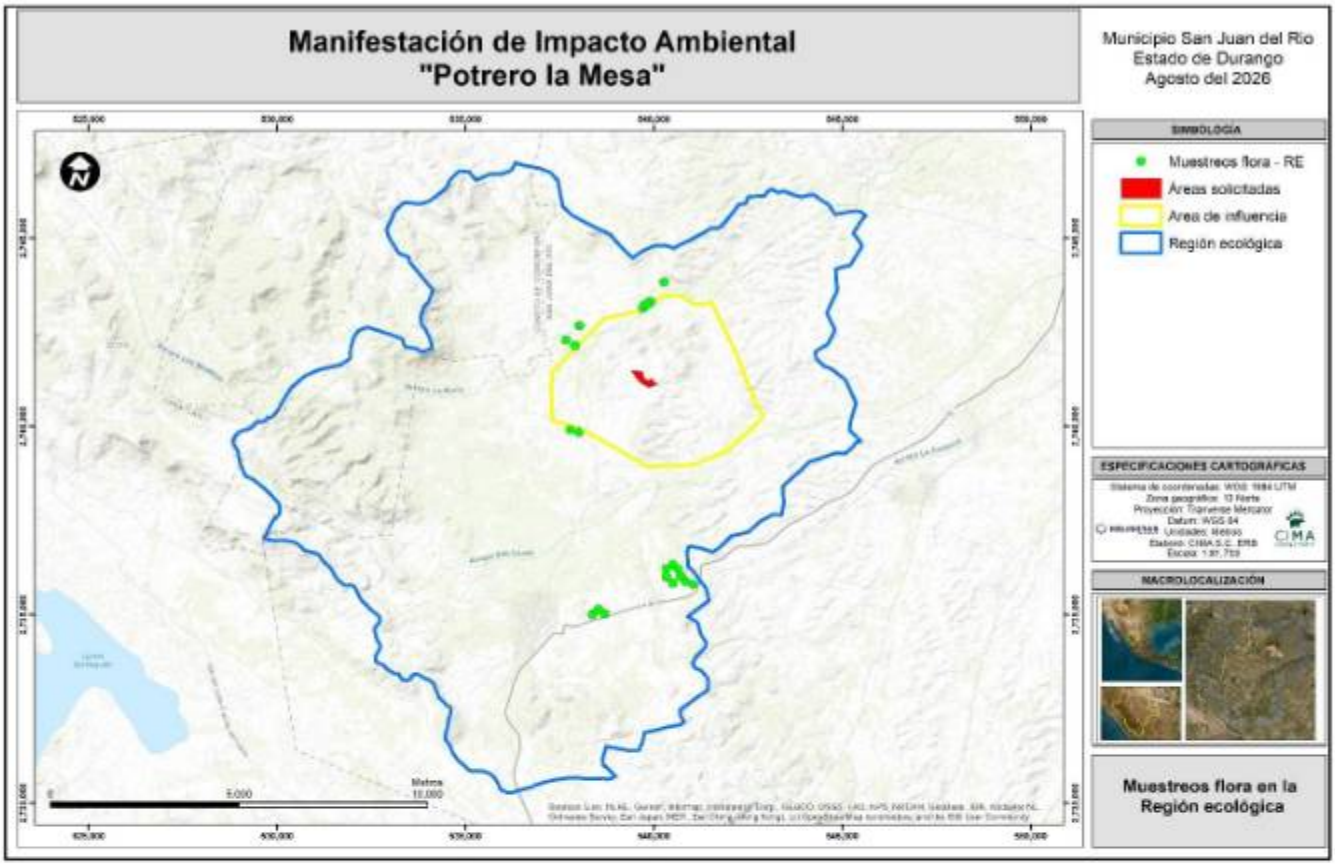


Figura III. 58 Muestreos de flora silvestre para la región ecológica

III.3.1.1.1 Resumen de los valores obtenidos

En esta sección se presenta el análisis comparativo de los cuatro estratos vegetales evaluados (arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo) a través de las tres delimitaciones espaciales del estudio: Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE). Dicha comparación abarca los atributos de composición, estructura, índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de similitud de Jaccard.

En términos de composición y estructura, el AP exhibe valores inferiores en comparación con las demás áreas. Este comportamiento se atribuye a la menor superficie de muestreo y a una baja variabilidad en las condiciones ecológicas locales, factores que limitan el establecimiento de una mayor riqueza de especies; por consiguiente, el AI y la RE superan al AP en el desarrollo estructural de la vegetación.

Respecto al Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, las tres áreas muestran una tendencia homogénea con valores similares entre sí. No obstante, la RE registra una diversidad ligeramente mayor en la mayoría de los estratos, siendo superada únicamente por el AI en el estrato arbóreo. Esto demuestra una equitatividad en la abundancia de las especies y la ausencia de una dominancia marcada por parte de taxones específicos.

Finalmente, el Índice de Similitud de Jaccard revela que la mayor afinidad florística ocurre entre el AI y la RE. Esta coincidencia se explica debido a que ambas zonas comparten gradientes ambientales homólogos en cuanto a distribución altitudinal, tipos de suelo, disponibilidad hídrica y niveles de perturbación antrópica. Estas condiciones compartidas propician la coocurrencia de las especies más representativas de la región. A continuación, se detalla la información cuantitativa en la tabla comparativa correspondiente.

Tabla III.41 Comparación de las áreas evaluadas y sus diferentes análisis efectuados.

Comparación de las áreas evaluadas y sus diferentes análisis efectuados				
Tipo de análisis	**Descripción**	**Área evaluada**		
		AP	**AI**	**RE**
Composición	Géneros	30	50	53
	Especies	34	61	62
Estructura	Número de especies arbóreas	2	3	3
	Número de especies arbustivas	13	22	21
	Número de especies cactáceas	8	9	8
	Número de especies herbáceas	11	27	30
índice de diversidad de Shannon-Wiener	Arbóreo	0.60	0.91	0.72
	Arbustivo	1.57	1.98	2.13
	Cactáceas	0.72	0.97	1.13
	Herbáceo	1.89	2.85	2.91
Índice de similitud de Jaccard	AP – AI	55.74%		
	AP – RE	50.00%		
	AI – RE	75.71%		

III.3.1.1.1 Índice de similitud (Jaccard)

Metodología para la determinación del índice de similitud de Jaccard

Con el propósito de evaluar el grado de similitud en la composición de especies vegetales entre las diferentes unidades espaciales de análisis, se determinó el índice de similitud de Jaccard, considerando las comunidades vegetales registradas en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE).

El índice de Jaccard permite comparar dos sitios o unidades de muestreo a partir de la presencia o ausencia de las especies registradas. Este índice considera únicamente la composición taxonómica, por lo que la abundancia o número de individuos de cada especie no interviene directamente en su cálculo.

1. Integración de la matriz de datos

En primer lugar, se integró una matriz de presencia–ausencia a partir de los inventarios florísticos obtenidos para cada unidad de análisis.

Para cada especie se asignó:

- 1: especie registrada en la unidad de análisis.
- 0: especie no registrada en la unidad de análisis.

Por ejemplo:

Especie	AP	AI	RE
Especie A	1	1	0
Especie B	1	0	1
Especie C	0	1	1
Especie D	1	1	1

Esta transformación permite eliminar el efecto de las diferencias en el número de individuos registrados y enfocar el análisis exclusivamente en la presencia compartida de especies.

2. Comparación entre pares de unidades

Posteriormente, se realizaron comparaciones por pares entre las unidades de análisis:

- AP vs. AI
- AP vs. RE
- AI vs. RE

Para cada comparación se determinaron tres componentes:

a) número de especies presentes en ambas unidades comparadas.

b) número de especies presentes únicamente en la primera unidad.

c) número de especies presentes únicamente en la segunda unidad.

Por ejemplo, para la comparación AP–AI:

- **a** = especies compartidas entre AP y AI.
- **b** = especies exclusivas del AP.
- **c** = especies exclusivas del AI.

3. Cálculo del índice de Jaccard

El índice de similitud de Jaccard se calculó mediante la siguiente expresión:

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

Donde:

J = índice de similitud de Jaccard.
a = número de especies compartidas entre las dos unidades comparadas.
b = número de especies exclusivas de la primera unidad.
c = número de especies exclusivas de la segunda unidad.

El valor obtenido se encuentra entre **0 y 1**. Un valor cercano a **0** indica una baja similitud en la composición florística, mientras que un valor cercano a **1** indica una elevada similitud entre las unidades comparadas.

Para facilitar su interpretación, el resultado puede expresarse también como porcentaje:

$$J(\%) = J \times 100$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la comparación de las unidades de muestreo.

Jaccard AP–AI

Para comparar el Área del Proyecto (AP) con el Área de Influencia (AI) se contabilizaron:

- a = 34 especies compartidas
- b = 0 especies exclusivas del AP
- c = 27 especies exclusivas del AI

Entonces:

$$J_{AP-AI} = \frac{34}{34 + 0 + 27}$$

$$J_{AP-AI} = \frac{34}{61}$$

$$\boxed{J_{AP-AI} = 0.5574}$$

Expresado como porcentaje:

$$0.5574 \times 100 = \boxed{55.74\%}$$

Similitud AP–AI = 0.5574 (55.74 %).

Esto significa que existe una similitud florística intermedia entre ambas unidades, con 34 especies compartidas de las 61 especies que integran el conjunto de especies presentes en cualquiera de las dos unidades esto debido a las restricciones de espacio con que cuenta el área del proyecto, restringiendo las interacciones vegetales a un espacio delimitado.

Jaccard AP–RE

Para la comparación entre el Área del Proyecto (AP) y la Región Ecológica (RE) se obtuvieron:

- a = 32 especies compartidas
- b = 2 especies exclusivas del AP
- c = 30 especies exclusivas de la RE

Por lo tanto:

$$J_{AP-RE} = \frac{32}{32 + 2 + 30}$$

$$J_{AP-RE} = \frac{32}{64}$$

$$\boxed{J_{AP-RE} = 0.50}$$

En porcentaje:

$$0.50 \times 100 = \boxed{50\ \%}$$

Similitud AP–RE = 0.50 (50 %).

La comparación indica una similitud florística intermedia debido a que se considera una limitación reducida para el área del proyecto, mientras que la región ecológica al contar con una mayor amplitud territorial propicia la asociación de especies vegetales con requerimientos específicos como exposición, humedad, pendientes y condiciones edáficas que pueden encontrarse en mayor escala de variabilidad en la región ecológica.

Jaccard AI–RE

Para la comparación entre el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE) se obtuvieron:

- a = 53 especies compartidas
- b = 8 especies exclusivas del AI

- c = 9 especies exclusivas de la RE

Entonces:

$$J_{AI-RE} = \frac{53}{53+8+9}$$

$$J_{AI-RE} = \frac{53}{70}$$

$$\boxed{J_{AI-RE} = 0.7571}$$

En porcentaje:

$$0.7571 \times 100 = \boxed{75.71\ \%}$$

Similitud AI – RE = 0.7571 (75.71 %).

El valor más elevado de las tres comparaciones indicando una alta similitud (75.71%) en la composición florística entre el área de Influencia y la región ecológica debido a que se comparten mayor probabilidad de contar con requerimientos específicos para la proliferación de asociaciones e interacciones vegetales como los ya mencionados que son variantes edáficas, disponibilidad de agua y exposición a la luz solar.

Conclusión

El índice de Jaccard muestra una similitud florística moderada a alta entre las unidades comparadas. La mayor similitud se presentó entre AI – RE, con 75.71%, lo que indica una composición de especies considerablemente semejante. En contraste, las comparaciones AP – AI (55.74%) y AP – RE (50.00%) presentan una similitud moderada, evidenciando diferencias en la composición florística. En términos generales, los resultados sugieren que existe una mayor afinidad florística entre las áreas con condiciones ambientales más similares, mientras que la comparación con la región ecológica presenta una diferenciación mayor.

Tabla III.42 Resultados del índice de similitud (Jaccard)

Comparación	Jaccard	Similitud
AP – AI	0.5574	55.74%
AP – RE	0.5000	50.00%
AI – RE	0.7571	75.71%

En la siguiente sección se desarrolla de manera amplia, los valores obtenidos para cada una se las superficies (área del proyecto, área de influencia y región ecológica), en donde se detallan los valores obtenidos para cada uno de ellos en cuanto a composición y diversidad, índice de diversidad Shannon e IVI.

III.3.1.1 Diversidad y composición florística, estructura de la vegetación y riqueza específica

Diversidad florística de las áreas de estudio (AP, AI y RE)

La composición florística del área total del proyecto, tomando en cuenta las áreas muestreadas, incluye varias especies de plantas cuya aparición está vinculada con los tipos de vegetación y las condiciones ambientales que se encuentran en el área estudiada. Se constató, mediante el análisis efectuado, una riqueza florística de 70 especies vegetales, que engloban hierbas, arbustos y árboles.

El listado de flora integra los registros obtenidos durante los muestreos de campo, considerando el área precisa total del área del proyecto, área de influencia y región ecológica. En la tabla siguiente se presenta el listado completo de especies, indicando el área en la que fue registrada su presencia. Para facilitar la interpretación de la información, las especies que presentan datos en la columna correspondiente al área de muestreo en donde fueron registradas durante los trabajos de campo.

Tabla III.43 Listado de la flora muestreada para el área del proyecto, influencia y región ecológica.

No	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estrato	NOM-059	CITES	AP	AI	RE
1	AMARANTHACEAE	Amaranthus	*Amaranthus spinosus*	Quelite	Herbáceo	-	-		X	X
2	ANACARDIACEAE	Rhus	*Rhus microphylla*	Agrillo	Arbustivo	-	-	X	X	X
3	APOCYNACEAE	Mandevilla	*Mandevilla foliosa*	Hierba de la cucaracha	Herbáceo	-	-	X	X	X
4	ASPARAGACEAE	Yucca	*Yucca carnerosana*	Palma	Arbustivo	-	-		X	
5	ASTERACEAE	Ageratina	*Ageratina sp.*	Ageratina	Herbáceo	-	-			X
6	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia artemisiifolia*	Hierba amarga	Herbáceo	-	-		X	X
7	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia monogyra*	Romerillo	Arbustivo	-	-	X	X	X
8	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia psilostachya*	Altamisa	Herbáceo	-	-		X	
9	ASTERACEAE	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del pasmo	Arbustivo	-	-	X	X	X
10	ASTERACEAE	Barkleyanthus	*Barkleyanthus salicifolius*	Jara amarilla	Arbustivo	-	-	X	X	X
11	ASTERACEAE	Cosmos	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado	Herbáceo	-	-	X	X	X
12	ASTERACEAE	Melampodium	*Melampodium perfoliatum*	Ojo de perico	Herbáceo	-	-			X
13	ASTERACEAE	Perymenium	*Perymenium mendezii*	Margarita amarilla	Herbáceo	-	-		X	X
14	ASTERACEAE	Roldana	*Roldana hartwegii*	Hoja semita	Herbáceo	-	-		X	X
15	ASTERACEAE	Sanvitalia	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de gallo	Herbáceo	-	-	X	X	X
16	ASTERACEAE	Stevia	*Stevia sp.*	Stevia	Herbáceo	-	-	X	X	X
17	ASTERACEAE	Symphyotrichum	*Symphyotrichum moranense*	Margarita de monte	Herbáceo	-	-		X	X
18	ASTERACEAE	Verbesina	*Verbesina serrata*	Varablanca	Arbustivo	-	-			X
19	BURSERACEAE	Bursera	*Bursera fagaroides*	Papelillo	Arbustivo	-	-		X	X
20	CACTACEAE	Corynopuntia	*Corynopuntia schottii*	Choya abrojo de Texas	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
21	CACTACEAE	Cylindropuntia	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
22	CACTACEAE	Echinocactus	*Echinocactus horizonthalonius*	Biznaga meloncillo	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
23	CACTACEAE	Echinocereus	*Echinocereus dasyacanthus*	Huevo de toro	Cactáceas	-	Ap II		X	
24	CACTACEAE	Echinocereus	*Echinocereus pectinatus*	Biznaga arcoiris	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
25	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria heyderi*	Biznaga de chilillos	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
26	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria uncinata*	Biznaga ganchuda	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
27	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia leucotricha*	Nopal duraznillo	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X

No	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estrato	NOM-059	CITES	AP	AI	RE
28	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia robusta*	Nopal tapón	Cactáceas	-	Ap II	X	X	X
29	CANNABACEAE	Celtis	*Celtis pallida*	Granjeno	Arbustivo	-	-	X	X	X
30	CONVOLVULACEAE	Dichondra	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	Herbáceo	-	-	X	X	X
31	CUCURBITACEAE	Cucurbita	*Cucurbita foetidissima*	Calabacilla loca	Herbáceo	-	-			X
32	EUPHORBIACEAE	Cnidoscolus	*Cnidoscolus angustidens*	Ortiga mayor	Herbáceo	-	-			X
33	EUPHORBIACEAE	Euphorbia	*Euphorbia prostrata*	Golondrilla	Herbáceo	-	Ap II		X	X
34	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Arbóreo	-	-		X	X
35	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	Arbustivo	-	-	X	X	X
36	FABACEAE	Acaciella	*Acaciella angustissima*	Guajillo	Arbustivo	-	-		X	X
37	FABACEAE	Calliandra	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	Arbustivo	-	-	X	X	X
38	FABACEAE	Dalea	*Dalea leucostachya*	Moradita	Arbustivo	-	-		X	
39	FABACEAE	Dalea	*Dalea sp.*	Dalea	Arbustivo	-	-	X	X	X
40	FABACEAE	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	Arbustivo	-	-	X	X	X
41	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	Arbustivo	-	-		X	X
42	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa biuncifera*	Gatuño	Arbustivo	-	-	X	X	X
43	FABACEAE	Neltuma	*Neltuma laevigata*	Mezquite	Arbóreo	-	-	X	X	X
44	FABACEAE	Rhynchosia	*Rhynchosia senna*	Texas Snoutbean	Herbáceo	-	-		X	X
45	FABACEAE	Vachellia	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbóreo	-	-	X	X	X
46	FOUQUIERIAECEAE	Fouquieria	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Arbustivo	-	-		X	X
47	LAMIACEAE	Salvia	*Salvia ballotiflora*	Salvia azul	Arbustivo	-	-			X
48	LAMIACEAE	Salvia	*Salvia goldmani*	Salvia	Arbustivo	-	-		X	
49	MALVACEAE	Sida	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	Herbáceo	-	-	X	X	X
50	MALVACEAE	Sphaeralcea	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del negro	Herbáceo	-	-		X	X
51	MALVACEAE	Stenandrium	*Stenandrium dulce*	Sweet Shaggytuft	Herbáceo	-	-		X	X
52	NYCTAGINACEAE	Nyctaginia	*Nyctaginia capitata*	Ramo del diablo	Herbáceo	-	-		X	X
53	OLEACEAE	Menodora	*Menodora scabra*	Jazminillo	Herbáceo	-	-		X	X
54	ONAGRACEAE	Oenothera	*Oenothera speciosa*	Onagra	Herbáceo	-	-	X	X	
55	OXALIDACEAE	Oxalis	*Oxalis decaphylla*	Acederilla	Herbáceo	-	-		X	X
56	PAPAVERACEAE	Argemone	*Argemone ochroleuca*	Cardo santo	Herbáceo	-	-			X
57	PLUMBAGINACEAE	Plumbago	*Plumbago zeylanica*	Aretitos	Arbustivo	-	-			X
58	POACEAE	Bothriochloa	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	Herbáceo	-	-		X	X
59	POACEAE	Bouteloua	*Bouteloua curtipendula*	Zacate banderita	Herbáceo	-	-			X
60	POACEAE	Bouteloua	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	Herbáceo	-	-		X	X
61	POACEAE	Echinochloa	*Echinochloa crusgalli*	Zacate de agua	Herbáceo	-	-	X	X	
62	POACEAE	Melinis	*Melinis repens*	Zacate rosado	Herbáceo	-	-	X	X	X
63	PORTULACACEAE	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	Herbáceo	-	-	X	X	X
64	PTERIDACEAE	Astrolepis	*Astrolepis sinuata*	Doradilla ondulada	Herbáceo	-	-		X	X
65	RHAMNACEAE	Condalia	*Condalia mexicana*	Espino de capulín	Arbustivo	-	-	X	X	X
66	RUBIACEAE	Bouvardia	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Arbustivo	-	-		X	
67	SCROPHULARIACEAE	Buddleja	*Buddleja scordioides*	Escobilla	Arbustivo	-	-	X	X	X
68	SOLANACEAE	Solanum	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo	Herbáceo	-	-	X	X	X

No	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Estrato	NOM-059	CITES	AP	AI	RE
69	VERBENACEAE	Aloysia	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Arbustivo	-	-		X	X
70	VERBENACEAE	Citharexylum	*Citharexylum brachyanthum*	Agrito	Arbustivo	-	-	X	X	X

A continuación, se presenta el análisis individual, para cada una de las áreas evaluadas.

III.3.1.1.1 Área del proyecto

El área del proyecto presenta una composición florística conformada por diversas especies vegetales, cuya presencia se encuentra relacionada con las condiciones ambientales en el área del proyecto. Como resultado de los trabajos de campo y del análisis realizado, se registró una riqueza florística de **34 especies** de plantas, correspondientes a los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo, incluyendo especies características de las comunidades vegetales presentes en el área.

El listado florístico integra los registros obtenidos durante los muestreos de campo realizados dentro del área del proyecto, considerando las especies identificadas en los sitios de muestreo. En la tabla siguiente se presenta el listado de las especies registradas, indicando para cada una su familia botánica, género, especie, nombre común y estrato de vegetación al que pertenece. Para facilitar la interpretación de la información, las especies se presentan de acuerdo con el estrato muestreado en el que fueron registradas durante los trabajos de campo, permitiendo identificar la composición y distribución de la flora presente dentro del área del proyecto.

Tabla III.44 Listado de la flora muestreada para el área del proyecto.

No	Familia	Genero	Especie	N. común	Estrato muestreado
1	ANACARDIACEAE	Rhus	*Rhus microphylla*	Agrillo	Arbustivo
2	APOCYNACEAE	Mandevilla	*Mandevilla foliosa*	Hierba de la cucaracha	Herbáceo
3	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia monogyra*	Romerillo	Arbustivo
4	ASTERACEAE	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del pasmo	Arbustivo
5	ASTERACEAE	Barkleyanthus	*Barkleyanthus salicifolius*	Jara amarilla	Arbustivo
6	ASTERACEAE	Cosmos	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado	Herbáceo
7	ASTERACEAE	Sanvitalia	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de gallo	Herbáceo
8	ASTERACEAE	Stevia	*Stevia sp.*	Stevia	Herbáceo
9	CACTACEAE	Corynopuntia	*Corynopuntia schottii*	Choya abrojo de Texas	Cactáceas
10	CACTACEAE	Cylindropuntia	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactáceas
11	CACTACEAE	Echinocactus	*Echinocactus horizonthalonius*	Biznaga meloncillo	Cactáceas
12	CACTACEAE	Echinocereus	*Echinocereus pectinatus*	Biznaga arcoíris	Cactáceas
13	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria heyderi*	Biznaga de chilillos	Cactáceas
14	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria uncinata*	Biznaga ganchuda	Cactáceas
15	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia leucotricha*	Nopal duraznillo	Cactáceas
16	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia robusta*	Nopal tapón	Cactáceas
17	CANNABACEAE	Celtis	*Celtis pallida*	Granjeno	Arbustivo
18	CONVOLVULACEAE	Dichondra	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	Herbáceo
19	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	Arbustivo
20	FABACEAE	Calliandra	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	Arbustivo
21	FABACEAE	Dalea	*Dalea sp.*	Dalea	Arbustivo
22	FABACEAE	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	Arbustivo

No	Familia	Genero	Especie	N. común	Estrato muestreado
23	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa biuncifera*	Gatuño	Arbustivo
24	FABACEAE	Neltuma	*Neltuma laevigata*	Mezquite	Arbóreo
25	FABACEAE	Vachellia	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbóreo
26	MALVACEAE	Sida	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	Herbáceo
27	ONAGRACEAE	Oenothera	*Oenothera speciosa*	Onagra	Herbáceo
28	POACEAE	Echinochloa	*Echinochloa crusgalli*	Zacate de agua	Herbáceo
29	POACEAE	Melinis	*Melinis repens*	Zacate rosado	Herbáceo
30	PORTULACACEAE	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	Herbáceo
31	RHAMNACEAE	Condalia	*Condalia mexicana*	Espino de capulín	Arbustivo
32	SCROPHULARIACEAE	Buddleja	*Buddleja scordioides*	Escobilla	Arbustivo
33	SOLANACEAE	Solanum	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo	Herbáceo
34	VERBENACEAE	Citharexylum	*Citharexylum brachyanthum*	Agrito	Arbustivo

Composición florística para el área del proyecto

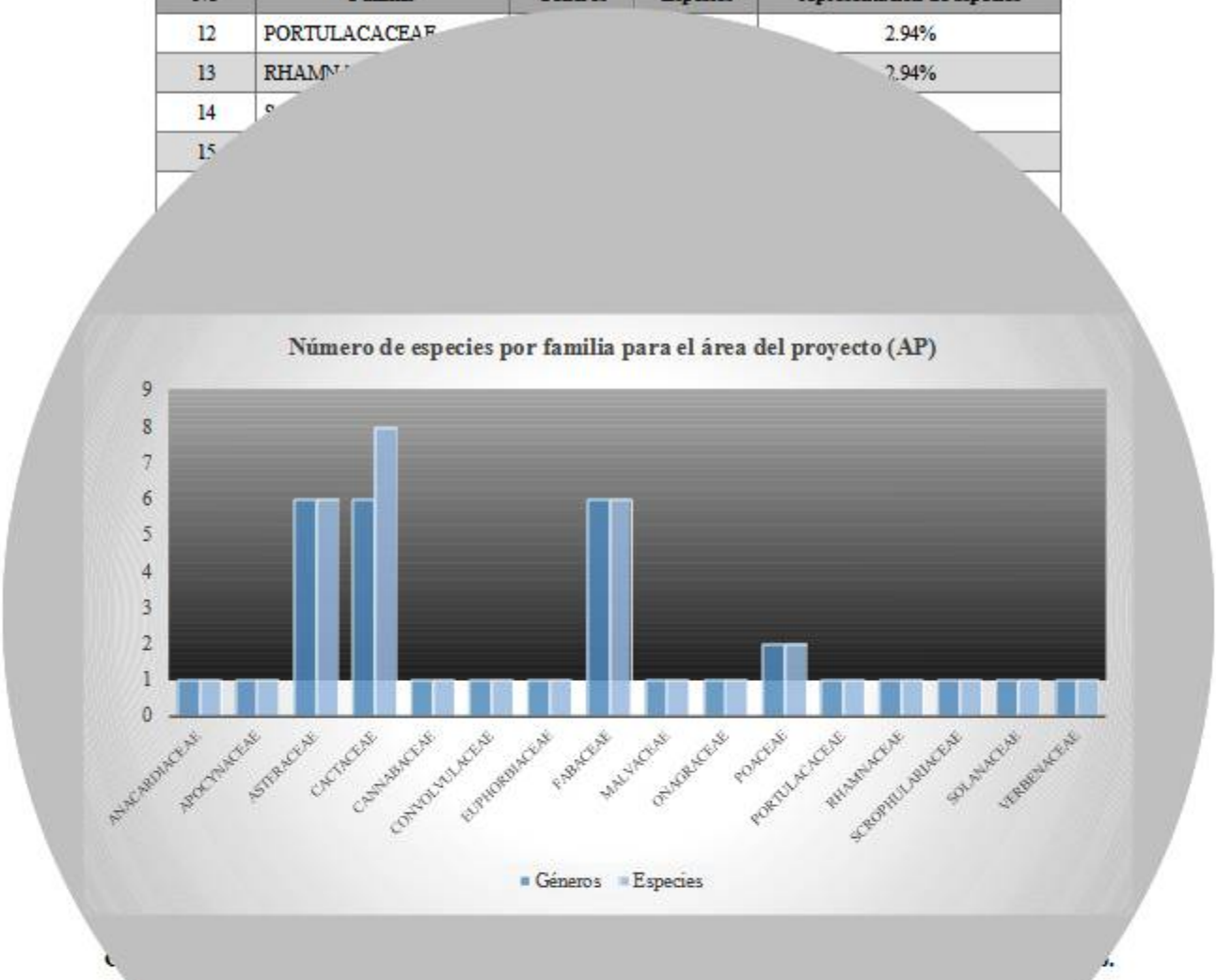
Los datos registran una composición florística conformada por 16 familias botánicas, 32 géneros y 34 especies, lo que refleja una riqueza taxonómica representativa para el área del proyecto. La familia Cactaceae presenta la mayor riqueza específica, con 8 especies (23.53%), seguida de Asteraceae y Fabaceae, con 6 especies cada una (17.65%). En conjunto, estas tres familias concentran el 58.82% de la riqueza específica registrada, por lo que constituyen los principales componentes de la composición florística del área del proyecto.

De manera secundaria, las Poaceae aporta 2 especies (5.88%), mientras que las restantes familias presentan una sola especie, equivalente al 2.94% de la riqueza específica cada una. Esta distribución evidencia una composición florística con una importante representación de Cactaceae, Asteraceae y Fabaceae, grupos que en conjunto dominan la riqueza específica del área. La presencia destacada de Cactaceae resulta particularmente relevante, al constituir un grupo característico de ambientes con condiciones de aridez y disponibilidad limitada de agua, mientras que Asteraceae y Fabaceae contribuyen de manera importante a la diversidad estructural y florística de la comunidad vegetal.

Tabla III.45 Familias, géneros, número de especies y porcentajes por familia, de la flora del área del proyecto.

No	Familia	Géneros	Especies	representación de especies
1	ANACARDIACEAE	1	1	2.94%
2	APOCYNACEAE	1	1	2.94%
3	ASTERACEAE	6	6	17.65%
4	CACTACEAE	6	8	23.53%
5	CANNABACEAE	1	1	2.94%
6	CONVOLVULACEAE	1	1	2.94%
7	EUPHORBIACEAE	1	1	2.94%
8	FABACEAE	6	6	17.65%
9	MALVACEAE	1	1	2.94%
10	ONAGRACEAE	1	1	2.94%
11	POACEAE	2	2	5.88%

No	Familia	Géneros	Especies	representación de especies
12	PORTULACACEAE			2.94%
13	RHAMN			2.94%
14	S			
15				



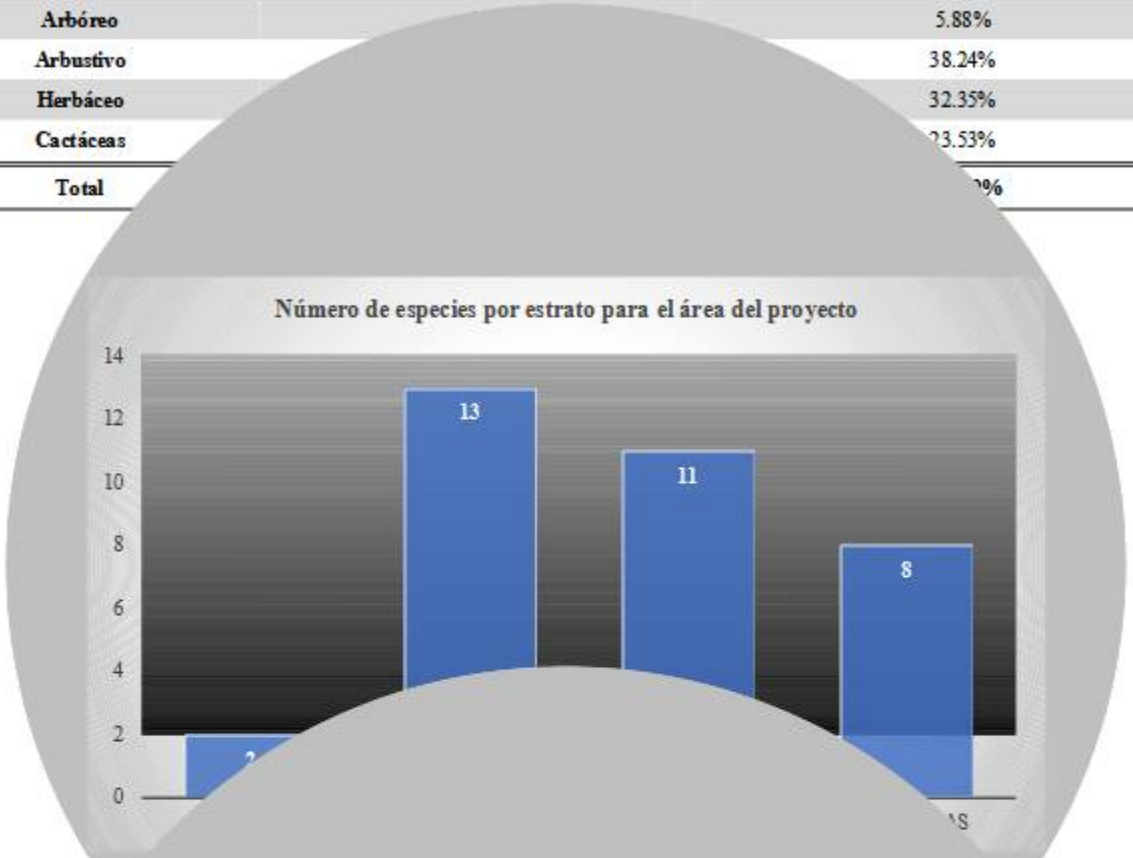
Estructura de

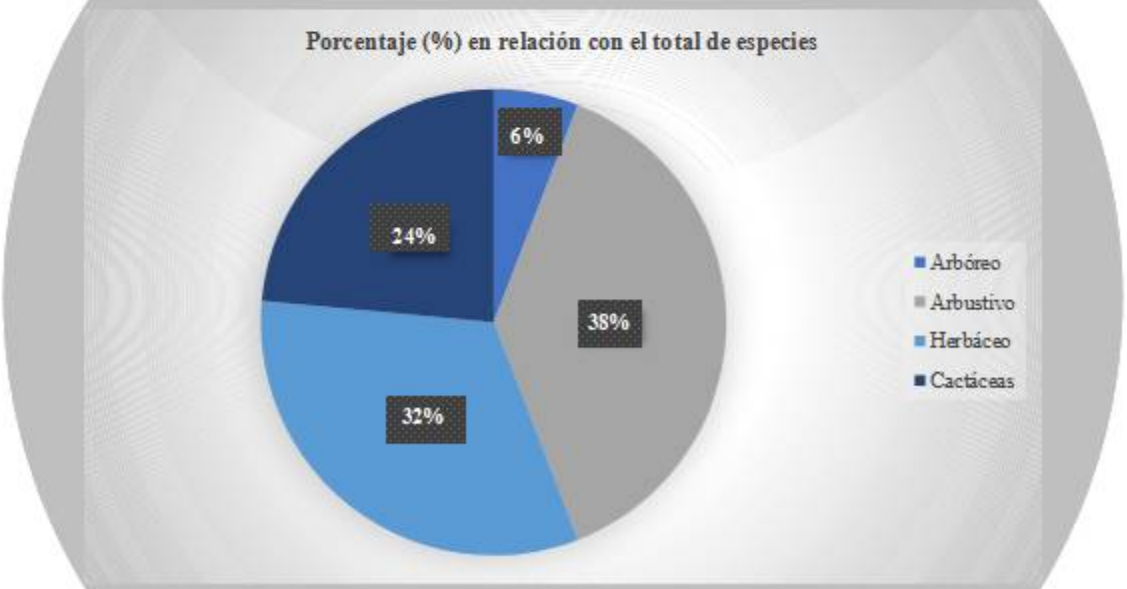
Para el área del proy s arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo. El (38.24%), seguido del estrato herbáceo, con 11 especies (3 entadas por 8 especies (23.53%), mientras que el estrato arbóreo regist

Esta distribución indica que la riqueza florística del área del proyecto está claramente dominada por los estratos arbustivo y herbáceo, que concentran más de la mitad de las especies registradas. En conjunto, los estratos arbustivo y herbáceo representan el 70.59% de la riqueza específica, evidenciando el predominio de especies de porte bajo y medio. Por su parte, la menor representación del estrato arbóreo puede estar relacionada con las condiciones ambientales y las características de la vegetación presente en el área del proyecto, donde la estructura florística se encuentra principalmente conformada por elementos arbustivos y herbáceos.

Tabla III.46 Número de especies por estrato el área del proyecto.

Número de especies por estrato del área del proyecto		
Estrato	**Número de especies**	**Porcentaje (%) en relación con el total de especies**
Arbóreo		5.88%
Arbustivo		38.24%
Herbáceo		32.35%
Cactáceas		23.53%
Total		%





III.3.1.1.1 Área de influencia

Composición florística para el área de influencia

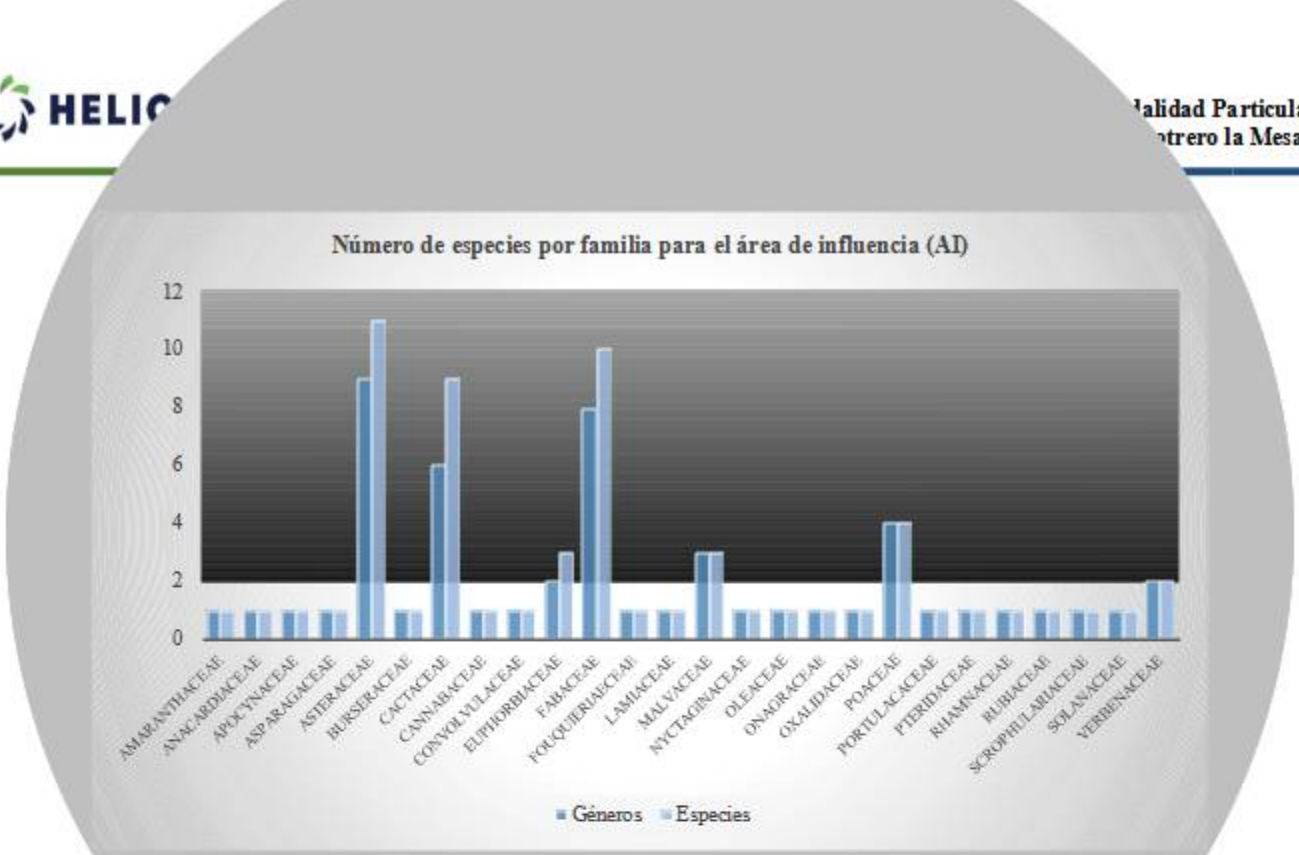
El área de influencia del proyecto presenta una composición florística conformada por diversas especies vegetales, cuya presencia se encuentra relacionada con las condiciones ambientales y los tipos de vegetación presentes en el área de estudio. Como resultado de los trabajos de campo y del análisis realizado, se determinó una riqueza florística de 61 especies de plantas, incluyendo los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo.

El listado florístico integra los registros obtenidos durante los muestreos de campo realizados en el área de influencia, considerando las especies identificadas dentro de los sitios de muestreo. En la tabla siguiente se presenta el listado de las especies registradas.

Tabla III.47 Listado de la flora muestreada para el área de influencia.

No	Familia	Genero	Especie	N. común	Estrato muestreado
1	AMARANTHACEAE	Amaranthus	*Amaranthus spinosus*	Quelite	Herbáceo
2	ANACARDIACEAE	Rhus	*Rhus microphylla*	Agrillo	Arbustivo
3	APOCYNACEAE	Mandevilla	*Mandevilla foliosa*	Hierba de la cucaracha	Herbáceo
4	ASPARAGACEAE	Yucca	*Yucca carnerosana*	Palma	Arbustivo
5	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia artemisiifolia*	Hierba amarga	Herbáceo
6	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia monogyra*	Romerillo	Arbustivo
7	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia psilostachya*	Altamisa	Herbáceo
8	ASTERACEAE	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del pasmo	Arbustivo
9	ASTERACEAE	Barkleyanthus	*Barkleyanthus salicifolius*	Jara amarilla	Arbustivo
10	ASTERACEAE	Cosmos	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado	Herbáceo
11	ASTERACEAE	Perymenium	*Perymenium mendezii*	Margarita amarilla	Herbáceo
12	ASTERACEAE	Roldana	*Roldana hartwegii*	Hoja semita	Herbáceo
13	ASTERACEAE	Sanvitalia	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de gallo	Herbáceo
14	ASTERACEAE	Stevia	*Stevia sp.*	Stevia	Herbáceo
15	ASTERACEAE	Symphyotrichum	*Symphyotrichum moranense*	Margarita de monte	Herbáceo
16	BURSERACEAE	Bursera	*Bursera fagaroides*	Papelillo	Arbustivo
17	CACTACEAE	Corynopuntia	*Corynopuntia schottii*	Choya abrojo de Texas	Cactáceas
18	CACTACEAE	Cylindropuntia	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactáceas
19	CACTACEAE	Echinocactus	*Echinocactus horizonthalonius*	Biznaga meloncillo	Cactáceas
20	CACTACEAE	Echinocereus	*Echinocereus dasyacanthus*	Huevo de toro	Cactáceas
21	CACTACEAE	Echinocereus	*Echinocereus pectinatus*	Biznaga arcoíris	Cactáceas
22	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria heyderi*	Biznaga de chilillos	Cactáceas
23	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria uncinata*	Biznaga ganchuda	Cactáceas
24	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia leucotricha*	Nopal duraznillo	Cactáceas
25	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia robusta*	Nopal tapón	Cactáceas
26	CANNABACEAE	Celtis	*Celtis pallida*	Granjeno	Arbustivo
27	CONVOLVULACEAE	Dichondra	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	Herbáceo
28	EUPHORBIACEAE	Euphorbia	*Euphorbia prostrata*	Golondrilla	Herbáceo
29	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Arbóreo
30	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	Arbustivo

No	Familia	Genero	Especie	N. común	Estrato muestreado
31	FABACEAE	Acaciella	*Acaciella angustissima*	Guajillo	Arbustivo
32	FABACEAE	Calliandra	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	Arbustivo
33	FABACEAE	Dalea	*Dalea leucostachya*	Moradita	Arbustivo
34	FABACEAE	Dalea	*Dalea sp.*	Dalea	Arbustivo
35	FABACEAE	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	Arbustivo
36	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	Arbustivo
37	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa biuncifera*	Gatuño	Arbustivo
38	FABACEAE	Neltuma	*Neltuma laevigata*	Mezquite	Arbóreo
39	FABACEAE	Rhynchosia	*Rhynchosia senna*	Texas Snoutbean	Herbáceo
40	FABACEAE	Vachellia	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbóreo
41	Fouquieriaceae	Fouquieria	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Arbustivo
42	LAMIACEAE	Salvia	*Salvia goldmani*	Salvia	Arbustivo
43	MALVACEAE	Sida	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	Herbáceo
44	MALVACEAE	Sphaeralcea	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del negro	Herbáceo
45	MALVACEAE	Stenandrium	*Stenandrium dulce*	Sweet Shaggytuft	Herbáceo
46	Nyctaginaceae	Nyctaginia	*Nyctaginia capitata*	Ramo del diablo	Herbáceo
47	OLEACEAE	Menodora	*Menodora scabra*	Jazminillo	Herbáceo
48	ONAGRACEAE	Oenothera	*Oenothera speciosa*	Onagra	Herbáceo
49	OXALIDACEAE	Oxalis	*Oxalis decaphylla*	Acederilla	Herbáceo
50	POACEAE	Bothriochloa	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	Herbáceo
51	POACEAE	Bouteloua	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	Herbáceo
52	POACEAE	Echinochloa	*Echinochloa crusgalli*	Zacate de agua	Herbáceo
53	POACEAE	Melinis	*Melinis repens*	Zacate rosado	Herbáceo
54	PORTULACACEAE	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	Herbáceo
55	PTERIDACEAE	Astrolepis	*Astrolepis sinuata*	Doradilla ondulada	Herbáceo
56	RHAMNACEAE	Condalia	*Condalia mexicana*	Espino de capulín	Arbustivo
57	RUBIACEAE	Bouvardia	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Arbustivo
58	SCROPHULARIACEAE	Buddleja	*Buddleja scordioides*	Escobilla	Arbustivo
59	SOLANACEAE	Solanum	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo	Herbáceo
60	VERBENACEAE	Aloysia	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Arbustivo
61	VERBENACEAE	Citharexylum	*Citharexylum brachyanthum*	Agrito	Arbustivo



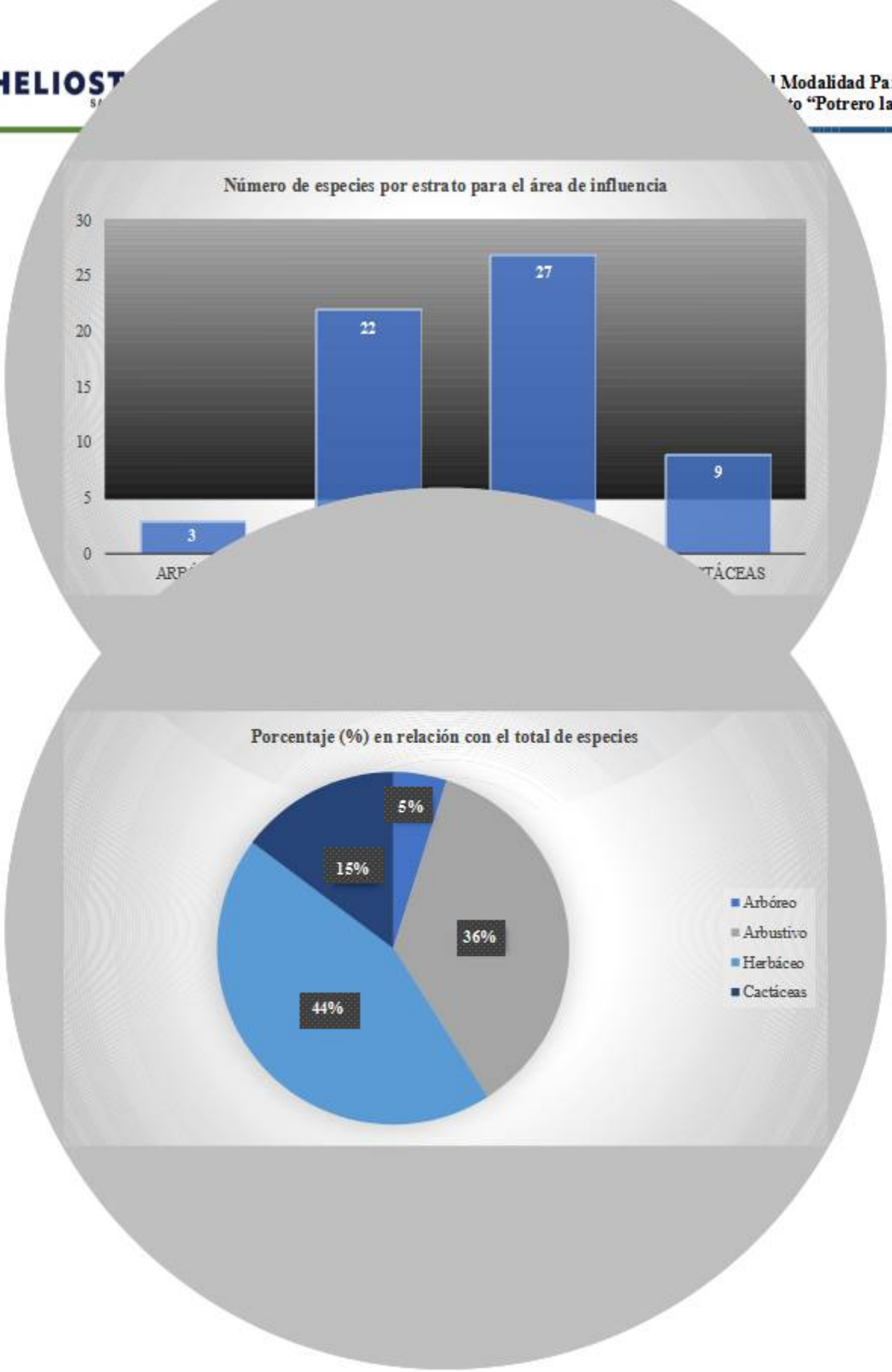
Estructura de

Para el área de influe s arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo. El (44.26%), seguido del estrato arbustivo, con 22 especies (3 adas por 9 especies (14.75%), mientras que el estrato arbóreo regist

Esta distribución indica que la riqueza florística del área de interés está dominada por los estratos arbustivo y herbáceo, los cuales en conjunto representan aproximadamente 80.33% de las especies registradas. La menor riqueza del estrato arbóreo puede estar relacionada con las condiciones ambientales y las características del tipo de vegetación presente, mientras que la mayor representación de especies arbustivas y herbáceas refleja una comunidad vegetal donde predominan especies de porte bajo y medio, contribuyendo de manera importante a la diversidad florística del área de interés.

Tabla III.48 Número de especies por estrato del área de influencia.

Número de especies por estrato del área de influencia		
Estrato	**Número de especies**	**Porcentaje (%) en relación con el total de especies**
Arbóreo	3	4.92%
Arbustivo	22	36.07%
Herbáceo	27	44.26%
Cactáceas	9	14.75%
Total	**61**	**100.00%**


Número de especies por estrato para el área de influencia
30
25
20
15
10
5
0
3
22
27
9
TÁCEAS
Porcentaje (%) en relación con el total de especies
5%
15%
36%
44%
Arbóreo
Arbustivo
Herbáceo
Cactáceas

III.3.1.1.1 Región ecológica

Composición florística para la región ecológica

El área precisa, de la región ecológica del proyecto, está constituido por una variedad aceptable de especies vegetales, los cuales le confieren características particulares que se ven influenciadas por la vegetación circundante, después de realizar el análisis ambiental se determinó la riqueza florística con 62 especies de plantas. Los datos totales de la flora (árboles, arbustos, cactáceas y hierbas) presentes en el área precisa de la región ecológica, se integró con datos obtenidos en la visita de campo dentro del área de la región ecológica, esta lista especifica de dicha área se muestra en la tabla siguiente.

Tabla III.49 Listado de la flora muestreada para el área del proyecto.

No	Familia	Genero	Especie	N. común	Estrato muestreado
1	AMARANTHACEAE	Amaranthus	*Amaranthus spinosus*	Quelite	Herbáceo
2	ANACARDIACEAE	Rhus	*Rhus microphylla*	Agrillo	Arbustivo
3	APOCYNACEAE	Mandevilla	*Mandevilla foliosa*	Hierba de la cucaracha	Herbáceo
4	ASTERACEAE	Ageratina	*Ageratina sp.*	Ageratina	Herbáceo
5	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia artemisiifolia*	Hierba amarga	Herbáceo
6	ASTERACEAE	Ambrosia	*Ambrosia monogyra*	Romerillo	Arbustivo
7	ASTERACEAE	Baccharis	*Baccharis pteronioides*	Hierba del pasmo	Arbustivo
8	ASTERACEAE	Barkleyanthus	*Barkleyanthus salicifolius*	Jara amarilla	Arbustivo
9	ASTERACEAE	Cosmos	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado	Herbáceo
10	ASTERACEAE	Melampodium	*Melampodium perfoliatum*	Ojo de perico	Herbáceo
11	ASTERACEAE	Perymenium	*Perymenium mendezii*	Margarita amarilla	Herbáceo
12	ASTERACEAE	Roldana	*Roldana harwegii*	Hoja semita	Herbáceo
13	ASTERACEAE	Sanvitalia	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de gallo	Herbáceo
14	ASTERACEAE	Stevia	*Stevia sp.*	Stevia	Herbáceo
15	ASTERACEAE	Symphyotrichum	*Symphyotrichum moranense*	Margarita de monte	Herbáceo
16	ASTERACEAE	Verbesina	*Verbesina serrata*	Vara blanca	Arbustivo
17	BURSERACEAE	Bursera	*Bursera fagaroides*	Papelillo	Arbustivo
18	CACTACEAE	Corynopuntia	*Corynopuntia schottii*	Choya abrojo de Texas	Cactáceas
19	CACTACEAE	Cylindropuntia	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactáceas
20	CACTACEAE	Echinocactus	*Echinocactus horizonthalonius*	Biznaga meloncillo	Cactáceas
21	CACTACEAE	Echinocereus	*Echinocereus pectinatus*	Biznaga arcoíris	Cactáceas
22	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria heyderi*	Biznaga de chilillos	Cactáceas
23	CACTACEAE	Mammillaria	*Mammillaria uncinata*	Biznaga ganchuda	Cactáceas
24	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia leucotricha*	Nopal duraznillo	Cactáceas
25	CACTACEAE	Opuntia	*Opuntia robusta*	Nopal tapón	Cactáceas
26	CANNABACEAE	Celtis	*Celtis pallida*	Granjeno	Arbustivo
27	CONVOLVULACEAE	Dichondra	*Dichondra argentea*	Oreja de ratón	Herbáceo
28	CUCURBITACEAE	Cucurbita	*Cucurbita foetidissima*	Calabacilla loca	Herbáceo
29	EUPHORBIACEAE	Cnidoscolus	*Cnidoscolus angustidens*	Ortiga mayor	Herbáceo
30	EUPHORBIACEAE	Euphorbia	*Euphorbia prostrata*	Golondrilla	Herbáceo
31	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Arbóreo
32	EUPHORBIACEAE	Forestiera	*Forestiera phillyreoides*	Acebuche	Arbustivo

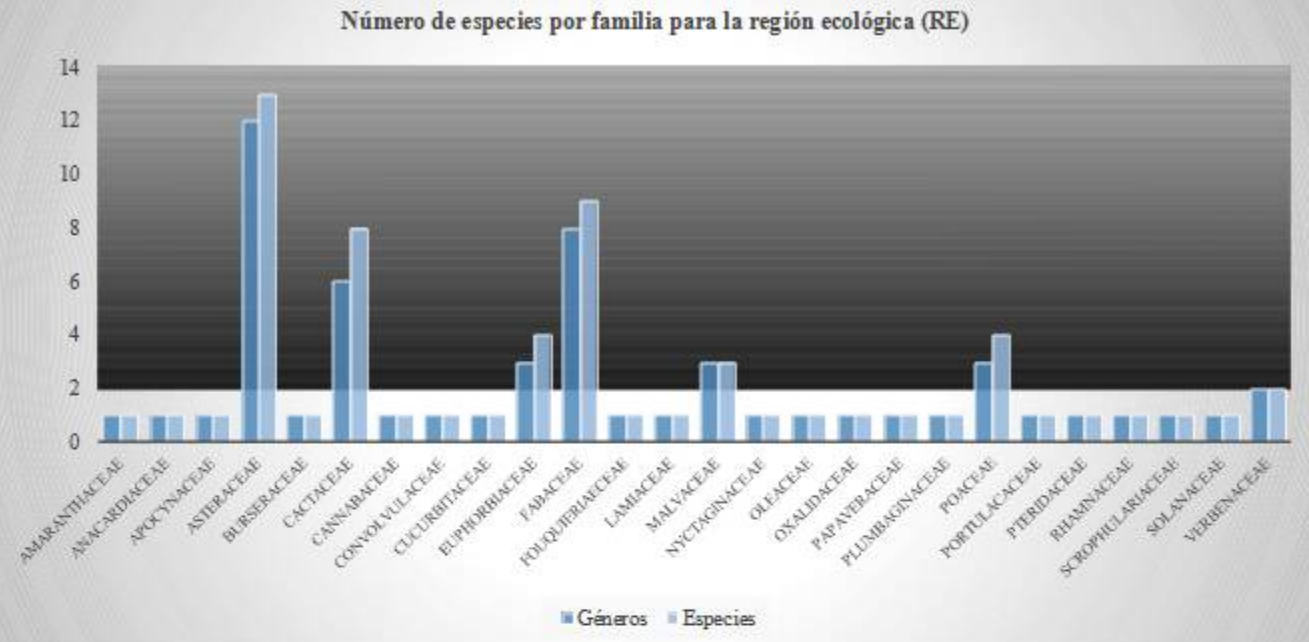
No	Familia	Genero	Especie	N. común	Estrato muestreado
33	FABACEAE	Acaciella	*Acaciella angustissima*	Guajillo	Arbustivo
34	FABACEAE	Calliandra	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	Arbustivo
35	FABACEAE	Dalea	*Dalea sp.*	Dalea	Arbustivo
36	FABACEAE	Eysenhardtia	*Eysenhardtia polystachya*	Palo azul	Arbustivo
37	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	Arbustivo
38	FABACEAE	Mimosa	*Mimosa biuncifera*	Gatuño	Arbustivo
39	FABACEAE	Neltuma	*Neltuma laevigata*	Mezquite	Arbóreo
40	FABACEAE	Rhynchosia	*Rhynchosia senna*	Texas Snoutbean	Herbáceo
41	FABACEAE	Vachellia	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Arbóreo
42	Fouquieriaceae	Fouquieria	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Arbustivo
43	LAMIACEAE	Salvia	*Salvia ballotiflora*	Salvia azul	Arbustivo
44	MALVACEAE	Sida	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	Herbáceo
45	MALVACEAE	Sphaeralcea	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del negro	Herbáceo
46	MALVACEAE	Stenandrium	*Stenandrium dulce*	Sweet Shaggytuft	Herbáceo
47	Nyctaginaceae	Nyctaginia	*Nyctaginia capitata*	Ramo del diablo	Herbáceo
48	OLEACEAE	Menodora	*Menodora scabra*	Jazminillo	Herbáceo
49	OXALIDACEAE	Oxalis	*Oxalis decaphylla*	Acederilla	Herbáceo
50	PAPAVERACEAE	Argemone	*Argemone ochroleuca*	Cardo santo	Herbáceo
51	PLUMBAGINACEAE	Plumbago	*Plumbago zeylanica*	Aretitos	Arbustivo
52	POACEAE	Bothriochloa	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	Herbáceo
53	POACEAE	Bouteloua	*Bouteloua curtipendula*	Zacate banderita	Herbáceo
54	POACEAE	Bouteloua	*Bouteloua gracilis*	Zacate navajita	Herbáceo
55	POACEAE	Melinis	*Melinis repens*	Zacate rosado	Herbáceo
56	PORTULACACEAE	Portulaca	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	Herbáceo
57	PTERIDACEAE	Astrolepis	*Astrolepis sinuata*	Doradilla ondulada	Herbáceo
58	RHAMNACEAE	Condalia	*Condalia mexicana*	Espino de capulín	Arbustivo
59	SCROPHULARIACEAE	Buddleja	*Buddleja scordioides*	Escobilla	Arbustivo
60	SOLANACEAE	Solanum	*Solanum elaeagnifolium*	Trompillo	Herbáceo
61	VERBENACEAE	Aloysia	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Arbustivo
62	VERBENACEAE	Citharexylum	*Citharexylum brachyanthum*	Agrito	Arbustivo

Los datos registran una composición florística de 26 familias botánicas, 56 géneros y 62 especies, considerando la suma de los valores proporcionados. La familia Asteraceae presenta la mayor representación, con 13 especies (20.97%), seguida de Fabaceae, con 9 especies (14.52%), y Cactaceae, con 8 especies (12.90%). En conjunto, estas tres familias concentran cerca del 48.39% de las especies registradas, por lo que constituyen los principales componentes de la riqueza florística del área.

El resto de las familias presentan una representación menor, destacando Poaceae y Euphorbiaceae, con 4 especies cada una (6.45%), mientras que Malvaceae registra 3 especies (4.84%). Las demás familias presentan entre una y dos especies, con representaciones individuales de aproximadamente 1.61% - 3.23%. Esta distribución muestra una comunidad con amplia diversidad taxonómica a nivel de familias, pero con una concentración de la riqueza específica en un número reducido de grupos.

Tabla III.50 Familias, géneros, número de especies y porcentajes por familia, de la flora de la región ecológica.

No	Familia	Géneros	Especies	representación de especies
1	AMARANTHACEAE	1	1	1.61%
2	ANACARDIACEAE	1	1	1.61%
3	APOCYNACEAE	1	1	1.61%
4	ASTERACEAE	12	13	20.97%
5	BURSERACEAE	1	1	1.61%
6	CACTACEAE	6	8	12.90%
7	CANNABACEAE	1	1	1.61%
8	CONVOLVULACEAE	1	1	1.61%
9	CUCURBITACEAE	1	1	1.61%
10	EUPHORBIACEAE	3	4	6.45%
11	FABACEAE	8	9	14.52%
12	Fouquieriaceae	1	1	1.61%
13	LAMIACEAE	1	1	1.61%
14	MALVACEAE	3	3	4.84%
15	Nyctaginaceae	1	1	1.61%
16	OLEACEAE	1	1	1.61%
17	OXALIDACEAE	1	1	1.61%
18	PAPAVERACEAE	1	1	1.61%
19	PLUMBAGINACEAE	1	1	1.61%
20	POACEAE	3	4	6.45%
21	PORTULACACEAE	1	1	1.61%
22	PTERIDACEAE	1	1	1.61%
23	RHAMNACEAE	1	1	1.61%
24	SCROPHULARIACEAE	1	1	1.61%
25	SOLANACEAE	1	1	1.61%
26	VERBENACEAE	2	2	3.23%
	Total	**56**	**62**	**100.00%**



En la ... s que
contiene... sentan en
la región ec...

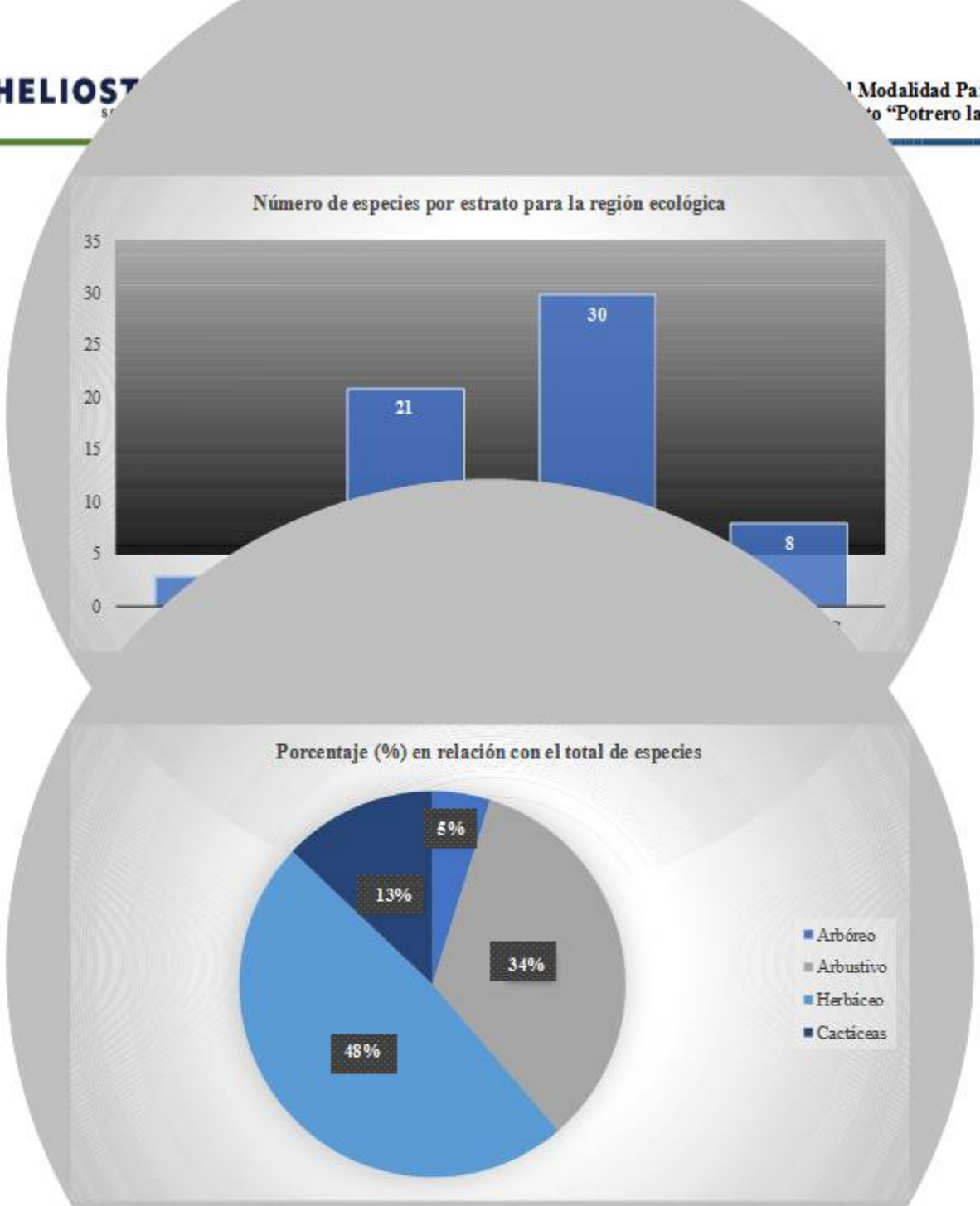
Estructura de la ...

Para el área de la región ... tre los estratos arbóreo,
arbustivo, cactáceas y herbáceo. ... con 30 especies (48.39%), seguido
del arbustivo con 21 especies (33.87%), por ... stan representadas por 8 especies (12.90%),
mientras que el estrato arbóreo registró únicamente 3 especies (4.84%).

Esta distribución indica que la riqueza florística de la región ecológica está dominada por los estratos herbáceo y arbustivo, que en conjunto representan el 82.26% de las especies registradas. La baja riqueza arbórea puede estar relacionada con las condiciones ambientales y el tipo de vegetación presente en la región, mientras que la mayor diversidad de hierbas y arbustos refleja una comunidad con importante presencia de especies de porte bajo y medio.

Tabla III.51 Número de especies por estrato en la región ecológica.

Número de especies por estrato de la región ecológica		
Estrato	**Número de especies**	**Porcentaje (%) en relación con el total de especies**
Arbóreo	3	4.84%
Arbustivo	21	33.87%
Herbáceo	30	48.39%
Cactáceas	8	12.90%
Total	**62**	**100.00%**



III.3.1.

Este índice, es uno de los q ión y aplica bien para rodales forestales, matorrales, mancho . Al considerar este método se contemplan dos componentes princip sente, al que se le llama riqueza, y la abundancia relativa de las especies, que también se le llama de regularidad o equitatividad (Daniel, 1998).

Metodología para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener. –

La diversidad de especies, es una característica única para el nivel de comunidad, es una expresión de la estructura de la comunidad. Se dice que una comunidad tiene diversidad de especies alta, si hay muchas especies presentes

y tienden a ser cercanas o igualmente abundantes; en otro sentido, si una comunidad está compuesta de muy pocas especies, o si solo pocas especies son abundantes, la diversidad de especies es baja (Brower and Zar, 1984).

El número de especies y número de individuos por especie es base en los índices de diversidad; la medida más simple de la diversidad de especies es el número de especies (*s*), o la riqueza de especies, diferentes índices de diversidad se han propuesto, considerando principalmente *s,* que es el número de especies) y *N*, que es el total de individuos de todas las especies (Brower and Zar, 1984).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener es versátil y aplica apropiadamente cuando tenemos una muestra al azar de abundancia de especies, de una comunidad grande o subcomunidad de interés, la fórmula general es:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi * Ln\, Pi$$

Dónde:

H'= índice de diversidad de Shannon.
Pi= Abundancia relativa de especies.

$$H'\, máx = Ln\, s$$

Dónde:

H' máx = índice de máxima diversidad.
Ln = logaritmo natural.
S = número total de especies.

Esto es, *Pi* es la proporción del número total de individuos (abundancia relativa) que ocurre en las especies *i*. Para los cálculos, se pueden usar logaritmos de cualquier base, por ejemplo, de base 2, base 10 ó logaritmos naturales (Brower and Zar, 1984).

El índice de Shannon-Wiener (*H´*) fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir en un código, por ejemplo, en las señales telefónicas; como se había mencionado *Pi* representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población y "log" es la abreviatura del logaritmo, la base de los logaritmos naturales, es la más utilizada actualmente; la sumatoria (Σ) es sobre las "*s*" especies (*i* = 1,2,...,*s*) de la población; si llamamos *ni* al número de individuos de la especie "*i*" y *N* a la población total de la colección, entonces *Pi* = *ni*/*N*; el tamaño de la población (*N*) se calcula sumando los individuos de todas las especies, es decir, *N* = Σ *ni* (Daniel, 1998).

Interpretando la fórmula, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, mide el recíproco de la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n1 individuos de especie 1, n2 de especie 2, y n*S* individuos de la especie *s*; el índice H´ aumenta a medida que: 1) aumenta la riqueza (el número de especies); y 2) los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies; La diversidad es cero cuando sólo se tiene una especie y, cuando hay 2 o más especies, es máxima si todas las especies tienen el mismo número de individuos (es decir, cuando las proporciones de todas las especies son iguales, p1 = p2 = ... = ps); el valor de *H´* se ha calculado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que *H´* generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5; existen estadísticos que permiten probar hipótesis

sobre las diferencias de diversidad de dos o más colecciones (Greig-Smith, 1983; Kulvac, 1968; Magurran, 1988; todos en Daniel, 1998).

Índice de 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 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$Equitatividad = \frac{H'}{H'_{máx}}$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon.
H' máx = índice de máxima diversidad.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de los parámetros anteriormente presentados para el área del proyecto (AP), área de influencia (AI) y la región ecológica (RE):

III.3.1.2.1 Área del proyecto

Estrato arbóreo

En el área evaluada se registraron **2** especies y **155** individuos, obteniéndose un índice de Shannon-Wiener (H') de **0.60** lo cual sugiere una **diversidad baja**, cercano al valor máximo esperado (H'max = **0.69**). Esto indica que, aunque la riqueza específica registrada es baja, existe una distribución homogénea de los individuos entre las especies, sin una marcada dominancia.

El índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.86**), cercano a **1**, confirma una alta uniformidad en la abundancia relativa de las especies. *Vachellia schaffneri* presentó la mayor abundancia, aunque sin generar una dominancia significativa sobre las demás especies.

En conjunto, los resultados indican una comunidad vegetal con baja riqueza específica, pero con alta equitatividad y distribución equilibrada de los individuos, lo que refleja una estructura florística relativamente homogénea dentro del área muestreada.

Tabla III.52 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo – Área del proyecto.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Vachellia schaffneri	111	0.72	-0.33	-0.24
Neltuma laevigata	44	0.28	-1.26	-0.36
Total	**155**		**I Shannon H =**	**0.60**
			H' máx =	**0.69**
			Equitatividad =	**0.86**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo del área del proyecto se registraron **13** especies y **1,101** individuos, obteniéndose un índice de Shannon-Wiener (H') de **1.57**, frente a un valor máximo esperado de H'max = **2.56**. Este resultado indica una **diversidad baja**, con una distribución de abundancias relativamente desigual entre las especies.

El índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.61**) señala una distribución intermedia de los individuos, evidenciando la presencia de especies con mayor abundancia dentro de la comunidad. Destacan principalmente *Mimosa biuncifera*, con **567** individuos, *Calliandra eriophylla*, con **189**, *Dalea sp.*, con **139**, y *Forestiera phillyreoides*, con **66** individuos, las cuales concentran una proporción importante de los individuos registrados.

En conjunto, los resultados indican que el estrato arbustivo presenta una riqueza específica considerable, pero con una distribución desigual de las abundancias, debido principalmente a la predominancia de algunas especies. Esto se refleja en un valor de Shannon inferior al máximo teórico y una equitatividad de **0.61**, caracterizando una comunidad con diversidad y uniformidad intermedias dentro del área del proyecto.

Tabla III.53 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo – Área del proyecto.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Mimosa biuncifera	567	0.51	-0.66	-0.34
Calliandra eriophylla	189	0.17	-1.76	-0.30
Forestiera phillyreoides	66	0.06	-2.81	-0.17
Dalea sp.	139	0.13	-2.07	-0.26
Citharexylum brachyanthum	35	0.03	-3.45	-0.11
Celtis pallida	25	0.02	-3.79	-0.09
Ambrosia monogyra	42	0.04	-3.27	-0.12
Eysenhardtia polystachya	11	0.01	-4.61	-0.05
Baccharis pteronioides	10	0.01	-4.70	-0.04
Condalia mexicana	6	0.01	-5.21	-0.03
Buddleja scordioides	8	0.01	-4.92	-0.04
Rhus microphylla	2	0.00	-6.31	-0.01
Barkleyanthus salicifolius	1	0.00	-7.00	-0.01
Total	**1,101**		**I Shannon H =**	**1.57**
			H' máx =	**2.56**
			Equitatividad =	**0.61**

Estrato cactáceas

Para el estrato de cactáceas el índice de diversidad de Shannon-Wiener presentó un valor de H' = **0.72** lo cual sugiere una **diversidad baja**, mientras que la diversidad máxima teórica para el número de especies registradas corresponde a H'max = **2.08**. La relación entre ambos valores refleja una diversidad media, debido principalmente a que los individuos no se encuentran distribuidos de manera uniforme entre las especies presentes.

Esta situación también se observa en el índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.35**), cuyo valor indica una distribución poco uniforme de la abundancia. La comunidad está dominada ampliamente por *Cylindropuntia imbricata*, especie de la cual se contabilizaron **104** individuos, que representan aproximadamente el **81.3 %** de la

abundancia total. Le sigue *Opuntia leucotricha*, con **15** individuos, mientras que las demás especies registradas presentan una abundancia considerablemente menor.

De manera general, la estructura de la comunidad de cactáceas se caracteriza por una riqueza de especies relativamente moderada y una marcada desigualdad en la abundancia. La elevada representación de *Cylindropuntia imbricata* ejerce una influencia importante sobre los valores de diversidad y equitatividad obtenidos, reduciendo la uniformidad de la comunidad.

Tabla III.54 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas – Área del proyecto.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Cylindropuntia imbricata	104	0.81	-0.21	-0.17
Opuntia leucotricha	15	0.12	-2.14	-0.25
Echinocactus horizonthalonius	3	0.02	-3.75	-0.09
Corynopuntia schottii	2	0.02	-4.16	-0.06
Opuntia robusta	1	0.01	-4.85	-0.04
Echinocereus pectinatus	1	0.01	-4.85	-0.04
Mammillaria uncinata	1	0.01	-4.85	-0.04
Mammillaria heyderi	1	0.01	-4.85	-0.04
Total	**128**		**I Shannon H =**	**0.72**
			H' máx =	**2.08**
			Equitatividad =	**0.35**

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del área del proyecto se registraron **11** especies y **136** individuos. El índice de Shannon-Wiener presentó un valor de H' = **1.89**, respecto a un valor máximo de H'max = **2.40**, lo que indica una **diversidad media** y una distribución favorable de los individuos entre las especies registradas.

El índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.79**) refleja una alta uniformidad en la distribución de la abundancia. Las especies con mayor número de individuos fueron *Sida abutilifolia*, con 41 individuos (**30.15%**), y *Echinochloa crusgalli*, con **39** individuos (**28.68%**), seguidas por *Dichondra argentea* y *Cosmos bipinnatus*.

En conjunto, la comunidad herbácea presenta una diversidad y uniformidad relativamente altas, sin una dominancia marcada de una sola especie. No obstante, las condiciones climáticas del área pueden influir en la presencia y abundancia de las especies herbáceas, particularmente aquellas dependientes de la disponibilidad de humedad, por lo que estos valores pueden variar temporalmente de acuerdo con las condiciones ambientales del sitio.

Tabla III.55 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de herbáceo – Área del proyecto.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Sida abutilifolia	41	0.30	-1.20	-0.36
Echinochloa crusgalli	39	0.29	-1.25	-0.36
Dichondra argentea	18	0.13	-2.02	-0.27
Oenothera speciosa	5	0.04	-3.30	-0.12

Cosmos bipinnatus	8	0.06	-2.83	-0.17
Sanvitalia procumbens	7	0.05	-2.97	-0.15
Melinis repens	6	0.04	-3.12	-0.14
Stevia sp.	6	0.04	-3.12	-0.14
Mandevilla foliosa	3	0.02	-3.81	-0.08
Solanum elaeagnifolium	2	0.01	-4.22	-0.06
Portulaca oleracea	1	0.01	-4.91	-0.04
Total	**136**		**I Shannon H =**	**1.89**
			H' máx =	**2.40**
			Equitatividad =	**0.79**

III.3.1.2.2 Área de influencia

Estrato arbóreo

Para el estrato arbóreo del área de influencia se registraron **375** individuos pertenecientes a **3** especies, lo que representa una riqueza específica baja. El índice de diversidad de Shannon (H' = **0.91**) indica una **diversidad baja**, considerando tanto la riqueza de especies como la distribución de los individuos entre ellas. Este valor refleja que, aunque se encuentran varias especies dentro del estrato, la comunidad presenta cierto grado de dominancia por algunas especies.

El valor máximo de Shannon (H'max = **1.10**) corresponde a la diversidad que se obtendría si las tres especies presentaran una abundancia perfectamente uniforme. Al comparar el valor observado (**0.91**) con este máximo, se observa que la comunidad alcanza aproximadamente el **83.27%** de la diversidad máxima posible, lo que indica que existe una distribución relativamente favorable de las abundancias, aunque no completamente homogénea.

La equitatividad de Pielou (J' = **0.83**) confirma esta tendencia, indicando una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies registradas. Sin embargo, se presenta una mayor representación de *Vachellia schaffneri* (192 individuos) y *Neltuma laevigata* (152 individuos), que en conjunto concentran aproximadamente el 91.73% de los individuos del estrato, mientras que *Forestiera angustifolia* presenta una presencia muy reducida con tan solo 31 individuos.

Tabla III.56 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo – Área de influencia.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Vachellia schaffneri	192	0.51	-0.67	-0.34
Neltuma laevigata	152	0.41	-0.90	-0.37
Forestiera angustifolia	31	0.08	-2.49	-0.21
Total	**375**		**I Shannon H =**	**0.91**
			H' máx =	**1.10**
			Equitatividad =	**0.83**

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo del área de influencia se registraron **5,184** individuos pertenecientes a **22** especies, lo que representa una riqueza específica considerable. El índice de diversidad de Shannon (**H' = 1.98**) indica una **diversidad media**, reflejando la presencia de un número relativamente elevado de especies, aunque con diferencias importantes en la abundancia de los individuos entre ellas.

El índice de Shannon máximo (H'max = **3.09**) representa la diversidad teórica que tendría la comunidad si las **26** especies presentaran una abundancia perfectamente uniforme.

La equitatividad de Pielou (J' = **0.64**) señala una distribución moderadamente uniforme de los individuos entre las especies. Esta condición se relaciona principalmente con la elevada abundancia de *Calliandra eriophylla* (1,631 individuos), *Mimosa biuncifera* (1,140), *Acaciella angustissima* (903) y *Ambrosia monogyra* (468), especies que concentran una proporción importante de los individuos registrados, mientras que varias especies presentan abundancias muy bajas.

En conjunto, los resultados muestran que el estrato arbustivo del área de influencia presenta una diversidad moderada, con una riqueza específica alta y una equitatividad intermedia. La estructura de la comunidad está condicionada por la dominancia de algunas especies arbustivas, particularmente *Calliandra eriophylla* y *Mimosa biuncifera*, lo que reduce la uniformidad de la distribución de individuos.

Tabla III.57 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo – Área de influencia.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Mimosa biuncifera	1,140	0.22	-1.51	-0.33
Calliandra eriophylla	1,631	0.31	-1.16	-0.36
Celtis pallida	169	0.03	-3.42	-0.11
Acaciella angustissima	903	0.17	-1.75	-0.30
Ambrosia monogyra	468	0.09	-2.40	-0.22
Mimosa aculeaticarpa	348	0.07	-2.70	-0.18
Citharexylum brachyanthum	67	0.01	-4.35	-0.06
Eysenhardtia polystachya	105	0.02	-3.90	-0.08
Condalia mexicana	72	0.01	-4.28	-0.06
Forestiera phillyreoides	58	0.01	-4.49	-0.05
Fouquieria splendens	53	0.01	-4.58	-0.05
Dalea sp.	54	0.01	-4.56	-0.05
Bursera fagaroides	8	0.00	-6.47	-0.01
Buddleja scordioides	15	0.00	-5.85	-0.02
Dalea leucostachya	12	0.00	-6.07	-0.01
Barkleyanthus salicifolius	9	0.00	-6.36	-0.01
Baccharis pteronioides	9	0.00	-6.36	-0.01
Salvia goldmani	42	0.01	-4.82	-0.04
Aloysia gratissima	14	0.00	-5.91	-0.02
Yucca carnerosana	2	0.00	-7.86	0.00
Bouvardia ternifolia	4	0.00	-7.17	-0.01
Rhus microphylla	1	0.00	-8.55	0.00

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Total	**5,184**		**I Shannon H =**	**1.98**
			H' máx =	**3.09**
			Equitatividad =	**0.64**

Estrato cactáceas

Para el área de influencia del proyecto, en el estrato de cactáceas se registraron **195** individuos pertenecientes a **9** especies. El índice de Shannon (H' = **0.97**) indica una **diversidad baja**, debido principalmente a que la abundancia se encuentra fuertemente concentrada en pocas especies. En particular, *Cylindropuntia imbricata* representa aproximadamente el **76.9%** de los individuos registrados, mientras que el resto de las especies presentan abundancias considerablemente menores.

El índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.44**) refleja una distribución poco uniforme de los individuos entre las especies presentes. Este valor, situado por debajo de 0.5, evidencia que existe una marcada dominancia de *Cylindropuntia imbricata*, mientras que especies como *Opuntia robusta*, *Echinocereus pectinatus* y *Echinocereus dasyacanthus* presentan una representación muy reducida. Por lo tanto, aunque existe una riqueza de nueve especies, la comunidad no presenta una distribución homogénea de sus abundancias.

El índice máximo de Shannon (H'max = **2.20**) corresponde a la diversidad teórica que tendría el ecosistema si las nueve especies presentaran exactamente la misma abundancia.

En conjunto, los resultados caracterizan al área de influencia como una comunidad de cactáceas con riqueza específica moderada, diversidad relativamente baja y baja equitatividad, donde una especie concentra la mayor parte de los individuos registrados.

Tabla III.58 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas – Área de influencia.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Cylindropuntia imbricata	150	0.77	-0.26	-0.20
Opuntia leucotricha	12	0.06	-2.79	-0.17
Echinocactus horizonthalonius	10	0.05	-2.97	-0.15
Mammillaria heyderi	6	0.03	-3.48	-0.11
Corynopuntia schottii	4	0.02	-3.89	-0.08
Opuntia robusta	1	0.01	-5.27	-0.03
Echinocereus dasyacanthus	3	0.02	-4.17	-0.06
Mammillaria uncinata	7	0.04	-3.33	-0.12
Echinocereus pectinatus	2	0.01	-4.58	-0.05
Total	**195**		**I Shannon H =**	**0.97**
			H' máx =	**2.20**
			Equitatividad =	**0.44**

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo del área de influencia del proyecto se registró una abundancia total de **336** individuos distribuidos en **27** especies, lo que refleja una composición florística relativamente diversa. El índice de Shannon (H') fue de **2.85**, valor que indica una **diversidad alta**, considerando tanto la riqueza de especies como la distribución de sus abundancias. La comunidad presenta varias especies con aportaciones importantes al conjunto, aunque también existe una marcada variación en el número de individuos entre especies.

El índice de equitatividad de Pielou (J') fue de **0.87**, lo que indica una alta uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies. Un valor cercano a 1 representa una comunidad donde las abundancias se encuentran relativamente equilibradas

El máximo de diversidad del ecosistema (H'max) fue de **3.30**, correspondiente a la diversidad teórica que se alcanzaría si las 29 especies registradas presentaran exactamente la misma abundancia. Al comparar este valor con el Shannon observado (**2.85**), se aprecia que la comunidad alcanza aproximadamente el **87.1%** de la diversidad máxima posible, resultado consistente con el índice de Pielou. Esto evidencia que la estructura del estrato herbáceo presenta una distribución relativamente homogénea de las abundancias.

Tabla III.59 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceas – Área de influencia.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Sphaeralcea angustifolia	12	0.04	-3.33	-0.12
Dichondra argentea	45	0.13	-2.01	-0.27
Oxalis decaphylla	6	0.02	-4.03	-0.07
Stevia sp.	56	0.17	-1.79	-0.30
Oenothera speciosa	14	0.04	-3.18	-0.13
Bouteloua gracilis	33	0.10	-2.32	-0.23
Mandevilla foliosa	14	0.04	-3.18	-0.13
Perymenium mendezii	30	0.09	-2.42	-0.22
Echinochloa crusgalli	19	0.06	-2.87	-0.16
Melinis repens	12	0.04	-3.33	-0.12
Stenandrium dulce	13	0.04	-3.25	-0.13
Sida abutilifolia	7	0.02	-3.87	-0.08
Bothriochloa barbinodis	12	0.04	-3.33	-0.12
Menodora scabra	8	0.02	-3.74	-0.09
Amaranthus spinosus	11	0.03	-3.42	-0.11
Astrolepis sinuata	6	0.02	-4.03	-0.07
Portulaca oleracea	6	0.02	-4.03	-0.07
Solanum elaeagnifolium	5	0.01	-4.21	-0.06
Rhynchosia senna	4	0.01	-4.43	-0.05
Roldana hartwegii	6	0.02	-4.03	-0.07
Cosmos bipinnatus	4	0.01	-4.43	-0.05
Sanvitalia procumbens	3	0.01	-4.72	-0.04
Euphorbia prostrata	2	0.01	-5.12	-0.03
Ambrosia psilostachya	2	0.01	-5.12	-0.03
Symphyotrichum moranense	2	0.01	-5.12	-0.03

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Ambrosia artemisiifolia	2	0.01	-5.12	-0.03
Nyctaginia capitata	2	0.01	-5.12	-0.03
Total	**336**		**I Shannon H =**	**2.85**
			H' máx =	**3.30**
			Equitatividad =	**0.87**

III.3.1.2.3 Región Ecológica

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo del área de la región ecológica se registró un total de **500** individuos pertenecientes a **3** especies, lo que representa una riqueza específica baja. El índice de diversidad de Shannon (H') obtenido fue de **0.72**, valor que indica una **diversidad baja** para el número de especies registradas. La composición está dominada principalmente por *Vachellia schaffneri* con 262 individuos y *Neltuma laevigata* con 236 individuos, por su parte, *Forestiera angustifolia* presenta una menor representación en el muestreo realizado.

El índice de equitatividad de Pielou (J') fue de **0.65**, lo que indica una distribución bastante no uniforme de los individuos entre las especies registradas. Este valor, significa que la comunidad presenta una distribución de abundancias relativamente desequilibrada. La baja abundancia de *Forestiera angustifolia* genera cierta reducción en la equitatividad, mientras que *Vachellia schaffneri* y *Neltuma laevigata* concentran una proporción importante de la abundancia total.

Finalmente, el máximo del ecosistema (H'max) fue de **1.10**, correspondiente a la diversidad máxima esperada para las tres especies registradas cuando todas presentaran la misma abundancia. Al comparar este valor con el Shannon observado (**0.72**), se alcanza aproximadamente el **65%** de la diversidad máxima posible, resultado que coincide con la alta equitatividad obtenida.

Tabla III.60 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo– Región ecológica.

0	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Vachellia schaffneri	262	0.52	-0.65	-0.34
Neltuma laevigata	236	0.47	-0.75	-0.35
Forestiera angustifolia	2	0.00	-5.52	-0.02
Total	**500**		**I Shannon H =**	**0.72**
			H' máx =	**1.10**
			Equitatividad =	**0.65**

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo del área de la región ecológica se registró un total de **2,821** individuos pertenecientes a **21** especies, lo que representa una riqueza específica considerable. El índice de diversidad de Shannon (H') fue de **2.13**, indicando una **diversidad media con tendencia a alta** dentro de la comunidad arbustiva. La abundancia se encuentra concentrada principalmente en *Ambrosia monogyra*, con 645 individuos, *Calliandra eriophylla*, con 612, *Eysenhardtia polystachya*, con 414, *Mimosa aculeaticarpa*, con 316, *Mimosa biuncifera*, con 219 y *Celtis pallida*, con 176 individuos. Estas especies representan una parte importante de la estructura del estrato, mientras que varias especies presentan abundancias muy bajas.

El índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.70**) indica una distribución moderadamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Al encontrarse por debajo de 1, evidencia que las abundancias no son completamente homogéneas y que algunas especies tienen una representación considerablemente mayor que otras.

Por su parte, el máximo del ecosistema (H'max) fue de **3.04**, correspondiente a la diversidad máxima teórica para las 21 especies registradas cuando todas presentaran la misma abundancia. El valor observado de Shannon (**2.13**) representa aproximadamente el **70%** de la diversidad máxima, coincidiendo con el valor de Pielou.

Tabla III.61 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo– Región ecológica.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Celtis pallida	176	0.06	-2.77	-0.17
Citharexylum brachyanthum	118	0.04	-3.17	-0.13
Calliandra eriophylla	612	0.22	-1.53	-0.33
Ambrosia monogyra	645	0.23	-1.48	-0.34
Eysenhardtia polystachya	414	0.15	-1.92	-0.28
Mimosa aculeaticarpa	316	0.11	-2.19	-0.25
Mimosa biuncifera	219	0.08	-2.56	-0.20
Forestiera phillyreoides	56	0.02	-3.92	-0.08
Acaciella angustissima	168	0.06	-2.82	-0.17
Aloysia gratissima	14	0.00	-5.31	-0.03
Condalia mexicana	20	0.01	-4.95	-0.04
Baccharis pteronioides	4	0.00	-6.56	-0.01
Verbesina serrata	5	0.00	-6.34	-0.01
Plumbago zeylanica	8	0.00	-5.87	-0.02
Barkleyanthus salicifolius	4	0.00	-6.56	-0.01
Buddleja scordioides	30	0.01	-4.54	-0.05
Dalea sp.	4	0.00	-6.56	-0.01
Salvia ballotiflora	4	0.00	-6.56	-0.01
Bursera fagaroides	2	0.00	-7.25	-0.01
Fouquieria splendens	1	0.00	-7.94	0.00
Rhus microphylla	1	0.00	-7.94	0.00
Total	**2,821**		**I Shannon H =**	**2.13**
			H' máx =	**3.04**
			Equitatividad =	**0.70**

Estrato cactáceas

Para el estrato de cactáceas del área de la región ecológica del proyecto, se registró una abundancia total de **481** individuos correspondientes a **8** especies. El índice de Shannon (H' = **1.13**) indica una diversidad baja, debido principalmente a que la abundancia se encuentra concentrada en pocas especies. Destaca *Cylindropuntia imbricata*, con 239 individuos, seguida de *Opuntia leucotricha* con 155 y *Mammillaria heyderi* con 44, mientras que el resto de las especies presentan abundancias considerablemente menores. Esta distribución genera una comunidad con marcada dominancia de *C. imbricata* y *O. leucotricha*.

El índice de equitatividad de Pielou (J' = **0.54**) refleja una distribución poco uniforme de los individuos entre las especies registradas. El valor máximo de este índice es 1, que representaría una comunidad en la que todas las especies presentan abundancias similares; en este caso, el valor obtenido evidencia que existe una importante desigualdad en la representación de las especies. La elevada abundancia de *Cylindropuntia imbricata* y *Opuntia leucotricha*, que en conjunto concentran aproximadamente el **87** % de los individuos registrados, constituye el principal factor que reduce la equitatividad del estrato.

Por otra parte, el máximo del ecosistema (H'max = **2.08**) representa la diversidad potencial que podría alcanzar la comunidad si las ocho especies presentaran una abundancia uniforme. Al comparar este valor con el Shannon observado (**1.13**), se aprecia que la diversidad registrada alcanza aproximadamente el 54.5% del máximo teórico, lo que confirma que la estructura del estrato está condicionada por la dominancia de determinadas especies.

Tabla III.62 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato de cactáceas– Región ecológica.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Cylindropuntia imbricata	239	0.50	-0.70	-0.35
Opuntia leucotricha	178	0.37	-0.99	-0.37
Mammillaria heyderi	44	0.09	-2.39	-0.22
Mammillaria uncinata	6	0.01	-4.38	-0.05
Echinocactus horizonthalonius	5	0.01	-4.57	-0.05
Corynopuntia schottii	5	0.01	-4.57	-0.05
Opuntia robusta	2	0.00	-5.48	-0.02
Echinocereus pectinatus	2	0.00	-5.48	-0.02
Total	**481**		**I Shannon H =**	**1.13**
			H' máx =	**2.08**
			Equitatividad =	**0.54**

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo del área de la región ecológica del proyecto, se registró una riqueza de **30** especies y un total de **370** individuos, obteniéndose un índice de Shannon (H') de **2.91**. Este valor indica una **diversidad alta**, considerando tanto la riqueza de especies como la distribución de sus abundancias. La comunidad herbácea presenta una composición variada, aunque algunas especies concentran una proporción importante de los individuos registrados como *Bouteloua gracilis* con 58 individuos, *Dichondra argentea* con 49, *Argemone ochroleuca* con 33 y *Stevia sp.* con 29.

El índice de equitatividad de Pielou (J') fue de **0.85**, lo que refleja una distribución bastante uniforme de la abundancia entre las especies. Un valor cercano a 1 indica que las especies tienden a presentar abundancias similares; en este caso, aunque existen especies dominantes, su predominio no es suficientemente marcado para generar una fuerte desigualdad en la comunidad. Las especies con menores registros, como *Cnidoscolus angustidens*, con un individuo, y varias especies con dos individuos, contribuyen a incrementar la riqueza, pero presentan una participación relativa reducida dentro de la estructura total del estrato.

El máximo de diversidad del ecosistema (H'max) fue de **3.40**, correspondiente a una distribución perfectamente equitativa de las 30 especies registradas. Al comparar este valor con el Shannon observado (**2.91**), se obtiene una equitatividad de **0.85**, confirmando que el estrato herbáceo se encuentra relativamente próximo a su máxima diversidad teórica. En conjunto, los resultados caracterizan al estrato herbáceo del área de la región ecológica como una comunidad diversa y con una estructura relativamente equilibrada, en la que existe cierta dominancia de gramíneas y algunas especies herbáceas, pero sin que se observe una concentración excesiva de la abundancia en unas pocas especies.

Tabla III.63 índice de diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceas – Región ecológica.

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Bothriochloa barbinodis	12	0.03	-3.43	-0.11
Bouteloua gracilis	58	0.16	-1.85	-0.29
Dichondra argentea	49	0.13	-2.02	-0.27
Oxalis decaphylla	4	0.01	-4.53	-0.05
Stenandrium dulce	20	0.05	-2.92	-0.16
Stevia sp.	29	0.08	-2.55	-0.20
Argemone ochroleuca	33	0.09	-2.42	-0.22
Solanum elaeagnifolium	13	0.04	-3.35	-0.12
Rhynchosia senna	26	0.07	-2.66	-0.19
Amaranthus spinosus	14	0.04	-3.27	-0.12
Cucurbita foetidissima	9	0.02	-3.72	-0.09
Melampodium perfoliatum	13	0.04	-3.35	-0.12
Bouteloua curtipendula	13	0.04	-3.35	-0.12
Cosmos bipinnatus	8	0.02	-3.83	-0.08
Mandevilla foliosa	7	0.02	-3.97	-0.08
Sanvitalia procumbens	10	0.03	-3.61	-0.10
Perymenium mendezii	9	0.02	-3.72	-0.09
Portulaca oleracea	13	0.04	-3.35	-0.12
Astrolepis sinuata	5	0.01	-4.30	-0.06
Sphaeralcea angustifolia	4	0.01	-4.53	-0.05
Cnidoscolus angustidens	1	0.00	-5.91	-0.02
Sida abutilifolia	3	0.01	-4.81	-0.04
Ageratina sp.	3	0.01	-4.81	-0.04
Symphyotrichum moranense	2	0.01	-5.22	-0.03
Nyctaginia capitata	2	0.01	-5.22	-0.03
Melinis repens	2	0.01	-5.22	-0.03
Roldana hartwegii	2	0.01	-5.22	-0.03

Especie	A	pi	Ln(pi)	pi*Ln(pi)
Ambrosia artemisiifolia	2	0.01	-5.22	-0.03
Euphorbia prostrata	2	0.01	-5.22	-0.03
Menodora scabra	2	0.01	-5.22	-0.03
Total	**370**		**I Shannon H =**	**2.91**
			H' máx =	**3.40**
			Equitatividad =	**0.85**

III.3.1.3 Índice de valor de importancia biológica (IVI)

Con la información de los muestreos dentro del área del proyecto, el área de influencia y la región ecológica, se presenta un análisis de diversidad de cada uno de los estratos de la vegetación, para lo cual se utilizaron los siguientes índices y parámetros estructurales:

Densidad: Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Dónde:

NAi= Número de individuos de la especie i.

NAT= Número de individuos de las especies presentes.

Dominancia relativa: es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, Mopt (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.,* (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Dónde:

ABi= Área basal de la especie i.

ABT = Área basal de todas las especies.

Dadas las características de la vegetación, la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

Frecuencia: según Franco *et al.* (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Dónde:

Fri= Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.
Ft= Número total de sitios de muestreo.

Índice de valor de Importancia (IVI).

El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en mayor o menor medida en la estructura de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa, entre otras cosas, que es dominante ecológicamente, que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad y la dominancia relativas. La descripción del tipo de vegetación se basó en los parámetros estructurales como altura y el valor de importancia de cada especie.

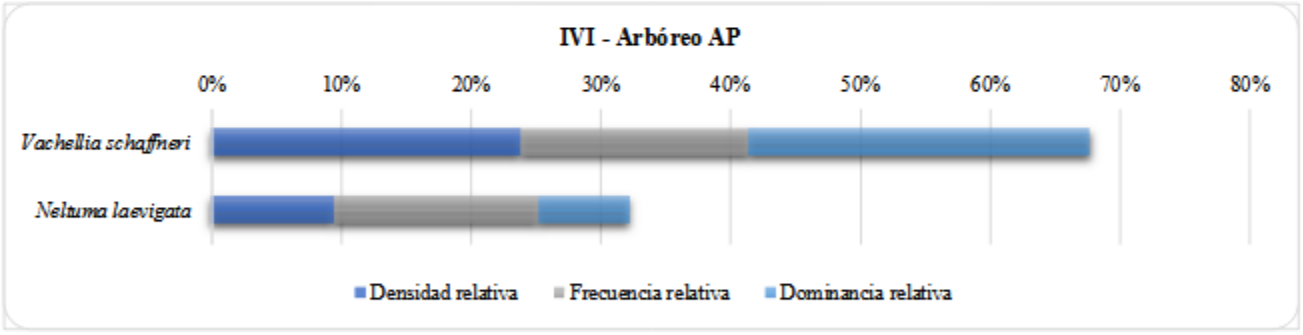
III.3.1.3.1 Área del proyecto

Estrato arbóreo

Con los datos obtenidos durante el muestreo *Vachellia schaffneri* presenta un IVI de 67.70%, siendo la especie con mayor importancia estructural, seguida por *Neltuma laevigata*, con 32.30%, lo que indica una importante contribución a la estructura de la vegetación.

Tabla III.64 índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área del proyecto.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Vachellia schaffneri	23.87%	17.54%	26.29%	67.70%
Neltuma laevigata	9.46%	15.79%	7.05%	32.30%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 10 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área del proyecto.

Estrato arbustivo

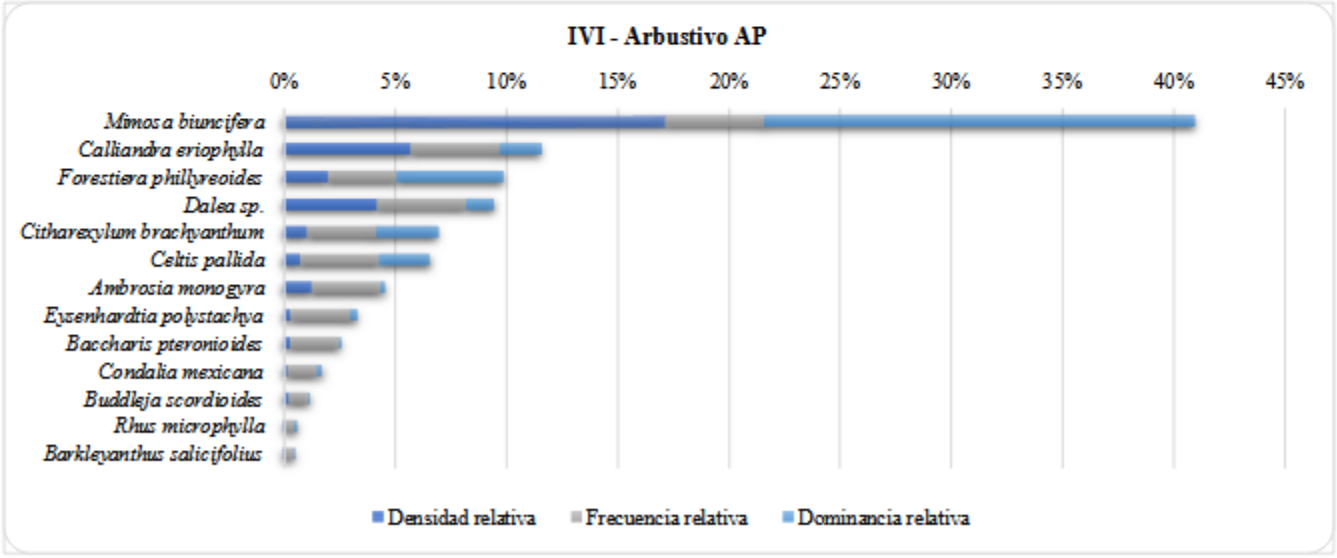
En el estrato arbustivo del área del proyecto, el Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra una comunidad claramente dominada por *Mimosa biuncifera*, que presenta el valor más elevado con 40.99%. Esta especie registra la mayor abundancia relativa (17.17%) y la mayor dominancia relativa (19.38%), además de una frecuencia relativa de 4.44%. Estos resultados indican que *Mimosa biuncifera* es la especie que realiza la mayor contribución a la estructura del estrato arbustivo, tanto por el número de individuos como por el espacio o cobertura que ocupa dentro del área evaluada.

Por otra parte, *Calliandra eriophylla* presenta un IVI de 11.64%, con una abundancia relativa de 5.72% y una frecuencia de 4.00%, mientras que *Forestiera phillyreoides* y *Dalea sp.* presentan valores de IVI de 9.89% y 9.48%, respectivamente. Estos valores reflejan una participación intermedia dentro del estrato. El resto de las especies presenta IVI inferiores a 7, destacando *Citharexylum brachyanthum* (6.99%), *Celtis pallida* (6.57%) *y Ambrosia monogyra* (4.56%), mientras que especies como *Barkleyanthus salicifolius* presentan una participación estructural reducida, con un IVI de apenas 0.50.

En términos generales, los resultados evidencian una fuerte dominancia estructural de *Mimosa biuncifera*, cuyo IVI es considerablemente superior al de las demás especies. Esto sugiere que la composición del estrato arbustivo está fuertemente condicionada por esta especie, particularmente por su elevada abundancia y dominancia

Tabla III.65 índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área del proyecto.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Mimosa biuncifera	17.17%	4.44%	19.38%	40.99%
Calliandra eriophylla	5.72%	4.00%	1.92%	11.64%
Forestiera phillyreoides	2.00%	3.11%	4.78%	9.89%
Dalea sp.	4.21%	4.00%	1.27%	9.48%
Citharexylum brachyanthum	1.06%	3.11%	2.81%	6.99%
Celtis pallida	0.76%	3.56%	2.26%	6.57%
Ambrosia monogyra	1.27%	3.11%	0.18%	4.56%
Eysenhardtia polystachya	0.33%	2.67%	0.32%	3.32%
Baccharis pteronioides	0.30%	2.22%	0.07%	2.60%
Condalia mexicana	0.18%	1.33%	0.20%	1.72%
Buddleja scordioides	0.24%	0.89%	0.01%	1.14%
Rhus microphylla	0.06%	0.44%	0.10%	0.60%
Barkleyanthus salicifolius	0.03%	0.44%	0.02%	0.50%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 11 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área del proyecto.

Estrato cactáceas

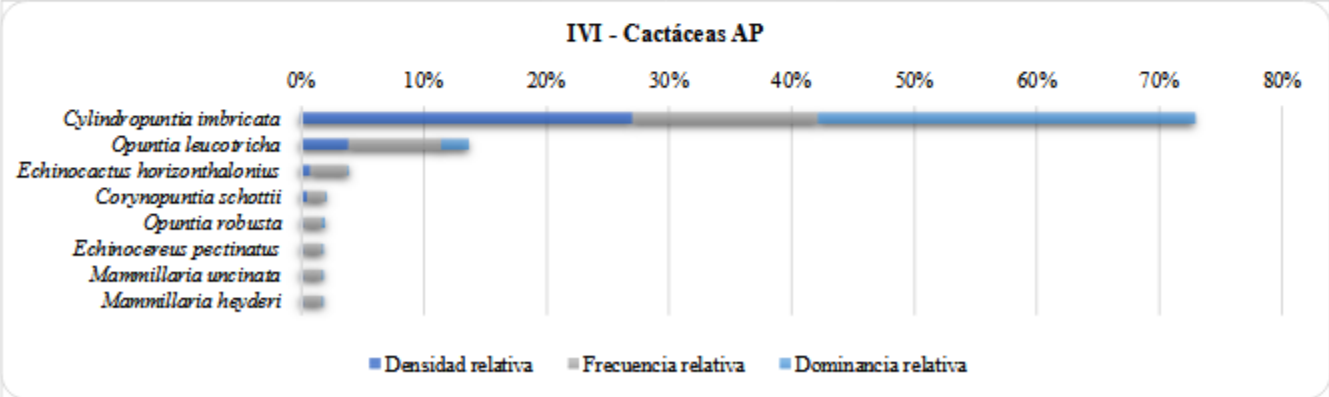
En el estrato de cactáceas del área del proyecto, el Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencia una marcada dominancia de *Cylindropuntia imbricata*, que presenta un IVI de 73.02%, ampliamente superior al resto de las especies registradas. Esta especie concentra una abundancia relativa de 27.08% y una dominancia relativa de 30.78%, además de presentar una frecuencia relativa de 15.15%. Estos valores indican que *Cylindropuntia imbricata* constituye el principal componente estructural del estrato de cactáceas y que su presencia tiene una influencia determinante sobre la composición y estructura de esta comunidad.

Las especies *Opuntia robusta, Echinocereus pectinatus, Mammillaria uncinata* y *Mammillaria heyderi* presentan valores de IVI de 1.99, 1.79, 1.79 y 1.78, respectivamente. Estos valores bajos se relacionan con sus reducidas abundancias y dominancias relativas, aunque varias de ellas mantienen presencia dentro de las unidades de muestreo. En conjunto, estas especies aportan diversidad florística al estrato, pero tienen una contribución estructural limitada frente a las especies dominantes.

La estructura de las cactáceas se encuentra fuertemente concentrada en *Cylindropuntia imbricata*, cuyo IVI representa una proporción muy elevada de la importancia relativa del conjunto. La diferencia entre esta especie y las restantes indica una comunidad con dominancia estructural muy marcada, donde *Opuntia leucotricha* ocupa una posición secundaria y las demás especies presentan una participación reducida.

Tabla III.66 índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área del proyecto.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Cylindropuntia imbricata	27.08%	15.15%	30.78%	73.02%
Opuntia leucotricha	3.91%	7.58%	2.29%	13.77%
Echinocactus horizonthalonius	0.78%	3.03%	0.02%	3.83%
Corynopuntia schottii	0.52%	1.52%	0.00%	2.04%
Opuntia robusta	0.26%	1.52%	0.21%	1.99%
Echinocereus pectinatus	0.26%	1.52%	0.01%	1.79%
Mammillaria uncinata	0.26%	1.52%	0.01%	1.79%
Mammillaria heyderi	0.26%	1.52%	0.01%	1.78%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 12 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área del proyecto.

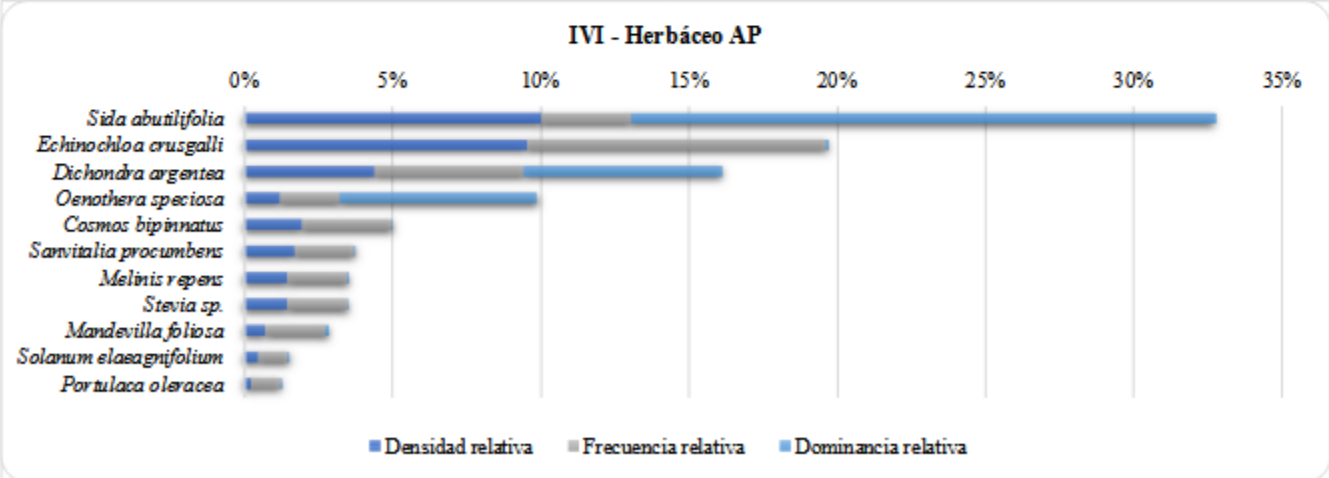
Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del área del proyecto, el Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra una comunidad en la que destacan principalmente *Sida abutilifolia, Echinochloa crusgalli* y *Dichondra argentea*. *Sida abutilifolia* presenta el mayor IVI, con 32.81%, resultado de una elevada abundancia relativa (10.05%), dominancia relativa (19.73%) y, especialmente, frecuencia relativa (3.03%). Estos valores indican que es una de las especies con mayor presencia y distribución dentro del área evaluada, contribuyendo de manera importante a la estructura del estrato herbáceo.

En contraste, *Mandevilla foliosa*, *Solanum elaeagnifolium* y *Portulaca oleracea* presentan los IVI más bajos, con 2.89%, 1.50% y 1.26%, respectivamente, reflejando una contribución estructural reducida. En términos generales, el estrato herbáceo presenta una distribución de la importancia relativamente concentrada en pocas especies, particularmente *Sida abutilifolia* y *Echinochloa crusgalli*. Este patrón evidencia que estas especies desempeñan un papel fundamental en la configuración estructural del estrato herbáceo dentro del área del proyecto.

Tabla III.67 índice de valor de importancia del estrato herbácea – Área del proyecto.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Sida abutilifolia	10.05%	3.03%	19.73%	32.81%
Echinochloa crusgalli	9.56%	10.10%	0.07%	19.73%
Dichondra argentea	4.41%	5.05%	6.68%	16.14%
Oenothera speciosa	1.23%	2.02%	6.63%	9.88%
Cosmos bipinnatus	1.96%	3.03%	0.00%	5.00%
Sanvitalia procumbens	1.72%	2.02%	0.01%	3.74%
Melinis repens	1.47%	2.02%	0.06%	3.55%
Stevia sp.	1.47%	2.02%	0.00%	3.50%
Mandevilla foliosa	0.74%	2.02%	0.13%	2.89%
Solanum elaeagnifolium	0.49%	1.01%	0.00%	1.50%
Portulaca oleracea	0.25%	1.01%	0.00%	1.26%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 13 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo – Área del proyecto.

III.3.1.3.2 Área de influencia

Estrato arbóreo

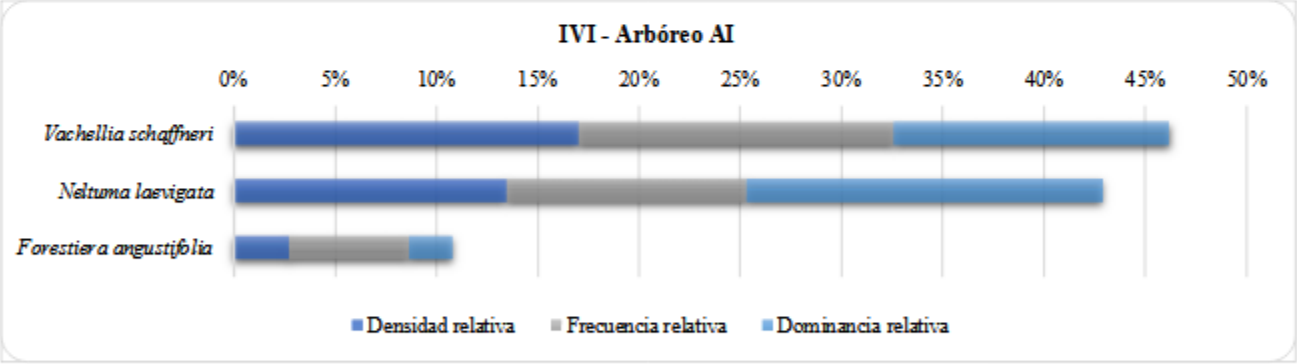
En el estrato arbóreo del área de influencia, el Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencia una comunidad dominada principalmente por *Vachellia schaffneri* y *Neltuma laevigata*. *Vachellia schaffneri* presenta el mayor IVI con 46.22%, sustentado por una abundancia relativa de 17.07%, una dominancia relativa de 13.60% y una frecuencia relativa de 15.56%. Estos valores indican que es la especie con mayor importancia estructural dentro del estrato, debido tanto a su elevada presencia como a su contribución en términos de dominancia y distribución dentro del área de influencia.

En último lugar, se encuentra *Forestiera angustifolia*, con un IVI de 10.83%.

En conjunto, los resultados muestran una comunidad arbórea con una marcada concentración de la importancia estructural en *Vachellia schaffneri* y *Neltuma laevigata*, que entre ambas presentan IVI de 89.17%, mientras que la especie restante aporta una importancia relativamente menor. Este patrón sugiere que la estructura del estrato arbóreo del área de influencia está determinada principalmente por estas dos especies.

Tabla III.68 índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área de influencia.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Vachellia schaffneri	17.07%	15.56%	13.60%	46.22%
Neltuma laevigata	13.51%	11.85%	17.59%	42.95%
Forestiera angustifolia	2.76%	5.93%	2.15%	10.83%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 14 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Área de influencia.

Estrato arbustivo

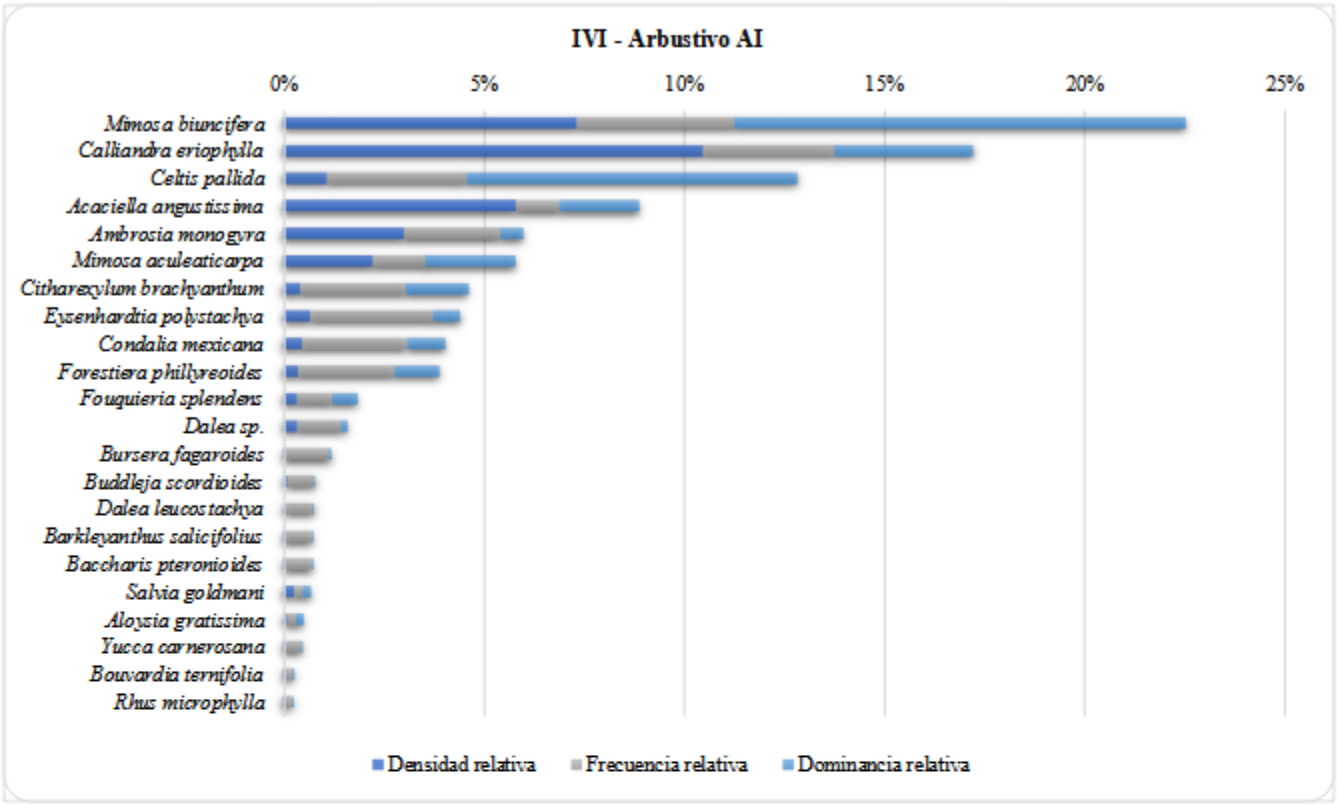
En el estrato arbustivo del área de influencia, el Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra una comunidad cuya estructura está dominada principalmente por *Mimosa biuncifera*, que presenta el valor más elevado con 22.55%. Esta especie registra una abundancia relativa de 7.33% y la mayor dominancia relativa (22.55%), aunque su frecuencia relativa es de 3.95%. Estos resultados indican que *Mimosa biuncifera* constituye el principal componente estructural del estrato arbustivo, debido principalmente a su elevada presencia y al espacio que ocupa dentro de la comunidad.

Calliandra eriophylla ocupa una posición importante con un IVI de 17.22%, sustentado principalmente por su elevada abundancia relativa (10.49%), mientras que *Celtis pallida* alcanza un IVI de 12.83%; *Acaciella angustissima* presenta un IVI de 8.89%, mientras que *Ambrosia monogyra* y *Mimosa aculeaticarpa* presentan valores de 5.99% y 5.80%, respectivamente.

Las especies restantes presentan IVI inferiores a 5%, destacando *Citharexylum brachyanthum* (4.63%), *Eysenhardtia polystachya* (4.42%), *Condalia mexicana* (4.05%) y *Forestiera phillyreoides* (3.90%), mientras que varias especies presentan valores inferiores a 2%. En términos generales, el estrato arbustivo presenta una estructura heterogénea, pero con una marcada dominancia de *Mimosa biuncifera* y *Calliandra eriophylla*.

Tabla III.69 índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área de influencia.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Mimosa biuncifera	7.33%	3.95%	11.27%	22.55%
Calliandra eriophylla	10.49%	3.29%	3.44%	17.22%
Celtis pallida	1.09%	3.51%	8.24%	12.83%
Acaciella angustissima	5.81%	1.10%	1.98%	8.89%
Ambrosia monogyra	3.01%	2.41%	0.57%	5.99%
Mimosa aculeaticarpa	2.24%	1.32%	2.24%	5.80%
Citharexylum brachyanthum	0.43%	2.63%	1.57%	4.63%
Eysenhardtia polystachya	0.68%	3.07%	0.68%	4.42%
Condalia mexicana	0.46%	2.63%	0.95%	4.05%
Forestiera phillyreoides	0.37%	2.41%	1.11%	3.90%
Fouquieria splendens	0.34%	0.88%	0.64%	1.85%
Dalea sp.	0.35%	1.10%	0.16%	1.60%
Bursera fagaroides	0.05%	1.10%	0.04%	1.19%
Buddleja scordioides	0.10%	0.66%	0.00%	0.76%
Dalea leucostachya	0.08%	0.66%	0.01%	0.75%
Barkleyanthus salicifolius	0.06%	0.66%	0.02%	0.73%
Baccharis pteronioides	0.06%	0.66%	0.00%	0.72%
Salvia goldmani	0.27%	0.22%	0.19%	0.68%
Aloysia gratissima	0.09%	0.22%	0.20%	0.51%
Yucca carnerosana	0.01%	0.44%	0.01%	0.46%
Bouvardia ternifolia	0.03%	0.22%	0.00%	0.25%
Rhus microphylla	0.01%	0.22%	0.00%	0.23%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 15 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Área de influencia.

Estrato cactáceas

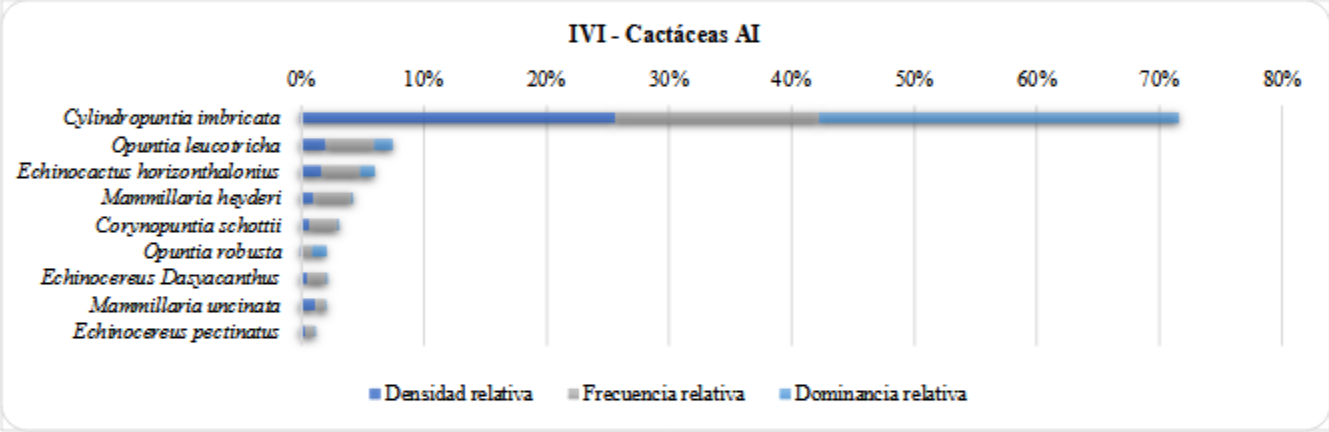
En el estrato de cactáceas del área de influencia, el Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencia una marcada dominancia de *Cylindropuntia imbricata*, que presenta el valor más elevado con 71.67%, muy por encima del resto de las especies registradas. Esta especie concentra una abundancia relativa de 25.64% y una dominancia relativa de 29.36%, además de una frecuencia relativa de 16.67%. Estos valores demuestran que *Cylindropuntia imbricata* constituye el principal componente estructural de la comunidad de cactáceas, tanto por el número de individuos como por la superficie o cobertura que representa.

Por su parte *Corynopuntia schottii* presenta un IVI de 3.13%, mientras que *Opuntia robusta*, *Echinocereus dasyacanthus*, *Mammillaria uncinata* y *Echinocereus pectinatus* presentan valores de 2.12%, 2.10%, 2.04% y 1.14%, respectivamente. Estos valores reflejan una contribución estructural secundaria o baja. Algunas de estas especies presentan mayor frecuencia que abundancia o dominancia, lo que indica que su importancia dentro de la comunidad está relacionada más con su distribución dentro del área que con el número de individuos o la cobertura que aportan.

En términos generales, el estrato de cactáceas presenta una dominancia estructural muy pronunciada de *Cylindropuntia imbricata*, cuyo IVI de 71.67% representa una diferencia considerable respecto a la segunda especie más importante. La elevada dominancia relativa de esta especie (29.36%) indica que concentra la mayor parte de la estructura física del estrato, mientras que las demás especies presentan una participación mucho menor. No obstante, la presencia de diversas especies con IVI bajos e intermedios contribuye a mantener la composición y riqueza florística de la comunidad de cactáceas en el área de influencia.

Tabla III.70 índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área de influencia.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Cylindropuntia imbricata	25.64%	16.67%	29.36%	71.67%
Opuntia leucotricha	2.05%	3.97%	1.49%	7.50%
Echinocactus horizonthalonius	1.71%	3.17%	1.19%	6.08%
Mammillaria heyderi	1.03%	3.17%	0.02%	4.22%
Corynopuntia schottii	0.68%	2.38%	0.06%	3.13%
Opuntia robusta	0.17%	0.79%	1.16%	2.12%
Echinocereus dasyacanthus	0.51%	1.59%	0.00%	2.10%
Mammillaria uncinata	1.20%	0.79%	0.05%	2.04%
Echinocereus pectinatus	0.34%	0.79%	0.00%	1.14%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 16 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Área de influencia.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del área de influencia, el Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra una comunidad con una estructura relativamente heterogénea, en la que destacan principalmente *Sphaeralcea angustifolia, Dichondra argentea y Oxalis decaphylla. Sphaeralcea angustifolia* presenta el mayor IVI con 16.81%, sustentado por la mayor abundancia relativa (1.19%) y la mayor dominancia relativa (14.24%) registradas en el estrato. Aunque su frecuencia relativa es de 1.37%, estos resultados indican que constituye uno de los principales componentes estructurales de la vegetación herbácea del área de influencia.

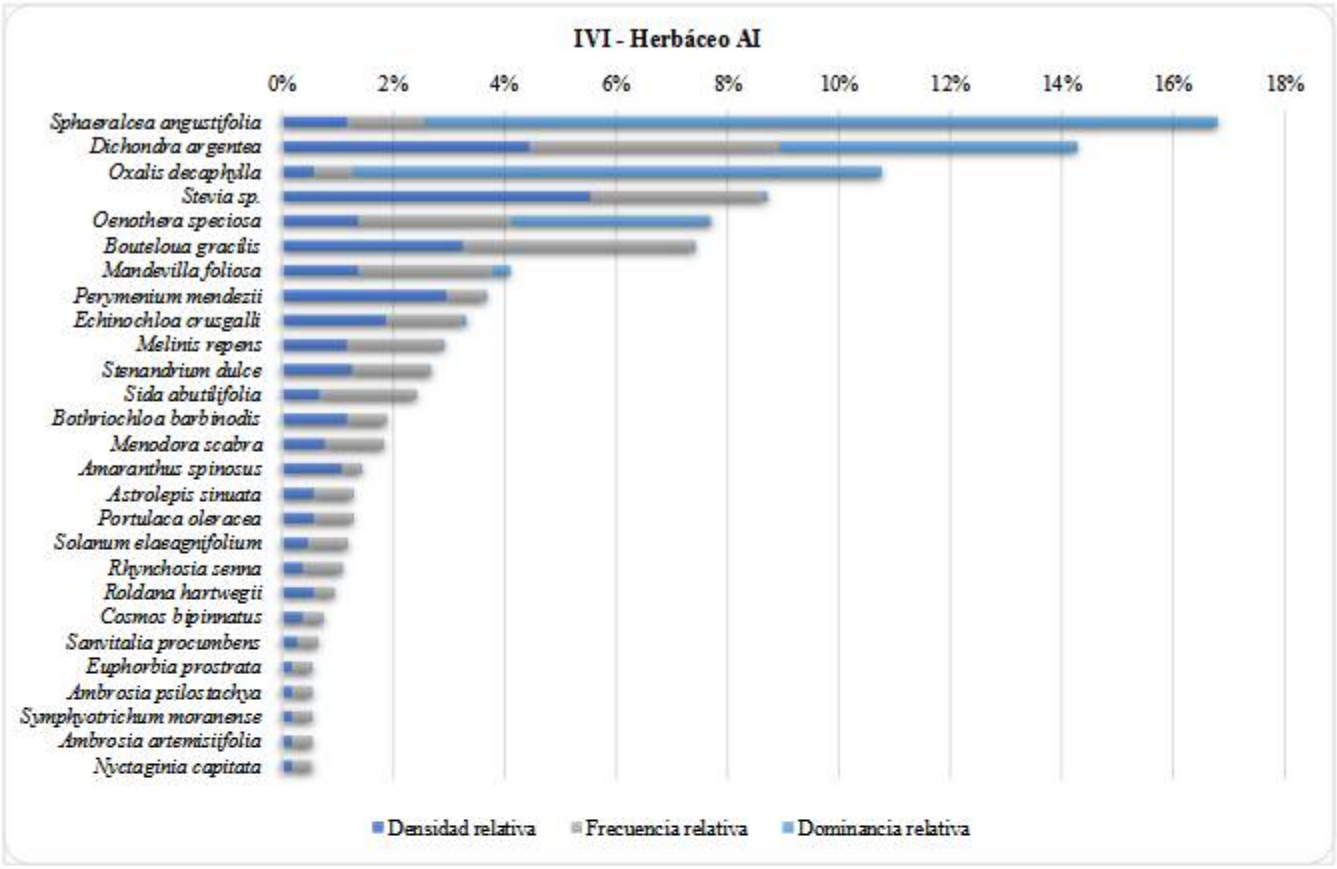
Por su parte *Stevia sp.* presenta un IVI de 8.73%, destacando especialmente por su abundancia relativa de 5.56%, la más alta del estrato. Asimismo, *Perymenium mendezii* presenta un IVI de 3.69%. Otras especies con participación intermedia son *Melinis repens* (2.93%), *Oenothera speciosa* (7.71%), *Mandevilla foliosa* (4.12%) y *Stenandrium dulce* (2.67%).

Las especies restantes presentan IVI inferiores a 2.5%, destacando *Sida abutilifolia* (2.42%), *Bothriochloa barbinodis* (1.89%), *Menodora scabra* (1.83%), *Amaranthus spinosus* (1.45%) y *Astrolepis sinuata* (1.29%), mientras que varias especies presentan valores inferiores a 1%. En términos generales, el estrato herbáceo presenta

una importancia estructural distribuida entre varias especies, sin que exista una dominancia tan extrema como la observada en otros estratos.

Tabla III.71 índice de valor de importancia del estrato herbáceas – Área de influencia.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Sphaeralcea angustifolia	1.19%	1.37%	14.24%	16.81%
Dichondra argentea	4.46%	4.47%	5.37%	14.30%
Oxalis decaphylla	0.60%	0.69%	9.49%	10.78%
Stevia sp.	5.56%	3.09%	0.08%	8.73%
Oenothera speciosa	1.39%	2.75%	3.57%	7.71%
Bouteloua gracilis	3.27%	4.12%	0.03%	7.43%
Mandevilla foliosa	1.39%	2.41%	0.33%	4.12%
Perymenium mendezii	2.98%	0.69%	0.03%	3.69%
Echinochloa crusgalli	1.88%	1.37%	0.06%	3.32%
Melinis repens	1.19%	1.72%	0.02%	2.93%
Stenandrium dulce	1.29%	1.37%	0.01%	2.67%
Sida abutilifolia	0.69%	1.72%	0.01%	2.42%
Bothriochloa barbinodis	1.19%	0.69%	0.01%	1.89%
Menodora scabra	0.79%	1.03%	0.00%	1.83%
Amaranthus spinosus	1.09%	0.34%	0.02%	1.45%
Astrolepis sinuata	0.60%	0.69%	0.01%	1.29%
Portulaca oleracea	0.60%	0.69%	0.01%	1.29%
Solanum elaeagnifolium	0.50%	0.69%	0.01%	1.19%
Rhynchosia senna	0.40%	0.69%	0.02%	1.10%
Roldana hartwegii	0.60%	0.34%	0.01%	0.94%
Cosmos bipinnatus	0.40%	0.34%	0.00%	0.74%
Sanvitalia procumbens	0.30%	0.34%	0.00%	0.64%
Euphorbia prostrata	0.20%	0.34%	0.01%	0.55%
Ambrosia psilostachya	0.20%	0.34%	0.00%	0.54%
Symphyotrichum moranense	0.20%	0.34%	0.00%	0.54%
Ambrosia artemisiifolia	0.20%	0.34%	0.00%	0.54%
Nyctaginia capitata	0.20%	0.34%	0.00%	0.54%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 17 Índice de valor de importancia del estrato herbáceas – Área de influencia.

III.3.1.3.3 Región Ecológica

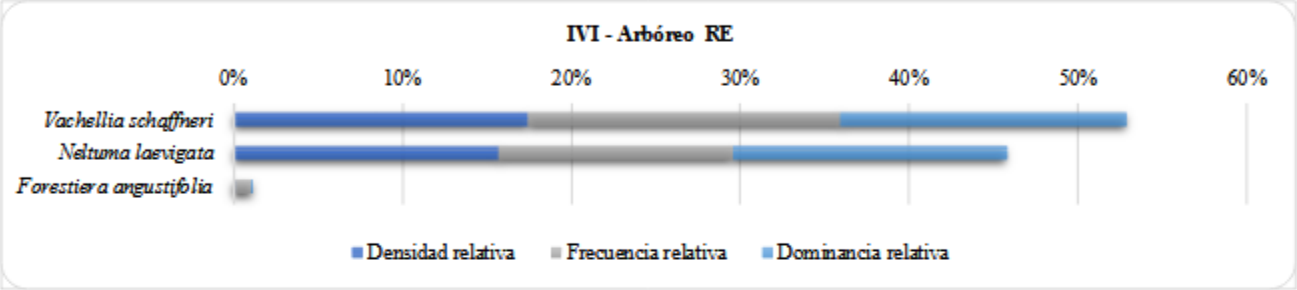
Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo del área de influencia, considerando las especies con los valores de IVI más altos y más bajos, se observa una marcada diferenciación en la importancia estructural de sus componentes. *Vachellia schaffneri* presenta el mayor IVI con 52.95%, seguida de *Neltuma laevigata*, con 45.87%. *Vachellia schaffneri* destaca por registrar los valores más elevados de abundancia relativa (17.47%) y frecuencia relativa (18.52%), mientras que *Neltuma laevigata* presenta una abundancia de 15.73% y una frecuencia de 13.89%. Estos resultados evidencian que ambas especies son los principales elementos estructurales del estrato arbóreo.

La especie con menor importancia es *Forestiera angustifolia*, con un IVI de 1.18%, siendo el valor más bajo del conjunto. Su baja importancia se relaciona principalmente con una dominancia relativa de apenas 0.12% y una abundancia relativa de 0.13%, siendo su contribución estructural es menor que la de las especies con IVI más elevados.

Tabla III.72 índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Región ecológica.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Vachellia schaffneri	17.47%	18.52%	16.96%	52.95%
Neltuma laevigata	15.73%	13.89%	16.25%	45.87%
Forestiera angustifolia	0.13%	0.93%	0.12%	1.18%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 18 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo – Región ecológica.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la región ecológica, el Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra una comunidad en la que la importancia estructural se encuentra distribuida entre varias especies como *Celtis pallida*, *Citharexylum brachyanthum*, *Ambrosia monogyra* y *Eysenhardtia polystachya*. *Celtis pallida* presenta el mayor IVI con 13.65%, asociado principalmente con su elevada dominancia relativa (7.83%). Por su parte, *Citharexylum brachyanthum* alcanza un IVI de 13.38%, destacando por registrar la mayor frecuencia relativa, con 4.60%, mientras que *Calliandra eriophylla* presenta un IVI de 12.89%, sustentado por valores elevados de abundancia (7.23%) y frecuencia relativa (4.02%).

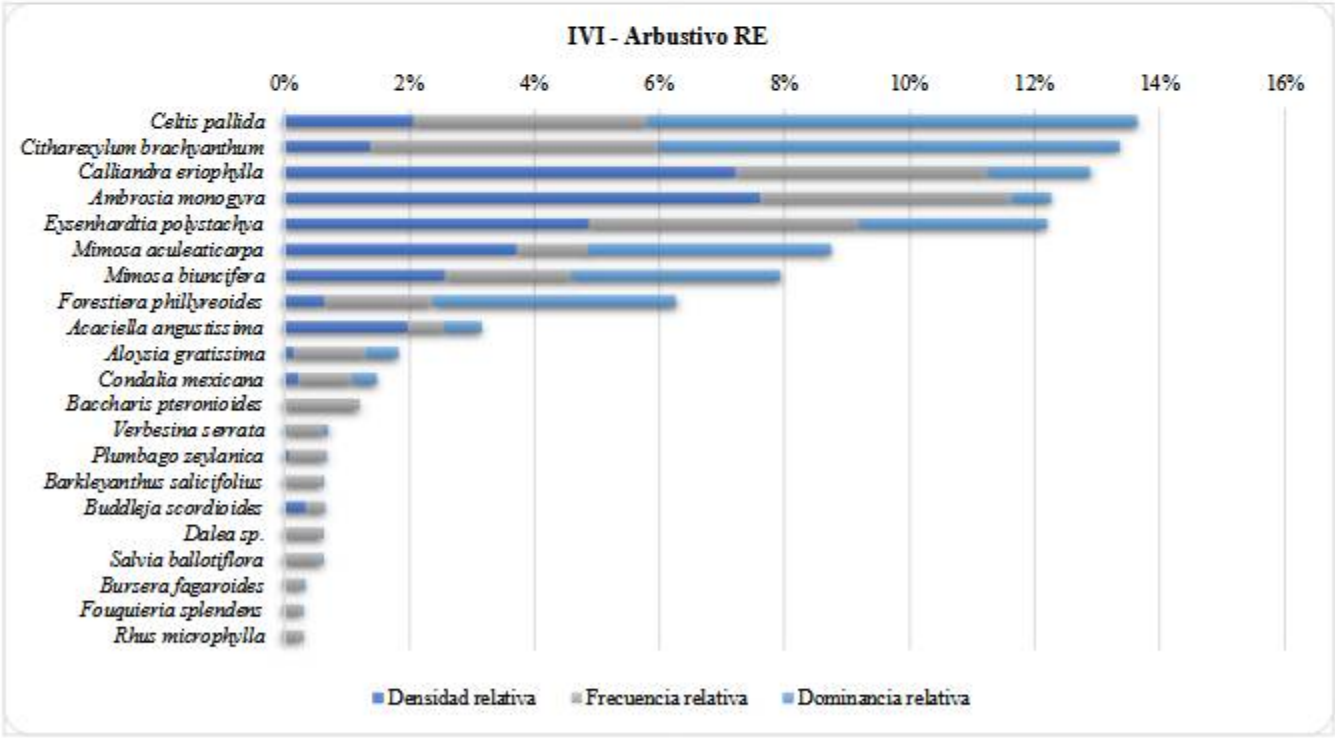
Ambrosia monogyra presenta un IVI de 12.27%, con una abundancia relativa de 7.62%, dominancia de 0.63% y frecuencia de 4.02%, mostrando una participación relativamente equilibrada en los tres componentes del índice. Asimismo, *Eysenhardtia polystachya* registra un IVI de 12.21%, destacando por presentar una de las mayores frecuencias relativas (4.31%). Esto indica que su elevada importancia está asociada principalmente con el número de individuos y no con una elevada ocupación espacial o cobertura.

Las especies con los valores más bajos de importancia corresponden a *Buddleja scordioides* (0.65%), *Dalea sp.* (0.64%), *Salvia ballotiflora* (0.64%), *Bursera fagaroides* (0.34%) y diversas especies con IVI inferiores, como *Fouquieria splendens* y *Rhus microphylla* (0.30% cada una). En términos generales, el estrato arbustivo de la región ecológica presenta una estructura relativamente heterogénea.

Tabla III.73 índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Región ecológica.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Celtis pallida	2.08%	3.74%	7.83%	13.65%
Citharexylum brachyanthum	1.39%	4.60%	7.39%	13.38%
Calliandra eriophylla	7.23%	4.02%	1.63%	12.89%
Ambrosia monogyra	7.62%	4.02%	0.63%	12.27%

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Eysenhardtia polystachya	4.89%	4.31%	3.01%	12.21%
Mimosa aculeaticarpa	3.73%	1.15%	3.87%	8.76%
Mimosa biuncifera	2.59%	2.01%	3.35%	7.94%
Forestiera phillyreoides	0.66%	1.72%	3.88%	6.27%
Acaciella angustissima	1.99%	0.57%	0.62%	3.18%
Aloysia gratissima	0.17%	1.15%	0.53%	1.84%
Condalia mexicana	0.24%	0.86%	0.40%	1.50%
Baccharis pteronioides	0.05%	1.15%	0.00%	1.20%
Verbesina serrata	0.06%	0.57%	0.08%	0.71%
Plumbago zeylanica	0.09%	0.57%	0.02%	0.69%
Barkleyanthus salicifolius	0.05%	0.57%	0.03%	0.65%
Buddleja scordioides	0.35%	0.29%	0.00%	0.65%
Dalea sp.	0.05%	0.57%	0.02%	0.64%
Salvia ballotiflora	0.05%	0.57%	0.02%	0.64%
Bursera fagaroides	0.02%	0.29%	0.03%	0.34%
Fouquieria splendens	0.01%	0.29%	0.00%	0.30%
Rhus microphylla	0.01%	0.29%	0.00%	0.30%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 19 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo – Región ecológica.

Estrato cactáceas

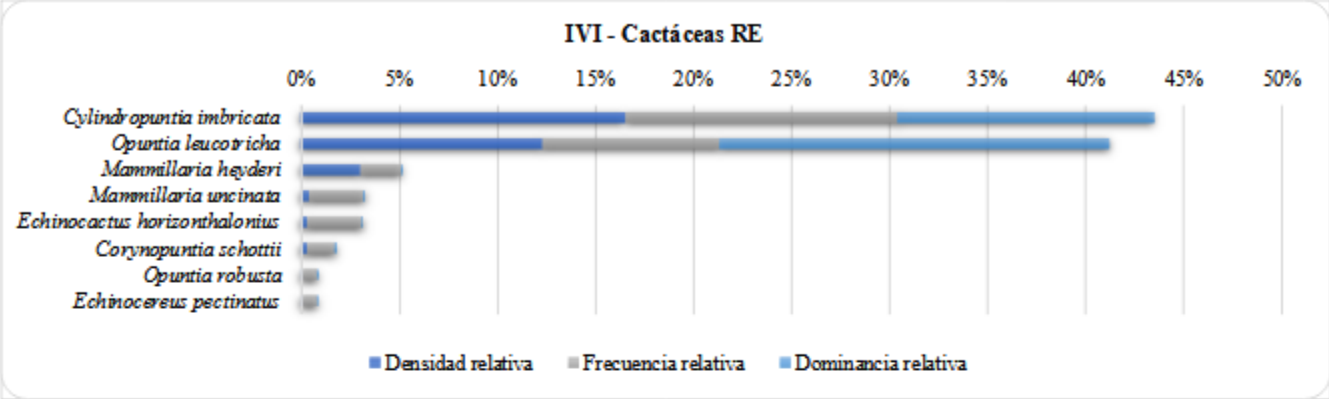
En el estrato de cactáceas de la región ecológica, el Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencia una marcada concentración de la importancia estructural en *Cylindropuntia imbricata* y *Opuntia leucotricha*. *Cylindropuntia imbricata* presenta el mayor IVI con 43.54%, sustentado por la mayor abundancia relativa (16.56%) y una elevada frecuencia relativa (13.89%), además de registrar una dominancia relativa de 13.08%. Estos valores indican que constituye el principal componente estructural de la comunidad de cactáceas, tanto por su presencia como por la superficie o cobertura que aporta.

Mammillaria heyderi ocupa una posición secundaria, con un IVI de 5.20%, sustentado principalmente por su abundancia relativa de 3.05% y frecuencia de 2.08%, aunque presenta una baja dominancia relativa (0.07%). *Mammillaria uncinata* y *Echinocactus horizonthalonius* presentan IVI de 3.27% y 3.15%, respectivamente, destacando principalmente por sus frecuencias relativas de 2.78%. Por su parte, *Corynopuntia schottii* presenta un IVI de 1.85%, mientras que *Opuntia robusta* y *Echinocereus pectinatus* presentan los valores más bajos, con 0.91% y 0.84%, respectivamente.

En términos generales, el estrato de cactáceas presenta una estructura fuertemente determinada por *Cylindropuntia imbricata* y *Opuntia leucotricha*. En conjunto, ambas representan la mayor parte de la importancia estructural de la comunidad, aunque con diferencias en sus componentes: *Cylindropuntia imbricata* destaca por su mayor abundancia y frecuencia, mientras que *Opuntia leucotricha* sobresale por su elevada dominancia. Las especies restantes presentan una participación estructural considerablemente menor, pero contribuyen a la riqueza y composición florística del estrato de cactáceas de la región ecológica.

Tabla III.74 índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Región ecológica.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Cylindropuntia imbricata	16.56%	13.89%	13.08%	43.54%
Opuntia leucotricha	12.34%	9.03%	19.89%	41.25%
Mammillaria heyderi	3.05%	2.08%	0.07%	5.20%
Mammillaria uncinata	0.42%	2.78%	0.08%	3.27%
Echinocactus horizonthalonius	0.35%	2.78%	0.02%	3.15%
Corynopuntia schottii	0.35%	1.39%	0.12%	1.85%
Opuntia robusta	0.14%	0.69%	0.07%	0.91%
Echinocereus pectinatus	0.14%	0.69%	0.00%	0.84%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 20 Índice de valor de importancia del estrato de cactáceas – Región ecológica.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo de la región ecológica, el Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra que la estructura de la comunidad está principalmente determinada por *Bothriochloa barbinodis, Bouteloua gracilis* y *Dichondra argentea*. *Bothriochloa barbinodis* presenta el mayor IVI con 28.05%, asociado con una dominancia relativa de 28.05%. Este valor indica que es una especie con cobertura amplia dentro del área evaluada.

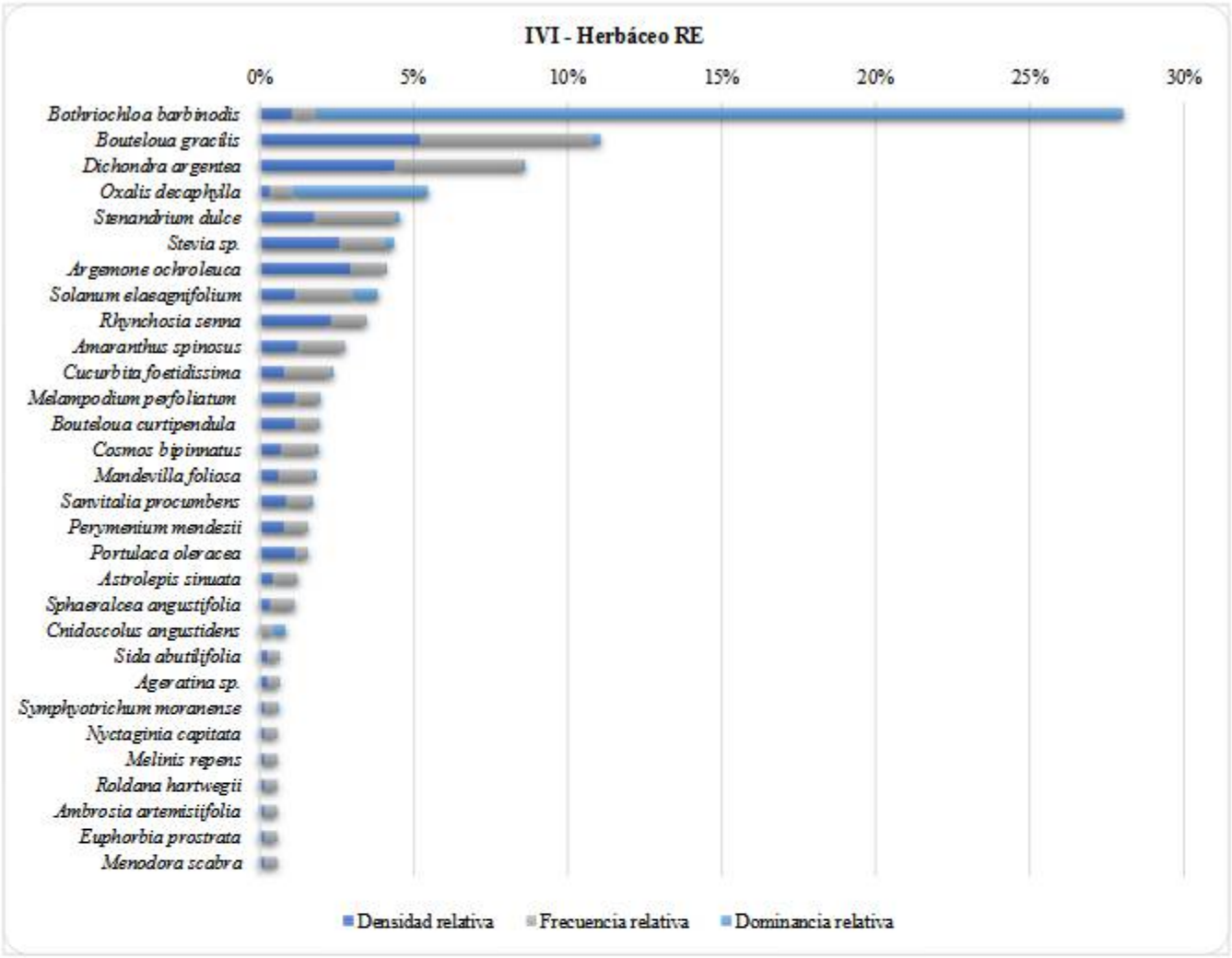
Bouteloua gracilis presenta un IVI de 11.08%, destacando de manera particular por su abundancia relativa de 5.23%, la más elevada de todas las especies registradas. Sin embargo, su dominancia relativa es apenas de 0.24% y su frecuencia de 5.62%, lo que indica que su elevada importancia estructural está determinada principalmente por el tamaño o abundancia de sus individuos y no por su dominancia. *Dichondra argentea* también presenta una participación relevante, con un IVI de 4.56%, mientras que *Stenandrium dulce*, *Stevia sp.* y *Argemone ochroleuca* presentan valores de 4.56%, 4.39% y 4.15%, respectivamente.

En el extremo inferior, especies como *Ageratina sp.* (0.65%), *Symphyotrichum moranense* (0.64%), *Nyctaginia capitata* (0.57%), y *Melinis repens* y *Roldana hartwegii* (0.56% cada una) presentan los IVI más bajos, reflejando una participación estructural limitada. En conjunto, el estrato herbáceo presenta una estructura relativamente heterogénea, con una distribución de la importancia ecológica entre varias especies y sin una dominancia absoluta de una sola.

Tabla III.75 índice de valor de importancia del estrato herbáceo – Región ecológica.

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Bothriochloa barbinodis	1.08%	0.75%	26.22%	28.05%
Bouteloua gracilis	5.23%	5.62%	0.24%	11.08%
Dichondra argentea	4.41%	4.12%	0.11%	8.64%
Oxalis decaphylla	0.36%	0.75%	4.37%	5.48%
Stenandrium dulce	1.80%	2.62%	0.14%	4.56%
Stevia sp.	2.61%	1.50%	0.28%	4.39%
Argemone ochroleuca	2.97%	1.12%	0.06%	4.15%
Solanum elaeagnifolium	1.17%	1.87%	0.81%	3.85%
Rhynchosia senna	2.34%	1.12%	0.02%	3.49%
Amaranthus spinosus	1.26%	1.50%	0.03%	2.79%

Especie	Ar	Fr	Dr	IVI
Cucurbita foetidissima	0.81%	1.50%	0.12%	2.43%
Melampodium perfoliatum	1.17%	0.75%	0.05%	1.97%
Bouteloua curtipendula	1.17%	0.75%	0.02%	1.94%
Cosmos bipinnatus	0.72%	1.12%	0.07%	1.92%
Mandevilla foliosa	0.63%	1.12%	0.12%	1.87%
Sanvitalia procumbens	0.90%	0.75%	0.09%	1.74%
Perymenium mendezii	0.81%	0.75%	0.02%	1.58%
Portulaca oleracea	1.17%	0.37%	0.03%	1.58%
Astrolepis sinuata	0.45%	0.75%	0.00%	1.20%
Sphaeralcea angustifolia	0.36%	0.75%	0.00%	1.11%
Cnidoscolus angustidens	0.09%	0.37%	0.39%	0.86%
Sida abutilifolia	0.27%	0.37%	0.01%	0.65%
Ageratina sp.	0.27%	0.37%	0.00%	0.65%
Symphyotrichum moranense	0.18%	0.37%	0.09%	0.64%
Nyctaginia capitata	0.18%	0.37%	0.01%	0.57%
Melinis repens	0.18%	0.37%	0.01%	0.56%
Roldana hartwegii	0.18%	0.37%	0.01%	0.56%
Ambrosia artemisiifolia	0.18%	0.37%	0.01%	0.56%
Euphorbia prostrata	0.18%	0.37%	0.00%	0.56%
Menodora scabra	0.18%	0.37%	0.00%	0.56%
Total	**33.33%**	**33.33%**	**33.33%**	**100.00%**



Gráfica III. 21 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo – Región ecológica.

III.3.1.1 Especies consideradas dentro de la NOM-059 y CITES

III.3.1.1.1 Área del proyecto

De las especies de flora registradas en el área del proyecto, se identificaron ocho (8) especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), todas ellas consideradas dentro del Apéndice II de dicha convención. Las especies registradas corresponden a *Cylindropuntia imbricata, Echinocactus horizonthalonius, Echinocereus pectinatus, Corynopuntia schottii, Mammillaria heyderi, Mammillaria uncinata, Opuntia leucotricha y Opuntia robusta.*

En lo que respecta a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con la recabada, no se registraron especies con alguna categoría de riesgo establecida en dicha norma. Por lo tanto, las especies señaladas presentan consideración únicamente dentro de CITES, Apéndice II, condición que implica que su comercio internacional se encuentra sujeto a mecanismos de regulación y control.

Tabla III.76 Listado de especies normadas del Área del proyecto (AP).

Listado de especies normadas del Área del proyecto (AP)				
Especie	**Nombre común**	**Estrato muestreado**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Corynopuntia schottii	Choya abrojo de Texas	Cactáceas	-	Ap II
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	Cactáceas	-	Ap II
Echinocactus horizonthalonius	Biznaga meloncillo	Cactáceas	-	Ap II
Echinocereus pectinatus	Biznaga arcoíris	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria heyderi	Biznaga de chilillos	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia robusta	Nopal tapón	Cactáceas	-	Ap II

III.3.1.1.2 Área de influencia

De las especies de flora registradas en el área del proyecto, se identificaron diez (10) especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), todas ellas consideradas dentro del Apéndice II de dicha convención. Las especies corresponden a *Cylindropuntia imbricata, Echinocactus horizonthalonius, Echinocereus dasyacanthus, Echinocereus pectinatus, Corynopuntia schottii, Mammillaria heyderi, Mammillaria uncinata, Opuntia leucotricha, Opuntia robusta y Euphorbia prostrata.*

En lo que respecta a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con los datos obtenidos, no se registraron especies con alguna categoría de riesgo dentro de esta norma. Por lo anterior, las diez especies identificadas presentan únicamente consideración en CITES, Apéndice II, lo cual implica que su comercio internacional se encuentra sujeto a regulación y control para evitar que su aprovechamiento o comercialización sea incompatible con la conservación de sus poblaciones silvestres.

Tabla III.77 Listado de especies normadas del Área de influencia (AI).

Listado de especies normadas del Área de influencia (AI)				
Especie	**Nombre común**	**Estrato muestreado**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Corynopuntia schottii	Choya abrojo de Texas	Cactáceas	-	Ap II
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	Cactáceas	-	Ap II
Echinocactus horizonthalonius	Biznaga meloncillo	Cactáceas	-	Ap II
Echinocereus dasyacanthus	Huevo de toro	Cactáceas	-	Ap II
Echinocereus pectinatus	Biznaga arcoíris	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria heyderi	Biznaga de chilillos	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia robusta	Nopal tapón	Cactáceas	-	Ap II
Euphorbia prostrata	Golondrilla	Herbáceo	-	Ap II

III.3.1.1.3 Región ecológica

De las especies de flora registradas en el área del proyecto, se identificaron nueve (9) especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), todas ellas consideradas dentro del Apéndice II de dicha convención. Las especies registradas corresponden a *Cylindropuntia imbricata, Echinocactus horizonthalonius, Echinocereus pectinatus, Corynopuntia schottii, Mammillaria heyderi, Mammillaria uncinata, Opuntia leucotricha, Opuntia robusta* y *Euphorbia prostrata.*

En lo que respecta a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con la recabada, no se registraron especies con alguna categoría de riesgo establecida en dicha norma. Por lo tanto, las especies señaladas presentan consideración únicamente dentro de CITES, Apéndice II, condición que implica que su comercio internacional se encuentra sujeto a mecanismos de regulación y control.

Tabla III.78 Listado de especies normadas de la región ecológica (RE).

Listado de especies normadas de la Región Ecológica (RE)				
Especie	**Nombre común**	**Estrato muestreado**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Corynopuntia schottii	Choya abrojo de Texas	Cactáceas	-	Ap II
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	Cactáceas	-	Ap II
Echinocactus horizonthalonius	Biznaga meloncillo	Cactáceas	-	Ap II
Echinocereus pectinatus	Biznaga arcoíris	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria heyderi	Biznaga de chilillos	Cactáceas	-	Ap II
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo	Cactáceas	-	Ap II
Opuntia robusta	Nopal tapón	Cactáceas	-	Ap II
Euphorbia prostrata	Golondrilla	Herbáceo	-	Ap II

III.3.2 Fauna silvestre

III.3.2.1 Muestreos

En los estudios faunísticos, los transectos lineales debido a su sencillez y versatilidad, son uno de los métodos más utilizados para aplicarse a especies de vertebrados; los transectos pueden ser de ancho fijo o ancho variable, a lo largo de ellos se hace el conteo de los individuos; se pueden aplicar varios estimadores a partir del muestreo en transectos; entre las variaciones en los transectos, se pueden mencionar los de ancho fijo y variable, también pudiendo ser de longitud fija o variable (Naranjo, 2000). El uso de transectos, ha tomado gran importancia en este tipo de estudios, pudiendo ser implementados en desplazamientos para documentar biodiversidad de un área, la cualificación o cuantificación de especies silvestres; se aplican en la estimación del tamaño de una población dada, usándose en situaciones que proveen información útil al trabajo con manejo de fauna (Carrillo et al, 2000 y Wallace, 1999, en Chiriví, 2006).

El transecto, es una técnica de observación y registro de datos útil para hacer un estudio detallado a lo largo de una línea (real o imaginaria), puede ser definido de acuerdo a las características de la brecha, sendero o camino utilizado. Los transectos pueden aplicar a algunas clases de vertebrados, como son los mamíferos, aves, reptiles y anfibios, considerando su comportamiento, hábitos y preferencias ambientales. Por lo anterior, los transectos de análisis de fauna se aplicaron buscando diferentes especies, indicios o rastros de estas; al detectar una huella, canto, excreta, rastro o indicio, se registró el dato de la especie, concentrando la información de las especies encontradas en los formatos de colecta de campo. Las huellas y otros rastros o indicios que se detectan en el sendero (transecto) recorrido, se registran en número, de acuerdo con las observaciones del técnico que levanta la información, asignándole el número de individuos a que corresponden, esas huellas o indicios, de acuerdo con lo observado y a la experiencia del técnico.

Durante el estudio de las especies de fauna, se contó con diversos equipos y materiales para facilitar su determinación, y como ejemplo se mencionan los siguientes:

- Binoculares
- Telescopio
- Cámaras fotográficas digitales
- Guías de campo para determinar, mamíferos, aves, reptiles y anfibios
- Escalímetros, cintas para medir y reglas
- Guía de aves del desierto
- Guía de aves rapaces
- Guías de campo de huellas de mamíferos
- Guía de campo de rastros de mamíferos
- Guías de huevos de aves
- Guías de animales muertos



Figura III. 59 Personal técnico de CIMA Consultores realizando un transecto de análisis de fauna en la región ecológica

Cabe mencionar que, durante recorridos, visitas y labores de levantamiento de datos para análisis de flora, que inició casi a la par de los estudios faunísticos y terminando al mismo tiempo, también se pudieron documentar especies de fauna, esto tanto en el área del proyecto, influencia y región ecológica, dicha información sirvió para enriquecer la biodiversidad faunística de las áreas mencionadas.

Los transectos de análisis faunísticos fueron ubicados de manera dirigida en áreas de interés. Todos los transectos realizados contemplaron una franja de visualización de 10 metros a ambos lados (dando un espectro visual de 20 metros de ancho sobre los transectos). En total los transectos arrojaron una distancia de recorrido total de 1,168.92 m lineales. Con lo anterior, se tuvo una superficie de revisión en los cuatro transectos de 23,378.4 m² (2.3378 ha) para cada área evaluada (AP, AI y RE). A continuación, se describe de manera puntual cada una de las áreas de interés.

- **Área del proyecto**

La empresa promovente llevó a cabo el monitoreo de la fauna silvestre mediante el método de transectos, estableciendo dos sitios de muestreo por cada periodo estacional evaluado. Para el área del proyecto, el diseño experimental abarcó una superficie de muestreo equivalente al 19.18% de la superficie total solicitada en el presente estudio, un porcentaje que garantiza una representatividad espacial óptima para la identificación de los taxones locales. El esfuerzo de muestreo contempló la estacionalidad climática de la región, ejecutándose en dos etapas críticas: la primera fase se realizó en la temporada seca, mientras que la segunda fase se efectuó en la temporada de lluvias, logrando así capturar la dinámica poblacional temporal. Respecto al régimen horario, tal periodo de trabajo respondió a los protocolos de seguridad y gestión de riesgos del personal técnico en campo.

Tabla III.79 Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en el Área del Proyecto (AP)

		Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en el Área del Proyecto (AP)							
Componente	Tipos	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Fecha de realización	Temporalidad	Intensidad del muestreo (total 12.1852ha – AP)	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Fauna	Aleatorio simple	Transecto (ancho fijo y distancia variable)	2	Diurno	Del 20 al 23 de abril de 2026	Secas	19.18%	Perenne	Terrestre
Fauna	Aleatorio simple	Transecto (ancho fijo y distancia variable)	2	Diurno	Del 10 al 14 de agosto	Lluvias	19.18%	Perenne	Terrestre
Intensidad de muestreo							19.18%		

Tabla III.80 Ubicación y distancia de los transectos de análisis de fauna del área del proyecto

Transectos de fauna silvestre dentro del proyecto				
Transecto	**Vértice**	**X**	**Y**	**Longitud (m)**
1	1	539956.07	2741087.59	310.91
	2	539800.05	2741110.74	
	3	539671.77	2741194.48	
2	1	539609.11	2741452.39	300
	2	539692.96	2741290.53	
	3	539795.60	2741232.76	
3	1	539655.93	2741217.10	281.9
	2	539544.81	2741349.66	
	3	539503.53	2741450.47	
4	1	539698.36	2741211.52	276.03
	2	539857.61	2741168.76	
	3	539953.25	2741225.37	
Total				1,168.92

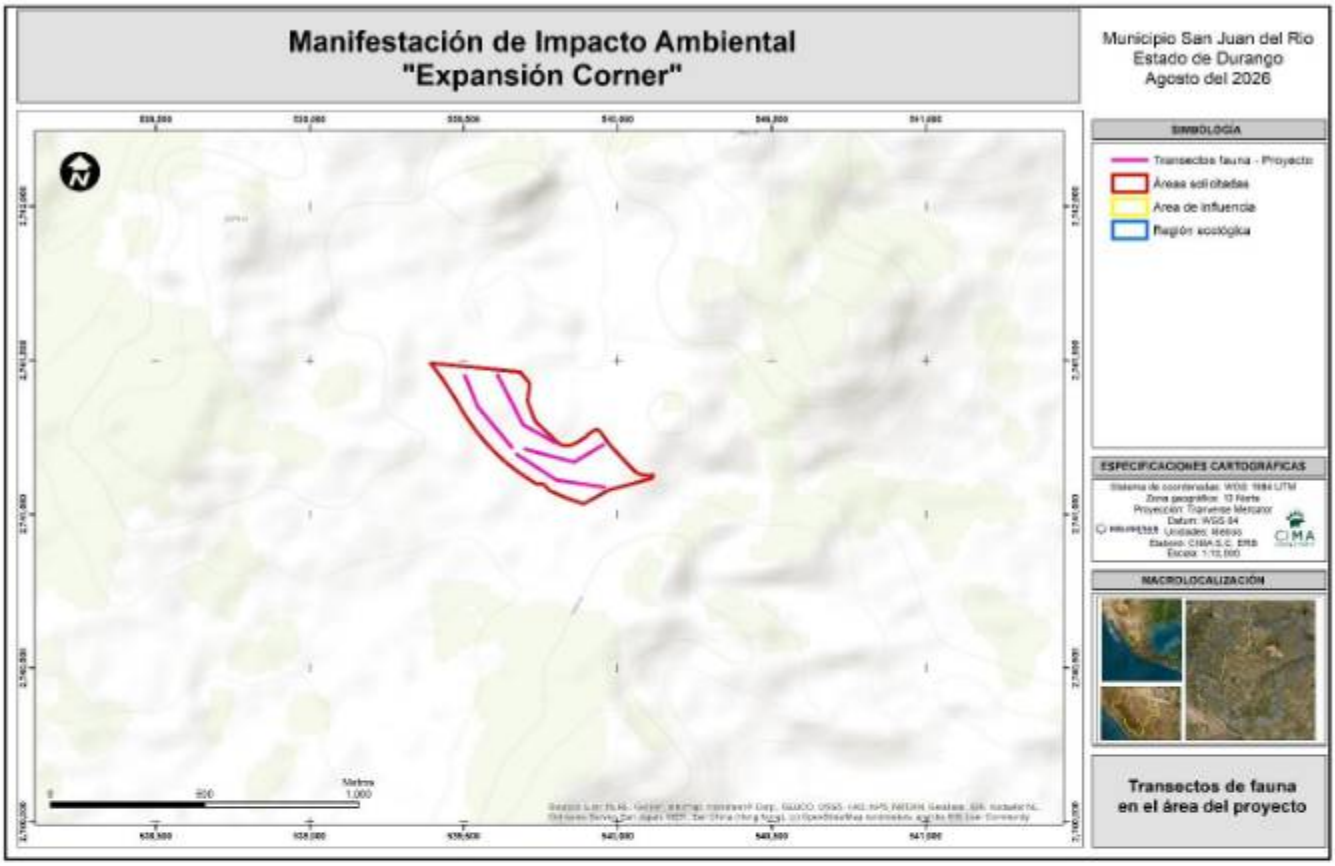


Figura III. 60 Transectos de fauna realizados en el área del proyecto

- **Área de influencia**

Para el caso del área de influencia, la intensidad de muestreo tiende s reducirse, esto es debido a que la posible superficie muestreada se ubica muy por encima de las áreas solicitadas, no obstante, el diseño de muestreo fue el mismo que para el área del proyecto, ejecutándose 4 transectos.

Tabla III.81 Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en el Área de influencia (AI)

		Resumen y metodología de muestreos en el Área de influencia (AI)							
Componente	Tipos	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Fecha de realización	Temporalidad	Intensidad del muestreo (total 1,776.36 ha – AI)	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Fauna	Aleatorio simple	Transecto (ancho fijo y distancia variable)	2	Diurno	Del 20 al 23 de abril de 2026	Secas	0.13%	Perenne	Terrestre
Fauna	Aleatorio simple	Transecto (ancho fijo y distancia variable)	2	Diurno	Del 10 al 14 de agosto	Lluvias	0.13%	Perenne	Terrestre
Intensidad de muestreo							0.13%		

Tabla III.82 Ubicación y distancia de los transectos de análisis de fauna del área de influencia

Transectos de fauna silvestre dentro del AI				
Transecto	**Vértice**	**X**	**Y**	**Longitud (m)**
1	1	538672.93	2742155.69	280
	2	538856.99	2742077.45	
	3	538936.64	2742084.89	
2	1	538614.98	2741297.65	288
	2	538756.25	2741392.23	
	3	538825.08	2741488.07	
3	1	539351.59	2741202.40	320.92
	2	539527.07	2741069.71	
	3	539626.96	2741055.33	
4	1	538982.81	2742530.03	280
	2	539073.02	2742662.17	
	3	539169.99	2742732.85	
Total				1,168.92

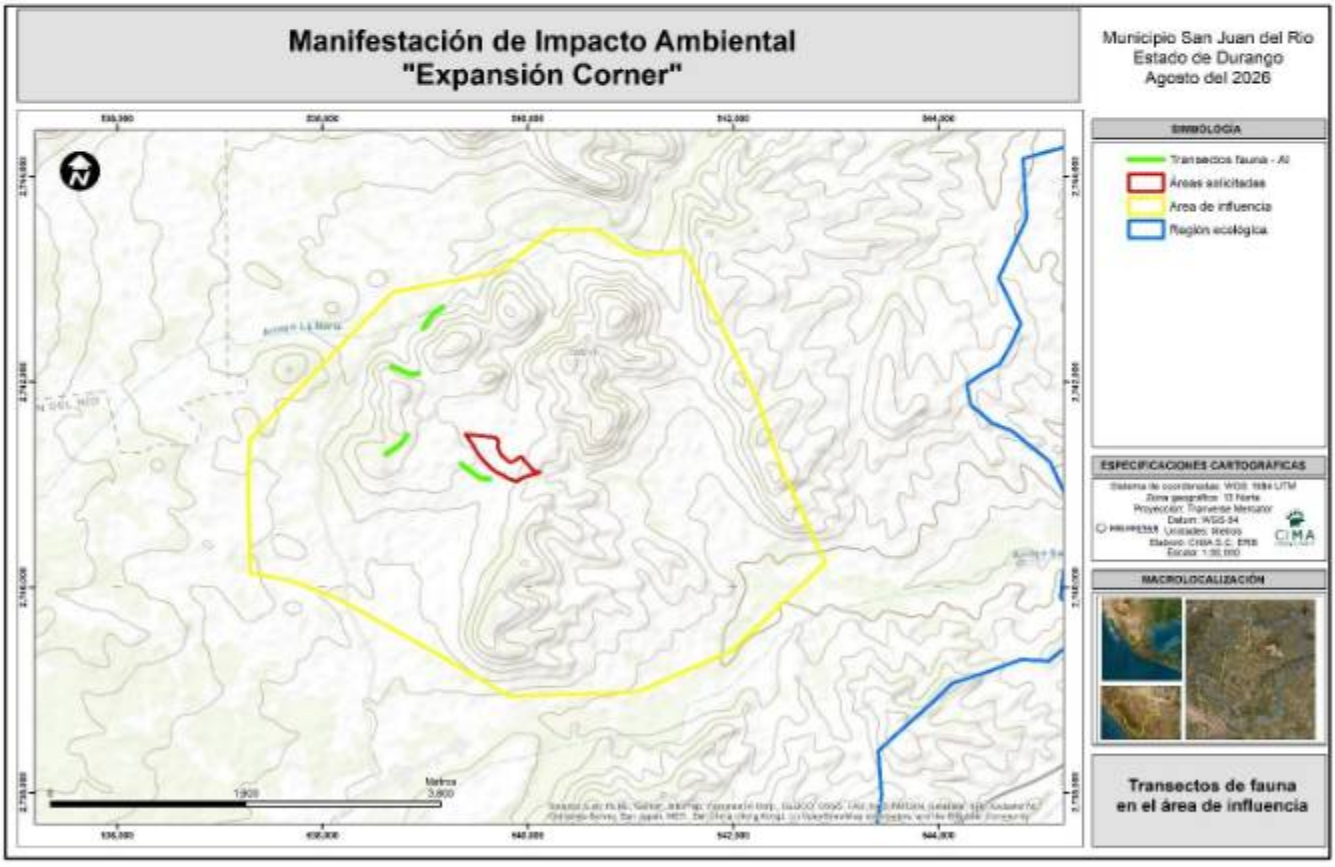


Figura III. 61 Transectos de fauna realizados en el área de influencia

- **Región ecológica**

Por último, la ejecución de los trabajos de monitoreo de fauna silvestre permite identificar aquellas especies con mayor representatividad, aunque también suelen ser detectadas otras con menor presencia promedio de huellas, excretas, osamentas etc., sin embargo, en su mayoría suelen estar bien representadas en la región. Para la región ecológica la intensidad de muestre representa el 0.01% en comparación con la superficie delimitada que es de 16,489.04 ha.

Tabla III.83 Resumen y metodología de muestreos para fauna silvestre en la Región ecológica (RE)

		Resumen y metodología de muestreos en la Región ecológica (RE)							
Componente	Tipos	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Fecha de realización	Temporalidad	Intensidad del muestreo (total 16,489.04 ha – RE)	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Fauna	Aleatorio simple	Transecto (ancho fijo y distancia variable)	2	Diurno	Del 20 al 23 de abril de 2026	Secas	0.01%	Perenne	Terrestre
Fauna	Aleatorio simple	Transecto (ancho fijo y distancia variable)	2	Diurno	Del 10 al 14 de agosto	Lluvias	0.01%	Perenne	Terrestre
Intensidad de muestreo							0.01%		

Tabla III.84 Transectos de fauna silvestre dentro de la RE

Transectos de fauna silvestre dentro de la RE				
Transecto	**Vértice**	**X**	**Y**	**Longitud (m)**
1	1	540408.81	2736013.24	284.81
	2	540515.97	2735932.54	
	3	540661.49	2735971.57	
2	1	537682.38	2742310.11	316.25
	2	537903.57	2742211.69	
	3	537977.65	2742208.51	
3	1	537982.68	2739864.83	274.89
	2	537866.26	2739852.92	
	3	537765.72	2739731.21	
4	1	540200.09	2743811.96	292.97
	2	540289.74	2743856.26	
	3	540481.66	2743876.36	
Total				1,168.92

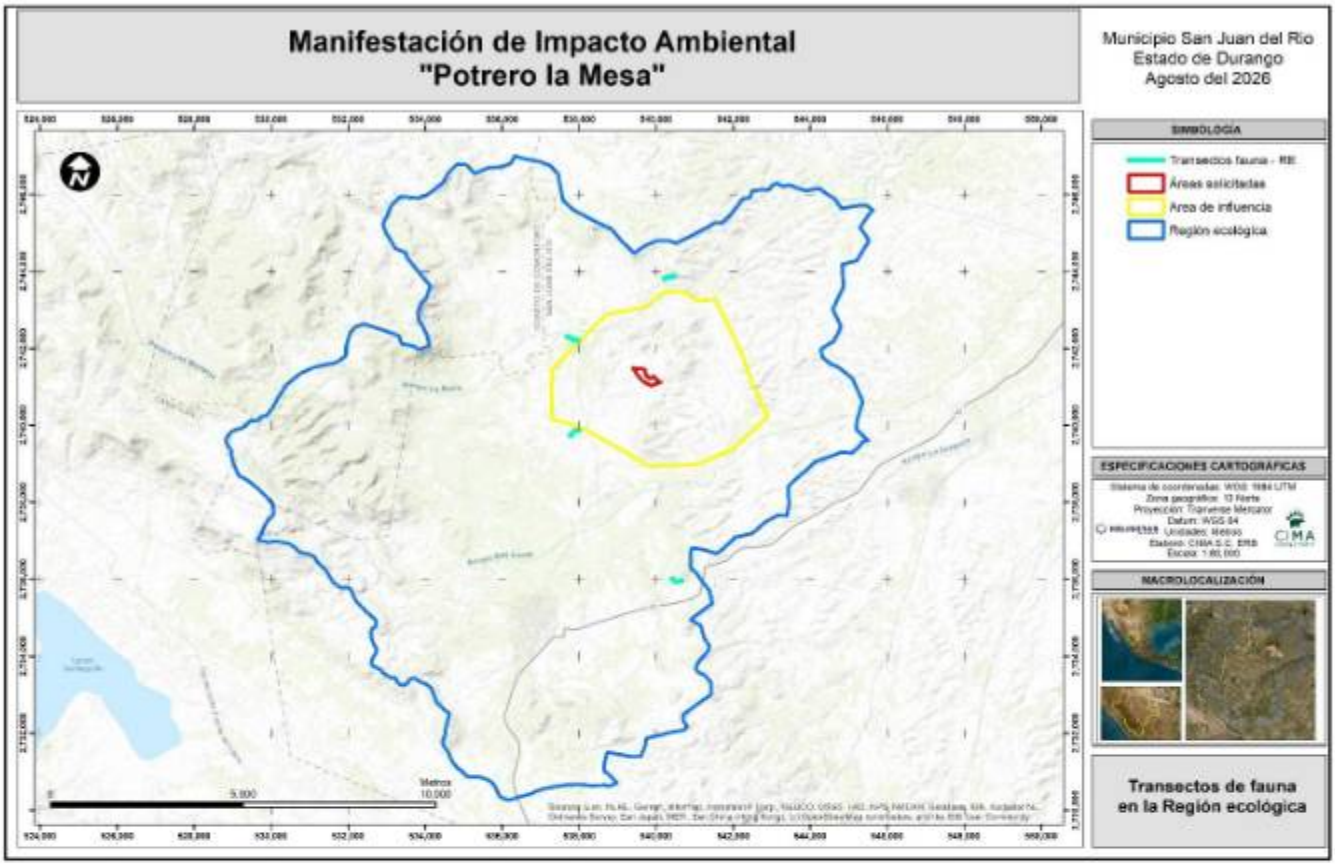


Figura III. 62 Personal técnico de CIMA Consultores realizando un transecto de análisis de fauna en la región ecológica

III.3.2.2 Resumen de los valores obtenidos

A continuación, se presenta la descripción analítica de los resultados obtenidos en la tabla comparativa de fauna silvestre para las tres escalas espaciales de estudio. Con base en los resultados obtenidos para la Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), se realizó una comparación de la composición taxonómica, estructura de los grupos biológicos, diversidad y abundancia relativa de la fauna silvestre registrada. Los resultados permiten identificar que el AI y, particularmente, la RE presentan una mayor representatividad faunística que el AP, situación que es congruente con la menor superficie y el carácter puntual del área directamente asociada al proyecto.

Composición Taxonómica – Muestra un incremento progresivo en la riqueza faunística desde el AP hacia el AI y la RE. En el Área del Proyecto se registraron 20 familias, 26 géneros y 27 especies, mientras que en el Área de Influencia se identificaron 22 familias, 32 géneros y 33 especies. Para la Región Ecológica se obtuvo la mayor representación taxonómica, con 27 familias, 34 géneros y 36 especies.

En términos comparativos, el AI presenta 6 especies más que el AP, mientras que la RE supera al AP en 9 especies. Esto indica que el contexto ecológico regional mantiene una mayor heterogeneidad faunística y que parte de dicha diversidad no se encuentra representada dentro de la superficie específica del proyecto.

Estructura por Grupo Biológico - Las aves constituyen el grupo con mayor riqueza específica en las tres unidades de análisis, con 16 especies en el AP, 19 en el AI y 21 en la RE. Esto puede relacionarse con su capacidad de desplazamiento y utilización de diferentes tipos de hábitat. Los mamíferos presentan 7 especies en el AP, aumentando a 10 en el AI y 9 en la RE. Los reptiles presentan una composición relativamente estable, con 3 especies en el AP y 4 tanto en el AI como en la RE. Para los anfibios se registró únicamente una especie en el AP, ninguna en el AI y dos en la RE, lo que evidencia una representación limitada de este grupo dentro de las áreas directamente evaluadas.

En conjunto, los resultados muestran que la composición faunística del AP representa solamente una parte de la riqueza observada en las escalas espacialmente mayores.

índice de diversidad de Shannon-Wiener - Para las aves, la diversidad aumenta gradualmente del AP (H' = 2.62) al AI (H' = 2.76) y a la RE (H' = 2.85), indicando una mayor diversidad en la escala regional.

En los mamíferos, el AP presenta un valor de H' = 1.66, inferior al obtenido en el AI (H' = 2.02) y en la RE (H' = 1.98). Para los reptiles, los valores son relativamente bajos, incrementándose de 0.95 en el AP a 0.98 en el AI y 1.19 en la RE.

Respecto a los anfibios, el índice de diversidad no fue aplicable para el AP debido a que únicamente se obtuvo el registro de una especie, mientras que para el AI no se registraron especies de este grupo. Por lo anterior, no es posible realizar el cálculo e interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener para estas dos unidades de análisis, ya que no existe una riqueza específica suficiente que permita efectuar una estimación representativa de la diversidad. En contraste, para la RE se obtuvo un valor de H' = 0.69, asociado al registro de dos especies.

En términos generales, los valores de diversidad muestran que el AP presenta una menor diversidad faunística respecto al contexto del AI y la RE, particularmente para aves y mamíferos, mientras que la escala regional concentra una mayor riqueza y diversidad de especies.

Índice de abundancia relativa – este índice, expresado en individuos/km de longitud, presentó valores de 73.57 para el AP, 85.54 para el AI y 82.12 para la RE. El AI presentó la mayor abundancia relativa, superando al AP en aproximadamente 16.3 %, mientras que la RE presentó un valor aproximadamente 11.6 % superior al AP. Este comportamiento indica que, aunque el AP mantiene presencia de fauna silvestre, la abundancia registrada en él es menor que la observada en las áreas de mayor extensión espacial, esto pueda deberse además a que dentro del área de influencia no existen localidades urbanas, mientras que, en la RH, tenemos la presión de la población hacia la fauna silvestre.

La diferencia entre las unidades puede estar asociada a las características del hábitat disponible, la superficie evaluada, la disponibilidad de recursos y refugios, así como a la movilidad diferencial de los grupos faunísticos.

Tabla III.85 Comparación de las áreas evaluadas y sus diferentes análisis efectuados para la fauna silvestre

Comparación de las áreas evaluadas y sus diferentes análisis efectuados para la fauna silvestre				
Tipo de análisis	Descripción	Área evaluada		
		AP	AI	RE
Composición taxonómica	Familias	20	22	27
	Géneros	26	32	34
	Especies	27	33	36

Estructura por grupo	Número de especies de aves	16	19	21
	Número de especies de mamíferos	7	10	9
	Número de especies de reptiles	3	4	4
	Número de especies de anfibios	1	0	2
índice de diversidad de Shannon-Wiener	Aves	2.62	2.76	2.85
	Mamíferos	1.66	2.02	1.98
	Reptiles	0.95	0.98	1.19
	Anfibios	-	-	0.69
Índice de abundancia relativa (indicios/km de longitud)	Aves, mamíferos, reptiles y anfibios	73.57	85.54	82.12

En las siguientes secciones, se describe la fauna silvestre que existe y está en las áreas evaluadas. Se incluye cartografía temática y se caracterizan los animales, a partir de los análisis de transectos que se llevaron a cabo en el terreno del proyecto. La descripción de la fauna silvestre comienza con el área del proyecto, seguida del área de influencia y por último la región ecológica.

La composición faunística de las tres áreas evaluadas, tomando en cuenta las áreas muestreadas, incluye varias especies de animales cuya aparición o indicio está vinculada con los tipos de vegetación y las condiciones ambientales que se encuentran en el área estudiada. Se constató, mediante el análisis efectuado, una riqueza faunística de 45 especies (conjunto AP – AI – RE), que engloban aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

El listado de fauna integra los registros obtenidos durante los muestreos de campo, considerando el área precisa total del área del proyecto, área de influencia y región ecológica. En la tabla siguiente se presenta el listado completo de especies, indicando el área en la que fue registrada su presencia. Para facilitar la interpretación de la información, las especies que presentan datos en la columna correspondiente al área de muestreo en donde fueron registradas durante los trabajos de campo.

Tabla III.86 Listado faunístico del área del proyecto, área de influencia y región ecológica, considerando la presencia y/o ubicación donde fue detectada

Grupo biologico	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja de la UICN	Nombre común	Presencia
Aves	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II	LC	Gavilán de Cooper	AI, RE
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*		Apéndice II	LC	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	AP, AI, RE
Aves	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II	LC	Aguililla de Swainson	RE
Aves	Odontophoridae	*Callipepla squamata*			LC	Codorniz escamosa	RE
Aves	Falconidae	*Caracara plancus*			LC	Quebrantahuesos, caracara, comecebos	AI, RE
Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*			LC	Zopilote aura	AP, AI, RE
Aves	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*			LC	Saltapared Barranqueño	AI, RE
Aves	Picidae	*Colaptes auratus*			LC	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	AI, RE
Aves	Columbidae	*Columbina inca*			LC	Tortolita Cola Larga	AP, AI, RE

Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*			LC	Zopilote común	AI, RE
Aves	Corvidae	*Corvus corax*			LC	Cuervo	RE
Aves	Falconidae	*Falco sparverius*		Apéndice II	LC	Cernícalo americano	AI, RE
Aves	Cuculidae	*Geococcyx californianus*			LC	Correcaminos norteño	AP
Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*			LC	Golondrina tijereta	AP
Aves	Picidae	*Melanerpes aurifrons*			LC	Carpintero cheje	AP, AI
Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*			LC	Rascador Viejita	AP, AI, RE
Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*			LC	Centzontle norteño	AI, RE
Aves	Tyrannide	*Pyrocephalus rubinus*			LC	Papamoscas cardenalito	AP, AI, RE
Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*			LC	Chanate	RE
Aves	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*			LC	Saltaparedes	AP
Aves	Tyrannide	*Sayornis nigricans*			LC	Papamoscas negro	RE
Aves	Parulidae	*Setophaga coronata*			LC	Chipe rabadilla amarilla	AP, AI, RE
Aves	Passerellidae	*Spizella passerina*			LC	Gorrión cejas blancas	AP
Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*			LC	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	AP, AI
Aves	Turdidae	*Turdus migratorius*			LC	Primavera	AP, AI, RE
Aves	Tyrannide	*Tyrannus vociferans*			LC	Tirano Chibiú	AP, AI
Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*			LC	Paloma Alas blanca	AP, AI, RE
Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*			LC	Huilota Común	AP, AI, RE
Mamíferos	Canidae	*Canis latrans*			LC	Coyote	AP, AI, RE
Mamíferos	Mustelidae	*Conepatus leuconotus*			LC	Zorrillo de espalda blanca norteño	AI, RE
Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*			LC	Tlacuache, zarigüeya	AI, RE
Mamíferos	Leporidae	*Lepus californicus*			LC	Liebre cola negra	AP, AI, RE
Mamíferos	Felidae	*Lynx rufus*		Apéndice II	LC	Lince	RE
Mamíferos	Mustelidae	*Mephitis mephitis*			LC	Zorrillo norteño	AI
Mamíferos	Cervidae	*Odocoileus virginianus*			LC	Venado cola blanca	AI, RE
Mamíferos	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*			LC	Ardillón de las rocas	AP, AI
Mamíferos	Tayassuidae	*Pecari tajacu*			LC	Jabalí, Pecarí de collar	AP, AI, RE
Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*			LC	Mapache	AP, AI
Mamíferos	Felidae	*Puma concolor*		Apéndice II	LC	Puma	RE
Mamíferos	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*			LC	Conejo del desierto	AP
Mamíferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*			LC	Zorra gris	AP, AI, RE
Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*			LC	Lagartija manchada, huico pinto	AI, RE
Reptiles	Viperidae	*Crotalus molossus*	Sujeta a protección especial (Pr)		LC	Cascabel de cola negra	RE
Reptiles	Colubridae	*Pituophis catenifer*			LC	Topera, alicante	AP, AI
Reptiles	Colubridae	*Rhinocheilus lecontei*			LC	Culebra narizona, culebra de nariz larga	AP, AI, RE
Reptiles	Iguanidae	*Sceloporus jarrovii*			LC	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	AP, AI, RE
Anfibios	Bufonidae	*Anaxyrus cognatus*			LC	Sapo de espuelas	AP, RE
Anfibios	Hylidae	*Hyla arenicolor*			LC	Ranita del cañón	RE

A continuación, se presenta el análisis individual, para cada una de las áreas evaluadas.

III.3.2.3 Diversidad faunística

III.3.2.3.1 Área del proyecto

Con la información total resultante, se estimó la diversidad faunística (riqueza de especies) del área del proyecto. Después de realizado el análisis ambiental en el área de estudio del proyecto, se definió la diversidad faunística que es de **27** vertebrados silvestres.

En la siguiente tabla, se muestran las especies de vertebrados correspondientes, clasificadas por mamíferos, aves y reptiles, que fueron identificadas para el área del proyecto. Además, este listado contiene criterios de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, acuerdo sobre especies prioritarias para la conservación y Lista roja de la UICN) aplicables a las especies identificadas en el área del proyecto.

Tabla III.87 Listado faunístico del área del proyecto identificadas para el área del proyecto

No	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Lista Roja de la UICN
1	Anfibios	Bufonidae	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas			LC
2	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		Apéndice II	LC
3	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura			LC
4	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga			LC
5	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca			LC
6	Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común			LC
7	Aves	Quiscalus	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño			LC
8	Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta			LC
9	Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche			LC
10	Aves	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla			LC
11	Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita			LC
12	Aves	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrion cejas blancas			LC
13	Aves	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje			LC
14	Aves	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltaparedes			LC
15	Aves	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera			LC
16	Aves	Tyrannide	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito			LC
17	Aves	Tyrannide	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú			LC
18	Mamíferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote			LC
19	Mamíferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris			LC
20	Mamíferos	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra			LC
21	Mamíferos	Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto			LC
22	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache			LC
23	Mamíferos	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas			LC
24	Mamíferos	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar			LC

25	Reptiles	Colubridae	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante			LC
26	Reptiles	Colubridae	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga			LC
27	Reptiles	Iguanidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa			LC

Claves Lista Roja UICN: LC – preocupación menor; NT – casi amenazada; DD – datos insuficientes VU – vulnerable; EW – extinta en estado silvestre; CR– en peligro crítico; EN – en peligro; NE – no evaluada; EX – Extinta

III.3.2.3.2 Área de influencia

Con la información total resultante, se estimó la diversidad faunística (riqueza de especies) del área de influencia del proyecto. Después de realizado el análisis ambiental en el área de estudio del proyecto, se definió la diversidad faunística que es de **33** vertebrados silvestres.

En la lista de especies, se incluyen aquellas especies que fueron detectadas en los transectos de revisión de fauna en sitio. A continuación, se presenta tabla con las respectivas especies de vertebrados (ordenadas por las clases de aves, mamíferos y reptiles) y que se determinaron para el área de influencia del proyecto. Adicionalmente, en este listado se incluyen criterios de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, Acuerdo de especies prioritarias para la conservación y Lista Roja de la IUCN), para las especies reconocidas.

Tabla III.88 Listado faunístico identificadas para el área de influencia

Grupo biológico	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN
Aves	Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial (Pr)	AP II	LC
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		AP II	LC
Aves	Falconidae	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, comecebos			LC
Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura			LC
Aves	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño			LC
Aves	Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido			LC
Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga			LC
Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común			LC
Aves	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		AP II	LC
Aves	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje			LC
Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita			LC
Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño			LC
Aves	Tyrannide	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito			LC
Aves	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla			LC
Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche			LC

Aves	Turdidae	*Turdus migratorius*	Primavera			LC
Aves	Tyrannide	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú			LC
Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca			LC
Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común			LC
Mamíferos	Canidae	*Canis latrans*	Coyote			LC
Mamíferos	Mustelidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño			LC
Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya			LC
Mamíferos	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra			LC
Mamíferos	Mustelidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño			LC
Mamíferos	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca			LC
Mamíferos	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas			LC
Mamíferos	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar			LC
Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache			LC
Mamíferos	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris			LC
Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto			LC
Reptiles	Colubridae	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante			LC
Reptiles	Colubridae	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga			LC
Reptiles	Iguanidae	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa			LC

Claves Lista Roja UICN: LC – preocupación menor; NT – casi amenazada; DD – datos insuficientes VU – vulnerable; EW – extinta en estado silvestre; CR– en peligro crítico; EN – en peligro; NE – no evaluada; EX – Extinta

III.3.2.3.3 Región ecológica

Con los datos globales resultantes, se estimó la diversidad faunística (riqueza de especies) de la RE, siendo de **36** especies de fauna silvestre, en donde se incluyen anfibios, aves, mamíferos y reptiles, esto representan los datos de la región ecológica. Lo anterior también se cotejó con otros estudios realizados por diversos especialistas en fauna para la zona.

Las 36 especies de vertebrados que se reconocen para la región ecológica se muestran en la tabla siguiente. Cabe mencionar, que aquí se presentan las especies con nombre científico, nombre común, estatus de riesgo en base a la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, Acuerdo de especies prioritarias para la conservación y Lista Roja de la UICN

Tabla III.89 Listado faunístico del área de influencia identificada para el área del proyecto

No	Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Lista Roja de la UICN
1	Aves	Accipitridae	Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II	LC
2	Aves	Accipitridae	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		Apéndice II	LC
3	Aves	Accipitridae	Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II	LC
4	Aves	Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura			LC
5	Aves	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común			LC
6	Aves	Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma Alas blanca			LC
7	Aves	Columbidae	Zenaida macroura	Huilota Común			LC
8	Aves	Columbidae	Columbina inca	Tortolita Cola Larga			LC
9	Aves	Corvidae	Corvus corax	Cuervo			LC
10	Aves	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano		Apéndice II	LC
11	Aves	Falconidae	Caracara plancus	Quebrantahuesos, caracara, comecebos			LC
12	Aves	Parulidae	Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla			LC
13	Aves	Passerellidae	Melozone fusca	Rascador Viejita			LC
14	Aves	Picidae	Colaptes auratus	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido			LC
15	Aves	Troglodytidae	Catherpes mexicanus	Saltapared Barranqueño			LC
16	Aves	Turdidae	Turdus migratorius	Primavera			LC
17	Aves	Mimidae	Mimus polyglottos	Centzontle norteño			LC
18	Aves	Tyrannide	Pyrocephalus rubinus	Papamoscas cardenalito			LC
19	Aves	Tyrannide	Sayornis nigricans	Papamoscas negro			LC
20	Aves	Odontophoridae	Callipepla squamata	Codorniz escamosa			LC
21	Aves	Icteridae	Quiscalus mexicanus	Chanate			LC
22	Mamíferos	Canidae	Canis latrans	Coyote			LC
23	Mamíferos	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris			LC
24	Mamíferos	Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca			LC

25	Mamíferos	Felidae	Lynx rufus	Lince		Apéndice II	LC
26	Mamíferos	Felidae	Puma concolor	Puma		Apéndice II	LC
27	Mamíferos	Leporidae	Lepus californicus	Liebre cola negra			LC
28	Mamíferos	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache, zarigüeya			LC
29	Mamíferos	Mustelidae	Conepatus leuconotus	Zorrillo de espalda blanca norteño			LC
30	Mamíferos	Tayassuidae	Pecari tajacu	Jabalí, Pecarí de collar			LC
31	Reptiles	Colubridae	Rhinocheilus lecontei	Culebra narizona, culebra de nariz larga			LC
32	Reptiles	Viperidae	Crotalus molossus	Cascabel de cola negra	Sujeta a protección especial (Pr)		LC
33	Reptiles	Iguanidae	Sceloporus jarrovii	Lagartija escamosa, lagartija espinosa			LC
34	Reptiles	Teiidae	Aspidoscelis gularis	Lagartija manchada, huico pinto			LC
35	Anfibios	Bufonidae	Anaxyrus cognatus	Sapo de espuelas			LC
36	Anfibios	Hylidae	Hyla arenicolor	Ranita del cañon			LC

Claves Lista Roja UICN: LC – preocupación menor; NT – casi amenazada; DD – datos insuficientes VU – vulnerable; EW – extinta en estado silvestre; CR– en peligro crítico; EN – en peligro; NE – no evaluada; EX – Extinta



Figura III. 63 La lagartija manchada o huico (*Aspidoscelis gularis*), especie de reptil presente en la RE

III.3.2.4 Composición faunística en el área del proyecto

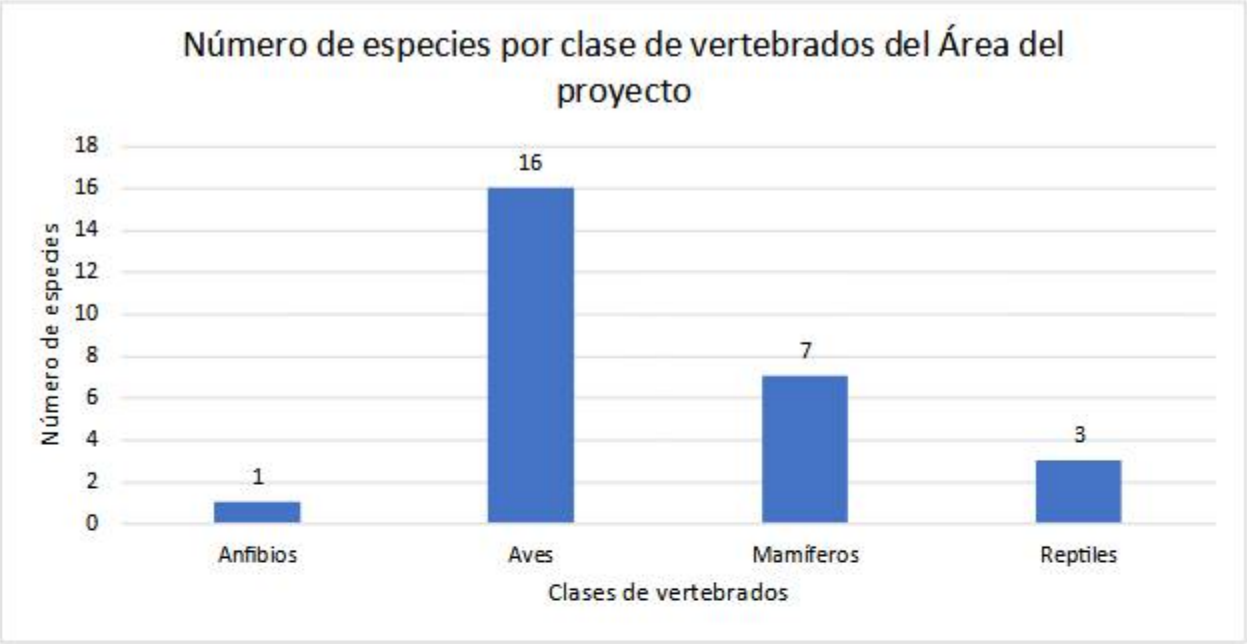
III.3.2.4.1 Área del proyecto

La composición de la fauna en el área de estudio, está dada por 7 especies de mamíferos, 16 especies de aves, 2 especies de reptiles y 1 especies de anfibios. En total tenemos 27 especies de vertebrados pertenecientes a 20 familias y 26 géneros. De lo anterior, cabe mencionar que la clase de aves, significativamente es la mayor representada en esta área del proyecto.

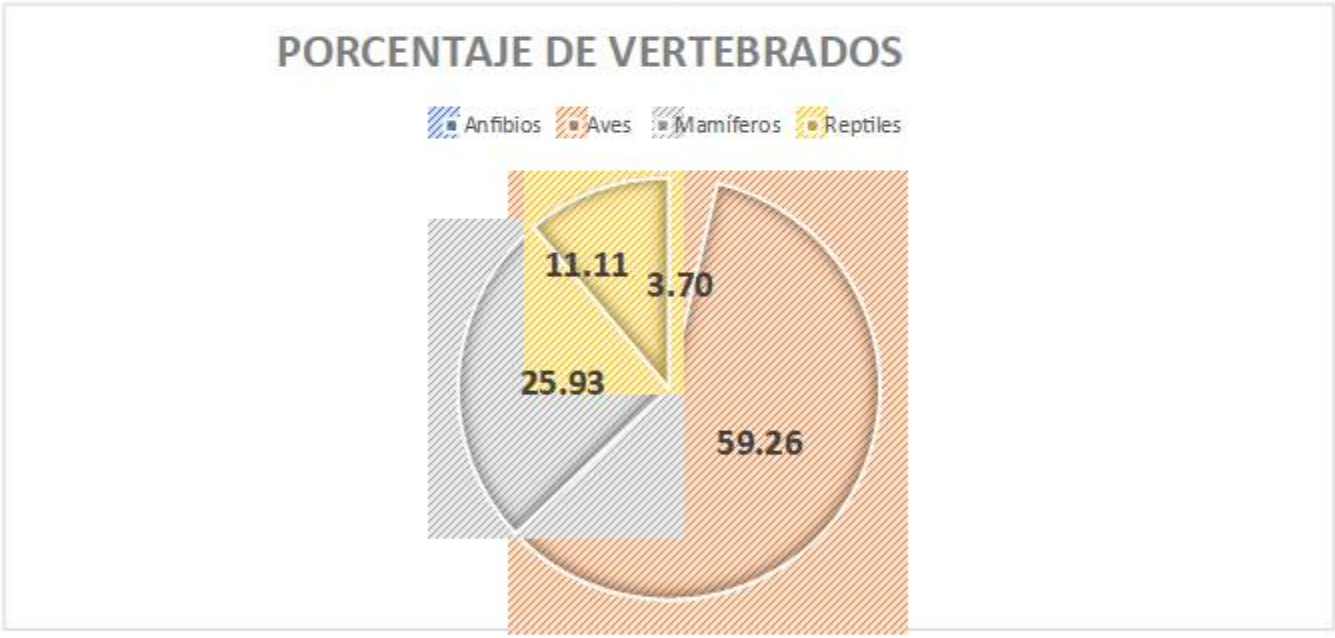
Tabla III.90 Composición de las especies de vertebrados, del área del proyecto

Composición de las especies de vertebrados, del área del proyecto				
Clases	**Familias**	**Géneros**	**Especies**	**Porcentaje (%) respecto al total**
Anfibios	1	1	1	3.70%
Aves	12	15	16	59.26%
Mamíferos	5	7	7	25.93%
Reptiles	2	3	3	11.11%
Total	**20**	**26**	**27**	**100.00%**

En la tabla anterior, se reconocen las clases de vertebrados, el número de familias, géneros y especies del área del proyecto, adicionalmente se considera el porcentaje de especies de cada clase, con respecto al total. A continuación, se muestra de manera gráfica (barras y circular), la composición faunística por clases del área del proyecto.



Gráfica III. 22 Número de especies por clase de vertebrados del proyecto



Gráfica III. 23 Porcentaje de especies en relación con el total del área del proyecto

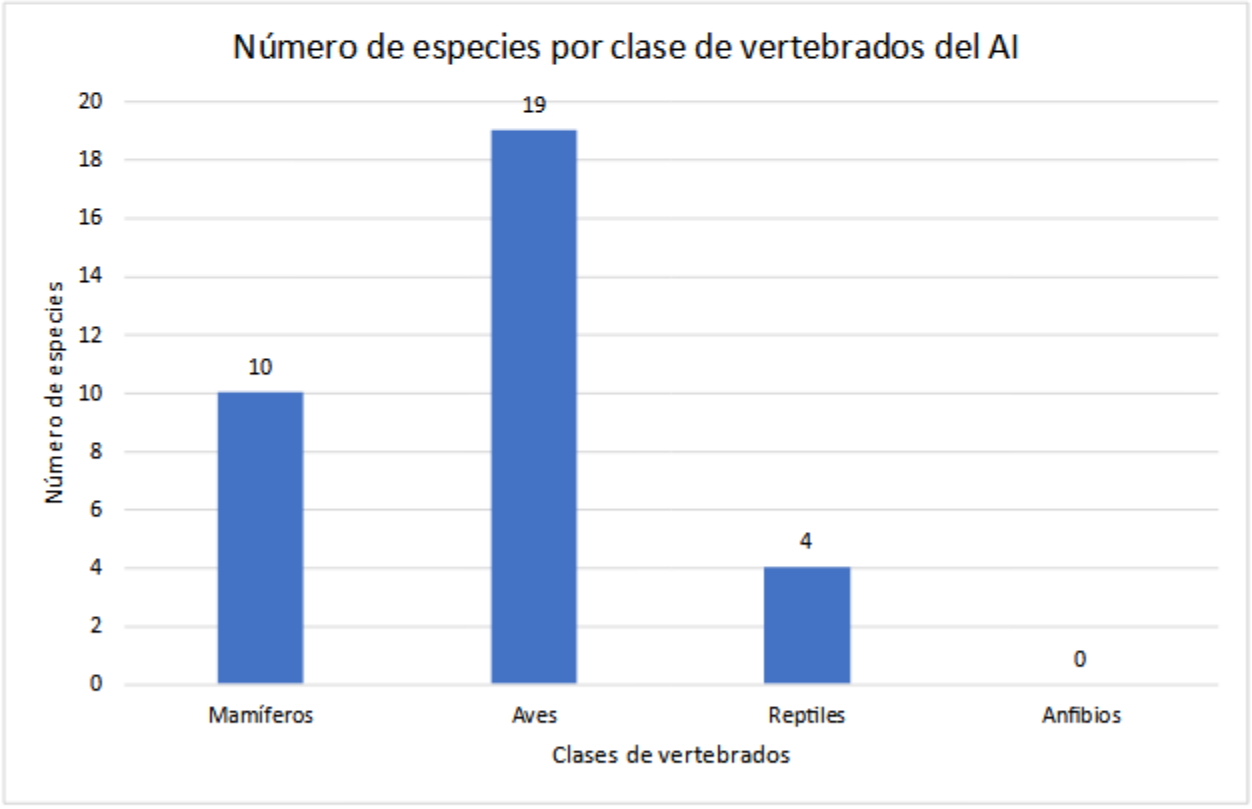
III.3.2.4.2 Área de influencia

La composición de la fauna en el área de influencia, está dada por 10 especies de mamíferos, 19 especies de aves y 4 especies de reptiles, para el caso de los anfibios no fueron detectados individuos durante los recorridos de campo. En total tenemos 33 especies de vertebrados pertenecientes a 22 familias y 32 géneros. De lo anterior, cabe mencionar que la clase de aves, significativamente es la mayor representada en esta área.

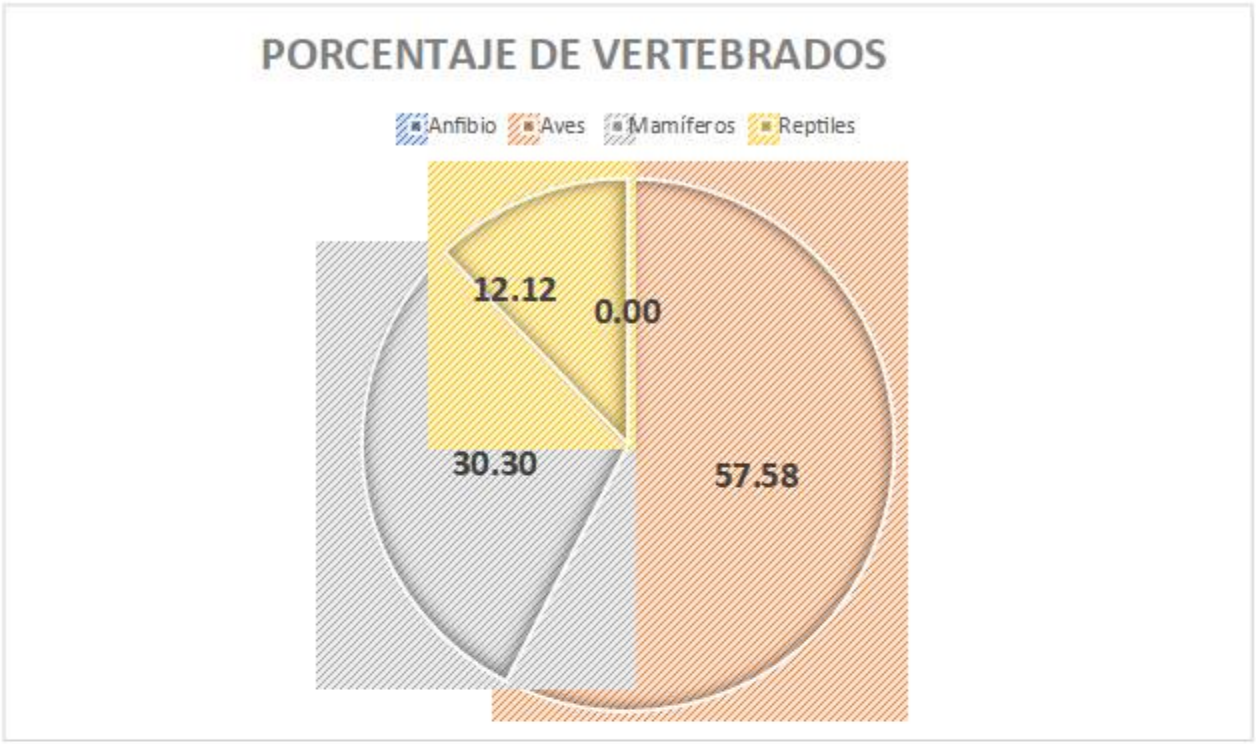
Tabla III.91 Composición de las especies de vertebrados, del área de influencia

Composición de las especies de vertebrados, del área de influencia				
Clases	**Familias**	**Géneros**	**Especies**	**Porcentaje (%) respecto al total**
Mamíferos	8	10	10	30.30%
Aves	11	18	19	57.58%
Reptiles	3	4	4	12.12%
Total	**22**	**32**	**33**	**100.00%**

En la tabla anterior, se reconocen las clases de vertebrados, el número de familias, géneros y especies del área de influencia, adicionalmente se considera el porcentaje de especies de cada clase, con respecto al total. A continuación, se muestra de manera gráfica (barras y circular), la composición faunística por clases, y porcentajes, del área de influencia del proyecto.



Gráfica III. 24 Número de especies por clase de vertebrados del AI



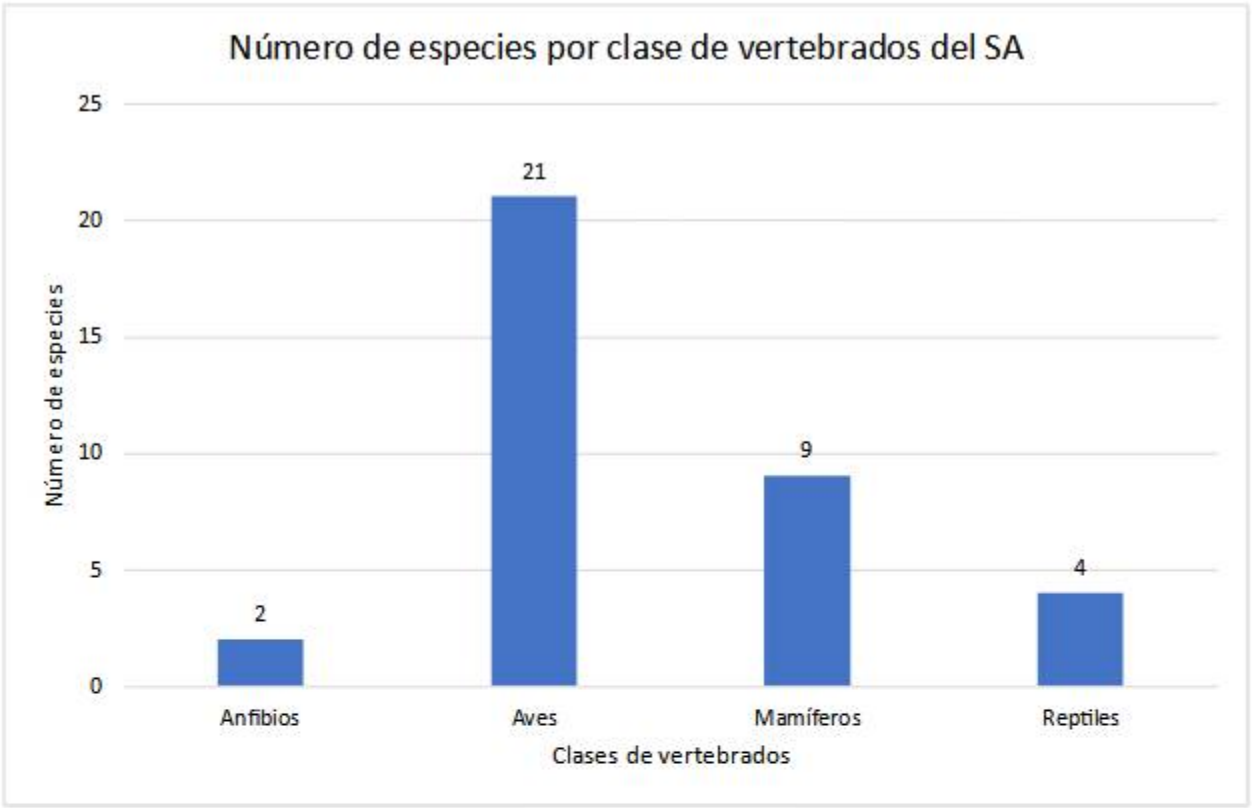
Gráfica III. 25 Porcentaje de vertebrados del AI

III.3.2.4.3 Región ecológica

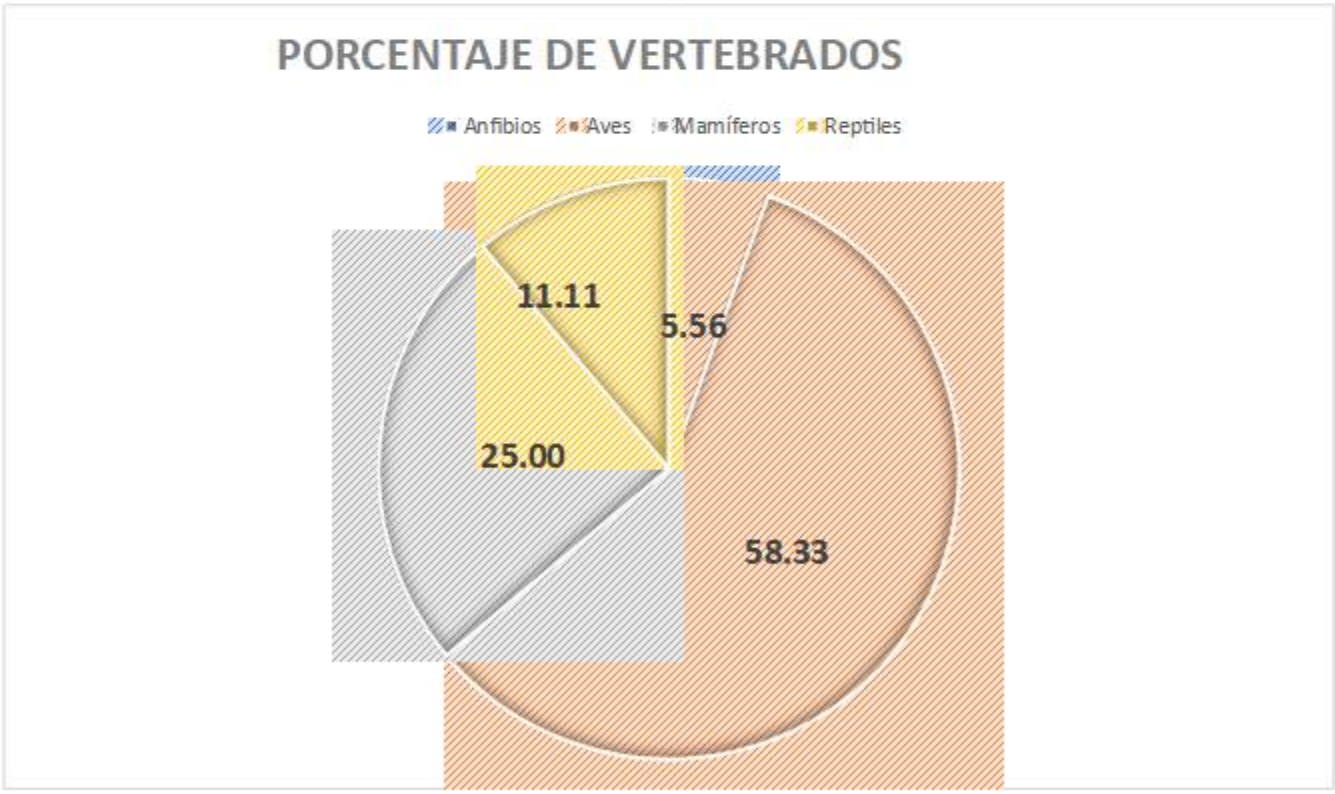
La composición de animales silvestres en la RE considera a las especies de las diferentes clases que se reconocieron para esta localidad. En la tabla y gráficas siguientes, se muestran clases, número de familias, número de géneros, número de especies y porcentajes, de las diferentes clases de vertebrados de la región ecológica "Potrero la Mesa" de San Juan del Río, Durango. Se destaca que para esta superficie de estudio fueron detectadas 27 familias, 34 géneros y 36 especies, estas últimas se desglosan en 2 anfibios, 14, aves, 7 mamíferos y 4 reptiles.

Tabla III.92 Composición de las especies de vertebrados, de la región ecológica

Composición de las especies de vertebrados, de la región ecológica				
Clases	**Familias**	**Géneros**	**Especies**	**Porcentaje (%) respecto al total**
Anfibios	2	2	2	5.56%
Aves	14	19	21	58.33%
Mamíferos	7	9	9	25.00%
Reptiles	4	4	4	11.11%
Total	**27**	**34**	**36**	**100.00%**



Gráfica III. 26 Número de especies por clase de vertebrados



Gráfica III. 27 Porcentaje (%) respecto al total

III.3.2.5 Especies detectadas durante los transectos de fauna silvestre

III.3.2.5.1 Área del proyecto

Mediante este método de transectos, se pudo definir la ocurrencia de 27 especies de fauna silvestre, con un arreglo taxonómico en donde predomina la clase de las aves. A continuación, se presenta tabla con la información sobre indicios y reconocimiento de especies de fauna en los cuatro transectos realizados para esta área de estudio. A continuación, se presenta tabla con información sobre indicios y reconocimiento de especies de fauna en los cuatro transectos aplicados.

Tabla III.93 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en el área del proyecto

No	Clase	Especie	Nombre común	1	2	3	4	Subtotal de indicios
1	Anfibios	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas	0	1	0	0	1
2	Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	0	0	0	1	1
3	Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	2	0	2	1	5
4	Aves	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	2	1	1	0	4
5	Aves	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	0	0	0	2	2
6	Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	1	1	0	0	2
7	Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	0	0	1	0	1
8	Aves	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	2	2	0	0	4
9	Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	1	0	0	0	1
10	Aves	*Salpinctes obsoletus*	Saltaparedes	0	1	2	2	5
11	Aves	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	1	0	1	0	2
12	Aves	*Spizella passerina*	Gorrion cejas blancas	0	2	1	0	3
13	Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	0	0	0	3	3
14	Aves	*Turdus migratorius*	Primavera	1	1	0	1	3
15	Aves	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	2	0	2	1	5
16	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	0	3	0	0	3
17	Aves	*Zenaida macroura*	Huilota Común	4	0	3	1	8
18	Mamíferos	*Canis latrans*	Coyote	2	3	2	1	8
19	Mamíferos	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	1	2	1	3	7
20	Mamíferos	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	0	1	0	0	1
21	Mamíferos	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	0	0	0	1	1
22	Mamíferos	*Procyon lotor*	Mapache	0	0	1	0	1
23	Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	2	3	0	1	6
24	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	0	1	1	2	4
25	Reptiles	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante	1	0	0	0	1
26	Reptiles	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	0	2	0	1	3
27	Reptiles	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	0	0	1	0	1

III.3.2.5.2 Área de influencia

Mediante este método de transectos, se pudo definir la ocurrencia de 33 especies de fauna silvestre, siendo las especies con mayor representatividad el *Cathartes aura, Zenaida macroura, Lepus californicus y Aspidoscelis gularis*. A continuación, se presenta tabla con información sobre indicios y reconocimiento de especies de fauna en los cuatro transectos realizados.

Tabla III.94 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en el área de influencia

Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en el área de influencia								
No	**Clase**	**Especie**	**Nombre común**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Subtotal de indicios**
1	Aves	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	0	0	1	0	1
2	Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	0	0	1	0	1
3	Aves	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, comecebos	2	0	1	0	3
4	Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1	3	1	1	6
5	Aves	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	3	2	1	1	7
6	Aves	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	0	1	0	1	2
7	Aves	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	1	1	0	2	4
8	Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote común	0	0	1	2	3
9	Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	1	0	0	1	2
10	Aves	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	0	0	1	0	1
11	Aves	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	2	0	0	1	3
12	Aves	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	0	1	0	1	2
13	Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	2	0	0	4
14	Aves	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	0	2	1	0	3
15	Aves	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	0	0	1	1	2
16	Aves	*Turdus migratorius*	Primavera	0	0	2	1	3
17	Aves	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	0	0	2	1	3
18	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	0	0	0	2	2
19	Aves	*Zenaida macroura*	Huilota Común	3	2	3	1	9
20	Mamíferos	*Canis latrans*	Coyote	1	1	2	2	6
21	Mamíferos	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	0	0	0	2	2
22	Mamíferos	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya	0	1	0	0	1
23	Mamíferos	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	3	3	0	2	8
24	Mamíferos	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño	0	0	1	0	1
25	Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	1	0	1	0	2
26	Mamíferos	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	1	1	0	0	2
27	Mamíferos	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	1	0	1	0	2
28	Mamíferos	*Procyon lotor*	Mapache	0	1	0	1	2
29	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	0	1	0	0	1
30	Reptiles	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto	2	1	3	2	8
31	Reptiles	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante	0	0	0	1	1
32	Reptiles	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	0	0	1	0	1
33	Reptiles	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	1	0	0	1	2

III.3.2.5.3 Región ecológica

Mediante este método de transectos, se pudo definir la ocurrencia de **36** especies de fauna silvestre. De la totalidad de indicios detectados (96), 58 fueron para para las aves, 24 para los mamíferos, 12 para los reptiles y únicamente 2 para los anfibios, dichos resultados se presentan a continuación.

Tabla III.95 Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de transectos lineales en la región ecológica

No	Clase	Especie	Nombre común	1	2	3	4	Subtotal de indicios
1	Anfibios	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas	0	0	0	1	1
2	Anfibios	*Hyla arenicolor*	Ranita del cañon	0	0	0	1	1
3	Aves	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	0	1	0	0	1
4	Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	1	0	0	0	1
5	Aves	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	0	0	1	0	1
6	Aves	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	0	1	0	1	2
7	Aves	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, comecebos	2	0	1	0	3
8	Aves	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1	2	0	4	7
9	Aves	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	4	2	0	0	6
10	Aves	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	0	0	1	1	2
11	Aves	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	1	2	0	1	4
12	Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote común	0	2	1	1	4
13	Aves	*Corvus corax*	Cuervo	1	1	0	0	2
14	Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	1	0	0	0	1
15	Aves	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	0	0	2	0	2
16	Aves	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	0	1	0	0	1
17	Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	0	1	0	1	2
18	Aves	*Quiscalus mexicanus*	Chanate	0	0	1	2	3
19	Aves	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	1	1	0	0	2
20	Aves	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	2	0	2	0	4
21	Aves	*Turdus migratorius*	Primavera	0	1	0	0	1
22	Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	0	0	0	3	3
23	Aves	*Zenaida macroura*	Huilota Común	1	2	2	1	6
24	Mamíferos	*Canis latrans*	Coyote	0	2	0	3	5
25	Mamíferos	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	1	0	1	0	2
26	Mamíferos	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya	0	2	0	0	2
27	Mamíferos	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	3	1	2	1	7
28	Mamíferos	*Lynx rufus*	Lince	1	0	0	0	1
29	Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	0	1	1	0	2
30	Mamíferos	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	1	1	0	0	2
31	Mamíferos	*Puma concolor*	Puma	1	0	0	0	1
32	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	0	0	1	1	2
33	Reptiles	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto	3	0	2	1	6
34	Reptiles	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	0	1	0	0	1

35	Reptiles	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	0	0	1	1	2
36	Reptiles	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	0	0	2	1	3



Figura III. 64 El Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*), una de las especies con mayores indicios de la clase de mamíferos.

III.3.2.6 Índice de diversidad de Shannon – Wiener, e Índice de abundancia relativa de fauna en el área del proyecto

Este índice se aplicó para las diferentes clases de vertebrados presentes en la región ecológica y principalmente para tener una idea de la diversidad faunística o de vertebrados presentes.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Este índice, se aplica con la finalidad de reconocer la variedad faunística de las principales clases de vertebrados del área del proyecto, para su análisis se consideran los datos obtenidos de los transectos realizados y privilegian a las especies encontradas, así como al número de individuos por especie que fueron reconocidos.

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = -\Sigma pi \ln pi$$

En donde:

- 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.
- Ln= logaritmo natural

Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

El valor del índice H normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" (Condit *et al*, 2002). Esta medida nos sirve para comparar los valores obtenidos.

III.3.2.6.1 Área del proyecto

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad de Shannon – Wiener para las clases de mamíferos, aves y reptiles. Se resalta, que, dado que sólo apareció una especie de anfibios, no aplica el índice para esta clase de vertebrados.

- **Aves**

Tabla III.96 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en el área del proyecto

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en el área del proyecto						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	1	0.0192	-3.95124372	-0.0760
2	*Cathartes aura*	Zopilote aura	5	0.0962	-2.34180581	-0.2252
3	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	4	0.0769	-2.56494936	-0.1973
4	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	2	0.0385	-3.25809654	-0.1253
5	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	2	0.0385	-3.25809654	-0.1253
6	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	1	0.0192	-3.95124372	-0.0760
7	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	4	0.0769	-2.56494936	-0.1973
8	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	1	0.0192	-3.95124372	-0.0760
9	*Salpinctes obsoletus*	Saltaparedes	5	0.0962	-2.34180581	-0.2252
10	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	2	0.0385	-3.25809654	-0.1253
11	*Spizella passerina*	Gorrion cejas blancas	3	0.0577	-2.85263143	-0.1646
12	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	3	0.0577	-2.85263143	-0.1646
13	*Turdus migratorius*	Primavera	3	0.0577	-2.85263143	-0.1646
14	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	5	0.0962	-2.34180581	-0.2252
15	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	3	0.0577	-2.85263143	-0.1646
16	*Zenaida macroura*	Huilota Común	8	0.1538	-1.87180218	-0.2880
Total			**52**	**1.0000**		**2.6203**

En el área de del proyecto, el índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para aves fue de H'= 2.62, lo que nos muestra una diversidad tendiendo a buena, de especies de aves para este espacio. Estas especies de aves determinadas son representativas de la región. El número de especies de aves en el área del proyecto fue S= 16.

- **Mamíferos**

Tabla III.97 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en el área del proyecto

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en el área del proyecto						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Canis latrans*	Coyote	8	0.2857	-1.25276297	-0.3579
2	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	7	0.2500	-1.38629436	-0.3466
3	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	1	0.0357	-3.33220451	-0.1190
4	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	1	0.0357	-3.33220451	-0.1190
5	*Procyon lotor*	Mapache	1	0.0357	-3.33220451	-0.1190
6	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	6	0.2143	-1.54044504	-0.3301
7	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	4	0.1429	-1.94591015	-0.2780
Total			**28**	**1**		**1.6696**

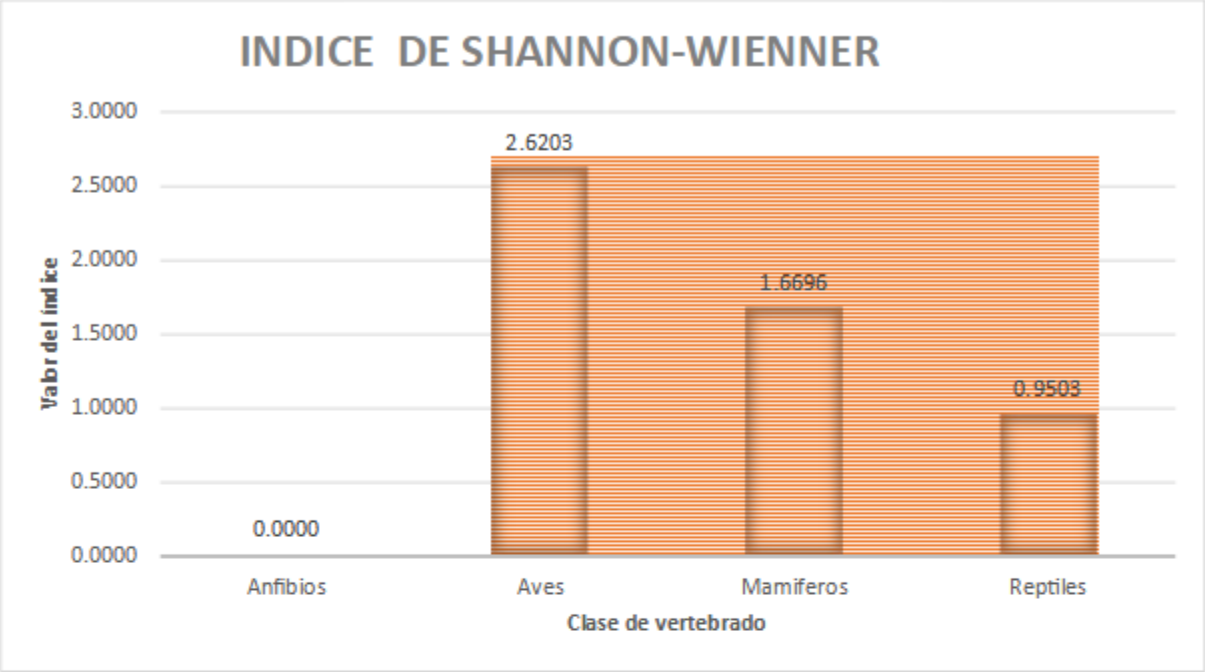
El índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para los mamíferos fue de H´= 1.66, esto muestra una diversidad media de especies de mamíferos para esta área del proyecto, el número o variedad de especies fue S=7.

- **Reptiles**

Tabla III.98 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en el área del proyecto

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en el área del proyecto						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante	1	0.2000	-1.609437912	-0.3219
2	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	3	0.6000	-0.510825624	-0.3065
3	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	1	0.2000	-1.609437912	-0.3219
			5	**1**		**0.9503**

El índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para los reptiles fue de H´= 0.95, esto denota una diversidad baja de especies de mamíferos para esta área del proyecto, el número o variedad de especies fue S=3.



Gráfica III. 28 Índice de Shannon-Wiener por clase de vertebrados registrados del proyecto

Para el caso de los anfibios, al detectarse únicamente una especie, no es posible realizar el presente análisis de diversidad, ya que al menos se requiere la detección de 2 o más especies.

III.3.2.6.2 Área de influencia

En seguida, se muestran los resultados de las tasas de diversidad de Shannon-Wiener para las clases de reptiles, aves y mamíferos. Se destaca que este índice no es aplicable a la categoría de anfibios debido a que no se detectaron indicios de este grupo biológico.

- **Aves**

Tabla III.99 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en el área de influencia

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves del área de influencia						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	1	0.0164	-4.11087386	-0.0674
2	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	1	0.0164	-4.11087386	-0.0674
3	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, come cebos	3	0.0492	-3.01226158	-0.1481
4	*Cathartes aura*	Zopilote aura	6	0.0984	-2.31911439	-0.2281
5	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	7	0.1148	-2.16496372	-0.2484
6	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	2	0.0328	-3.41772668	-0.1121
7	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	4	0.0656	-2.7245795	-0.1787
8	*Coragyps atratus*	Zopilote común	3	0.0492	-3.01226158	-0.1481
9	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	2	0.0328	-3.41772668	-0.1121

10	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	1	0.0164	-4.11087386	-0.0674
11	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	3	0.0492	-3.01226158	-0.1481
12	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	2	0.0328	-3.41772668	-0.1121
13	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	4	0.0656	-2.7245795	-0.1787
14	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	3	0.0492	-3.01226158	-0.1481
15	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	2	0.0328	-3.41772668	-0.1121
16	*Turdus migratorius*	Primavera	3	0.0492	-3.01226158	-0.1481
17	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	3	0.0492	-3.01226158	-0.1481
18	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	2	0.0328	-3.41772668	-0.1121
19	*Zenaida macroura*	Huilota Común	9	0.1475	-1.91364929	-0.2823
Total			**61**	**1.0000**		**2.7675**

En el área de influencia del proyecto, el índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para aves fue de H´= 2.76, lo que nos muestra una diversidad tendiendo a buena, de especies de aves para este espacio. Estas especies de aves determinadas son representativas de la región. El número de especies de aves en el área del proyecto fue S= 19.

- **Mamíferos**

Tabla III.100 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en el área de influencia

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos de la AI.						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Canis latrans*	Coyote	6	0.2222	-1.5040774	-0.3342
2	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	2	0.0741	-2.60268969	-0.1928
3	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya	1	0.0370	-3.29583687	-0.1221
4	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	8	0.2963	-1.21639532	-0.3604
5	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño	1	0.0370	-3.29583687	-0.1221
6	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	2	0.0741	-2.60268969	-0.1928
7	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	2	0.0741	-2.60268969	-0.1928
8	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	2	0.0741	-2.60268969	-0.1928
9	*Procyon lotor*	Mapache	2	0.0741	-2.60268969	-0.1928
10	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.0370	-3.29583687	-0.1221
Total			**27**	**1**		**2.0248**

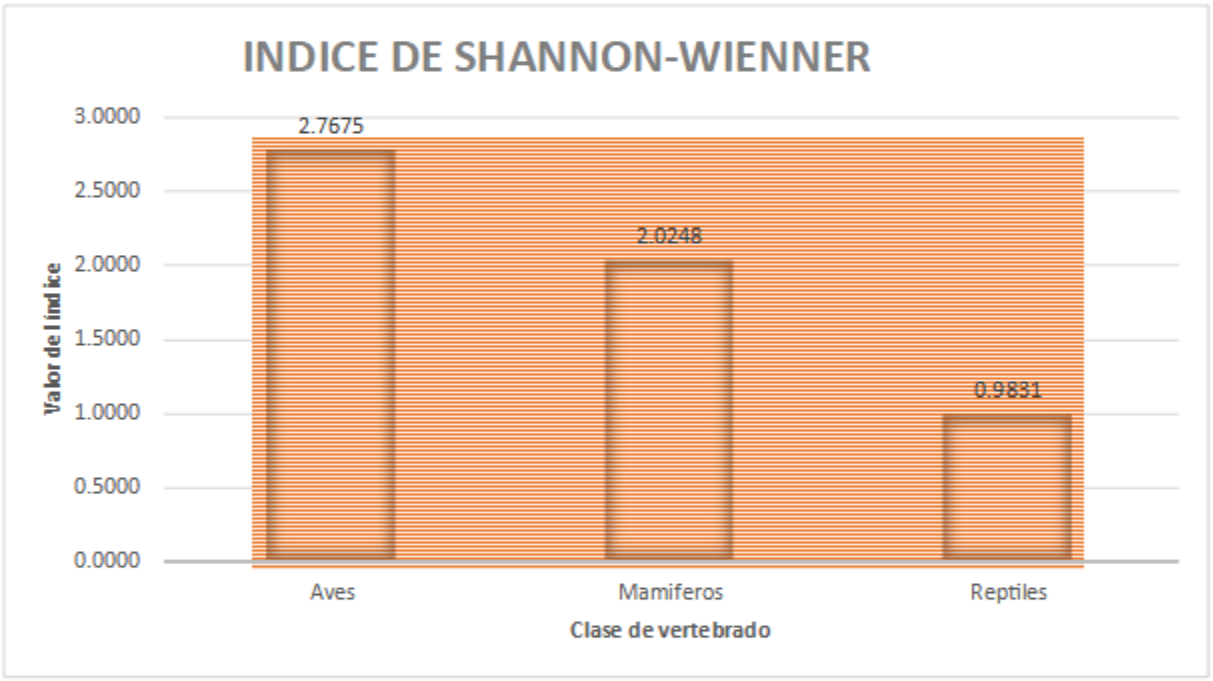
El índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para los mamíferos fue de H´= 2.02, esto muestra una diversidad media de especies de mamíferos para esta área de influencia, el número o variedad de especies fue S=10.

- **Reptiles**

Tabla III.101 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en el área de influencia

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles de la AI.						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto	8	0.6667	-0.405465108	-0.2703
2	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante	1	0.0833	-2.48490665	-0.2071
3	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	1	0.0833	-2.48490665	-0.2071
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	2	0.1667	-1.791759469	-0.2986
			12	**1**		**0.9831**

El índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para los reptiles fue de H´= 0.98, esto denota una diversidad baja de especies de reptiles para esta área de influencia, el número o variedad de especies fue S=4.



Gráfica III. 29 Índice de Shannon-Wiener por clase de vertebrados registrados del AI

III.3.2.6.3 Región ecológica

A continuación, se presentan tablas en donde se concentran los resultados obtenidos de índice de diversidad para las diferentes clases y especies de fauna presentes en la región ecológica y que fueron analizadas mediante el índice referido.

- **Aves**

Tabla III.102 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves en la RE

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para las aves de la CHF.						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	1	0.0172	-4.06044301	-0.0700
2	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	1	0.0172	-4.06044301	-0.0700
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	1	0.0172	-4.06044301	-0.0700
4	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	2	0.0345	-3.36729583	-0.1161
5	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, comecebos	3	0.0517	-2.96183072	-0.1532
6	*Cathartes aura*	Zopilote aura	7	0.1207	-2.11453286	-0.2552
7	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	6	0.1034	-2.26868354	-0.2347
8	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	2	0.0345	-3.36729583	-0.1161
9	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	4	0.0690	-2.67414865	-0.1844
10	*Coragyps atratus*	Zopilote común	4	0.0690	-2.67414865	-0.1844
11	*Corvus corax*	Cuervo	2	0.0345	-3.36729583	-0.1161
12	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	1	0.0172	-4.06044301	-0.0700
13	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	2	0.0345	-3.36729583	-0.1161
14	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	1	0.0172	-4.06044301	-0.0700
15	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	2	0.0345	-3.36729583	-0.1161
16	*Quiscalus mexicanus*	Chanate	3	0.0517	-2.96183072	-0.1532
17	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	2	0.0345	-3.36729583	-0.1161
18	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	4	0.0690	-2.67414865	-0.1844
19	*Turdus migratorius*	Primavera	1	0.0172	-4.06044301	-0.0700
20	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	3	0.0517	-2.96183072	-0.1532
21	*Zenaida macroura*	Huilota Común	6	0.1034	-2.26868354	-0.2347
Total			**58**	**1.0000**		**2.8542**

En la región ecológica, el índice de Shannon - Wiener, que se tuvo para las aves fue de H´= 2.85, que nos muestra una diversidad buena de especies de aves en este espacio. Las especies de aves determinadas, son típicas de los tipos de vegetación dentro de la RE. Lo anterior, hace suponer que se tiene una riqueza importante de aves en esta zona, lo que permitiría amortiguar adecuadamente la posible implementación del proyecto en cuestión. El número de especies de aves, es S= 21.

- **Mamíferos**

Tabla III.103 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos en la RE

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los mamíferos de la CHF.						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Canis latrans*	Coyote	5	0.2083	-1.56861592	-0.3268
2	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	2	0.0833	-2.48490665	-0.2071
3	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya	2	0.0833	-2.48490665	-0.2071
4	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	7	0.2917	-1.23214368	-0.3594
5	*Lynx rufus*	Lince	1	0.0417	-3.17805383	-0.1324
6	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	2	0.0833	-2.48490665	-0.2071
7	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	2	0.0833	-2.48490665	-0.2071
8	*Puma concolor*	Puma	1	0.0417	-3.17805383	-0.1324
9	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	2	0.0833	-2.48490665	-0.2071
Total			**24**	**1**		**1.9864**

El índice de Shannon - Wiener, que resultó para los mamíferos fue de H´= 1.98, con un número de especies de 9 en la comunidad, lo que sugiere que algunas especies presentan una mayor dominancia en comparación con otras, no obstante el ecosistema tiende a ser relativamente equilibrado y diverso, aunque no extremadamente diverso.

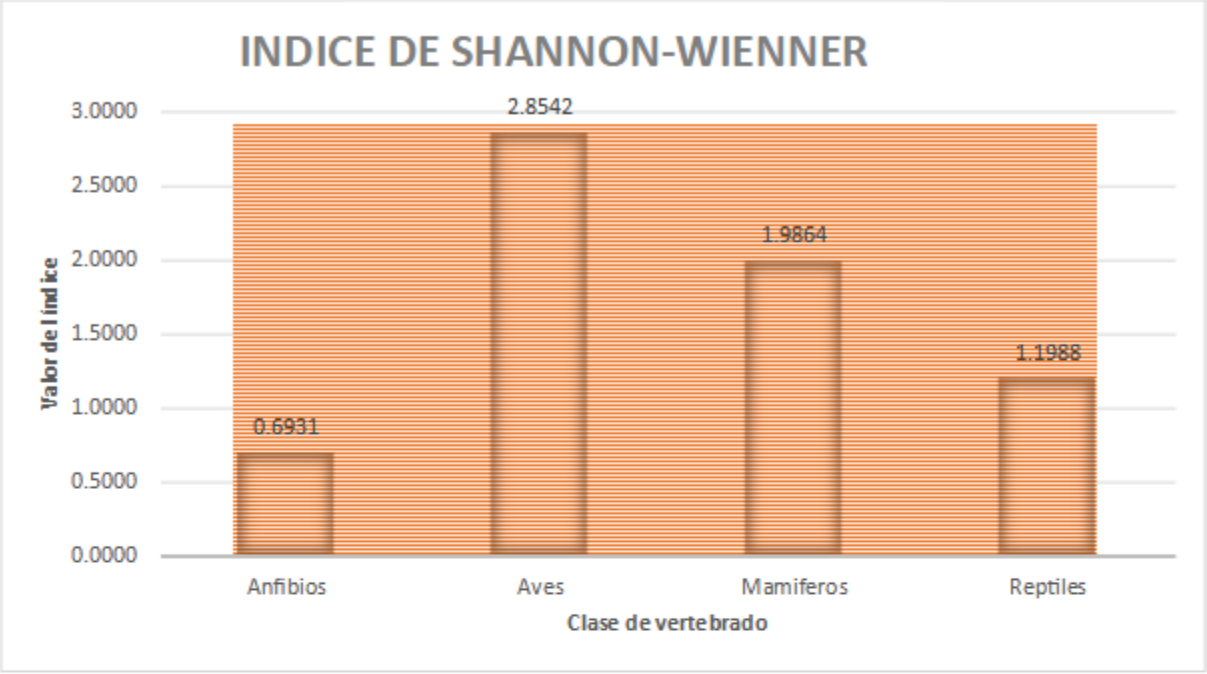
- **Reptiles**

Tabla III.104 Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles en la RE

Índice de diversidad de Shannon-Wienner para los reptiles de región ecológica						
No	**Especie**	**Nombre común**	**n**	**Abundancia relativa (Pi)**	**Ln(Pi)**	**(Pi) x Ln(pi)**
1	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto	6	0.5000	-0.693147181	-0.3466
2	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	1	0.0833	-2.48490665	-0.2071
3	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	2	0.1667	-1.791759469	-0.2986
4	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	3	0.2500	-1.386294361	-0.3466
			12	**1**		**1.1988**

El índice de Shannon - Wiener, que se obtuvo para las reptiles fue de H´= 1.19 lo anterior refleja una diversidad baja de especies de reptiles para la región ecológica, el número de especies S= 4

De las clases analizadas, se tuvo que la clase de vertebrados más diversa y con mayor número de especies fueron las aves con un H´= 2.85; los mamíferos fue la siguiente clase con un H´= 1.98 y los reptiles tuvieron un H´= 1.19. Lo anterior, refleja una condición aceptable en general que reflejan características y tendencias de una comunidad faunística dinámica en esta RE.



Gráfica III. 30 Índice de Shannon por clase de vertebrados

Para la clase de anfibios de la RE, no aplicó el índice de diversidad de Shannon – Wiener, considerando que sólo se detectaron dos especies de esta clase en los transectos de muestreo, lo que no es representativo el realizar el análisis en este sentido.

III.3.2.7 Índice de abundancia relativa de fauna silvestre

Aplicó para la fauna silvestre en sus tres áreas de análisis (AP, AI y RE) y que pudo ser detectada a través de transectos. El método de transectos es apropiado para reconocer vertebrados a través de indicios que consideran observaciones directas, huellas, excretas, osamentas, pelaje, plumas, cantos, voces, madrigueras y otros rastros que permitan reconocer la presencia de algunas clases de animales.

Los transectos de línea se pueden usar para estimar abundancias o densidades relativas, en estos procedimientos se recurre al conteo de signos o indicios (Wallace, 1999, en: Chiriví, 2006). En el caso de los índices basados en rastros y signos, con ellos se puede estimar la abundancia relativa de especies y presencia de especies (Naranjo, 2000).

Para la obtención de datos, aplicables a la abundancia relativa, se realizaron conteos de avistamientos, excretas, huellas, cantos y otros indicios y rastros en los transectos realizados para cada una de las áreas de estudio (4). En la definición de indicios propios a cada especie, se requiere de la experiencia del personal de campo, que en este caso si se cuenta. Las huellas fueron determinadas también en base a la experiencia y con el apoyo de la guía de campo de huellas de Aranda (2000 y 2012) y la determinación de otras especies se apoyó con otras guías de campo específicas de mamíferos, aves y reptiles (Behler, 1989; Dunn, 1994; Peterson and Chalif, 1987; Whitaker, 1989).

El índice de abundancia relativa se calculó a través de la fórmula de abundancia relativa de rastros o indicios, propuesta para la estimación de algunas especies de fauna por Naranjo (2000), siendo la siguiente.

$$AR=\frac{Nr}{\text{å}Km}$$

En donde:

AR = Abundancia relativa
Nr = Número de rastros o indicios observados (que definan número de individuos)
å*Km* = Suma de kilómetros recorridos en los transectos

Dichos resultados se presentan a continuación.

III.3.2.7.1 Área del proyecto

El índice de abundancia relativa, aplica para fauna y para su análisis se utilizaron los datos obtenidos de 4 transectos, que sumaron 1,168.92 m lineales (1.16892 km), estos fueron revisados para obtener indicios de las clases de fauna más comunes (anfibios, aves, mamíferos y reptiles), las distancias de cada uno de los transectos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla III.105 Distancia de los cuatro transectos de fauna realizados.

Número de transecto	Distancia en metros (m) lineales
1	310.92
2	300.07
3	281.90
4	276.03
Total en metros	**1,168.92 m**

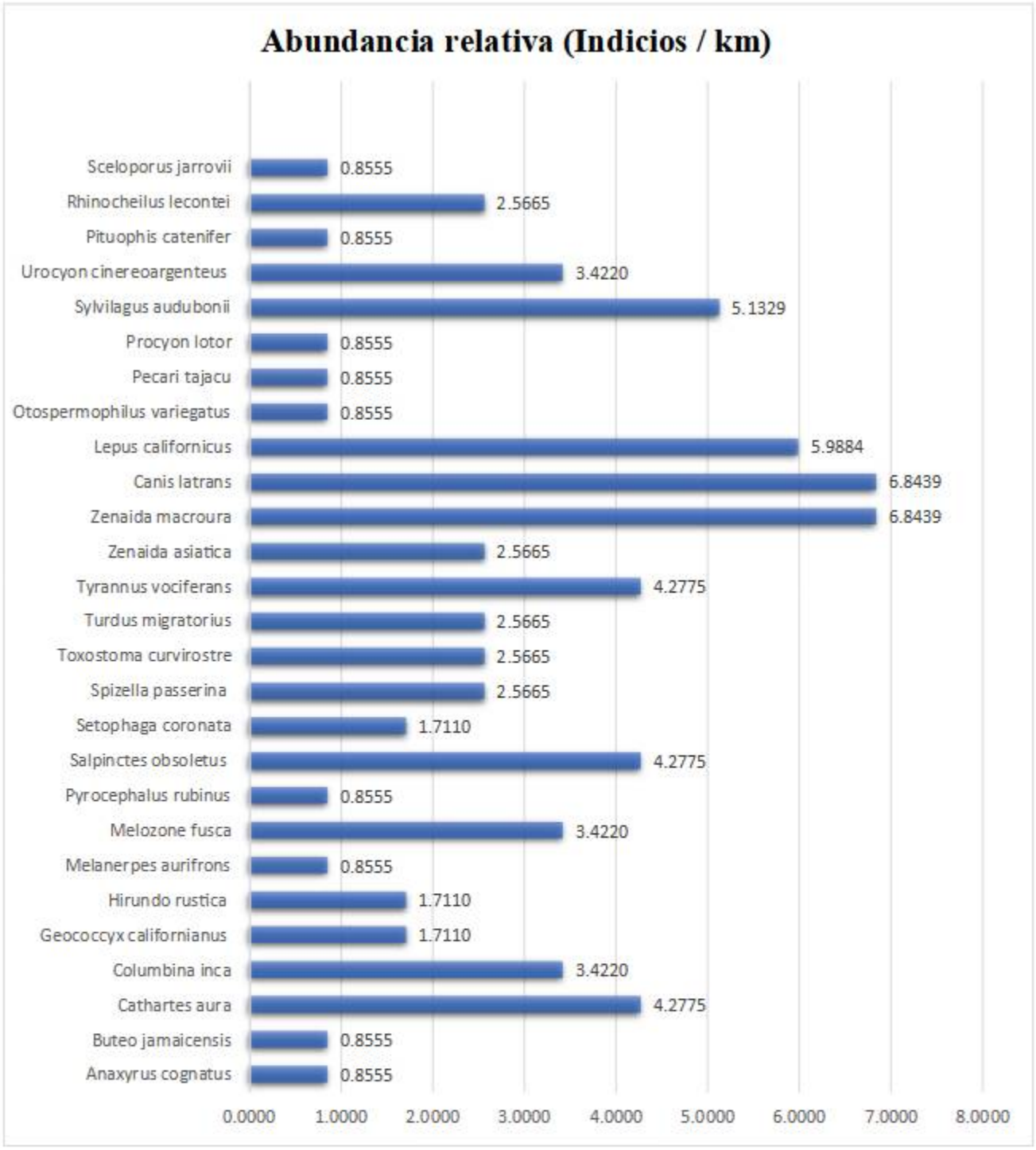
El análisis de la información obtenida, vía los transectos para fauna, arrojaron datos de abundancia relativa para algunos vertebrados del área del proyecto.

Tabla III.106 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud, del área del proyectó

No	Nombre científico	Nombre común	Clase	Indicios (n)	Abundancia relativa Indicios /km
1	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas	Anfibios	1	0.8555
2	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	Aves	1	0.8555
3	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Aves	5	4.2775
4	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Aves	4	3.4220
5	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	Aves	2	1.7110
6	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Aves	2	1.7110
7	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	Aves	1	0.8555
8	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Aves	4	3.4220
9	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	Aves	1	0.8555
10	*Salpinctes obsoletus*	Saltaparedes	Aves	5	4.2775
11	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	Aves	2	1.7110
12	*Spizella passerina*	Gorrion cejas blancas	Aves	3	2.5665

13	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	Aves	3	2.5665
14	*Turdus migratorius*	Primavera	Aves	3	2.5665
15	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	Aves	5	4.2775
16	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	Aves	3	2.5665
17	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Aves	8	6.8439
18	*Canis latrans*	Coyote	Mamíferos	8	6.8439
19	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Mamíferos	7	5.9884
20	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	Mamíferos	1	0.8555
21	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	Mamíferos	1	0.8555
22	*Procyon lotor*	Mapache	Mamíferos	1	0.8555
23	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Mamíferos	6	5.1329
24	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Mamíferos	4	3.4220
25	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante	Reptiles	1	0.8555
26	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	Reptiles	3	2.5665
27	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	Reptiles	1	0.8555

En total se analizaron 26 especies de vertebrados, las que se detectaron en los transectos revisados. Las especies que resultaron con mayor índice de abundancia relativa fueron tres (3), las cuales son: la paloma huilota o habanera, *Zenaida macroura y* coyote *Canis latrans* (ambos con 6.84 indicios/km) y la liebre de cola negra *Lepus californicus* (con 5.98 indicios/km).



Gráfica III. 31 Índice de abundancia relativa de la clase de vertebrados del área del proyecto

III.3.2.7.1 Área de influencia

La superficie muestreada fue la misma en las tras áreas de estudio (AP, AI y RE), el cual consistió en la ejecución de 4 transectos, que sumaron 1,168.92 m lineales (1.16892 km), estos fueron revisados para obtener indicios de las clases de fauna más comunes, las distancias de cada uno de los transectos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla III.107 Distancia de los cuatro transectos de fauna realizados del AI

Transecto	Longitud (km)	Longitud (m)
1	0.28	280
2	0.288	288
3	0.32092	320.92
4	0.28	280
Total	**1.16892**	**1168.92**

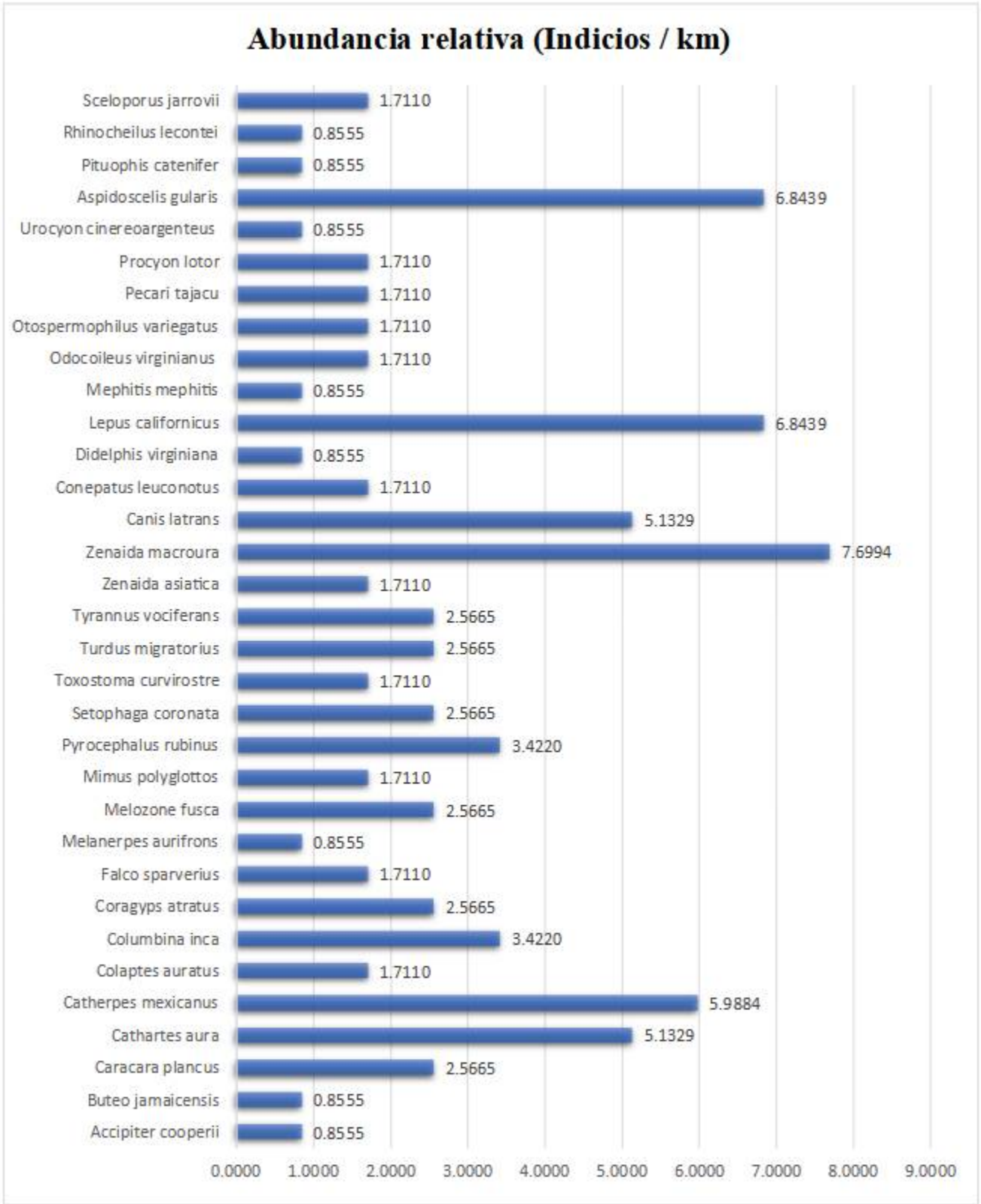
El análisis de la información obtenida, vía los transectos para fauna, arrojaron datos de abundancia relativa para algunos vertebrados del área de influencia.

Tabla III.108 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud, del área de influencia

No	Nombre científico	Nombre común	Clase	Indicios (n)	Abundancia relativa Indicios /km
1	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Aves	1	0.8555
2	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	Aves	1	0.8555
3	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, comecebos	Aves	3	2.5665
4	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Aves	6	5.1329
5	*Cathsrpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	Aves	7	5.9884
6	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	Aves	2	1.7110
7	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Aves	4	3.4220
8	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Aves	3	2.5665
9	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Aves	2	1.7110
10	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	Aves	1	0.8555
11	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Aves	3	2.5665
12	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	Aves	2	1.7110
13	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	Aves	4	3.4220
14	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	Aves	3	2.5665
15	*Toxostoma curvirostre*	Cuitacoche pico curvo, huitlacoche	Aves	2	1.7110
16	*Turdus migratorius*	Primavera	Aves	3	2.5665
17	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	Aves	3	2.5665
18	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	Aves	2	1.7110
19	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Aves	9	7.6994
20	*Canis latrans*	Coyote	Mamíferos	6	5.1329
21	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	Mamíferos	2	1.7110
22	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya	Mamíferos	1	0.8555
23	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Mamíferos	8	6.8439
24	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño	Mamíferos	1	0.8555

25	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Mamíferos	2	1.7110
26	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	Mamíferos	2	1.7110
27	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	Mamíferos	2	1.7110
28	*Procyon lotor*	Mapache	Mamíferos	2	1.7110
29	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Mamíferos	1	0.8555
30	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto	Reptiles	8	6.8439
31	*Pituophis catenifer*	Topera, alicante	Reptiles	1	0.8555
32	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	Reptiles	1	0.8555
33	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	Reptiles	2	1.7110

En total se analizaron 33 especies de vertebrados, las que se detectaron en los transectos revisados. Las especies que resultaron con mayor índice de abundancia relativa fueron cuatro (4) especies y son: Huilota comun - *Zenaida macroura (7.69* indicios/km), liebre cola negra - *Lepus californicus (6.84* indicios/km), lagartija manchada - *Aspidoscelis gularis (6.84* indicios/km) y salta pared - *Catherpes mexicanus* (5.98 indicios/km). El valor de abundancia por cada de una de las especies registradas, se puede apreciar en la siguiente grafica



Gráfica III. 32 Índice de abundancia relativa de la clase de vertebrados del área de influencia

III.3.2.7.2 Región ecológica

Se fijaron cuatro (4) transectos en la región ecológica del proyecto para estudiar su fauna, que abarcaban 1.1689 km (1.168,92 m lineales). Se examinaron estos transectos con el fin de detectar indicios de las especies de fauna más frecuentes (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), y la tabla siguiente muestra las distancias correspondientes a cada uno de ellos.

Tabla III.109 Distancia de los transectos para fauna que se realizaron en la RE

Número. de transecto	Distancia en metros lineales (m)
1	284.81
2	316.25
3	274.89
4	292.97
Total, en metros	**1168.92**

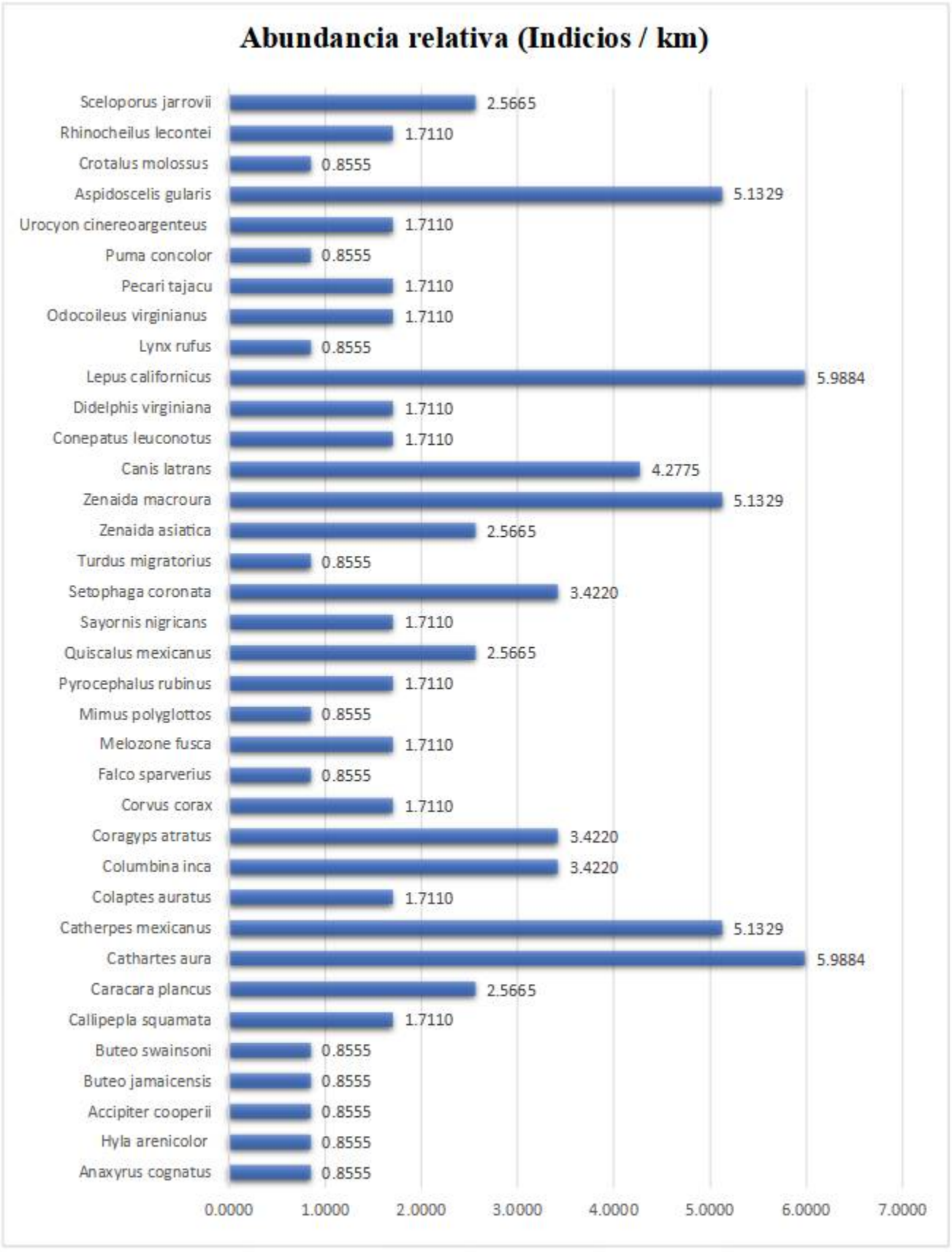
El análisis de la información obtenida, vía los transectos para fauna, arrojaron datos de abundancia relativa para algunos vertebrados del área del proyecto.

Tabla III.110 Abundancia relativa de fauna detectada en transectos, se reporta como indicios/km de longitud

No	Nombre científico	Nombre común	Clase	Indicios (n)	Abundancia relativa Indicios /km
1	*Anaxyrus cognatus*	Sapo de espuelas	Anfibios	1	0.8555
2	*Hyla arenicolor*	Ranita del cañon	Anfibios	1	0.8555
3	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Aves	1	0.8555
4	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja	Aves	1	0.8555
5	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Aves	1	0.8555
6	*Callipepla squamata*	Codorniz escamosa	Aves	2	1.7110
7	*Caracara plancus*	Quebrantahuesos, caracara, comecebos	Aves	3	2.5665
8	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Aves	7	5.9884
9	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	Aves	6	5.1329
10	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común, carpintero bruñido	Aves	2	1.7110
11	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Aves	4	3.4220
12	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Aves	4	3.4220
13	*Corvus corax*	Cuervo	Aves	2	1.7110
14	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Aves	1	0.8555
15	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Aves	2	1.7110
16	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	Aves	1	0.8555
17	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	Aves	2	1.7110
18	*Quiscalus mexicanus*	Chanate	Aves	3	2.5665
19	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Aves	2	1.7110
20	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	Aves	4	3.4220

21	*Turdus migratorius*	Primavera	Aves	1	0.8555
22	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas blanca	Aves	3	2.5665
23	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Aves	6	5.1329
24	*Canis latrans*	Coyote	Mamíferos	5	4.2775
25	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	Mamíferos	2	1.7110
26	*Didelphis virginiana*	Tlacuache, zarigüeya	Mamíferos	2	1.7110
27	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Mamíferos	7	5.9884
28	*Lynx rufus*	Lince	Mamíferos	1	0.8555
29	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Mamíferos	2	1.7110
30	*Pecari tajacu*	Jabalí, Pecarí de collar	Mamíferos	2	1.7110
31	*Puma concolor*	Puma	Mamíferos	1	0.8555
32	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Mamíferos	2	1.7110
33	*Aspidoscelis gularis*	Lagartija manchada, huico pinto	Reptiles	6	5.1329
34	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Reptiles	1	0.8555
35	*Rhinocheilus lecontei*	Culebra narizona, culebra de nariz larga	Reptiles	2	1.7110
36	*Sceloporus jarrovii*	Lagartija escamosa, lagartija espinosa	Reptiles	3	2.5665

En total se analizaron todas las especies de vertebrados en la RE, que fueron las que aparecieron en los transectos revisados y a dichas especies se les aplicó el índice de abundancia relativa. De acuerdo a lo analizado, se tienen 5 especies que resultaron con mayor índice de abundancia relativa (IAR) y fueron las siguientes: Zopilote aura (*Cathartes aura*), liebre cola negra (*Lepus californicus*) las cuales tienen un valor idéntico de 5.98 indicios por km lineal, en segundo puesto, se obtuvo un empate de tres especies la primera de ellas es el saltaparedes barranqueño (*Catherpes mexicanus*) la segunda es la paloma huilota (*Zenaida macroura*) y por último la lagartija manchada (*Aspidoscelis gularis),* dicho balance se presenta en la siguiente grafica.


Abundancia relativa (Indicios / km)
Sceloporus jarrovii 2.5665
Rhinocheilus lecontei 1.7110
Crotalus molossus 0.8555
Aspidoscelis gularis 5.1329
Urocyon cinereoargenteus 1.7110
Puma concolor 0.8555
Pecari tajacu 1.7110
Odocoileus virginianus 1.7110
Lynx rufus 0.8555
Lepus californicus 5.9884
Didelphis virginiana 1.7110
Conepatus leuconotus 1.7110
Canis latrans 4.2775
Zenaida macroura 5.1329
Zenaida asiatica 2.5665
Turdus migratorius 0.8555
Setophaga coronata 3.4220
Sayornis nigricans 1.7110
Quiscalus mexicanus 2.5665
Pyrocephalus rubinus 1.7110
Mimus polyglottos 0.8555
Melozone fusca 1.7110
Falco sparverius 0.8555
Corvus corax 1.7110
Coragyps atratus 3.4220
Columbina inca 3.4220
Colaptes auratus 1.7110
Catherpes mexicanus 5.1329
Cathartes aura 5.9884
Caracara plancus 2.5665
Callipepla squamata 1.7110
Buteo swainsoni 0.8555
Buteo jamaicensis 0.8555
Accipiter cooperii 0.8555
Hyla arenicolor 0.8555
Anaxyrus cognatus 0.8555
0.0000 1.0000 2.0000 3.0000 4.0000 5.0000 6.0000 7.0000

Gráfica III. 33 Abundancia relativa (Indicios / km)

III.3.2.8 Fauna silvestre del área del proyecto reconocida mediante cámaras trampa

III.3.2.8.1 Área del proyecto

Como parte del análisis faunístico en el área del proyecto, se incluyó el monitoreo mediante cámaras trampa, entre otras técnicas. Esto permitió identificar algunas de las especies presentes en la zona y contribuyó a enriquecer el conocimiento sobre la diversidad faunística, así como a confirmar la presencia de especies de hábitos más reservados. A continuación, se muestra una fotografía de la colocación de cámaras trampa por parte del personal técnico de CIMA Consultores:



Figura III. 65 Colocación de cámara trampa por el personal técnico.

El análisis se realizó, con la colocación de 4 cámaras en la temporada que se realizó el inventario ambiental, para captar al menos algunas especies locales y reconocer ciertas preferencias y comportamientos de la fauna silvestre, con respecto a disponibilidad de hábitat, agua, alimento, etc.

Los resultados obtenidos de las cámaras trampa colocadas, dio un total de **6** especies identificadas de 2 diferentes clases, este proceso implicó la revisión de la información cámara por cámara para su análisis. A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos de las 4 cámaras colocadas al interior del área del área del proyecto

Tabla III.111 Presencia de fauna silvestre reconocida mediante cámaras trampa para el área del proyecto

No.	Clase	Nombre científico	Nombre común
1	Mamíferos	*Canis latrans* Say	Coyote
2	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
3	Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto
4	Mamíferos	*Pecari tajacu*	Jabalí, pecarí de collar

5	Aves	*Cathartes aura*	Aura
6	Aves	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño

A continuación, se muestran una serie de fotografías de las especies encontradas en cámaras trampa del área del proyecto.



Figura III. 66 El coyote (*Canis latrans*).



Figura III. 67 Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Figura III. 68 Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*).



Figura III. 69 Aura (*Cathartes aura*).



Figura III. 70 Correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*).

III.3.2.8.1 Área de influencia

Las cámaras trampa ayudaron a identificar algunas de las especies que habitan en el área de influencia, lo cual enriqueció el entendimiento de la diversidad faunística y corroboró la existencia de especies con hábitos más reservados. Se presenta la siguiente imagen el método de colocación de la cámara trampa y su atrayente con *pig out* y maíz:



Figura III. 71 Colocación de cámara trampa por el personal técnico en el área de influencia

En base a este método de monitoreo se detectó la presencia de 4 especies de mamíferos, A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos de las 4 cámaras colocadas al interior del área del área del proyecto

Tabla III.112 Presencia de fauna silvestre reconocida mediante cámaras trampa para el área del proyecto

No.	Clase	Nombre científico	Nombre común
1	Mamíferos	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño
2	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
3	Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
4	Mamíferos	*Pecari tajacu*	Jabalí, pecarí de collar

A continuación, se muestran una serie de fotografías de las especies encontradas en cámaras trampa del área de influencia.



Figura III. 72 Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).



Figura III. 73 Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Figura III. 74 Zorrillo norteño (*Mephitis mephitis*).



Figura III. 75 Jabali (*Pecari tajacu*).

III.3.2.8.2 Región ecológica

Como parte del análisis faunístico, del área de RE del proyecto, se utilizó la técnica de cámaras trampa, para la revisión de vertebrados silvestres, esto para conocer algunas de las especies presentes dentro de esta localidad, lo que ayuda a enriquecer la diversidad faunística y a confirmar la presencia de algunas especies que son más difíciles de detectar. La siguiente figura muestra la instalación de una mojonera, en la que se agregaron atrayentes (*PigOut*, sardina y hojuelas de maíz) con el propósito de habilitar un sitio para colocar una cámara trampa.



Figura III. 76 El Proceso de instalación de armado de mojonera.

El análisis se complementó con la instalación de 4 cámaras trampa durante el período en que se realizó el inventario ambiental, con el objetivo de captar diversas especies locales y analizar sus preferencias y comportamientos en relación con la disponibilidad de hábitat, agua, alimento, entre otros factores.

Los resultados obtenidos mediante el uso de las cámaras trampa identificaron un total de 5 especies pertenecientes a 2 clases diferentes. El análisis incluyó la revisión detallada de la información capturada por las cámaras, lo que permitió interpretar y definir aspectos biológicos y ecológicos de las especies observadas. A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos lo cual muestra una incidencia aceptable con apariciones variables.

Tabla III.113 Especies de fauna silvestre detectadas a través de cámaras trampa dentro de la RE

No.	Clase	Nombre científico	Nombre común
1	Mamíferos	*Canis latrans*	Coyote
2	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
3	Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto
4	Mamíferos	*Pecari tajacu*	Jabalí, pecarí de collar
5	Aves	*Cathartes aura*	Aura

A continuación, se muestra un conjunto de fotografías que muestran las especies que se mencionaron anteriormente y fueron detectadas en cámaras trampa:



Figura III. 77 La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Figura III. 78 El coyote (*Canis latrans*).



Figura III. 79 El aura (*Cathartes aura*).



Figura III. 80 El jabalí de collar o pecarí (*Pecari tajacu*).



Figura III. 81 El conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*).

III.3.2.9 Especies de fauna incluidas en la NOM–059–SEMARNAT-2010 o CITES, especificando, nombre científico, nombre común y categoría de riesgo en el área del proyecto

III.3.2.9.1 Área del proyecto

De la fauna, definida para el área de estudio (26 especies), ninguna especie tuvo estatus de amenaza de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010); sólo una (1) de ellas están mencionadas en la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Estas especies se localizan en la localidad, pero además extienden su distribución hacia la región, abarcando el área de influencia y región ecológica en donde se inserta el proyecto.

Tabla III.114 Especies de fauna en estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área del proyecto

Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área del proyecto				
Grupo biológico	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		Apéndice II

III.3.2.9.2 Área de influencia

De la fauna, que consiste en 33 especies para el área de estudio del área de influencia, una fue considerada como Sujeta a protección especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas especies, solamente tres (3) están registradas en la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres). Dicha fauna silvestre se encuentra en la localidad, pero también su rango de distribución se expande por toda la región, incluyendo la zona ecológica donde se lleva a cabo el proyecto.

Tabla III.115 Especies de fauna en estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área de influencia

Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - área de influencia				
Grupo biológico	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Aves	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		Apéndice II
Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		Apéndice II

III.3.2.9.3 Región ecológica

En el proyecto, a nivel de RE se detectaron diferentes especies de animales silvestres y de las cuales algunas se encuentran en una categoría de riesgo o listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (3) y en la CITES (6), dichas especies se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III.116 Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - región ecológica

Especies de fauna en status de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES - región ecológica				
Grupo biológico	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**
Aves	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II
Aves	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja, gavilán cola roja		Apéndice II
Aves	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Sujeta a protección especial (Pr)	Apéndice II
Aves	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		Apéndice II
Mamíferos	*Lynx rufus*	Lince		Apéndice II
Mamíferos	*Puma concolor*	Puma		Apéndice II
Reptiles	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Sujeta a protección especial (Pr)	

Todas las especies detectadas en alguna categoría de riesgo, deberán ser consideradas en el programa de fauna silvestre, se encuentren o no en el área del proyecto, debido a la movilidad que estas tienen y que en algún momento pudieran ubicarse en el espacio del proyecto.

III.4 Medio socioeconómico

Para caracterizar las condiciones sociales y económicas del área donde se desarrollará el proyecto, se recopiló y analizó información estadística correspondiente al municipio de San Juan del Río, Durango. Para ello, se tomó como fuente principal la información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), particularmente la correspondiente al Censo de Población y Vivienda 2020, a partir de la cual se identifican las principales características demográficas, sociales y económicas de la población.

El proyecto se localiza en el estado de Durango, dentro del municipio de San Juan del Río (028), por lo que el análisis socioeconómico se presenta a escala municipal.

III.4.1 Población

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de San Juan del Río, Durango, cuenta con una población total de 12,013 habitantes.

III.4.2 Estructura por sexo

De estos 12,013 habitantes 6,092 corresponden a población femenina y 5,921 a población masculina. Esta información permite establecer la composición demográfica general del municipio y sirve como referencia para la caracterización del medio socioeconómico del área donde se localiza el proyecto.

Tabla III.117. Comparativa de la dinámica de población total de hombres y mujeres en el municipio de San Juan del Rio, Durango.

División Política	Población	Número de Habitantes
		2020
San Juan del Rio (028)	Total, masculino	5,921
	Total, femenino	6,092

III.4.3 Migración

La dinámica migratoria permite identificar el origen de la población residente en el municipio y distinguir entre aquellas personas nacidas en la entidad y aquellas que provienen de otra entidad federativa. Esta información contribuye a caracterizar la composición y movilidad de la población municipal. En la siguiente tabla se presentan los datos correspondientes a la población nacida en la entidad y en otra entidad, con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla III.118. Migración a nivel municipal.

Factor	Migración (2020)
Población nacida en la entidad	11,484
Población nacida en otra entidad	331

III.4.4 Población indígena

La presencia de población indígena constituye un elemento relevante para la caracterización social del municipio, debido a que permite identificar a la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena, así como aquella que, además, no habla español. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en el municipio de San Juan del Río, Durango, se registraron 19 personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, de las cuales 1 no habla español, sin embargo y debido a la baja representatividad cantidad de personas con población indígena, no se consideran localidades consideradas con población indígenas. En la siguiente tabla se presentan estos indicadores a nivel municipal.

Tabla III.119. Población indígena a nivel municipal.

Factor	Población indígena (2020)
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	19
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	1

III.4.5 Educación

La educación representa un componente importante para la caracterización de las condiciones sociales de la población, al permitir identificar aspectos relacionados con el acceso y nivel de escolaridad. Para el municipio de San Juan del Río, Durango, se consideran indicadores de analfabetismo, población sin escolaridad, población con secundaria completa, educación post- básica y grado promedio de escolaridad. Los datos correspondientes se presentan en la siguiente tabla, con base en el Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla III.120.Escolaridad a nivel municipal.

Factor	Educación 2020 (número de habitantes)
Población de 15 años y más analfabeta	225
Población de 15 años y más sin escolaridad	195
Población de 15 años y más con secundaria completa	2600
Población de 18 años y más con educación post - básica	2093
Grado promedio de escolaridad	827

III.4.6 Servicios de salud

El acceso a los servicios de salud constituye un indicador relevante para conocer las condiciones sociales de la población y su nivel de cobertura institucional. En este sentido, se presenta la información correspondiente a la población del municipio de San Juan del Río, Durango, según su condición de afiliación o no afiliación a los servicios de salud, con base en los datos del Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla III.121. Servicios de salud a nivel municipal.

Servicios de salud (2020)	
Población sin afiliación a servicios de salud	2037
Población afiliada a servicios de salud	9961

III.4.7 Vivienda

Las características de vivienda permiten complementar la descripción de las condiciones sociales de la población, particularmente en lo relacionado con la disponibilidad y ocupación de los espacios habitacionales. En la siguiente tabla se presenta el número total de viviendas y el número de viviendas habitadas registradas en el municipio de San Juan del Río, Durango, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla III.122. Vivienda a nivel municipal.

Factor	Vivienda (2020)
Total, de viviendas	4863
Total, de viviendas habitadas	3125

III.4.8 Características económicas

La caracterización económica permite identificar las condiciones de participación de la población en las actividades productivas y laborales del municipio. Para este análisis se considera la población de 12 años y más, de acuerdo con su condición de actividad económica. En la siguiente tabla se presenta la información correspondiente a la población económicamente activa del municipio de San Juan del Río, Durango, con base en los datos del Censo de Población y Vivienda 2020.

Tabla III.123. Características económicas a nivel municipal.

Factor	Características económicas (2020)
Población de 12 años y más económicamente activa	4798

III.5 Diagnostico ambiental

La minería es una de las actividades industriales más antiguas de México, ligada a los intereses coloniales que privilegió la extracción manual intensiva y extensiva de metales preciosos enviados a Europa (CAMIMEX, 2010).

Hoy en día, la industria minera en México juega un rol importante en el aspecto económico. Otro estudio realizado en Ghana describe la percepción ambiental de los problemas de degradación de los recursos y disminución en la calidad del agua y aire por parte de los pobladores, no obstante, el beneficio económico que aporta la actividad minera (Garvin *et al*., 2009).

La industria minera es una actividad que tiene una contribución importante en el crecimiento económico de México. En general, tiene impactos políticos, económicos, sociales y ambientales a escalas global y local (Fernández-Manso, et at., 2012). De acuerdo con lo anterior, es de vital importancia antes de comenzar cualquier proyecto minero, realizar un diagnóstico de la situación actual (línea base ambiental) que presenta la región ecológica, para que pueda ser medida y evaluada adecuadamente.

Se entiende por línea base ambiental a la descripción de la situación actual de todas las variables ambientales en el momento que se está ejecutando el estudio, donde se hace una reseña de las actividades humanas actuales, el estado y situación de la biomasa vegetal, animal, clima, suelos, etc. Donde a partir de esta situación se evalúa en las etapas posteriores, las modificaciones negativas y positivas de las intervenciones de las actividades humanas, que caracterizan al polígono de la región ecológica analizada. La línea base ambiental constituye el marco de referencia ya que este indica el estado ambiental del sistema previo a la introducción de obras o actividades que inciden en la modificación de su estructura y procesos. Ya sea que sea elaborado de manera exclusiva como línea base ambiental o sea considerada mediante la caracterización que se realizada en el presente capitulo.

Es necesario que al momento en que se empieza a ejecutar algún proyecto, instrumentar un programa de monitoreo de la región ecológica, con la finalidad de dar seguimiento a los componentes del ambiente, con base en indicadores de estado previamente seleccionados. A continuación, se realiza una caracterización ambiental general del proyecto.

Tabla III.124. Caracterización ambiental del proyecto.

Factor ambiental	Actual	Fotografía
Calidad del aire	La calidad del aire de la RE se encuentra influenciada por las actividades mineras que actualmente se desarrollan en el área, principalmente por el tránsito de vehículos y maquinaria, así como por las actividades operativas que pueden generar emisiones de partículas. No obstante, la aplicación de medidas de prevención y control, tales como el mantenimiento de caminos y el manejo adecuado de las áreas de trabajo, contribuye a reducir la dispersión de partículas y mantener las emisiones dentro de las condiciones esperadas para un sitio con actividad minera en operación. Durante los recorridos de campo realizados para la caracterización ambiental, no se observaron condiciones de deterioro significativo de la calidad del aire.	 Imagen donde se puede observar la calidad del aire.

Relieve y topografía	La RE se localiza en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, la cual representa el 100 % de su superficie. Presenta un relieve montañoso con altitudes que van de los 1,649 a los 2,505 msnm, predominando el rango de 1,800 a 1,900 msnm, que representa el 41.84 % de la superficie de la RE.	 Imagen donde se puede observar el tipo de relieve.
Calidad del suelo	La calidad actual del suelo en la RE presenta un grado de alteración asociado principalmente a las actividades antropogénicas desarrolladas en la zona, entre las que destacan la actividad agrícola, ganadera y minera, así como la presencia de caminos y asentamientos humanos. El análisis multitemporal realizado para el periodo 2019-2024 muestra que los mayores niveles de disturbio se concentran de manera puntual en áreas con poca o nula cobertura vegetal y en superficies asociadas a actividades productivas. En el área del proyecto se observa un incremento puntual del nivel de disturbio para 2024, relacionado principalmente con la ausencia de cobertura vegetal.	 Imagen donde se puede observar la calidad del suelo.
Flora	Dentro de la RE se reconocen ocho tipos de vegetación y usos de suelo, de acuerdo con la información de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI (2021), complementada con los estudios y trabajos de campo realizados en el área. Las comunidades vegetales identificadas corresponden a agricultura de temporal anual, asentamientos humanos, bosque de encino, áreas desprovistas de vegetación, matorral crasicaule, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. Estas comunidades presentan diferentes grados de conservación y alteración, asociados principalmente a las actividades productivas y antropogénicas que se desarrollan dentro de la RE.	 Imagen donde se puede observar el tipo de vegetación presente en el área.

Fauna	La caracterización de la fauna silvestre se realizó mediante recorridos y transectos de campo, complementados con la colocación de cámaras trampa, con el propósito de identificar las especies presentes y determinar su distribución dentro del área del proyecto (AP), área de influencia (AI) y región ecológica (RE). Los registros obtenidos mediante estas técnicas permitieron integrar el listado faunístico del área de estudio, considerando la presencia de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. En total se registraron 45 especies de fauna silvestre, correspondientes a cuatro grupos taxonómicos: 12 mamíferos, 26 aves, 5 reptiles y 2 anfibios. La distribución de los registros entre el AP, AI y RE se presenta en apartados anteriores.	 Imagen donde se puede observar fauna presente en el área.
Calidad paisajística	La calidad paisajística de la RE se encuentra determinada por la combinación de elementos naturales como el relieve montañoso, la vegetación de bosque de encino, matorral crasicaule y pastizal natural, así como por elementos antropogénicos asociados a las actividades agrícolas, ganaderas y mineras, caminos, asentamientos humanos y superficies desprovistas de vegetación. En el área del proyecto, la presencia de infraestructura y actividades propias de la operación genera una modificación puntual de las condiciones naturales del paisaje, mientras que en las áreas circundantes se conserva una combinación de elementos naturales y superficies con distintos grados de alteración.	 Imagen donde se puede observar la calidad paisajística.
Uso de suelo	Dentro de la RE se identifican diversos usos de suelo asociados principalmente a actividades agrícolas, ganaderas y mineras, además de asentamientos humanos, caminos y áreas desprovistas de vegetación. Asimismo, se presentan superficies con uso y cobertura natural correspondientes a bosque de encino, matorral crasicaule y pastizal natural, así como comunidades de vegetación secundaria. En el área del proyecto, el uso de suelo se encuentra asociado principalmente a la actividad minera actualmente en operación.	 **Imagen donde se puede observar el uso de suelo presente en el área.**

III.6 Problemáticas ambientales en la región ecológica

La Región Ecológica (RE) delimitada para el proyecto presenta condiciones ambientales propias de un paisaje serrano, caracterizado por la presencia de relieve montañoso y una cobertura vegetal conformada principalmente por bosque de encino, matorral crasicaule, pastizal natural y comunidades de vegetación secundaria, en coexistencia con superficies destinadas a actividades agrícolas, ganaderas y mineras, así como asentamientos humanos, caminos y áreas desprovistas de vegetación. En este contexto, las principales problemáticas ambientales se relacionan con la transformación del uso del suelo, la modificación de la cobertura vegetal y el desarrollo de actividades productivas que se realizan dentro de la RE.

Entre los principales factores de presión ambiental se encuentra la modificación de la cobertura vegetal, asociada principalmente al aprovechamiento del territorio para actividades agrícolas, ganaderas y mineras (minería formal y minería artesanal). Estas modificaciones generan cambios localizados en la estructura y continuidad de la vegetación, particularmente en aquellas superficies que han sido destinadas a infraestructura, caminos, áreas productivas o zonas de operación.

Asimismo, la presencia de caminos, brechas e infraestructura asociada a las actividades productivas constituye una fuente de alteración localizada, debido a que puede implicar remoción o modificación de la cobertura vegetal, compactación del suelo y generación de superficies con menor cobertura. Estas condiciones pueden favorecer procesos de erosión y modificar localmente las condiciones de escurrimiento superficial, principalmente en sitios con pendiente y menor protección del suelo.

En relación con el suelo, el análisis multitemporal realizado para el periodo 2019-2024 permitió identificar diferentes niveles de disturbio dentro de la RE, con una mayor expresión en superficies con poca o nula cobertura vegetal y en áreas asociadas a actividades productivas y asentamientos humanos. En el área del proyecto se identificó un incremento puntual del nivel de disturbio para 2024, relacionado principalmente con la ausencia de cobertura vegetal y con las condiciones propias de una superficie intervenida. No obstante, el comportamiento del disturbio es heterogéneo y también se identificaron sectores con condiciones de menor alteración y algunos procesos puntuales de recuperación.

En el componente biótico, la modificación y fragmentación de la cobertura vegetal constituye una presión ambiental relevante, debido a que la transformación del territorio puede reducir la continuidad de los espacios naturales y generar cambios en las condiciones disponibles para la fauna silvestre. Sin embargo, la permanencia de superficies con bosque de encino, matorral crasicaule, pastizal natural y vegetación secundaria permite conservar áreas que continúan proporcionando refugio, alimentación y sitios de tránsito para diferentes especies. Lo anterior se corrobora con los trabajos de campo realizados mediante transectos y cámaras trampa, a través de los cuales se registraron 45 especies de fauna silvestre correspondientes a mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

De manera complementaria, las actividades agrícolas, ganaderas y mineras presentes dentro de la RE representan fuentes de presión sobre los componentes ambientales, cuya intensidad y distribución varían espacialmente. En particular, la actividad minera genera modificaciones puntuales asociadas a la infraestructura existente, tránsito de vehículos y maquinaria y superficies intervenidas; asimismo, la presencia de actividades productivas históricas y actuales contribuye a la configuración del paisaje y a los patrones de uso del suelo observados en la región.

En cuanto a la calidad paisajística, la coexistencia de elementos naturales y superficies intervenidas genera un paisaje con diferentes grados de modificación. El relieve montañoso y las comunidades de vegetación natural constituyen elementos que mantienen el carácter serrano de la RE, mientras que las áreas agrícolas, ganaderas y

mineras, los caminos, asentamientos e infraestructura introducen modificaciones visuales localizadas. En el área del proyecto, la infraestructura y las actividades propias de la operación representan una modificación puntual dentro de un entorno que presenta antecedentes y condiciones actuales de intervención.

En conjunto, las principales problemáticas ambientales identificadas en la RE corresponden a la transformación del uso del suelo, modificación y fragmentación de la cobertura vegetal, alteración localizada del suelo, susceptibilidad a procesos erosivos y presencia de infraestructura y actividades productivas, incluyendo la actividad minera. Estas presiones se distribuyen de manera heterogénea dentro de la RE, coexistiendo con superficies que conservan cobertura vegetal natural o secundaria y que mantienen condiciones favorables para la permanencia de funciones ecológicas y de diversas especies de fauna silvestre.

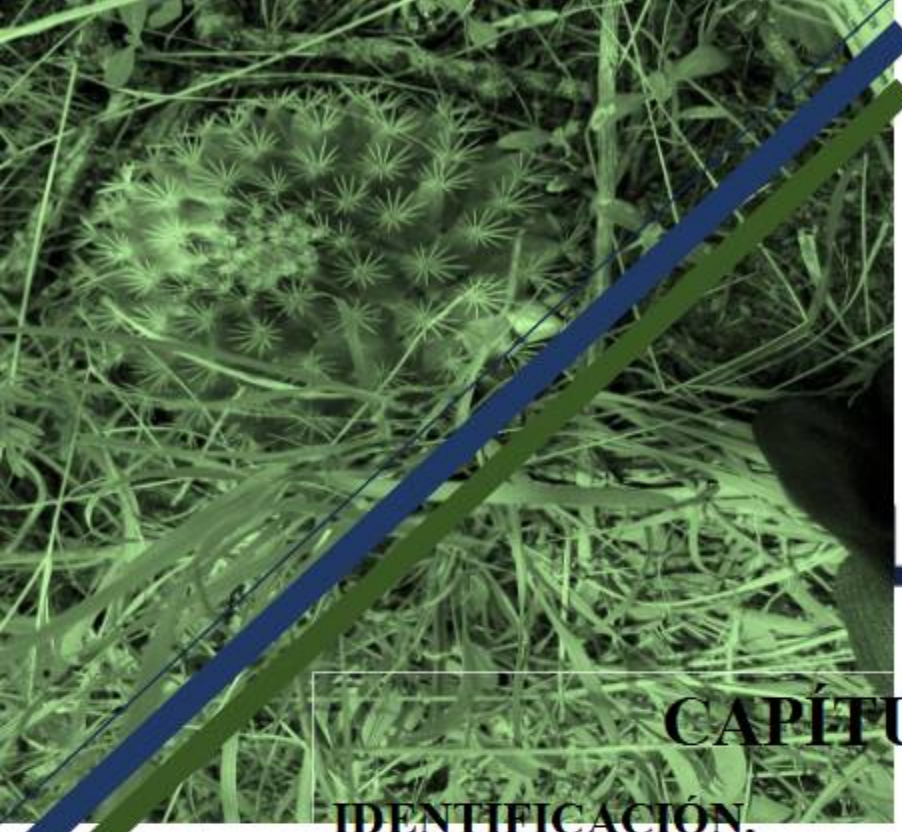
Por lo anterior, las condiciones ambientales observadas corresponden a una Región Ecológica con un grado de intervención heterogéneo y de carácter principalmente localizado, donde las principales presiones se encuentran relacionadas con el uso histórico y actual del territorio, las actividades productivas y la infraestructura existente. No obstante, la permanencia de áreas con cobertura vegetal y la presencia de fauna silvestre evidencian que aún se mantienen componentes y funciones ecológicas dentro de la RE.

III.7 Reporte general de incidencias del proyecto y su AI

Tabla III.125. Reporte general de incidencias.

Incidencia	Elementos del proyecto que incide	Superficie de incidencia	Porcentaje (%) de incidencia respecto de la superficie total del proyecto
Uso de suelo y vegetación	Pastizal natural	12.1852 ha	100%
Área Natural Protegida (ANP)	Ninguna	La más cercana es Ríos y Montañas de la Comarca Lagunera a 90 km aproximadamente	No aplica*
Sitios RAMSAR	Ninguno	La más cercana es Laguna de Santiaguillo a 12 km aproximadamente	No aplica*
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	Ninguno	La más cercana es Santiaguillo a 11 km aproximadamente	No aplica*
Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	RHP 40 Rio Nazas	12.1852 ha	100%
Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	Ninguno	La más cercana es RTP-54 Santiago-Promontorio a 8 km	No aplica*
Corrientes y cuerpos de agua	Orden de corriente 1	0.016859 km	100%
Ecosistemas relevantes	Ninguno	No se identificó incidencia del proyecto en ecosistemas relevantes.	No aplica*

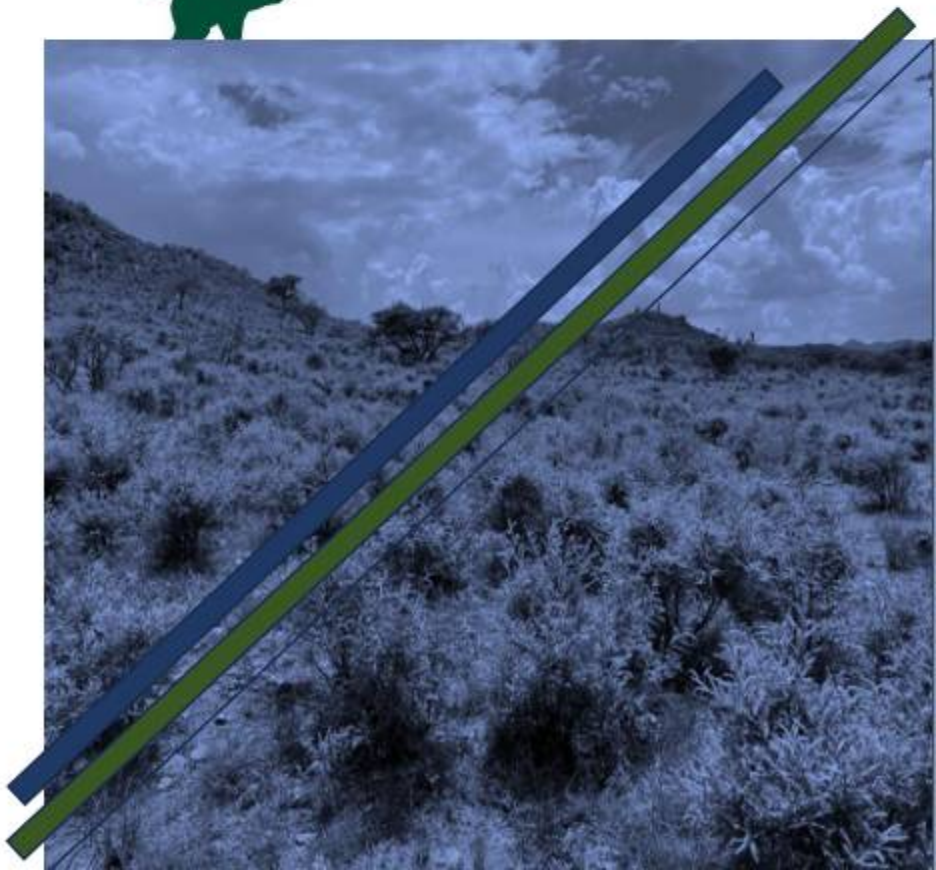
*Hace referencia a que el proyecto, no se localiza dentro de algún área de interés ecológico como ANP, RTP. AICA, o ecosistemas relevantes como manglar.



LIOSTAR
SAN AGUSTÍN

CAPÍTULO IV.

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



Septiembre 2026

CONTENIDO

IV. CONTENIDO II
V. INDICE DE TABLAS II
VI. INDICE DE GRÁFICAS III
VII. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
VII.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 2
VII.1.1. Indicadores de impacto (componentes ambientales) 6
VII.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto 8
VII.1.3. Criterios y metodologías de evaluación 10
VII.1.3.1 Criterios 10
1. Obtención del Valor de la Importancia del impacto 10
2. Obtención de la Magnitud del impacto. 14
3. Obtención del Valor de Impacto o Significancia. 14
4. Lista de chequeo simple 16
5. Lista de chequeo descriptiva 20
6. Matriz de Leopold: Valoración de los impactos. 25
VII.2. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 32
VII.2.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 33
VII.2.2. Descripción de las medidas propuestas. 33
VII.2.3. Eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación 44
VII.2.3.1 Etapa de Preparación y Construcción 44
VII.2.3.2 Operación y Mantenimiento 47
VII.2.3.3 Cierre y post cierre 50
VII.2.4. Impactos residuales 52

INDICE DE TABLAS

Tabla VII.1 Descripción de la metodología empleada para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto (basado en Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010 ajustada al proyecto). 3
Tabla VII.2 Actividades por etapa del proyecto. 5
Tabla VII.3 Factores, sub-factores y componentes ambientales. 6
Tabla VII.4 Consideraciones por componente ambiental. 6
Tabla VII.5 Indicadores de impacto ambiental. 8
Tabla VII.6 Clasificación de valores asignados por atributo para la determinación de la importancia del impacto (tomado de Conesa Fernández Vitora, 2010). 11
Tabla VII.7 Naturaleza. 11
Tabla VII.8 Intensidad (I). 12
Tabla VII.9 Extensión (Ex). 12
Tabla VII.10 Momento (Plazo de Manifestación) (Mo). 12
Tabla VII.11 Persistencia (Permanencia del Efecto) (Pe). 12
Tabla VII.12 Reversibilidad (Reconstrucción por medios naturales) (Rv). 12
Tabla VII.13 Sinergia (Potenciación de la Manifestación) (SI). 13
Tabla VII.14 Acumulación (Incremento Progresivo) (Ac). 13
Tabla VII.15 Efecto (Relación Causa-Efecto) (Ef). 13
Tabla VII.16 Periodicidad (Regularidad de la Manifestación) (Pr). 13
Tabla VII.17 Recuperabilidad (Reconstrucción por Medios Humanos) (Mc). 13
Tabla VII.18 Categorización de la Importancia de los Impactos según Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010). 13

Tabla VII.19 Escala ordinal y valores de Calidad Ambiental utilizados en las valoraciones estimativas de la Magnitud. 14
Tabla VII.20 Categorías de la significancia a partir del cálculo del valor del impacto. 15
Tabla VII.21 Matriz de identificación de interacciones (relación causa-efecto). 17
Tabla VII.22 Número de interacciones por etapa del proyecto. 18
Tabla VII.23 Número de interacciones (-/+) por actividad. 18
Tabla VII.24 Número de interacciones (-/+) por sub factor ambiental. 19
Tabla VII.25 Número de interacciones (-/+) por componente ambiental. 19
Tabla VII.26 Lista descriptiva de impactos negativos. 20
Tabla VII.27 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Preparación y Construcción. ... 27
Tabla VII.28 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de operación y mantenimiento 29
Tabla VII.29 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Cierre y Post-cierre. 31
Tabla VII.30 Impactos negativos por sub factor, componentes ambientales e indicador de impacto. 34
Tabla VII.31 Listado total de Medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas. 35
Tabla VII.32 Listado de medidas por componente afectado. 37
Tabla VII.33 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Preparación y Construcción..... 44
Tabla VII.34 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Preparación y Construcción..... 45
Tabla VII.35 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Operación y Mantenimiento. 47
Tabla VII.36 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Operación y Mantenimiento. 48
Tabla VII.37 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Cierre y Post cierre. . 50
Tabla VII.38 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Cierre y Post cierre. 50
Tabla VII.40 Recuperabilidad (Residual). 52
Tabla VII.41 Valoración de impactos residuales. 53
Tabla VII.42 Formato de llenado del "resumen de impacto ambiental" 54

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica IV. 1 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Preparación y Construcción). . 46
Gráfica IV. 2 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Preparación y Construcción..... 47
Gráfica IV. 3 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Operación y Mantenimiento). 49
Gráfica IV. 4 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Operación y Mantenimiento. 50
Gráfica IV. 5 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Cierre y Post cierre). 51
Gráfica IV. 6 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Cierre y Post-cierre. 52

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El medio ambiente es un sistema dinámico compuesto por elementos naturales y sociales que pueden ser alterados positiva o negativamente por diversas actividades durante el desarrollo de un proyecto. Un impacto ambiental se refiere a cualquier modificación que el proyecto pueda causar en el entorno en el que se lleva a cabo, incluyendo cambios en las condiciones socioeconómicas y de salud, características físicas, químicas y biológicas, aspectos culturales, uso de la tierra y recursos, así como sitios históricos o arqueológicos de importancia, entre otros.

Los impactos pueden ser favorables o desfavorables y su significancia puede variar en función de su naturaleza y características, tales como su extensión, duración, intensidad, reversibilidad, entre otros, así como el grado en que puedan ser atenuados mediante la implementación de medidas de mitigación. Para comprender la naturaleza y la magnitud de los posibles impactos potenciales y los cambios esperados en los componentes del medio ambiente, es necesario realizar un análisis detallado de las diferentes actividades del proyecto y las características del entorno natural en el que se encuentra enmarcado.

El objetivo de este capítulo es identificar los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes actividades que comprende el proyecto durante su vida útil. Una evaluación de impacto ambiental permite identificar los potenciales impactos que el proyecto pueda causar al ambiente de manera más objetiva y con base a ello, se pueden plantear las posibles medidas de tal manera que respondan a lo identificado. Esto permite analizar y plantear los diferentes tipos de medidas necesarias para atender los impactos generados para en las diferentes etapas del proyecto, dichas medidas pueden ser de prevención, mitigación y la corrección con la finalidad de lograr minimizar, reducir y equilibrar los impactos mediante una adecuada aplicación de las medidas diferentes medidas plateadas.

En este contexto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para la evaluación de impacto ambiental se debe realizar una identificación y valoración, de forma objetiva e imparcial, de los efectos ambientales producidos por el desarrollo de obras y/o actividades que conforman los proyectos. Atendiendo a lo anterior, el análisis expuesto fue conducido con objetividad e imparcialidad, siguiendo las recomendaciones de la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular. Asimismo, se presentan ante la autoridad, los resultados de un análisis técnicamente suficiente en cuanto a los efectos posibles del proyecto sobre el medio ambiente; a fin de que ésta determine si su ejecución es pertinente y compatible con los preceptos y principios de la política ambiental nacional.

El proyecto contempla la conformación del área de minado superficial para la explotación de minerales, la cual se describe en el Capítulo I del presente estudio.
Para la valoración de los posibles impactos ambientales fue necesario identificar y analizar las actividades planteadas en el proyecto y su influencia sobre los diferentes componentes en las diferentes etapas del proyecto. El desarrollo de la identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales de acuerdo con la metodología empleada (misma que se detalla en siguientes apartados), en este caso, **solo se consideraron las actividades relacionadas de manera directa con las actividades del proyecto minero** relacionadas con la explotación minera, es decir, **no se consideraron las actividades relacionadas con la remediación o acciones que contrarrestan las afectaciones,** esto con la finalidad de identificar de manera directa y objetiva los impactos sin considerar acciones preventivas, de compensación o mitigación.

La identificación y evaluación de impactos ambientales es una herramienta que permite predecir los potenciales

impactos positivos y negativos, sobre los factores ambientales que conforman el área del proyecto, el área de influencia y región ecológica sobre la que actuará el proyecto; obteniéndose resultados que orienten y permitan estructurar planes y programas de manejo ambiental que optimicen, prevengan y mitiguen las distintas situaciones que se presentarán durante el desarrollo del proyecto.

Previo a la valoración cuantitativa de los impactos, se realizará una valoración cualitativa de estos, para identificar los potenciales impactos ambientales que se producirán en la región ecológica del proyecto. Esta etapa permite y establece la posibilidad de registrar y relacionar la actividad del proyecto con cada componente ambiental sin incluir en este capítulo las medidas de protección, preservación, mitigación o compensación de los impactos.

IV.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son metodologías que permiten estimar de manera global la magnitud de un impacto ambiental, ante la influencia que puede generar la construcción de obras o el desarrollo de actividades humanas, tanto de manera favorable como adversa. Estas evaluaciones y las medidas de mitigación que se prescriben permiten que el desarrollo económico y social se integre de una manera óptima con los diversos proyectos y sin deteriorar el uso de los recursos naturales requeridos para los mismos.

Por su parte, el impacto ambiental se puede definir como la alteración o modificación de las condiciones del ambiente ocasionadas por el hombre ya sean negativa o positivamente. Para poder identificar las acciones de un proyecto, susceptibles de provocar impactos sobre el medio ambiente, es necesario diferenciar las distintas fases de la obra y las actividades que pueden provocar efectos importantes sobre los elementos del medio y factores ambientales.

La selección de la metodología se realizó, debido a la facilidad de interpretación de esta, así como por la facilidad de adecuación a casi cualquier proyecto. La amplia gama de factores a evaluar ayuda a no pasar por alto elementos ambientales y socio económicos, para de esta forma realizar las mejores identificaciones y evaluaciones de impactos ambientales.

La metodología que se utilizaron para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados al Proyecto está basado en el método de Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010) y ajustada para el proyecto, como una de las metodologías sugeridas por la SEMARNAT para la valoración de impactos ambientales: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html.

Esta metodología plantea la obtención de valores de impacto ambiental a partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales identificados.

Dicha metodología fue desarrollada por Conesa y se fundamenta en el método Battelle - Columbus (Dee y otros, 1972) y ajustada para el proyecto, el cual posibilita la evaluación cuantitativa de los impactos asociados a un proyecto. Este enfoque se caracteriza por su alcance global y su enfoque sistemático, y ha sido adoptado por varios autores en sus propuestas metodológicas (consultar Esteban B, 1989; Gómez Orea, 1982, 1992; ITGE, 1991; Santiago G. Alonso y otros, 1987, Westman, 1987). Dentro de sus bondades, se incluye el uso de conceptos y matriz de interacción de Leopold, la valoración cuantitativa basada en la ponderación de factores ambientales y la homogenización de efectos a una misma escala del método Battelle. Además, se emplea la cuantificación de efectos a través de indicadores numéricos y funciones de transformación, lo que permite no

solo medir la magnitud de los impactos, sino también realizar agregaciones por componente, factor y obtener valores globales de impacto.

En resumen, esta metodología se justifica por proporcionar una alta certeza en la identificación de impactos, una valoración que reduce la subjetividad al considerar aspectos no cuantitativos de manera separada para determinar su importancia, y la cuantificación de efectos mediante indicadores numéricos y su transformación a unidades medibles para evaluar la magnitud. Además, la interpretación de los resultados es objetiva y fácil de comunicar debido a su enfoque numérico.

Con base a dicha metodología, este apartado de identificación caracterización y evaluación de los impactos ambientales, fue realizado por etapas y que a su vez cada etapa en que cosiste en los siguientes apartados. A continuación, se presenta un listado de las etapas y la siguiente tabla se detalla las acciones metodologías que se llevaron a cabo para el desarrollo de cada etapa:

- La identificación de impactos,
- Caracterización de los impactos,
- Valoración de impactos y
- La descripción de los impactos.

Tabla IV.1 Descripción de la metodología empleada para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto (basado en Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010 ajustada al proyecto).

Etapa	Metodología	Descripción
Identificación de Impactos	Lista de identificación de actividades	Se crea con base a las actividades del Proyecto que pueden ocasionar modificaciones, afectaciones y/o impactos al entorno.
	Selección de indicadores ambientales	Se eligen los factores, componentes y sus indicadores ambientales que podrían ser afectados por la implementación del Proyecto.
	Determinación de las interacciones entre proyecto y ambiente	Es una herramienta que se construye a partir de la información de la lista de verificación, la selección de indicadores y redes de interacción, para identificar los impactos que pudiera causar la implementación del Proyecto. Se elabora una matriz simple, en la cual se ordenan las actividades del Proyecto en las columnas; mientras que los componentes e indicadores ambientales que puedan ser afectados, sobre las filas. El resultado de la matriz es la identificación de impactos ambientales, adversos y/o benéficos, provocados por las actividades del Proyecto, sobre uno o varios componentes ambientales. Esta determinación sigue dos líneas de trabajo paralelas, la primera que analiza el proyecto y que concluye con la identificación de los componentes del proyecto susceptibles de producir impactos significativos; la segunda analiza el ambiente, en el contexto de la RE para identificar los factores ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de los componentes del proyecto.
Caracterización de los Impactos	Descripción general de interacciones negativas	La descripción de los impactos se realizará de manera global por componente ambiental, lo que quiere decir que se describirá a detalle cómo se presentará el impacto sobre un componente ambiental debido a las diferentes actividades interaccionen negativamente sobre el en las distintas etapas del proyecto. De igual forma, mediante esta metodología se deben

Etapa	Metodología	Descripción
		reconocer aspectos que vayan determinando la magnitud con que el impacto se pueda presentar, esto con la finalidad de una mayor orientación al momento de hacer una evaluación cuantitativa de los mismos.
Valoración de los Impactos	Asignación de atributos para determinar el valor y categoría de la importancia	Se eligen los atributos, con sus respectivos valores, para determinar el valor de la importancia, los cuales se enlistan a continuación: • Naturaleza (positivo o negativo) • Intensidad (grado de alteración) • Extensión (área de influencia del impacto) • Momento (plazo de manifestación) • Persistencia (permanencia del efecto) • Reversibilidad (reconstrucción por medios naturales) • Sinergia (potencialidad de la manifestación) • Acumulación (incremento progresivo) • Efecto (relación causa – efecto) • Periodicidad (regularidad de la manifestación) • Recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos) Esta metodología permite un análisis global del impacto ambiental y determina el valor de importancia del impacto.
	Determinación de la categoría de significancia	A partir del cálculo del valor de la importancia; se calcula enseguida la Magnitud del Impacto, para obtener un índice del valor del impacto que variará con valores de 0 a 1, este valor permite asignar categorías en base a la severidad y la forma de la alteración que provoca el impacto, las categorías de Significancia son: significancia Baja **Bj**, significancia Moderada **Md**, significancia Alta **A**, significancia Muy Alta **MA**. Cabe señalar que la selección de indicadores de impacto permite medir de forma cuantitativa el impacto, con un valor que represente la diferencia entre el escenario sin y con Proyecto. La metodología empleada establece que en esta etapa es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se logra traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1, donde 1 corresponde al impacto máximo posible de alcanzar
Descripción de Impactos	Descripción de impactos significativos	Se realiza una ficha descriptiva de cada impacto significativo con carácter negativo, donde se mencionan los factores e indicadores ambientales impactados la alteración generada, categoría del impacto y atributo del impacto y la etapa del Proyecto en que se presentará, así como la aplicación de medidas que mitiguen el impacto o bien, en su caso, la aplicación de medidas de compensación.

Para poder elaborar una adecuada EIA es indispensable conocer tanto las actividades por cada etapa del proyecto, así como los factores y componentes ambientales a afectar. Para el presente apartado se toma en consideración la información del capítulo I que nos describe detalladamente las actividades a que se llevaran a cabo en las distintas etapas del proyecto y que nos ayudan a entender los alcances de los impactos al medio natural mediante el conocimiento sobre sus atributos físicos, ecológicos y socioeconómicos presentes en la RE, con lo cual se tiene la información necesaria para una evaluación valida e imparcial.

Lista de identificación de actividades

La identificación de las actividades o acciones que se realizarán se han desglosado en las distintas fases de ejecución del proyecto. Para el ejercicio de evaluar los impactos se debe conocer con exactitud dichas actividades, ya que serán estas las que tengan un impacto sobre el ambiente.

Si bien es cierto, desde la planeación del proyecto se han considerado actividades que son positivas en el cuidado del ambiente, debe tenerse en cuenta que para la determinación de las actividades para la EIA se consideraron solo aquellas que sean parte del proceso intrínseco del proyecto, esto con la finalidad de realizar un análisis que muestre de manera "cruda" la afectación de las actividades sobre las diferentes matrices ambientales, obviando aquellas que son de naturaleza de prevención, mitigación o compensación en materia ambiental o de seguridad. Lo anterior, es debido a que se busca tener un escenario sin medidas de mitigación para poder medir el impacto potencial del proyecto sin estas.

A continuación, se presentan las actividades consideradas para la EIA más relevantes por etapa del proyecto:

Tabla IV.2 Actividades por etapa del proyecto.

Actividades por Etapa		
Etapa	**ID**	**Actividad**
Planeación	A.1	Obtención de permisos (Federales, Estatales, Municipales)
	A.2	Planeación y Logística
Preparación y construcción	A.3	Desmonte y despalme
	A.4	Conformación topográfica y preparación de áreas
	A.5	Almacenamiento de suelo fértil
Operación y mantenimiento	A.6	Perforación y voladura
	A.7	Conformación de área de minado superficial
	A.8	Acarreo de material
	A.9	Mantenimiento de caminos de acceso y acarreo
	A.10	Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos
Etapa de Cierre y Post-cierre	A.11	Estabilización física de área de minado superficial
	A.12	Retiro de Maquinaria

La identificación y valoración de los impactos permite indicar las posibles medidas correctoras o reductoras de sus efectos, tomando en cuenta que resulta prácticamente imposible erradicar por completo ciertos impactos negativos. Es de hacerse notar que las especificaciones y normas bajo las que se desarrollan las diversas actividades del proyecto aseguran, desde su inicio, la prevención y mitigación de impactos, sobre todo los más agudos y aquellos referidos a la seguridad. En las herramientas de evaluación también se encuentran incluidos ciertos impactos benéficos que traerá consigo la ejecución del proyecto.

El objetivo de esta sección es la identificación de los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes etapas desde la preparación del sitio, construcción y operación, estas actividades se enuncian y detallan dentro del programa general de obra incluido en el Capítulo I de este documento.

IV.1.1. Indicadores de impacto (componentes ambientales)

Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales.

En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto. Los componentes ambientales que se seleccionaron se presentan a manera de listado en la siguiente tabla conforme al factor ambiental al cual se le atribuye.

Tabla IV.3 Factores, sub-factores y componentes ambientales.

Factores, sub - factores y componentes ambientales			
Factor	**Sub-factor**	**ID**	**Componente**
Factores Abióticos	Suelo	C.1	Estructura geológica
		C.2	Relieve
		C.3	Erosión
		C.4	Calidad del suelo
		C.5	Vocación del terreno
	Agua	C.6	Escorrentías superficiales
		C.7	Disponibilidad
		C.8	Calidad del agua
	Atmósfera	C.9	Calidad del aire
		C.10	Ruido y vibraciones
		C.11	Contaminación lumínica
Factores bióticos	Flora	C.12	Diversidad de flora
		C.13	Cobertura
		C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas
	Fauna	C.15	Diversidad de fauna
		C.16	Dinámicas poblacionales
		C.17	Hábitat y corredores biológicos
		C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas
		C.19	Propagación de fauna nociva
Factores humanos	Paisaje	C.20	Vista escénica
		C.21	Turismo
	Humano	C.22	Demografía
		C.23	Empleo y actividades económicas
		C.24	Salud y seguridad de la población*
		C.25	Salud y seguridad ocupacional*
		C.26	Riesgo ambiental*
		C.27	Bienes y servicios

***Se evaluará el impacto potencial bajo condiciones operativas fuera de la normal o bajo eventos extraordinarios.**

A continuación, se presentan las consideraciones que deben tomarse en cuenta al evaluar el impacto sobre dichos componentes:

Tabla IV.4 Consideraciones por componente ambiental.

Consideraciones por componente ambiental		
ID	**Componente**	**Descripción**
C.1	Estructura geológica	Considera el cambio de la composición geológica de la zona debido a actividades que fragmenten, fisuren, debiliten o remuevan la roca madre que le da origen al ecosistema.

Consideraciones por componente ambiental		
ID	**Componente**	**Descripción**
C.2	Relieve	Considera el porcentaje de cambio que el proyecto realice sobre la topografía natural del terreno, por lo cual se debe tener en cuenta la pendiente generalizada del terreno y las elevaciones principales, así como los cambios abruptos o extremos, tales como corte de cerros o excavaciones de gran extensión.
C.3	Erosión	Toma como base la tasa de erosión natural actual del ecosistema y el aumento que las actividades provoquen.
C.4	Calidad del suelo	Considera el cambio que las actividades tengan sobre la composición fisicoquímica de los suelos presentes, así como la capacidad de reciclaje de nutrientes y captación de humedad.
C.5	Vocación del terreno	Toma como base la presencia dentro de algún instrumento ecológico, como son áreas naturales protegidas, zonas prioritarias para la conservación, AICA's, sitios Ramsar, RTP, RHP, y ordenamientos en general; a fin de que el proyecto o el tipo de proyecto no impacte de alguna forma respecto a regulación de la zona y sus restricciones.
C.6	Escorrentías superficiales	Considera la posición del proyecto con respecto a la red hídrica natural, el orden de los cauces a alterar y la presencia de cauces federales que pudieran ser afectados, así como la naturaleza temporal o perenne de las escorrentías.
C.7	Cantidad	Se considera el posible impacto a disponibilidad del acuífero y el potencial de disminución de infiltración que las actividades puedan generar.
C.8	Calidad del agua	Toma en cuenta el cambio que las actividades tengan sobre la composición fisicoquímica del agua tanto superficial y subterránea, tomando en cuenta el pH, turbidez, solidos disueltos totales, presencia de metales pesados y características bacteriológicas.
C.9	Calidad del aire	Toma en cuenta el cambio de concentración de partículas sólidas suspendidas, PM_{10} y $PM_{2.5}$, así como el alcance de las mismas.
C.10	Ruido y vibraciones	Toma en cuenta el potencial de decibelios que las actividades generan y el alcance de estas fuentes de ruido debido a la naturaleza del terreno. Por otra parte, considera la afectación a zonas cercanas.
C.11	Contaminación lumínica	Considera el potencial de afectación a este componente a raíz de las actividades que conlleven operaciones nocturnas.
C.12	Diversidad de flora	Considera el tipo de ecosistema y la sensibilidad del mismo, en el cual se desarrollará el proyecto, así como las especies presentes, su distribución, su estatus de conservación y endemismo.
C.13	Cobertura	Toma en cuenta el porcentaje de remoción de vegetación con respecto a la RE y al tipo de vegetación de la región.
C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Considera el total de especies protegidas, en alguna categoría de conservación y/o endemismo, así como el área de coincidencia del proyecto con la distribución poblacional de las mismas.
C.15	Diversidad de fauna	Toma en cuenta el tipo de ecosistema y la sensibilidad del mismo, en el cual se desarrollará el proyecto, así como las especies presentes, su distribución, su estatus de conservación y endemismo.
C.16	Dinámicas poblacionales	Considera a toda actividad que, debido a cambios en el ecosistema, tales como ruidos, iluminación, vibraciones, densidad de tráfico, por nombrar algunas, causen cambios o alteraciones en los patrones de movilidad, reproducción y descanso de las especies.
C.17	Hábitat y corredores biológicos	Considera la superficie afectada que sirva como zona de descanso, reproducción y alimentación de las especies, así como afectación a zonas de almacenamiento de agua. A su vez, debe tenerse en cuenta las rutas migratorias de aves y sitios de descanso.

Consideraciones por componente ambiental		
ID	**Componente**	**Descripción**
C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Considera el total de especies protegidas, en alguna categoría de conservación y/o endemismo, así como el área de coincidencia del proyecto con la distribución poblacional de las mismas.
C.19	Propagación de fauna nociva	Considera las actividades que propicien la presencia y distribución de fauna asociada a la actividad antropogénica, tales como gatos, perros, ratas, ratones, moscas, cucarachas, etc., que pudieran ocasionar desequilibrio ecológico.
C.20	Vista escénica	Evalúa toda actividad que genere un cambio visual en el área del proyecto, ya sea por cambio en relieve, pérdida de vegetación, instalación de infraestructura, entre otros. Estos cambios contrastados con la vista escénica presente antes de la ejecución del proyecto.
C.21	Turismo	Considera cualquier actividad que pudiera generar la disminución del turismo de la zona.
C.22	Demografía	Toma en cuenta si el proyecto y las actividades que se desprenden del mismo generarán aumento o disminución de la población contigua al proyecto.
C.23	Empleo y actividades económicas	Toma en cuenta si el proyecto y las actividades que se desprenden del mismo generarán un cambio en los indicadores de generación de empleo, desempleo y calidad de vida de las comunidades cercanas y/o el municipio en el cual se va a desarrollar el proyecto.
C.24	Salud y seguridad de la población	Considera la vulnerabilidad potencial de las poblaciones cercanas al proyecto derivado de las actividades de este, tomando en cuenta la cercanía de las localidades y rutas de acceso cercanas a estas, como, por ejemplo, la distribución de polvos o contaminación de agua.
C.25	Salud y seguridad ocupacional	Evalúa las posibles actividades de riesgo que existan en el proyecto y que pudieran ocasionar algún accidente del personal.
C.26	Riesgo ambiental	Evalúa el riesgo potencial de desequilibrio ambiental dentro de la RE, derivado de una situación extraordinaria que pudieran generar dicha afectación.
C.27	Bienes y servicios	Evalúa el aumento/disminución de las necesidades en relación con bienes y servicios, con respecto a la fluctuación en la población en la zona.

IV.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

De acuerdo con la guía se sugiere que se considere a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad. En este sentido, y acorde a la naturaleza del proyecto se han elegido diversos indicadores para los potenciales impactos detectados con el desarrollo del proyecto. Dichos indicadores pueden estar siendo medidos y tomados en cuenta para verificar si los impactos detectados con significancia muy baja o baja se mantengan en dichos rangos o a su vez, detectar si hay impactos que se agravan con el tiempo y deban ser reevaluados e implementar medidas adecuadas para reducirlos.

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores propuestos por impacto detectado:

Tabla IV.5 Indicadores de impacto ambiental.

Sub-factor	Clave	Componente ambiental	Indicador de impacto
Suelo	C.1	Estructura geológica	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio en la estructura geológica
	C.2	Relieve	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio de relieve
	C.3	Erosión	Cantidad de suelo perdido por erosión (ton*ha*año)

Sub-factor	Clave	Componente ambiental	Indicador de impacto
	C.4	Calidad del suelo	Afectación de la calidad del suelo mediante el aumento de las concentraciones de los metales usando de referencia los límites permisibles establecidos en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, y también por la contaminación de hidrocarburos usando de referencia los límites permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	Longitud de escorrentías (m) que sufre un cambio
	C.7	Disponibilidad	Variación del Nivel friático del acuífero. Balance hídrico. Periodo de permanencia del agua superficial en los arroyos
	C.8	Calidad del agua	Análisis comparativo de la calidad del agua con relación a los valores conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	Análisis comparativo de las contracciones de los contaminantes conforme a las NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021 y con relación a las partículas suspendidas establecidas en la NOM-025-SSA1-2021.
	C.10	Ruido y vibraciones	Rango de alcance de los niveles de ruido con referencia a los parámetros establecidos en la NOM--081-SEMARNAT-1994.
	C.11	Contaminación lumínica	Número y tiempo de actividades nocturnas.
Flora	C.12	Diversidad de flora	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SA.
	C.13	Cobertura	Superficie de terreno (ha) desmontado.
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Número de especies afectadas con relación a las especies protegidas y de interés biológico listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la CITES.
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	Número de especies presentes en el Área del Proyecto susceptibles de afectación.
	C.16	Dinámicas poblacionales	Variación de los índices de diversidad de fauna después de ejecutar el proyecto.
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	Superficie de terreno (ha) desmontado.
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Número de especies afectadas con relaciona al número de especies protegidas y de interés biológico listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES.
	C.19	Propagación de fauna nociva	Número de sitios y/o número o densidad de especies de fauna nociva detectadas en el área del proyecto.
Paisaje	C.20	Vista escénica	Superficie perceptible modificada (ha) mediante el desmonte y el establecimiento de infraestructura y obras.
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	Número de empleos generados/perdidos con el desarrollo del proyecto.
	C.24	Salud y seguridad de la población	Número incidencias causadas directamente por las actividades del proyecto por año considerando las condiciones base de la situación previa al inicio del proyecto.
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	Número de accidentes por año.
	C.26	Riesgo ambiental	Número de obras/actividades que supone un riesgo potencial alto al ambiente.

IV.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

IV.1.3.1 Criterios

1. Obtención del Valor de la Importancia del impacto

Con la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales que serán ocasionados por el desarrollo del Proyecto, se estima su dimensión, determinando las afectaciones y modificaciones que presentarán sobre los factores y componentes ambientales mediante el análisis y valoración de atributos conforme el método de Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010) y modificado para el proyectoEl impacto que la actividad produce sobre un componente es función de la cantidad de factor alterado (MAGNITUD del factor) y del grado de manifestación de variables tales como la intensidad de la acción, la extensión, la persistencia y la reversibilidad, que se han conjugado por medio de la IMPORTANCIA. El valor del impacto ambiental (acotado entre cero y uno), es por tanto una función de la Magnitud y de la Importancia, y se obtienen mediante la siguiente relación Conesa Fernández-Vitora (1995):

$$\mathbf{Vij = (Iij \otimes M^2ij)^{1/3}}$$

Donde:

V = Valor del impacto
I = Importancia
M = Magnitud

Conesa Fernández-Vitora (1995) hacen notar que Vij, adopta el mismo signo que el del valor de importancia, sin discriminar si su valor es adverso (-) o benéfico (+).

En el método para determinar la importancia de los impactos, según Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010), se evalúan por once atributos: [i] Naturaleza del Impacto (benéfico o adverso); [ii] Intensidad del Impacto (grado de afectación del factor); [iii] Extensión del Impacto (área de influencia del impacto); [iv] Momento (plazo de la manifestación del impacto); [v] Persistencia (permanencia del efecto); [vi] Reversibilidad (reconstrucción por medios naturales); [vii] Sinergia (potenciación de la manifestación); [viii] Acumulación (incremento progresivo de impactos); [ix] Efecto (relación causa – efecto); y [x] Periodicidad (regularidad de la manifestación); y [xi] Recuperabilidad (reconstrucción por medios antropógenos).

El valor de la Importancia del impacto se obtiene a partir de la siguiente relación (Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010), de donde el valor de la Importancia adquiere valores entre 0.13 y 1.0:

$$\mathbf{I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]/100}$$

Donde:

IN = Intensidad (grado de alteración)
EX = Extensión (área de influencia del impacto)
MO = Momento (plazo de manifestación)
PE = Persistencia (permanencia del efecto)
RV = Reversibilidad (reconstrucción por medios naturales)
SI = Sinergia (potencialidad de la manifestación)
AC = Acumulación (incremento progresivo)

[1] (http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html

EF = Efecto (relación causa – efecto)
PR = Periodicidad (regularidad de la manifestación)
MC = Recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos)

Cada uno de los atributos tiene su propia escala de asignación de valores, de acuerdo con las relaciones que se muestran en la siguiente Tabla (tomada de Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010).

Tabla IV.6 Clasificación de valores asignados por atributo para la determinación de la importancia del impacto (tomado de Conesa Fernández Vitora, 2010).

NATURALEZA -Impacto beneficioso + -Impacto perjudicial -	**INTENSIDAD (IN)** (Grado de Destrucción) * -Baja o mínima 1 -Media 2 -Alta 4 -Muy alta 8 -Total (1) 12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia) -Puntual 1 -Parcial 2 -Amplio o Extenso 4 -Total 8 -Crítico (+4)	**MOMENTO (MO)** (Plazo de manifestación) -Largo plazo 1 -Medio plazo 2 -Corto Plazo 3 -Inmediato 4 -Crítico (+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) -Fugaz o Efímero 1 -Momentáneo 1 -Temporal o Transitorio 2 -Pertinaz o Persistente 3 -Permanente y Constante 4	**REVERSIBILIDAD (RV)** (Reconstrucción por medios naturales) -Corto Plazo 1 -Medio Plazo 2 -Largo Plazo 3 -Irreversible 4
SINERGIA (SI) (Potenciación de la manifestación) ** -Sin sinergismo o Simple 1 -Sinergismo moderado 2 -Muy sinérgico 4	**ACUMULACIÓN (AC)** (Incremento progresivo) -Simple 1 -Acumulativo 4
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto) -Indirecto o Secundario 1 -Directo o Primario 4	**PERIODICIDAD (PR)** (Regularidad de la manifestación) -Irregular (Aperiódico y Esporádico) *** (1) 1 -Periódico o de Regularidad Intermitente 2 -Continuo 4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) -Recuperable de manera inmediata 1 -Recuperable a corto plazo 2 -Recuperable a medio plazo 3 -Recuperable a largo plazo 4 -Mitigable, sustituible y compensable 4 -Irrecuperable 8	

A continuación, se presentan los criterios para la categorización de cada uno de los atributos considerados para la determinación de Importancia. Los criterios han sido desarrollados tomando en cuenta las áreas de interés del Proyecto y la vida útil del mismo.

Tabla IV.7 Naturaleza.

Positivo	Negativo

+	-
El impacto es benéficioso para los factores ambientales o socioeconómicos	El impacto es perjudicial para los factores ambientales o socioeconómicos

Tabla IV.8 Intensidad (I).

Tipo de indicadores abióticos y de paisaje	Baja o mínima	Media	Alta	Muy Alta	Total
	1	2	4	8	12
Porcentaje de cambio con relación a la condición actual en el área del proyecto	<25%	>25% y <50%	> 50% y < 75%	>75 y <100%	>100%

Tabla IV.9 Extensión (Ex).

Atributo	Puntual	Parcial	Amplio o Extenso	Total	Crítico
Extensión	**1**	**2**	**4**	**8**	**12**
Ambiental	El impacto se manifiesta dentro del área ocupada por un solo componente del Proyecto	El impacto se manifiesta hasta en toda el Área del Proyecto (AP)	El impacto se manifiesta fuera del Área del Proyecto	El impacto se manifiesta fuera del Área del proyecto y hasta en toda la región ecológica (RE)	El impacto se manifiesta fuera de la región ecológica (RE)
Social	No Aplica	No Aplica	El impacto se manifiesta en una comunidad identificadas en la región ecológica	El impacto se manifiesta en una o algunas comunidades identificadas en la región ecológica	El impacto se manifiesta en todas las comunidades dentro de la región ecológica

Tabla IV.10 Momento (Plazo de Manifestación) (Mo).

Largo Plazo	Medio Plazo	Corto Plazo	Inmediato	Crítico
1	2	3	4	8
El impacto se manifiesta después de 20 años de efectuada la actividad	El impacto se manifiesta entre 4 y 20 años de efectuada la actividad	El impacto se manifiesta entre 1 y 4 años de efectuada la actividad	El impacto se manifiesta en menos de 1 año de ejecutada la actividad	El impacto se manifiesta en un momento en el cual el factor ambiental es relativamente más vulnerable

Tabla IV.11 Persistencia (Permanencia del Efecto) (Pe).

Permanente	Persistente	Transitorio	Momentáneo
4	3	2	1
El impacto persiste por más de 20 años de efectuada la actividad	El impacto persiste entre 4 y 20 años de efectuada la actividad	El impacto persiste entre 1 y 4 años de efectuada la actividad	El impacto persiste únicamente al efectuar la actividad

Tabla IV.12 Reversibilidad (Reconstrucción por medios naturales) (Rv).

Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Irreversible

1	2	3	4
El factor regresa a su condición de línea base naturalmente en menos de 1 año del cese de la actividad	El factor regresa su condición de línea base naturalmente entre 1 y 4 años del cese de la actividad	El factor regresa su condición de línea base naturalmente entre 4 y 20 años del cese de la actividad	El factor no regresa a su condición de línea base naturalmente en menos de 20 años del cese de la actividad

Tabla IV.13 Sinergia (Potenciación de la Manifestación) (SI).

Simple	Moderado	Muy Sinérgico
1	2	4
El impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental	El impacto potencia un impacto sobre otro factor ambiental de manera moderada	El impacto potencia un impacto sobre otro factor ambiental de manera considerable

Tabla IV.14 Acumulación (Incremento Progresivo) (Ac).

Simple	Acumulativo
1	4
El impacto se manifiesta sobre un factor que no ha sufrido impactos de otros proyectos o actividades en el pasado	El impacto se manifiesta sobre un factor que si ha sufrido impactos de otros proyecto o actividades en el pasado

Tabla IV.15 Efecto (Relación Causa-Efecto) (Ef).

Indirecto	Directo
1	4
El impacto es consecuencia de una acción sobre un factor distinto	El impacto es consecuencia de una acción sobre el factor

Tabla IV.16 Periodicidad (Regularidad de la Manifestación) (Pr).

Irregular	Periódico	Continuo
1	2	4
El impacto se manifiesta como un evento aislado sin frecuencia regular	El impacto se manifiesta con una frecuencia regular	El impacto se manifiesta de manera constante

Tabla IV.17 Recuperabilidad (Reconstrucción por Medios Humanos) (Mc).

Inmediata	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Irrecuperable
1	2	3	4	8
El factor regresa a su condición de línea base con mitigación en menos de 1 año	El factor regresa a su condición de línea base con mitigación entre 1 y 4 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en entre 4 y 20 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en más de 20 años	El factor no regresa a su condición de línea base con la aplicación de medidas de mitigación

Para el Proyecto, el cálculo de importancia se llevó a cabo mediante el uso de indicadores cuantitativos en cada atributo para la determinación de la intensidad de cada impacto ambiental; lo cual permitió obtener la categoría de cada impacto en función de la valoración de su importancia, y cuya clasificación se basa en lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV.18 Categorización de la Importancia de los Impactos según Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010).

Valor de la Importancia	Símbolo	Calificación	Significado

< 0.25	**Bj**	**BAJO**	La afectación del impacto es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto.
0.25 = < 0.50	**Md**	**MODERADO**	La afectación del impacto no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
0.50 = < 0.75	**Sv**	**SEVERO**	La afectación del impacto exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctivas o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es un período prolongado.
≥ 0.75	**Cr**	**CRÍTICO**	La afectación del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

2. Obtención de la Magnitud del impacto.

Una vez determinada la Importancia del Impacto, se calculó el valor del impacto, el cual se relaciona con la Magnitud de cada impacto conforme a la relación descrita anteriormente, y a partir de esto, se determina su Significancia. De acuerdo con el método de Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010), la valoración estimativa de la Magnitud se realiza definiendo la calidad ambiental del factor en las situaciones "sin" y "con" proyecto, utilizando una escala ordinal de 1 a 10 (ver la siguiente tabla). Cuantitativamente, para obtener valores de calidad comparables, al extremo óptimo de calidad ambiental se le asigna el 1 y al más desfavorable el 0, quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir estados de calidad del factor ambiental.

Tabla IV.19 Escala ordinal y valores de Calidad Ambiental utilizados en las valoraciones estimativas de la Magnitud.

Escala Ordinal	Valores de Calidad Ambiental
0	0
1	0.1
2	0.2
3	0.3
4	0.4
5	0.5
6	0.6
7	0.7
8	0.8
9	0.9
10	1.0

Fuente: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html#_Toc24377536).

Por Magnitud del Impacto se entiende la modificación en cantidad y calidad del componente ambiental afectado. La magnitud, se corrige por la importancia, que a su vez depende de la caracterización del efecto. El resultado es el Valor del Impacto.

3. Obtención del Valor de Impacto o Significancia.

De acuerdo con Conesa (1995), el impacto o valor real del efecto que la actividad produce sobre un componente determinado, además de la cantidad de factor alterado (MAGNITUD del factor), es función del grado de

manifestación de otras variables tales como intensidad de la acción, extensión, persistencia y reversibilidad, que se han conjugado anteriormente mediante el atributo de la IMPORTANCIA. El **valor del impacto ambiental,** o valor real del efecto, es una función de estas dos características de los impactos: MAGNITUD e IMPORTANCIA, mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{Vij} = (\mathbf{Iij} \otimes \mathbf{M^2ij})^{1/3}$$

Donde:

Vij = Valor del impacto

Iij = Importancia

M = Magnitud

De esta manera se obtiene de manera cuantificada y en una escala de 0 a 1, el valor total del impacto **Vij** por cada factor, consecuencia del conjunto de las acciones o actividades sobre el factor considerado. Se hace notar que **Vij**, adopta el mismo signo que el del valor de importancia.

Tabla IV.20 Categorías de la significancia a partir del cálculo del valor del impacto.

Categorías de la significancia	Símbolo	Valor	Significado
Muy Baja	**MBj**	0.0 a 0.2	Son impactos considerados como compatibles, no se compromete la integridad del factor ambiental.
Baja	**Bj**	0.21 a 0.4	La recuperación inmediata del componente ambiental tras el cese de la actividad.
Media	**Md**	0.41 a 0.6	La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo después del cese de la actividad.
Alta	**A**	0.61 a 0.8	La recuperación de las condiciones del medio requiere la implantación de medidas eficientes de control ambiental.
Muy Alta	**MA**	0.81 a 1.0	La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable.
	+	0.0 a 1.0	Impactos positivos

Fuente: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html).

Algunas consideraciones que se deben de tomar en cuenta al momento de interpretar la evaluación:

1) La primera etapa de Planeación no es considerada para dicho análisis, ya que las actividades que contempla no generan un impacto físico sobre la región ecológica.
2) Los impactos clasificados como positivos son evaluados en la misma escala, no obstante, este tipo de impactos no son tomados en cuenta al momento de proponer medidas de mitigación.
3) El criterio de evaluación considera el potencial de que ocurra un impacto, siendo esto por motivos de incertidumbre, eventos extraordinarios o error humano.

Este último punto es importante tenerlo en consideración, debido a que algunos impactos tendrán valores altos, bajo esta premisa, no obstante, es importante considerarlo para reducir al mínimo la probabilidad de que estos eventos ocurran.

Con base a la metodología descrita con anterioridad, se procedió a calcular el valor del impacto por etapa y componente tomando en cuenta el valor de importancia y magnitud. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada (Resultados)

4. Lista de chequeo simple

Identificación de interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.

Una vez realizada la lista de verificación de actividades derivadas del Proyecto, así como la identificación de los componentes e indicadores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar **las posibles interacciones**, mediante la construcción de una matriz de cribado o matriz de identificación de impactos (relación causa-efecto).

La matriz presenta columnas que muestran las actividades del Proyecto agrupadas por etapas, y filas con los componentes e indicadores ambientales, que están agrupados por sub-factores y estos a su vez por tres factores principales. Las interacciones fueron identificadas solo en dos sentidos, si son adversas o benéficas, en la Tabla las interacciones adversas se señalan en celdas color rojo claro y para interacciones benéficas en color verde. En el caso de aquellas casillas que no presentan color, se debe entender que esa estructura o actividad no genera alguna interacción en el indicador ambiental respectivo.

Nota: Cabe aclarar, que, en esta etapa de valoración metodológica del presente capítulo, durante la identificación, caracterización y valoración de impactos, NO SE CONSIDERARON ACTIVIDADES BENÉFICAS, ES DECIR, ACTIVIADADES RELACIONADAS CON ACCIONES DE PREVENCION, MITIGACION Y/O COMPENSACION, (por ejemplo: rescate de individuos de flora y fauna, recuperación de suelo fértil, entre otras). Dado que se solo se consideran las actividades relaciones directamente con el desarrollo del proyecto con el objetivo de identificar de manera más clara la influencia de las actividades mineras del proyecto sobre los componentes ambientales.

Sin embargo, es importante no perder de vista que, como resultado final del presente capítulo, se identificarán los componentes ambientales con mayores afectaciones. A partir de ello se propondrán las medidas correspondientes para cada componente y se realizarán análisis de escenarios en donde serán integradas las diferentes medidas planteadas, con la finalidad de asegurar su adecuada implementación.

Por otro lado, en esta fase únicamente se identifican las **interacciones entre las acciones del proyecto y los componentes ambientales**, clasificándolas como positivas o negativas. Cabe aclarar que esta identificación **NO INDICAN UNA MAGNITUD O IMPORTANCIA DE TALES IMPACTOS**. Dicho análisis se desarrollará en apartados posteriores, donde se evaluará la significancia de las interacciones adversas y se establecerán las medidas de manejo ambiental pertinentes.

Tabla IV.21 Matriz de identificación de interacciones (relación causa-efecto).

FACTOR AMBIENTAL	SUB-FACTOR	ETAPA / ACTIVIDAD / COMPONENTE AMBIENTAL		Planeación		Preparación y construcción del			Operación y mantenimiento					Cierre y post-cierre		Total de interacciones (-) por componente ambiental	Total de interacciones (+) por componente ambiental
				A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.11	A.12		
Factores Abióticos	Suelo	C.1	Estructura geológica						-1	-1						2	0
		C.2	Relieve			-1	-1	-1	-1	-1				1		5	1
		C.3	Erosión			-1	-1		-1	-1				1		4	1
		C.4	Calidad del suelo			-1	-1		-1	-1			-1			5	0
		C.5	Vocación del terreno			-1			-1	-1						3	0
	Agua	C.6	Escorrentías superficiales			-1	-1	-1	-1	-1						5	0
		C.7	Disponibilidad			-1	-1	-1								3	0
		C.8	Calidad del agua			-1	-1						-1			3	0
	Atmósfera	C.9	Calidad del aire			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	1	8	1
		C.10	Ruido y vibraciones			-1	-1		-1	-1	-1	-1		-1	1	7	1
		C.11	Contaminación lumínica														
Factores bióticos	Flora	C.12	Diversidad de flora			-1										1	0
		C.13	Cobertura			-1										1	0
		C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas			-1										1	0
	Fauna	C.15	Diversidad de fauna			-1	-1		-1	-1	-1					5	0
		C.16	Dinámicas poblacionales			-1			-1	-1						3	0
		C.17	Hábitat y corredores biológicos			-1	-1		-1	-1						4	0
		C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas			-1										1	0
		C.19	Propagación de fauna nociva			-1										1	0
Factores humanos	Paisaje	C.20	Vista escénica			-1	-1		-1	-1						4	0
		C.21	Turismo														
	Humano	C.22	Demografía														
		C.23	Empleo y actividades económicas			1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	9
		C.24	Salud y seguridad de la población*						-1							1	0
		C.25	Salud y seguridad ocupacional*			-1	-1		-1	-1			-1	-1		6	0
		C.26	Riesgo ambiental*			-1			-1	-1						3	0
		C.27	Bienes y servicios													0	0
			Total de interacciones (-) por actividad	**0**	**0**	**20**	**12**	**4**	**15**	**14**	**3**	**2**	**3**	**3**	**1**	**77**	**13**
			Total de interacciones (+) por actividad	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**	**2**		

Como podemos observar en la siguiente tabla, el mayor número de interacciones adversas se tienen en la etapa de operación y mantenimiento con 37 interacciones negativas, debido a que es una de las etapas con mayores actividades. En segundo lugar, se encuentra la etapa de preparación del sitio y construcción con 36 interacciones negativas, relacionado a la remoción de vegetación principalmente. En tercera instancia, en la etapa de cierre y Post-cierre se encontraron cuatro interacciones negativas.

Tabla IV.22 Número de interacciones por etapa del proyecto.

Etapas	Preparación y construcción del sitio	Operación y mantenimiento	Cierre y post-cierre
Total de interacciones (-) por etapa	36	37	4
Total de interacciones (+) por etapa	3	5	5

Con relación a lo anterior, el mayor número de interacciones negativas se concentra en las etapas de y preparación y construcción (PyC) y operación y mantenimiento (OyM). Las actividades impactantes más significantes en la etapa de preparación del sitio y construcción son; la actividad de desmonte y despalme, siendo la que en mayor medida interactúa negativamente con los distintos componentes (A.3, 20 interacciones), seguido de la conformación topográfica y almacenamiento de suelo fértil (A.5, 4 interacciones). Estas actividades contemplan un cambio importante al sitio o un riesgo potencial para varios componentes.

Por su cuenta, la etapa de OyM la actividad que encabeza el mayor número de interacciones, la que mayor número de interacciones tiene es la Perforación y voladura (A.6, 15 interacciones), seguido de la conformación de área de minado superficial (A.7, 14 interacciones) y en tercer lugar con el mismo número de interacciones encontradas son; el Trasiego de material (A.8) y mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos (A.10), ambas con 3 interacciones. A continuación, se presenta resumen de interacciones por etapa del proyecto:

Tabla IV.23 Número de interacciones (-/+) por actividad.

Etapas	Planeación		Preparación y construcción del sitio			Operación y mantenimiento					Cierre y post-cierre	
Actividades	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.11	A.12
Total de interacciones (-) por actividad	0	0	20	12	4	15	14	3	2	3	3	1
Total de interacciones (+) por actividad	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2

En contra parte, derivado de la matriz simple de interacciones, podemos identificar que sub factores (matriz ambiental) y componentes son mayormente afectados por la ejecución del proyecto.

Como podemos ver en la siguiente tabla, el sub factor Suelo es el que recibe un mayor número de interacciones negativas a lo largo del proyecto, seguido del sub factor atmósfera y en tercer lugar el subfactor fauna respectivamente. Por su cuenta, el sub factor humano es a su vez el que recibe el mayor número de interacciones positivas a lo largo del proyecto.

Tabla IV.24 Número de interacciones (-/+) por sub factor ambiental.

Sub Factor	Total de interacciones (-)	Total, de interacciones (+)
Suelo	19	2
Agua	11	0
Atmósfera	15	2
Flora	3	0
Fauna	14	0
Paisaje	4	0
Humano	11	9

Se observa que los componentes ambientales con mayor frecuencia de interacciones negativas son para calidad de aire (C.9), esto derivado al constante movimiento de material de suelo a lo largo del proyecto, seguido de ruido y vibraciones (C.10) y en tercer lugar con el mismo número de interacciones; relieve (C.2), calidad del suelo, (C.4), escorrentías superficiales (C.6) y diversidad de fauna (C.15). En cuanto a los componentes referentes al Sub-factor Humano, tenemos la salud y seguridad ocupacional (C.25) con mayor frecuencia de interacciones negativas como podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla IV.25 Número de interacciones (-/+) por componente ambiental.

Sub Factor	ID	Componentes	Total de interacciones (-) por componente ambiental	Total de interacciones (+) por componente ambiental
Suelo	C.1	Estructura geológica	2	0
	C.2	Relieve	5	1
	C.3	Erosión	4	1
	C.4	Calidad del suelo	5	0
	C.5	Vocación del terreno	3	0
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	5	0
	C.7	Cantidad	3	0
	C.8	Calidad del agua	3	0
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	8	1
	C.10	Ruido y vibraciones	7	1
	C.11	Contaminación lumínica	0	0
Flora	C.12	Diversidad de flora	1	0
	C.13	Cobertura	1	0
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	0
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	5	0
	C.16	Dinámicas poblacionales	3	0
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	4	0
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	0
	C.19	Propagación de fauna nociva	1	0
Paisaje	C.20	Vista escénica	4	0
	C.21	Turismo potencial	0	0
Humano	C.22	Demografía	0	0

Sub Factor	ID	Componentes	Total de interacciones (-) por componente ambiental	Total de interacciones (+) por componente ambiental
	C.23	Empleo y actividades económicas	1	9
	C.24	Salud y seguridad de la población	1	0
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	6	0
	C.26	Riesgo ambiental	3	0
	C.27	Bienes y servicios	0	0

5. Lista de chequeo descriptiva

Caracterización de los impactos

Las listas de chequeo en su modalidad "descriptiva" son aquellas donde se describen los impactos en una serie de tablas con sus interacciones adversas o benéficas detectadas en los listados simples. Para el presente estudio se hace descripción solamente de las interacciones negativas, ya que son estas las que nos interesa entender a profundidad para poder atender el origen del impacto.

Usando un resumen de los resultados del chequeo simple, podemos describir de manera agrupada las afectaciones **negativas** tanto por Sub-factor, componentes ambientales y actividades involucradas. Este ejercicio, si bien es cierto, sigue siendo un acercamiento al entendimiento del impacto, empieza a ser más certero debido al amplio conocimiento, tanto del proyecto como de la zona en que se va a desarrollar, por lo cual nos ayuda a hacer una caracterización inicial que nos oriente al momento de poder dimensionar dichos impactos de manera cuantitativa.

A continuación, se muestra el listado descriptivo para los impactos:

Tabla IV.26 Lista descriptiva de impactos negativos.

Sub factor	CA	Etapa	Total de interacciones (-) por CA	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Suelo	C.1	OyM	2	A.6, A.7	Las actividades de perforación y la voladura pueden provocar nuevas grietas o desestabilizar el macizo rocoso circundante, aunado a lo anterior, la preparación del área de minado superficial a cielo abierto, de igual manera rompe el equilibrio mecánico del macizo rocoso, generando descompresión y redistribución de esfuerzos, fragmentando la estructura geológica para la obtención de minerales de interés.
	C.2	PyC	3	A.3, A.4, A.5	El relieve del área del proyecto será modificado por distintas acciones como parte de la preparación del sitio, esto debido a la topografía que presenta la zona. La conformación topográfica requiere modificar completamente la conformación natural y esta conlleva cambios profundos.

		OyM	2	A.6, A.7	La modificación del relieve durante la etapa de operación es debido principalmente a la conformación del área de minado superficial, el cual propicia una depresión en el terreno, transformando el relieve de forma radical mediante la excavación de cráteres escalonados, destruyendo la orografía natural y alterando la silueta del terreno original.
	C.3	PyC	2	A.3, A.4	Este tipo de actividades propician el arrastre del suelo, no obstante, la actividad de desmonte y despalme es la que en mayor medida aumenta las tasas de erosión, ya que los suelos desnudos de vegetación erosionan con facilidad, principalmente por cuestiones hídricas sobre todo en zonas con altas pendientes y precipitación alta.
		OyM	2	A.6, A.7	La perforación y voladura, al igual que la conformación del área de minado superficial, afectan la erosión al fracturar el macizo rocoso, desestabilizar taludes y remover la capa vegetal. Esto deja el terreno vulnerable a la acción del agua y del viento, lo que acelera la pérdida de suelo fértil y propicia deslaves.
	C.4	PyC	2	A.3, A.4	La calidad del suelo es potencialmente puesta en riesgo en proyectos donde se utilice maquinaría debido a posibles derrames o fugas que estos equipos puedan presentar. En este caso, la mayor parte de las actividades durante la preparación y construcción es necesario el uso de maquinaría, así como generadores y vehículos ligeros, estos son susceptibles a averías que propicien fugas de hidrocarburos al suelo natural.
		OyM	3	A.6, A.7, A.10	La perforación y voladura, al igual que la conformación del área de minado superficial, afectan la calidad del suelo mediante la remoción total de la capa orgánica superficial, la compactación por maquinaria pesada, las vibraciones mecánicas que alteran la estructura física del terreno, y la dispersión de residuos químicos de explosivos o polvos mineralizados que alteran el pH y la química natural. Respecto al mantenimiento de equipo y maquinaria, este puede ser una fuente de pérdida de calidad del suelo considerable, ya que, aun cuando el mantenimiento genere muchos puntos positivos, es considerado como un impacto potencial, debido a que se generan gran cantidad de residuos peligrosos, como filtros, grasas y aceites, así como sólidos impregnados de estos hidrocarburos, los cuales por una inadecuada disposición pueden llegar a tener contacto con suelo natural.
	C.5	PyC	1	A.3	El desmonte y el despalme anulan o modifican la vocación natural de un terreno forestal, agrícola o ecológico. Al eliminar la cobertura viva y los primeros centímetros de tierra fértil, el suelo pierde su capacidad de autorregulación, filtración y sustento biológico, transformando su aptitud original en un espacio estrictamente útil para la urbanización, la industria o la infraestructura
		OyM	2	A.6, A.7	La perforación y la voladura, al igual que la conformación del área de minado superficial, alteran la vocación original del terreno. Transforman un suelo con aptitud forestal, agrícola, pecuaria o de conservación, en una zona de uso industrial extractivo, destruyendo el relieve, fracturando el macizo rocoso e impidiendo cualquier actividad biológica o productiva tradicional en el área intervenida.

Agua	C.6	PyC	3	A.3, A.4, A.5	Las escorrentías superficiales son modificadas principalmente por el cambio del relieve y la pérdida de vegetación, el desmonte y el despalme eliminan la capa vegetal y el suelo orgánico superficial. Esto acelera la velocidad del agua de lluvia, reduce la capacidad de absorción de la tierra e incrementa de forma drástica el volumen de las escorrentías superficiales, lo que propicia inundaciones y una severa erosión.
		OyM	2	A.6, A.7	Para la etapa de operación se generarán distintos cambios en el relieve del área del proyecto derivados de las diversas actividades como la perforación y voladura, al igual que la conformación del área de minado superficial. Estas nuevas depresiones y elevaciones generan barreras físicas y a su vez cambios en la forma en que las escorrentías superficiales se distribuyen en el área, así como cambios en la velocidad de desplazamiento.
	C.7	PyC	3	A.3, A.4, A.5	Cuando hablamos de disponibilidad para el presente proyecto, nos referimos principalmente a la recarga del acuífero. En este sentido, el retiro de vegetación, el cambio del relieve y la acumulación de suelo reducen considerablemente la infiltración.
	C.8	PyC	2	A.3, A.4	El desmonte y despalme afectan la calidad del agua al dejar la tierra expuesta a la erosión hídrica. Esto provoca el arrastre masivo de sedimentos, azolve de cuerpos de agua, alteración de propiedades fisicoquímicas y contaminación por aceites o combustibles de la maquinaria.
Atmósfera	C.9	PyC	3	A.3, A.4, A.5	Durante la preparación y construcción del proyecto existen múltiples fuentes de contaminación del aire, siendo esta una etapa de muchos cambios y modificaciones al entorno. La generación de polvos por el movimiento de tierras durante los desmontes, conformaciones topográficas y almacenamiento de material será altamente impactante de manera temporal. A su vez, la utilización de maquinaria, camiones de acarreo y vehículos liberan contaminantes derivados de la combustión a través de los escapes y sumado a lo anterior, también generan gran cantidad de polvos por los caminos transitados.
		OyM	4	A.6, A.7, A.8, A.9	De igual forma que la etapa anterior, para esta etapa, los polvos y gases de maquinaria y equipos serán la mayor causa de cambios en la calidad del aire, sin embargo, la generación de polvos proviene principalmente del tránsito de maquinaria y vehículos.
		CyPC	1	A.11	Para le etapa de cierre se reduce de manera considerable la generación de polvos, sin embargo, se presentan actividades de movimiento de tierras como conformación final de diversas áreas, lo cual propicia levantamiento de polvos. El uso de maquinaria sigue siendo una fuente de gases de combustión, pero en menor medida.
	C.10	PyC	2	A.3, A.4	La generación de ruidos y vibraciones está ligado a todas las actividades a realizar, pero principalmente al movimiento de camiones y maquinaria. Los ruidos fuertes pueden afectar tanto al personal como a la fauna silvestre.

		OyM	4	A.6, A.7, A.8, A.9	En el mismo sentido que la etapa anterior, los ruidos y vibraciones son inherentes a la mayoría de las actividades. No obstante, existen dos de mayor importancia: la perforación y voladura y el movimiento de vehículos y maquinaria pesada. La voladura genera vibraciones y ruido que se perciben a gran distancia, sin embargo, este impacto es casi fugaz. Por otra parte, el movimiento de vehículos y maquinaria pesada es una fuente de ruido constante.
		CyPC	1	A.11	Las actividades de conformación final del área de minado superficial, con uso de maquinaria generara ruido y vibraciones en la zona. Estas fuentes de ruido serán en menor intensidad que en las etapas anteriores.
Flora	C.12	PyC	1	A.3	La eliminación de la vegetación en el área será total, por lo que la diversidad de manera local y puntual se verá afectada totalmente.
	C.13	PyC	1	A.3	El proyecto contempla una extensión de consideración para llevar a cabo el proyecto, las cuales en su mayoría requerirán ser desmontadas.
	C.14	PyC	1	A.4	Especies de interés biológico que se encuentren listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 podrían ponerse en riesgo con la remoción de la vegetación, en caso de encontrarse.
Fauna	C.15	PyC	2	A.3, A.4	La RE donde se pretende realizar el proyecto es hábitat de una amplia diversidad de especies de fauna. Durante las actividades de desmonte y movimiento de tierras para la preparación del sitio muchas especies, sobre todo menores, como lo son reptiles y pequeños mamíferos pueden resultar afectadas, al igual que nidos de aves. Por otra parte, el aumento del tránsito de vehículos y maquinaria pude provocar atropellamientos de fauna mayor.
		OyM	3	A.6, A7, A.8	Durante la operación y mantenimiento del proyecto la principal amenaza para la fauna será el tránsito de maquinaria y equipos, pudiendo atropellar o colisionar con animales. Sumado a lo anterior, el ingreso de fauna a áreas operativas puede ser negativo para los animales, ya que pueden resultar afectados, un ejemplo de esto es que pueden ingresar buscando agua o caer en zona del área de extracción. Finalmente, el personal también puede causar daño a la fauna si no cuenta con la capacitación correcta.
	C.16	PyC	1	A.3	Las dinámicas poblacionales de la fauna pueden verse afectadas por perturbaciones o el cambio de su entorno, como es el caso del desmonte el cual cambia los patrones de movilidad de las especies.
		OyM	2	A.6, A.7	La actividad de voladura es una de las que puede causar cambios en la dinámica de las especies, ya que provoca ruido y vibraciones tan fuertes que pueden ser percibidas a gran distancia. Estas perturbaciones pueden ahuyentar a la fauna de lugares comunes de descanso y anidación en el caso de las aves. Sumado a lo anterior, el continuo tránsito de vehículos por el camino de acceso principal puede generar cambios en patrones de movimiento.
	C.17	PyC	2	A.3, A.4	La fragmentación derivada del desmonte puede cortar la movilidad de fauna a través de la RE, afectando sitios de alimentación y descanso.

		OyM	2	A.6, A.7	Una vez operando el proyecto el tránsito de vehículos dentro del RE será la mayor causa de fragmentación del hábitat.
	C.18	PyC	1	A.3	El desmonte y el despalme destruyen de manera directa el hogar de la fauna silvestre, como pudiera ser de especies de interés ecológico. Esto causa la muerte directa de animales menos móviles, pérdida de alimento y refugio, desplazamiento forzado a otras zonas y fragmentación de poblaciones que reduce su reproducción y diversidad genética
	C.19	PyC	1	A.3	Durante todas las actividades de preparación el personal generará residuos sólidos urbanos a raíz de la alimentación e insumos ocupados, si dichos residuos no son dispuestos correctamente pueden propiciar el establecimiento de fauna nociva como lo son moscas, cucarachas, ratas, gatos, perros, etc. ajenas al ecosistema.
Paisaje	C.20	PyC	2	A.3, A.4	La modificación del sitio para la instalación del proyecto trae consigo cambios importantes en la vista escénica del lugar. El desmonte y el despalme alteran de forma drástica y permanente la calidad escénica al eliminar la cobertura vegetal y remover la capa superficial del suelo. Esto rompe la armonía natural del paisaje, genera contrastes visuales agresivos por la exposición de tierra desnuda y produce contaminación visual en el entorno
		OyM	2	A.6, A.7	La conformación del área de minado superficial afecta directamente a la vista escénica al destruir la forma natural del terreno, generar fuertes contrastes de color y textura frente al entorno verde o natural, y crear depresiones irreversibles que rompen de manera radical la armonía y la calidad visual del paisaje original, así como la movilidad continua de maquinaria y polvos que se generan.
Humano	C.24	OyM	1	A.6	La voladura de una mina afecta a la población por la contaminación del aire con polvo y gases tóxicos, ruidos molestos, vibraciones del suelo y riesgos de contaminación del agua.
	C.25	PyC	2	A.3, A.4	Durante la preparación y construcción existen múltiples actividades que son riesgosas para el personal que pueden afectar su integridad, por lo cual se deben de tomar todas las medidas necesarias para minimizar el riesgo al que estén expuestos.
		OyM	3	A.6, A.7, A.10	Las actividades mineras a cielo abierto se consideran de alto riesgo, por lo que en todas las actividades existe el riesgo de accidentes. Debido a esto, debe de tomarse en cuenta todas las medidas necesarias para minimizar dichos riesgos.
		CyPC	1	A.11	Durante cualquier etapa del proyecto existen numerosos riesgos para el personal, por lo cual se deben de tomar todas las medidas necesarias para minimizar el riesgo al que estén expuestos.
	C.26	PyC	1	A.3	El desmonte y despalme provocan la pérdida de la cubierta vegetal, erosión acelerada del suelo, alteración del drenaje natural y destrucción de hábitats de flora y fauna, además de generar tolvaneras y contaminación temporal del aire
		OyM	2	A.6, A.7	La creación de un área de extracción y las voladuras en la minería a cielo abierto generan graves riesgos ambientales, destacando la contaminación del aire por polvo y gases tóxicos, la alteración profunda del relieve e hidrología local,

					vibraciones que dañan el entorno y la destrucción irreversible de hábitats naturales

CA= Componente Ambiental, PyC= Preparación y Construcción, OyM= Operación y Mantenimiento, CyPC= Cierre y Post Cierre

6. Matriz de Leopold: Valoración de los impactos.

Etapa: Preparación y Construcción

De acuerdo con los resultados de la siguiente tabla, tenemos que la etapa de preparación y construcción se presentan dos 2 impactos considerados con significancia "Muy alta", siete (7) como "Altos", siete (7) en "Moderado" y cuatro (4) "Baja". Esto nos indica que dicha etapa trae consigo cambios moderados en el ambiente si no se consideran medidas de mitigación adecuadas.

A continuación, se describe de manera breve las causas que afectan a los componentes con significancia negativa "Muy alta" y "Alta":

En al Anexo 11. Se presentan la matriz de evaluación de impactos en formato Excel con su valoraciones.

Diversidad de flora (MA). La diversidad de especies de flora es afectada principalmente por la remoción de la vegetación que es necesaria para el desarrollo de las actividades ya que en su mayoría requerirá la eliminación de vegetación. Adicionalmente, la vegetación circundante puede presentar algunas presiones antropogénicas con el simple hecho de tener presencia de la actividad, así como por la emisión del polvo que se desprende del suelo que provoque una reducción en sus procesos fotosintéticos.

Vista escénica (MA). El cambio de la vista escénica de la RE con la construcción del proyecto es considerable. Esto se debe principalmente a la conformación topográfica y a la remoción de la vegetación.

Relieve (A). El presente proyecto está propuesto en una zona con pendientes variables, por lo cual, las acciones para estabilizar las áreas requieren modificar en gran medida el relieve para dejar lugares seguros.

Vocación del terreno (A): Durante la preparación y construcción el desmonte y despalme es de los impactos más importantes, por lo que esto transforma radicalmente la vocación natural de un terreno al remover la cubierta vegetal original y pasar a ser de uso industrial.

Calidad del aire (A). Al reducir la cobertura vegetal, se aumenta la cantidad de suelo desnudo y con esto se motiva la dispersión de polvos a la atmósfera. Adicionalmente, el tránsito de vehículos y maquinaria en la zona provocan la suspensión de polvos y arrojan humo de los escapes que disminuyen la calidad del aire, sobre todo en estas regiones remotas donde no existe otras fuentes de contaminación.

Ruido y vibraciones (A). Durante la preparación del sitio y construcción se genera ruido y vibraciones principalmente por el uso continuo de equipo y maquinaria utilizada.

Cobertura (A). La cobertura vegetal es afectada principalmente por la remoción de la vegetación que es

necesaria para el desarrollo de las actividades, en su mayoría requerirá la eliminación de vegetación.

Diversidad de fauna (A). La preparación del sitio y la construcción de un proyecto minero afecta a la fauna mediante la destrucción directa de hábitats, el desplazamiento y la fragmentación de poblaciones, la contaminación del agua y del suelo, y el aumento del ruido y la presencia humana, lo que provoca estrés, mortalidad y la pérdida general de biodiversidad en la zona.

Salud y seguridad ocupacional (A). En este aspecto considera al personal el cual puede ser causada por las actividades que por el sector y sus actividades implícitas son de alto riesgo, las cuales están presentes en la gran mayoría de las actividades tales como los desmontes, las actividades en general, así como el uso de la maquinaria y del equipo.

Tabla IV.27 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Preparación y Construcción.

SUB-FACTOR	ETAPA ACTIVIDAD COMPONENTE AMBIENTAL		Valoración de Importancia y Magnitud															Clasificación del impacto	
			No. de Interacciones	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Calificación de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto	Significancia del Impacto
Suelo	C.2	Relieve	3	-	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.64	Sv	0.70	0.68	A
	C.3	Erosión	2	-	2	4	3	3	3	2	4	4	2	4	0.39	Md	0.50	0.46	Md
	C.4	Calidad del suelo	2	-	2	2	3	2	2	2	1	1	2	1	0.24	Bj	0.60	0.44	Md
	C.5	Vocación del terreno	1	-	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	0.46	Md	0.80	0.67	A
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	3	-	4	4	2	3	3	4	4	4	4	4	0.48	Md	0.50	0.50	Md
	C.7	Disponibilidad	3	-	4	2	1	3	3	2	4	4	2	4	0.39	Md	0.30	0.33	Bj
	C.8	Calidad del agua	2	-	4	2	2	3	3	2	4	4	2	4	0.40	Md	0.50	0.46	Md
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	3	-	4	4	3	2	1	2	4	4	2	2	0.40	Md	0.80	0.63	A
	C.10	Ruido y vibraciones	2	-	4	4	4	2	1	2	4	4	2	2	0.41	Md	0.80	0.64	A
Flora	C.12	Diversidad de flora	1	-	8	4	4	3	3	4	4	4	4	4	0.62	Sv	1.00	0.85	MA
	C.13	Cobertura	1	-	4	4	4	3	3	4	4	4	2	4	0.48	Md	0.70	0.62	A
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	-	2	2	3	2	3	2	1	4	2	4	0.31	Md	0.40	0.37	Bj
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	2	-	4	4	3	3	2	4	4	4	4	3	0.47	Md	0.70	0.61	A
	C.16	Dinámicas poblacionales	1	-	2	4	3	3	2	2	4	4	4	3	0.39	Md	0.50	0.46	Md
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	2	-	2	4	3	3	2	2	4	4	4	3	0.39	Md	0.50	0.46	Md
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	-	1	2	2	2	2	2	1	4	2	4	0.26	Md	0.40	0.35	Bj
	C.19	Propagación de fauna nociva	1	-	2	2	2	2	1	2	4	4	2	2	0.29	Md	0.30	0.30	Bj
Paisaje	C.20	Vista escénica	2	-	8	4	3	4	3	4	4	4	4	4	0.62	Sv	1.00	0.85	MA
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	3	+	8	8	4	3	3	4	4	4	4	1	0.67	Sv	0.90	0.82	MA
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	2	-	8	4	4	3	1	2	4	4	4	1	0.55	Sv	0.70	0.65	A
	C.26	Riesgo ambiental	1	-	4	2	2	3	3	4	4	4	4	4	0.44	Md	0.50	0.48	Md

Etapa: Operación y Mantenimiento

De acuerdo con los resultados de la tabla 28 y de la caracterización-clasificación de los impactos negativos, se tiene que la etapa de operación y mantenimiento se presentan dos (2) impactos considerados con significancia "Muy alta", seis (6) con significancia "Alta", seis (6) como "Moderado", uno (1) en "Baja" y cuatro (4) en "Muy baja". Esto nos indica que dicha etapa trae consigo cambios importantes en el ambiente si no se consideran medidas de mitigación adecuadas.

A continuación, se describe de manera breve las causas que afectan a los componentes con significancia negativa "Muy alta" (MA) y "Alta" (A):

- **Estructura geológica (MA).** La modificación a la estructura geológica durante la operación viene a raíz de la conformación del área de minado superficial, ya que para este tipo de extracción se requiere fragmentar la roca por medio de explosivos y luego extraerlo con maquinaría, esto genera una depresión en el terreno bastante considerable.
- **Vista escénica (A).** al igual que en la etapa de preparación del sitio y construcción, en la etapa de operación el cambio de la vista escénica cambiara considerablemente, esto debido principalmente por la conformación del del área de minado superficial, el cual afecta de manera considerable la vista escénica del lugar.
- **Relieve (A).** Durante la operación se generan cambios importantes en la topografía del sitio a raíz de la conformación del área de minado superficial. Estas alteraciones ambientales cambian drásticamente.
- **Vocación del terreno (A):** Durante la operación, el terreno dejara de funcionar como un medio natural debido a la conformación del área de minado superficial.
- **Ruido y vibraciones (A).** Durante la operación se seguirá generando ruido y vibraciones debido al uso continuo de los camiones de acarreo y maquinaria utilizada en el proyecto. No obstante, el uso de explosivos en voladura es la actividad que mayor aporta a este impacto, que, aunque sea de manera momentánea el ruido y vibración puede ser percibido a mucha distancia, pudiendo provocar derrumbes y afectación a la fauna silvestre.
- **Diversidad de fauna (A):** la minería impacta severamente la diversidad de fauna a través de la destrucción, fragmentación y pérdida de hábitats como el área para la conformación de minado superficial, lo que provoca el desplazamiento de especies locales. El ruido y tráfico vehicular reducen significativamente la biodiversidad, amenazando la supervivencia de especies y provocando la degradación de ecosistemas.
- **Hábitat y corredores biológicos (A):** Este componente se verá afectado durante la operación ya que una gran superficie será impactada y esta cambiará de ser un medio natural a uno industrial, el cual dejará de ser parte de los corredores biológicos por donde circulaba la fauna previamente y lugar de hábitat para la misma.
- **Salud y seguridad ocupacional (A).** Las actividades mineras son consideradas de alto riesgo, sobre todo en la etapa de operación donde es necesario usar explosivos durante las voladuras. Sumado a lo anterior, el movimiento de tierras y uso de maquinaria pesada son factores que pueden poner en gran riesgo a las personas involucradas.

Tabla IV.28 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de operación y mantenimiento

SUB-FACTOR	ETAPA		Valoración de Importancia y Magnitud																Clasificación del impacto	
	ACTIVIDAD / COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Interacciones	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Calificación de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto	Significancia del Impacto
Suelo	C.1	Estructura geológica	2	-	1/2	4	3	4	4	4	4	4	4	8	0.79	Cr	0.90	0.86	MA
	C.2	Relieve	2	-	8	4	3	4	4	4	4	4	4	8	0.67	Sv	0.70	0.69	A
	C.3	Erosión	2	-	4	4	2	3	3	4	4	4	4	4	0.48	Md	0.50	0.49	Md
	C.4	Calidad del suelo	3	-	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	0.5	Md	0.50	0.50	Md
	C.5	Vocación del terreno	2	-	8	4	4	4	3	4	4	4	4	4	0.63	Sv	0.60	0.61	A
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	2	-	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	0.49	Md	0.50	0.50	Md
	C.8	Calidad del agua	1	-	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	0.49	Md	0.50	0.50	Md
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	4	-	4	4	4	2	1	2	4	4	2	2	0.41	Md	0.70	0.59	Md
	C.10	Ruido y vibraciones	4	-	8	4	4	3	1	2	1	4	4	2	0.53	Sv	0.70	0.64	A
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	3	-	8	4	4	4	2	4	4	4	4	2	0.6	Sv	0.90	0.79	A
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	2	-	2	4	3	3	2	2	4	4	4	3	0.39	Md	0.80	0.63	A
Paisaje	C.20	Vista escénica	2	-	8	4	3	4	3	4	4	4	4	4	0.62	Sv	1.00	0.85	MA
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	5	+	8	8	4	3	3	4	4	4	4	1	0.67	Sv	1.00	0.88	MA
	C.24	Salud y seguridad de la población*	1	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	0.21	Bj	0.40	0.32	Bj
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	3	-	8	4	4	4	1	2	1	4	4	1	0.53	Sv	0.70	0.64	A
	C.26	Riesgo ambiental	2	-	8	4	2	4	3	4	4	4	4	4	0.61	Sv	0.50	0.53	Md

.

Etapa: Cierre y Post-cierre

De acuerdo con los resultados de la tabla 29 y de la caracterización-clasificación de los impactos ambientales, se tiene que la etapa de cierre y post-cierre se presentan tres (3) impactos con significancia "Moderado". En esta etapa no existen tantos impactos debido a que muchas de las acciones que se van a ejecutar estarán más clasificadas como medidas de mitigación y compensación que como acciones intrínsecas de los procesos del proyecto.

A continuación, se describe de manera breve las causas que afectan a los componentes con significancia negativa "Moderado".

Calidad del aire (Md). en la etapa final del proyecto se generará gran cantidad de polvos derivado de las diferentes actividades, como el movimiento de equipo, maquinaria y vehículos ligeros, al igual que en la estabilización física de área de minado superficial.

Ruido y vibraciones (Md). Durante la etapa de cierre y post cierre se seguirán generando niveles de ruido y vibraciones por las mismas actividades de desmantelamiento y movimiento de equipo y maquinaria.

Salud y seguridad ocupacional (Md). Aun y cuando se encuentra en la etapa de cierre, las actividades que se lleven a cabo tienen potencial a que los trabajadores sufran algún accidente.

Tabla IV.29 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Cierre y Post-cierre.

SUB-FACTOR	ETAPA		Valoración de Importancia y Magnitud															Clasificación del impacto	
	ACTIVIDAD / COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Interacciones	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Calificación de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto	Significancia del Impacto
Suelo	C.2	Relieve	1	+	2	2	2	3	3	2	1	4	2	1	0.28	Md	0.40	0.36	Bj
	C.3	Erosión	1	+	4	2	3	3	3	2	1	4	2	3	0.37	Md	0.40	0.39	Bj
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	2	-	4	4	3	2	1	2	1	1	2	2	0.34	Md	0.50	0.44	Md
	C.10	Ruido y vibraciones	2	-	4	4	4	2	1	2	1	4	2	2	0.38	Md	0.60	0.52	Md
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	2	+	2	2	3	2	4	2	1	1	2	4	0.29	Md	0.50	0.42	Md
	C.25	Salud y seguridad ocupacional*	1	-	4	2	3	2	1	2	1	4	2	2	0.33	Md	0.50	0.44	Md

IV.2. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Al llevar a cabo la Evaluación de Impacto Ambiental, se estiman los efectos negativos que el desarrollo de un proyecto puede tener en el medio ambiente. Con base en esta estimación, se deben evitar o reducir al mínimo posible los impactos ambientales identificados mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y otras necesarias, de acuerdo con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). La prevención de los impactos ambientales es la prioridad, con el objetivo de minimizar la afectación, dando preferencia a evitar el impacto en lugar de reducirlo o compensarlo.

Con relación a lo anterior, una vez que se han clasificado y evaluado los impactos, en el presente capítulo se describen las medidas preventivas, de mitigación y/o compensaciones asociadas directamente a la atención de cada uno de los impactos identificados.

Le implementación de estas medidas atienden los impactos ambientales identificados y evaluados en el apartado anterior que implica para el desarrollo del presente proyecto. Las propuestas y/o medidas están orientadas hacia las actividad causantes o impactantes, a fin de garantizar la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos generados, de acuerdo con el tipo de mediadas que se implementaran son de prevención, mitigación y compensación.

Los conceptos relacionados de los tipos de medidas de acuerdo con las definiciones planteadas en el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiente, REIA, (SEMARNAT, 2014) son:

- **Medida de prevención (MP):** 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.
- **Medida de mitigación (MM):** 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.
- **Medida de compensación (MC):** Conjunto de acciones que permiten restituir los efectos de los impactos que no pueden ser prevenidos y/o mitigados, su finalidad es la de restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación; o bien, la magnitud de estas acciones o medidas, será equivalente al de la acción que ocasionó el deterioro del ambiente.

En este apartado se presentan las medidas preventivas (MP), de mitigación (MM) y compensación (MC) recomendadas para el desarrollo en general de todas las obras consideradas dentro del proyecto en todas sus etapas.

La presentación de las medidas de prevención y mitigación corresponden a la serie de acciones precisas que deben realizarse temporal o permanentemente, con el fin de atenuar, minimizar o en dado caso eliminar los efectos adversos causados por las acciones del proyecto. A esto se refiere los impactos negativos identificados y evaluados con anticipación. Al igual estas medidas también tienen por objetivo dar a conocer los aspectos positivos que se generen a raíz del proyecto, las cuales deben de cumplir con las siguientes características:

- Minimizar la generación de residuos asegurándonos de que estos sean eliminados correctamente;
- Manejo adecuado de residuos mineros y materiales de descapote para asegurar la protección del ambiente.

- Implementar las medidas necesarias para conservar los recursos naturales como el suelo, agua, flora, fauna, etc.
- Implementar las medidas necesarias para reducir las emisiones en el aire, el agua y el suelo, minimizando el impacto.
- Implementar las medidas necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con el objetivo de controlar el cambio climático.
- Integrar la conservación de la biodiversidad y uso de la tierra tomando en cuenta todas las fases de producción.
- Rehabilitar los sitios para asegurar la estabilidad del ecosistema a largo plazo, en coordinación con las comunidades aledañas de manera oportuna.

Estas medidas planteadas serán llevadas a cabo durante y después del desarrollo de las actividades del proyecto, dende se contemplan las siguientes etapas:

- Preparación/Construcción del sitio.
- Operación y mantenimiento.
- Cierre y Post-cierre.

IV.2.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

IV.2.2. Descripción de las medidas propuestas.

En este apartado se presenta la estrategia que implementa las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, así como su seguimiento con la finalidad de minimizar y/o compensar los impactos ambientales adversos generados por la ejecución del presente proyecto para las etapas de Preparación - Construcción del sitio, Operación-Mantenimiento y Cierre - Post-cierre del sitio.

Las medidas propuestas responden a los impactos ambientales adversos de mayor significancia identificados en la valoración de impactos evaluados en el apartado anterior. En dicha valoración se identifican los componentes ambientales con mayores impactos ambientales por la ejecución de las actividades del proyecto.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la valoración de impactos realizado en el apartado anterior, aunque en esta tabla se muestra el componente ambiental afectado con su valor impacto categorizada en significancia, se especifica que previamente fue valorado la influencia de una o varias actividades sobre un mismo componente.

Por medio del nivel de significancia, fue posible identificar los factores ambientales que presentaron un mayor impacto, misma que este dado por la influencia de las diversas actividades del proyecto (para mayor detalle la metodología de la valoración se describe en el apartado anterior), esto permite que las propuestas de las medidas de mitigación sean dirigidas con mayor enfoque hacia los componentes más afectados sin perder de vista los demás componentes.

Con fines de identificar los impactos más significativos de cada una de las etapas que comprende el proyecto, se presenta la tabla correspondiente a la valoración final de los impactos ambientales categorizados por nivel de significancia, donde de manera general se encontró que en las etapas que se presentan más impactos sobre

los componentes son para la etapa de preparación y construcción del sitio, seguida por la etapa de operación y mantenimiento, y por último la etapa de cierre y post-cierre, como se muestra a continuación:

Tabla IV.30 Impactos negativos por sub factor, componentes ambientales e indicador de impacto.

Sub-factor	Etapa / Actividad / Componente ambiental		Preparación y construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y post cierre	Indicador de Impacto
			Significancia del Impacto	Significancia del Impacto	Significancia del Impacto	
Suelo	C.1	Estructura geológica	-	MA	-	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio en la estructura geológica
	C.2	Relieve	A	A	Bj	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio de relieve
	C.3	Erosión	Md	Md	Bj	Cantidad de suelo perdido por erosión (ton*ha*año)
	C.4	Calidad del suelo	Md	Md	Md	Afectación de la calidad del suelo mediante el aumento de las concentraciones de los metales usando de referencia a los límites permisibles establecidos en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, y también por la contaminación de hidrocarburos usando de referencia los límites permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
	C.5	Vocación del terreno	A	A	-	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio de uso de suelo.
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	Md	Md	Bj	Longitud de escorrentías (m) que sufre un cambio
	C.7	Disponibilidad	Bj	-	-	Variación del Nivel freático del acuífero. Balance hídrico. Periodo de permanencia del agua superficial en los arroyos
	C.8	Calidad del agua	Md	Md	Bj	Análisis comparativo de la calidad del agua con relación a los valores conforme la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	A	Md	Md	Análisis comparativo de las contracciones de los contaminantes conforme a las NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021 y con relación a las partículas suspendidas establecidas en la NOM-025-SSA1-2021.
	C.10	Ruido y vibraciones	A	A	Md	Monitoreo de los niveles de ruido con referencia a los parámetros establecidos en la NOM--081-SEMARNAT-1994.
	C.11	Contaminación lumínica	-	-	-	Número de actividades nocturnas
Flora	C.12	Diversidad de flora	MA	-	-	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SA.
	C.13	Cobertura	A	-	-	Superficie de terreno (ha) desmontado
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Bj	-	-	Número de especies afectadas con relación a las especies protegidas y de interés biológico listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la CITES
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	A	A	-	Número de especies presentes en el Área del Proyecto susceptibles de afectación
	C.16	Dinámicas poblacionales	Md	-	-	Variación de los índices de diversidad de fauna después de ejecutar el proyecto.
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	Md	A	-	Superficie de terreno (ha) desmontado
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Bj	-	-	Número de especies afectadas con relaciona al número de especies protegidas y de interés biológico listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES

	C.19	Propagación de fauna nociva	**Bj**	-	-	Número de sitios y/o número o densidad de especies de fauna nociva detectadas en el área del proyecto.
Paisaje	C.20	Vista escénica	**MA**	**MA**	**Bj**	Superficie perceptible modificada (ha) mediante el desmonte y el establecimiento de infraestructura y obras
	C.21	Turismo	-	-	-	Número de visitantes por año
Humano	C.22	Demografía	-	-	-	
	C.23	Empleo y actividades económicas	**MA**	**MA**	**Md**	Número de empleos generados/perdidos con el desarrollo del proyecto
	C.24	Salud y seguridad de la población	-	**Bj**	-	Número incidencias causadas directamente por las actividades del proyecto por año considerando las condiciones base de la situación previa al inicio del proyecto.
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	**A**	**A**	**Md**	Número de accidentes por año
	C.26	Riesgo ambiental	**Md**	**Md**	-	Número de obras/actividades que supone un riesgo potencial alto al ambiente.
	C.27	Bienes y servicios	-	-	-	

MBj=Muy baja, Bj=Baja, Md=Media, A=Alta, MA=Muy alta

En la siguiente tabla se presentan las medidas propuestas que permitirán atender los impactos para los diferentes componentes ambientales afectados. En general se tienen planteados un total de 32 medidas de diferentes tipos. Cabe mencionar que algunas de las medidas propuestas ya están contempladas en los procesos o protocolos de las actividades del proyecto, para el resto se analizó su viabilidad considerando los costos y los aspectos técnicos.

Tabla IV.31 Listado total de Medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas.

ID	Descripción de la medida	Tipo de medida	Etapa del proyecto		
			Preparación y construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y post cierre
M.1	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	MC	X	X	
M.2	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	MM	X	X	X
M.3	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos	MM	X	X	X
M.4	Capacitación ambiental al personal	MP	X	X	X
M.5	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes	MP	X	X	X
M.6	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	MC	X	X	X
M.7	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	MP	X		
M.8	Cercado y restricción de áreas	MP	X	X	
M.9	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	MP	X		
M.10	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SA.	MM	X	X	X
M.11	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	MP	X	X	X

M.12	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	MM	X	X	X
M.13	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	MM	X	X	X
M.14	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	MP	X	X	X
M.15	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna	MP	X	X	X
M.16	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	MM	X	X	X
M.17	Monitoreo de PST, PM 10 y PM2.5 con base en la normatividad vigente	MP	X	X	X
M.18	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente	MP	X	X	X
M.19	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	MM	X	X	X
M.20	Implementar obras de conservación de agua y suelo	MC	X	X	
M.21	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	MM	X	X	X
M.22	Programa de reforestación	MC			X
M.23	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	MM	X	X	
M.24	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre	MM	X	X	X
M.25	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	MC			X
M.26	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	MM	X	X	X
M.27	Conformación de área de minado superficial de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.	MM	X	X	
M.28	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	MP	X	X	X
M.29	Programa de prevención contra incendios forestales	MP	X	X	X
M.30	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	MP	X	X	
M.31	Implementación de un área de restauración	MC		X	X
M.32	Reconformación del área de minado superficial	MM			X

Las medidas anteriormente enlistadas en la Tabla IV.31 pueden responder a uno o varios impactos derivados de la ejecución del proyecto, por lo cual, se realizó la relación de cada uno con respecto a la medida que facilite el seguimiento y evaluación durante la ejecución. A continuación, se muestra la Tabla IV.32 donde se puede observar que medidas responden directamente a los impactos detectados. En el Anexo 11, se integran los medidas mitigación propuestas en formato Excel.

Tabla IV.32 Listado de medidas por componente afectado.

ID	Descripción de la medida	Tipo de medida	Componente ambiental	Indicadores					Etapa del proyecto
				Medible o cuantificable	Ubicable	Verificable	Indicador de cumplimiento	Periodicidad	
M.1	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	MC	C.3, C.4, C.23	Metros cúbicos de suelo recuperado	Áreas de acopio derivado del desmonte y despalme (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(m3 de suelo recuperado / total de m3 estimados a recuperar) * 100	Acción específica de la etapa (no periódica)	PyC
M.2	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	MM	C.4, C.8, C.23, C.26	Número de residuos peligrosos temporalmente almacenados	Almacén de residuos peligrosos (Coordenadas)	Bitácoras y Manifiestos de RP	(RP almacenados temporalmente / RP generados) *100 (RP dispuestos / RP generados) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.3	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos	MM	C.3, C.9, C.13, C.20, C.23, C.24, C.25	Número de riegos realizados	Frentes de obra y caminos regados (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes	(Riegos realizados / total de riegos propuestos) * 100	Diario durante época de estiaje	Todas las etapas
M.4	Capacitación ambiental al personal	MP	C.12, C.14, C.15, C.17, C18, C.19, C.23, C.25, C.26	Número de capacitaciones realizadas	Lugar donde se lleva a cabo la capacitación.	Listas de capacitación	(Capacitaciones impartidas / Capacitaciones propuestas) * 100 (# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100	Semestral	Todas las etapas
M.5	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes	MP	C.23, C.25, C.26	Número de capacitaciones realizadas	Lugar donde se lleva a cabo la capacitación (Coordenadas)	Listas de capacitación y/o constancia	(Capacitaciones impartidas / Capacitaciones propuestas) * 100	Anual	Todas las etapas

						de habilidades	(# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100		
M.6	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	MC	C.3, C.6, C.8, C.23	Número de obras realizadas	Obras realizadas en campo (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes	(# de obras realizadas / # de obras planeadas) * 100	Acción específica (no periódica)	Todas las etapas
M.7	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	MP	C.12, C.14, C.15, C.18, C.23	Superficie total delimitada	Áreas delimitadas (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica, verificación en sitio y reportes	(Superficie delimitada en hectáreas / Total de superficie autorizada en hectáreas) * 100	Acción específica (no periódica)	PyC
M.8	Cercado y restricción de áreas industriales	MP	C.15, C.18, C.23	Superficie cercada en metros	Superficie cercada (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Longitud total cercada (m) / longitud total propuesta a cercar (m)) * 100	Acción específica (no periódica)	PyC
M.9	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	MP	C.3, C.15, C.18, C.23	Superficie desmontada en hectáreas	Áreas desmontadas (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica, verificación en sitio y reportes	(Desmontes realizados (ha) / Superficie autorizada (ha)) * 100	Periódico	PyC
M.10	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SA.	MM	C.12, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.23	Número de monitoreos realizados	Sitios de muestreo y transectos. (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(# de monitoreos realizados / monitoreos totales propuestos) * 100	Anual	Todas las etapas
M.11	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	MP	C.25	Número de empleados con EPP	Áreas de trabajo	Bitácoras, reportes y evidencia fotográfica. Check list de EPP y formato de	(Número de personal con EPP / Número de personal total en la empresa) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas

						entrega de EPP			
M.12	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	MM	C.4, C.8, C.9, C.12, C.14, C.15, C.17, C.18, C.19, C.26	Número de cursos y/o platicas impartidas	Lugar donde se lleva a cabo el curso y/o platica (Coordenadas)	Bitácoras, reportes y evidencia fotográfica	(Número de personas con platicas / número de personal total en la empresa) * 100 (Número de platicas impartidas / número de platicas propuestas) * 100	Semestral	Todas las etapas
M.13	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	MM	C.4, C.8, C.9	Volumen de residuos manejados	Áreas de disposición de residuos (Coordenadas)	Bitácoras y Manifiestos de embarques.	(RSU recolectados / RSU generados) * 100 (Residuos de manejo especial en disposición final / Residuos de manejo especial generados) * 100 (Total de RP a disposición final / Residuos peligrosos generados) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.14	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	MP	C.3, C.9, C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.24, C.25	Número de letreros colocados	Ubicación de los letreros	Evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de letreros a colorar / Numero de letreros propuestos) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.15	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna	MP	C.15, C.17, C.18	Número de señalamientos colocados	Ubicación de los señalamientos (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de letreros colocados / Número de letreros propuestos * 100	Acción específica para la etapa	Todas las etapas
M.16	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	MM	C.4, C.8, C.9	Número de instalaciones sanitarias móviles y fijas	Ubicación de las instalaciones sanitarias	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# de áreas de trabajo con baños disponibles / # de áreas de trabajo totales) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas

					móviles y fijas (Coordenadas)				
M.17	Monitoreo de PST, PM 10 y PM2.5 con base en la normatividad vigente	MP	C.4, C.9	Número de monitoreos realizados	Ubicación de los puntos muestreados (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	Anual	Todas las etapas
M.18	Control de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente	MP	C.10	Número de mantenimientos realizados	Áreas con ruido y vibraciones	Reportes y evidencia fotográfica	(# de mantenimientos de maquinaria /# de maquinaria) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.19	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	MM	C.4, C.8, C.26	Número de equipos antiderrames utilizados	Áreas que requirieron el equipo antiderrame (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(# de equipos antiderrames utilizados / # de equipos antiderrames en stock) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.20	Implementar obras de conservación de agua y suelo	MC	C.3, C.7	Número de obras realizadas	Ubicación puntual de las obras realizadas (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(# de obras de conservación realizadas / Total de obras de conservación propuesta) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	PyC, OyM
M.21	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	MM	C.4, C.8, C.9, C.10, C.25	Número de mantenimientos realizados	Taller de mantenimiento (Coordenadas)	Reportes, bitácora, verificación en sitio y evidencia fotográfica	(# mantenimientos preventivos realizados / # mantenimientos programados) * 100	Mensual	Todas las etapas
M.22	Programa de reforestación	MC	C.3, C.4, C.7, C.9, C.12, C.13, C.17, C.20	Total, de individuos reforestados	Área reforestada (Coordenadas)	Bitácora, informe, verificación en sitio y	(Superficie reforestada / superficie total a reforestar) * 100	Periódica	CyPC

						evidencia fotográfica			
M.23	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	MM	C.12, C.13, C.14	Número de individuos rescatados y reubicados	Ubicación puntual de individuos reubicados (Coordenadas)	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100	Acción específica (no periódica)	PyC, OyM
M.24	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre	MM	C.15, C.18	Número de individuos manejados	Ubicación puntual de avistamientos (Coordenadas)	Bitácora, Informe y evidencia fotográfica	(# de individuos observados / # de individuos ahuyentados) * 100 (# de individuos observados / # de individuos rescatados y reubicados) *100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.25	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	MC	C.4	Metros cúbicos de suelo recuperado	Áreas donde se reincorporó el suelo orgánico (Coordenadas)	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Metros cúbicos de suelo orgánico reincorporados / metros cúbicos de suelo orgánico recuperados) * 100	Acción específica durante la etapa (no periódica)	CyPC
M.26	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	MM	C.4, C.8, C.9, C.12, C.15, C.19, C.26	Número de platicas impartidas	Lugar donde se lleva a cabo la plática (Coordenadas)	Informes, bitácoras y evidencia fotográfica	(# de empleados que se les impartió platicas /# total de empleados de la empresa) * 100 (# empleados externos que se les impartió platicas / # total de empleados externos de la empresa) * 100	Diario	Todas las etapas

M.27	Conformación de área de minado superficial de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.	MM	C.1, C.2, C.25	Metros cúbicos de superficie conformada	Ubicación del tajo (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(m3 de superficie conformada /m3 de superficie a conformar propuestos) *100	Continuo durante la etapa	PyC, OyM
M.28	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	MP	C.25, C.26	Número de accidentes	Ubicación puntual de los accidentes (Coordenadas)	Reporte de simulacros	Registro de accidentes: RIF R= (Número de lesiones*1,000,000)/ Número de HH	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.29	Programa de prevención contra incendios forestales	MP	C.3, C.7, C.8, C.9, C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.20, C.24, C.25, C.26	Número de conatos y/o incendios atendidos	Áreas que presentaron incendio (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Conatos y/o incendios atendidos / incendios y/o conatos de incendio presentados) * 100	Continuo durante la vida útil del proyecto	Todas las etapas
M.30	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	MP	C.4, C.8, C.9, C.25, C.26	Volumen de sustancias químicas utilizadas, manejadas y almacenadas	Área con uso de sustancias químicas	Lista de verificación y fotografías	(Total de áreas que emplean sustancias químicas/ total de áreas que cuentan con almacén de sustancias químicas.)/100	Continuo durante la vida útil del proyecto	OyM
M.31	Implementación de un área de restauración y conservación	MC	C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18	Superficie del área de conservación	Ubicación del área de conservación (Coordenadas)	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Superficie conservada / Superficie total propuesta) * 100	Continuo durante la etapa	OyM, CyPC
M.32	Reconformación del área de minado superficial	MM	C.1, C.2, C.3, C.4, C.5, C.6, C.8, C.12, C.16, C.17, C.20, C.26	Metros cúbicos de superficie conformada	Ubicación del área de minado superficial (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(m3 de superficie conformada /m3 de superficie a reconformar propuestos) *100	Continuo durante la etapa	CyPC
Tipo de medida		**MM** = Medida de mitigación, **MP** = Medida de prevención, **MC** = Medida de compensación							

Etapa del proyecto	**PyC** = Preparación y Construcción, **OyM** = Operación y Mantenimiento, **CyPC** = Cierre y Post Cierre

IV.2.3. Eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Las medidas propuestas para atenuar los impactos reales y potenciales derivados de la ejecución del proyecto pueden ser valoradas con la misma metodología y criterios que los impactos ambientales, pero de forma positiva, debido a que dichas medidas son actividades que se desarrollaran a lo largo de la vida útil del proyecto y a la par que las actividades de producción.

La valoración de las medidas propuestas permitirá evaluar cuantitativamente su efectividad, teniendo en cuenta que el objetivo de estas es prevenir, mitigar y compensar los impactos provocados por el proyecto, de esta manera es viable generar un análisis de efectividad para medir el grado de atenuación de las medidas propuestas con la finalidad de visualizar un escenario con medidas de mitigación.

IV.2.3.1 Etapa de Preparación y Construcción

En esta etapa se concentran el mayor número de impactos negativos con significancia "Alta" y "Moderada". Debido a lo anterior, se propusieron las medidas adecuadas y necesarias para atenuar dichos impactos, las cuales fueron presentadas y descritas con anterioridad en este capítulo.

En la siguiente Tabla se presenta la valoración resultante en sentido positivo para cada componente derivada de las medidas propuestas.

Tabla IV.33 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Preparación y Construcción.

ACTIVIDAD / COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Medidas	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto positivo
C.2	Relieve	2	+	2	4	2	3	3	4	4	4	4	3	0.41	0.30	0.33
C.3	Erosión	8	+	2	4	2	3	3	4	4	4	4	3	0.41	0.20	0.25
C.4	Calidad del suelo	10	+	4	4	2	2	2	2	4	1	2	1	0.36	0.10	0.15
C.5	Vocación del terreno	2	+	2	2	2	2	2	4	4	4	2	4	0.34	0.20	0.24
C.6	Escorrentías superficiales	4	+	2	4	2	2	3	4	4	1	2	3	0.35	0.20	0.24
C.7	Disponibilidad	10	+	2	4	2	3	3	4	4	4	4	4	0.42	0.10	0.16
C.8	Calidad del agua	10	+	4	4	2	1	4	4	4	1	4	1	0.41	0.30	0.33
C.9	Calidad del aire	3	+	2	4	8	2	1	2	1	1	2	1	0.32	0.20	0.23
C.10	Ruido y vibraciones	10	+	2	2	4	2	1	1	1	1	2	2	0.24	0.40	0.34
C.12	Diversidad de flora	4	+	4	4	1	4	4	4	1	4	4	2	0.44	0.20	0.26
C.13	Cobertura	10	+	2	4	1	4	4	4	1	4	4	2	0.38	0.10	0.16
C.14	Especies protegidas, interés biológico	11	+	2	4	1	4	4	4	1	4	4	2	0.38	0.10	0.16

	y especies endémicas															
C.15	Diversidad de fauna	5	+	2	8	8	4	1	2	1	1	4	1	0.44	0.30	0.34
C.16	Dinámicas poblacionales	7	+	1	2	4	2	2	1	1	1	4	4	0.26	0.10	0.14
C.17	Hábitat y corredores biológicos	11	+	2	4	1	4	4	4	1	4	4	2	0.38	0.10	0.16
C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	3	+	2	8	8	4	1	2	1	1	4	1	0.44	0.10	0.16
C.19	Propagación de fauna nociva	4	+	8	4	8	4	4	4	1	4	4	1	0.62	0.10	0.18
C.20	Vista escénica	10	+	4	8	8	3	3	4	1	1	4	1	0.53	0.20	0.28
C.25	Salud y seguridad ocupacional	11	+	8	2	8	4	4	1	1	4	4	4	0.58	0.10	0.18
C.26	Riesgo ambiental	11	+	4	4	2	2	2	2	4	1	2	1	0.36	0.20	0.24

En la siguiente tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de impacto parcial negativo del proyecto al restar el valor parcial positivo de las medidas al valor parcial de impacto negativo, por lo cual, existe una reducción de la significancia por componente para la presente etapa como podemos observar a continuación:

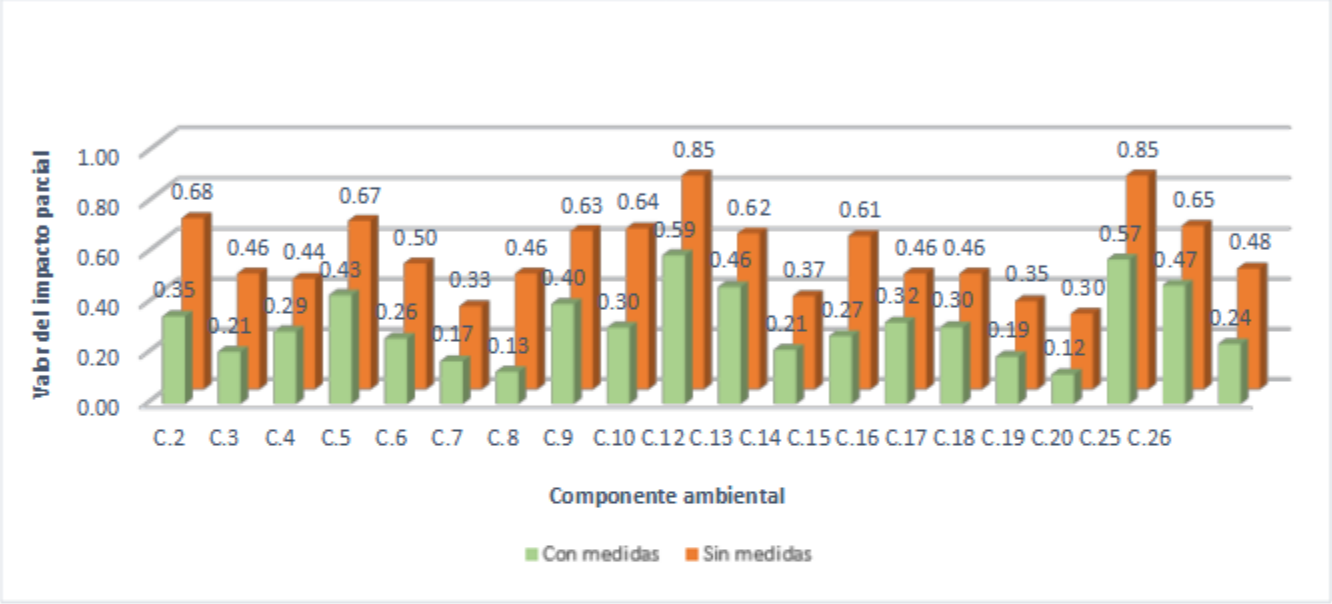
Tabla IV.34 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Preparación y Construcción.

Componente ambiental	Clasificación del impacto positivo de las medidas	Clasificación del impacto		Clasificación del impacto	
	Valor de impacto positivo	Valor de impacto	Significancia del Impacto	Valor de impacto	Significancia del Impacto
Relieve	0.33	0.68	A	0.35	Bj
Erosión	0.25	0.46	Md	0.21	Bj
Calidad del suelo	0.15	0.44	Md	0.29	Bj
Vocación del terreno	0.24	0.67	A	0.43	Md
Escorrentías superficiales	0.24	0.5	Md	0.26	Bj
Disponibilidad	0.16	0.33	Bj	0.17	MBj
Calidad del agua	0.33	0.46	Md	0.13	MBj
Calidad del aire	0.23	0.63	A	0.40	Bj
Ruido y vibraciones	0.34	0.64	A	0.30	Bj
Diversidad de flora	0.26	0.85	MA	0.59	Md
Cobertura	0.16	0.62	A	0.46	Md
Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	0.16	0.37	Bj	0.21	Bj
Diversidad de fauna	0.34	0.61	A	0.27	Bj
Dinámicas poblacionales	0.14	0.46	Md	0.32	Bj
Hábitat y corredores biológicos	0.16	0.46	Md	0.30	Bj
Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	0.16	0.35	Bj	0.19	MBj
Propagación de fauna nociva	0.18	0.3	Bj	0.12	MBj

Vista escénica	0.28	0.85	MA	0.57	Md
Salud y seguridad ocupacional	0.18	0.65	A	0.47	Md
Riesgo ambiental	0.24	0.48	Md	0.24	Bj

MA=Muy alto, A=Alto, Md=Moderado, Bj=Bajo y MBj=Muy bajo.

Los valores positivos obtenidos por componente nos ayudan a visualizar la reducción del impacto parcial negativo, como podemos observar en la siguiente gráfica, en donde se visualiza la reducción del valor del impacto a raíz de la aplicación de las medidas propuestas. En dicha gráfica se muestra el impacto que sufre cada uno de los componentes ambientales (barras color naranja) y la reducción del impacto mediante la aplicación de las medidas de mitigación (barras color verdes).

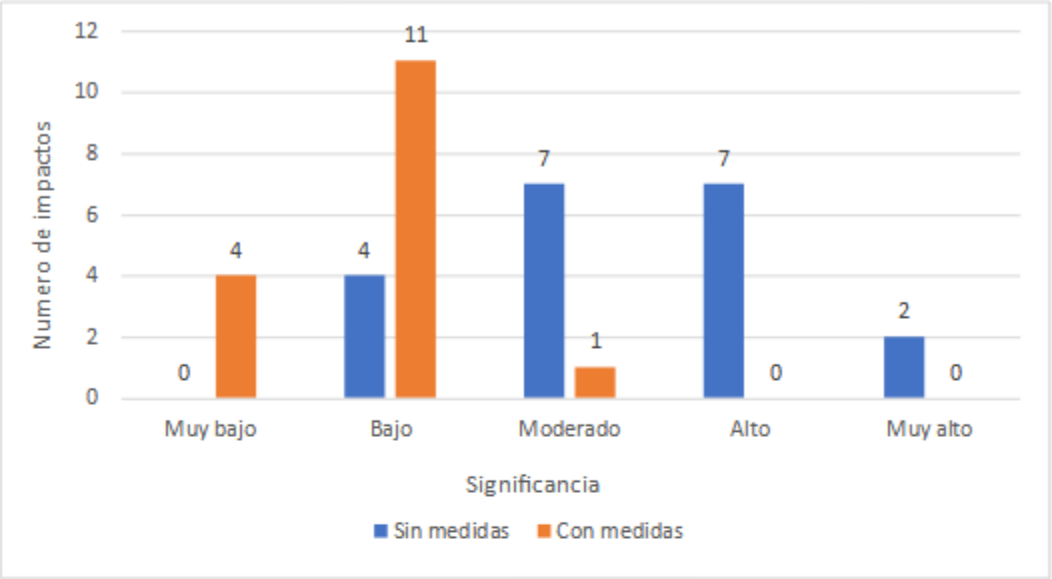


Gráfica IV. 1 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Preparación y Construcción).

De manera general para todos los componentes, el impacto es atenuado en diferente magnitud, el cual es el propósito principal de las medidas de mitigación propuestas. En particular, se puede mencionar que los componentes con mayor reducción de impacto son: relieve (C.2), calidad de suelo (C.4), vocación del terreno (C.5), calidad del aire (C.9), ruido y vibraciones (C.10), diversidad de flora (C.12), cobertura (C.13), vista escénica (C.20) y salud y seguridad ocupacional (C.25).

En el caso de los primeros, y particularmente en el caso del relieve, es posible que se deba que durante la primera etapa de ejecución de actividades físicas en el terreno no implique grandes cambios, por lo que con las medidas se contrarrestan de manera más exitosa dicho componente. Para el caso de los componentes que no redujeron tan notablemente el impacto parcial, tal es el caso del ruido y vibraciones, así como la modificación del relieve, son difíciles de tener medidas que contrarresten dichos impactos dado que es parte inherente del proyecto.

Como se observó en la tabla anterior, con la aplicación de las medidas propuestas la significancia del impacto por componente se reduce drásticamente, desapareciendo las significancias clasificadas como "Alta" y migrando la mayoría a significancia "Baja" o "Muy baja", como podemos apreciar en la siguiente gráfica:



Gráfica IV. 2 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Preparación y Construcción.

IV.2.3.2 Operación y Mantenimiento

Esta etapa es la de mayor duración durante la vida útil del proyecto, por lo cual, se desprenden numerosos impactos tangibles y potenciales, tanto por las actividades que conlleva esta etapa como por los materiales que son requeridos durante la operación. Debido a lo anterior, se propusieron las medidas adecuadas y necesarias para atenuar dichos impactos, las cuales fueron presentadas y descritas con anterioridad en este capítulo. A continuación, se presenta evidencia cuantitativa de la efectividad de dichas medidas para la etapa en cuestión.

Tabla IV.35 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Operación y Mantenimiento.

ACTIVIDAD / COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Medidas	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto positivo parcial
C.1	Estructura geológica	1	+	2	1	1	3	3	4	4	4	4	4	0.35	0.30	0.44
C.2	Relieve	1	+	1	1	8	4	4	2	4	4	1	4	0.36	0.30	0.39
C.3	Erosión	5	+	4	8	4	4	4	4	1	4	4	1	0.54	0.10	0.28
C.4	Calidad del suelo	15	+	8	8	8	1	4	4	4	1	4	1	0.67	0.20	0.30
C.5	Vocación del terreno	2	+	4	8	4	4	4	4	1	4	4	1	0.54	0.20	0.28
C.6	escorrentías superficiales	4	+	1	2	4	4	3	2	1	4	4	1	0.30	0.20	0.23
C.8	Calidad del agua	16	+	8	8	8	1	4	4	4	1	4	1	0.67	0.20	0.30
C.9	Calidad del aire	7	+	2	4	8	2	1	2	1	1	2	1	0.32	0.20	0.15
C.10	Ruido y vibraciones	2	+	1	1	8	2	1	1	1	1	2	2	0.23	0.10	0.27
C.15	Diversidad de fauna	19	+	2	8	8	4	1	2	1	1	4	1	0.44	0.20	0.26
C.17	Hábitat y corredores biológicos	6	+	2	4	1	4	4	4	1	4	4	2	0.38	0.10	0.32
C.20	Vista escénica	3	+	4	8	8	3	3	4	1	1	4	1	0.53	0.30	0.51

C.24	Salud y seguridad de la población	2	+	2	1	8	2	1	1	1	1	2	2	0.26	0.10	0.14
C.25	Salud y seguridad ocupacional	16	+	8	2	8	4	4	1	1	4	4	4	0.58	0.10	0.18
C.26	Riesgo ambiental	12	+	4	8	8	4	4	4	1	1	4	1	0.55	0.20	0.28

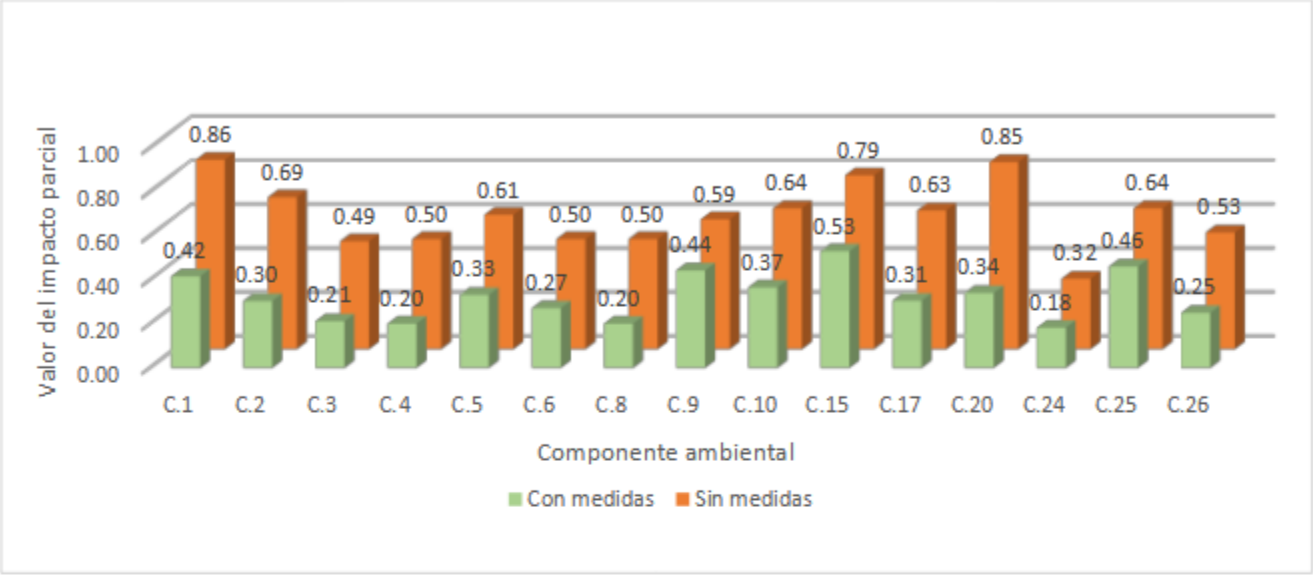
En la siguiente tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de impacto parcial del proyecto, al restar el valor parcial positivo de las medidas al valor parcial de impacto negativo, por lo cual, existe una reducción de la significancia por componente para esta etapa de operación y mantenimiento como podemos observar en la casilla final de la tabla que corresponde a la clasificación del impacto con proyecto y medidas.

Tabla IV.36 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Componente ambiental	Clasificación del impacto positivo de las medidas	Clasificación del impacto negativo del proyecto sin medidas		Clasificación del impacto con proyecto y medidas	
	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial	Significancia del Impacto	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial
Estructura geológica	0.44	0.86	A	0.42	Md
Relieve	0.39	0.69	A	0.30	Bj
Erosión	0.28	0.49	Md	0.21	Bj
Calidad del suelo	0.30	0.50	Md	0.20	Bj
Vocación del terreno	0.28	0.61	Bj	0.33	Bj
Escorrentías superficiales	0.23	0.50	Bj	0.27	Bj
Calidad del agua	0.30	0.50	Md	0.20	Bj
Calidad del aire	0.15	0.59	Md	0.44	Md
Ruido y vibraciones	0.27	0.64	A	0.37	Bj
Diversidad de fauna	0.26	0.79	Md	0.53	Md
Hábitat y corredores biológicos	0.32	0.63	Bj	0.31	Bj
Vista escénica	0.51	0.85	A	0.34	Bj
Salud y seguridad de la población	0.14	0.32	Bj	0.18	MBj
Salud y seguridad ocupacional	0.18	0.64	Md	0.46	Md
Riesgo ambiental	0.28	0.53	Md	0.25	Bj

MA=Muy alto, A=Alto, Md=Moderado, Bj=Bajo y MBj=Muy bajo.

Los valores positivos obtenidos por componente nos ayudan a visualizar el grado de la reducción del impacto parcial negativo por componente, como podemos observar en la siguiente gráfica, donde se visualizar la reducción del valor del impacto a raíz de la aplicación de las medidas propuestas:

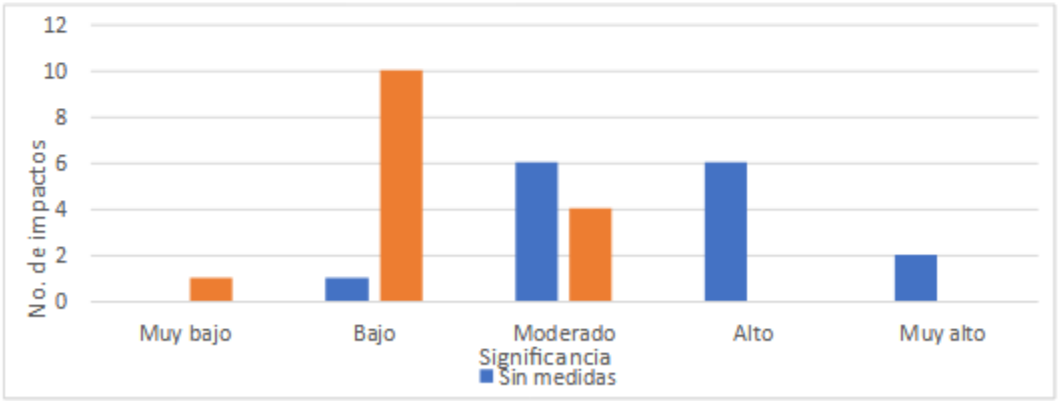


Gráfica IV. 3 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Operación y Mantenimiento).

En la gráfica anterior podemos apreciar como de manera general todos los componentes presentan una atenuación del impacto negativo; mostrando una reducción considerable en los componentes estructura geológica (C.1), calidad del aire (C.9), ruido y vibraciones (C.10), diversidad de fauna (C.15) y salud y seguridad ocupacional (C.25), ya que estos componentes son atendidos por varias medidas propuestas.

Como se puede observar, los impactos producidos en la presente etapa sobre los distintos componentes no serán mitigados en su totalidad con la aplicación de las medidas propuestas, ya que se encuentra en la etapa de operación, sin embargo, a raíz de la reducción del valor de impacto negativo, podemos apreciar en la siguiente tabla que la significancia de impacto para cada componente se reducirá a niveles importantes que se convierta en niveles de riesgosos bajos para el ambiente en general.

En la siguiente gráfica, podemos observar cómo se reducen los valores de significancia por componente para la presente etapa con la aplicación de las medidas propuestas, en donde los impactos con medidas de mitigación se concentran en significancia "Bajo" y "Moderado".



Gráfica IV. 4 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Operación y Mantenimiento.

IV.2.3.3 Cierre y post cierre

La etapa de cierre y post cierre considera actividades que son en su mayoría de ámbito positivo, por lo cual se presentan dos escenarios factibles. A continuación, se presenta evidencia cuantitativa de la efectividad de dichas medidas para la etapa en cuestión.

Tabla IV.37 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Cierre y Post cierre.

Actividad / Componente ambiental		No. de Medidas	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto positivo parcial
C.4	Calidad del suelo	11	+	4	4	3	3	3	4	4	1	4	3	0.45	Md	0.17
C.8	Calidad del agua	11	+	8	8	8	1	4	4	4	1	4	1	0.67	Sv	0.19
C.9	Calidad del aire	6	+	2	4	8	2	1	2	1	1	2	1	0.32	Md	0.15
C.10	Ruido y vibraciones	2	+	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0.14	Bj	0.37
C.20	Vista escénica	3	+	2	12	8	3	3	4	1	1	4	1	0.55	Sv	0.18
C.25	Salud y seguridad ocupacional	9	+	8	4	3	3	1	2	1	4	2	1	0.49	Md	0.17

Para el caso de la etapa Cierre y post cierre, en general, fueron pocos los componentes afectados debido a que a esa etapa la mayoría de las actividades están relacionados con el proceso de cierre y en su gran mayoría son benéficas debido a que se trata de la remediación del sitio.

Con base a lo anterior, los impactos negativos fueron sobre seis componentes ambientales, por tal motivo, las medidas planteadas que se llevaran a cabo contrarrestan la afectación residual del proyecto de manera global entendiendo que es el proceso de remediación.

En la siguiente Tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de impacto parcial del proyecto al restar el valor parcial positivo generada por las medidas al valor parcial de impacto negativo, por lo cual, existe una reducción de la significancia del impacto por componente para la presente etapa como podemos observar a continuación:

Tabla IV.38 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Cierre y Post cierre.

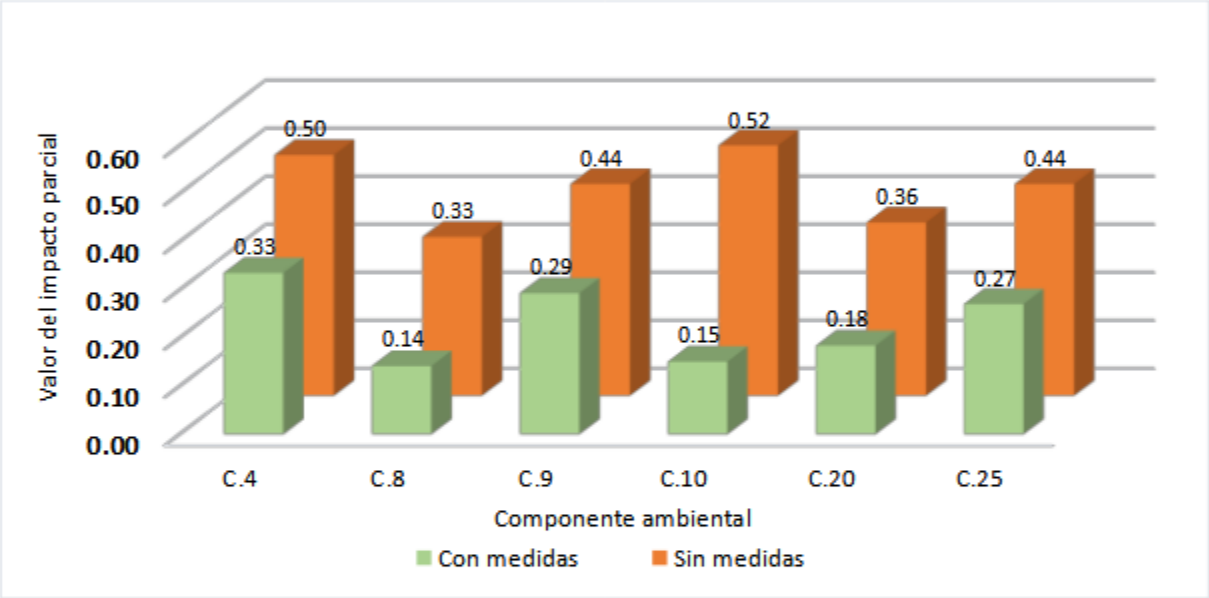
Componente ambiental	Clasificación del impacto positivo de las medidas	Clasificación del impacto negativo del proyecto sin medidas		Clasificación del impacto con proyecto y medidas	
	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial	Significancia del Impacto	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial
Calidad del suelo	0.17	0.50	Md	0.33	Bj
Calidad del agua	0.19	0.33	Bj	0.14	MBj
Calidad del aire	0.15	0.44	Md	0.29	Bj

Ruido y vibraciones	**0.37**	**0.52**	**Md**	0.15	**Md**
Vista escénica	**0.18**	**0.36**	**Bj**	0.18	**MBj**
Salud y seguridad ocupacional	**0.17**	**0.44**	**Md**	0.27	**Bj**

MA=Muy alto, A=Alto, Md=Moderado, Bj=Bajo y MBj=Muy bajo.

Como podemos observar en la tabla anterior, con la aplicación de las medidas propuestas la significancia del impacto por componente se reduce drásticamente, desapareciendo las significancias clasificadas como "Moderado" migrando la mayoría a significancia "Muy bajo".

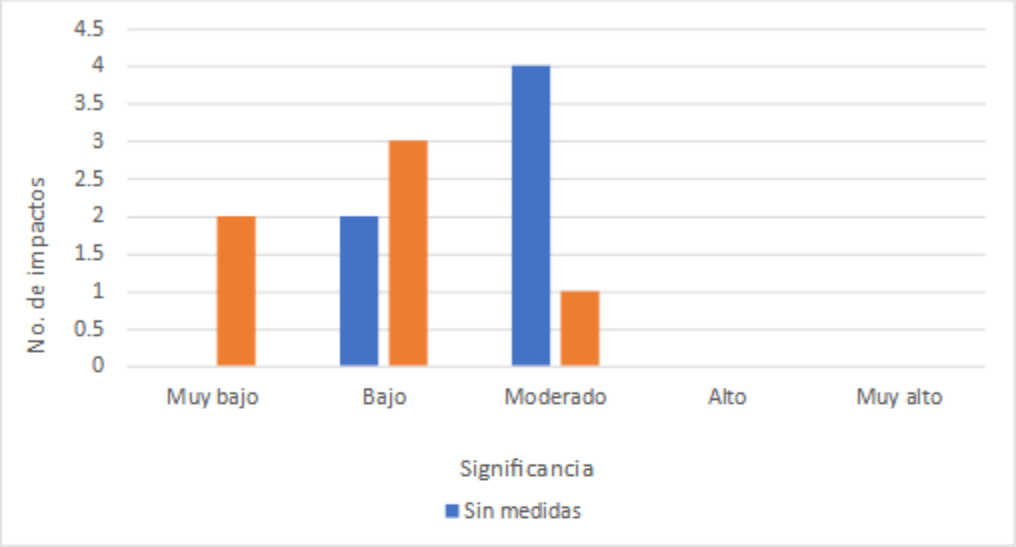
A continuación, se realiza un comparativo para esta etapa, solamente considerando los componentes que presentaron impactos negativos con la finalidad de identificar la reducción de dicho impacto. Los valores positivos obtenidos por componente nos ayudan a visualizar la reducción del impacto parcial negativo, como podemos observar en la siguiente gráfica, donde se visualiza la reducción del valor del impacto a raíz de la aplicación de las medidas propuestas:



Gráfica IV. 5 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Cierre y Post cierre).

A raíz de la reducción del valor de impacto negativo, la evaluación de significancia de impacto para cada componente se reducirá a niveles poco riesgosos para el ambiente en general. Sin embargo, la actividad de ruido y vibraciones (C.10) continuará durante esta etapa debido a que se seguirá utilizando maquinaria para los trabajos del cierre, no obstante, terminado los trabajos principales cesará dicho impacto.

En la siguiente tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de significancia por componente para la presente etapa con la aplicación de las medidas propuestas:



Gráfica IV. 6 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Cierre y Post-cierre.

IV.2.4. Impactos residuales

De acuerdo con el glosario de términos en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, tenemos la siguiente definición de **Impacto ambiental residual.** Que es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Tomando en cuenta estas definiciones podemos tomar criterios acordes a nuestra caracterización de impactos que nos ayuden a definir los impactos bajo estos conceptos.

Para poder definir que impactos cumplen con estos criterios, se tomará en cuenta las caracterizaciones realizadas con anterioridad, teniendo en cuenta que el criterio de Recuperabilidad (MC) es equivalente al concepto de residual, ya que son impactos que perduran en el tiempo más allá de la aplicación de medidas de mitigación, por lo cual son impactos que perduran en el ecosistema por tiempo indefinido. Por otra parte, los impactos Acumulativos también han sido caracterizados en las metodologías anteriores.

Tabla IV.39 Recuperabilidad (Residual).

Inmediata	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Irrecuperable
1	2	3	4	8
El factor regresa a su condición de línea base con mitigación en menos de 1 año	El factor regresa a su condición de línea base con mitigación entre 1 y 4 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en entre 4 y 20 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en más de 20 años	El factor no regresa a su condición de línea base con la aplicación de medidas de mitigación

A continuación, se presenta la tabla en donde se valoran el conjunto de interacciones negativas sobre los componentes ambientales derivado de las acciones que ejercen un impacto sobre el mismo. De esta forma, podemos evaluar si dicho componente ambiental está bajo presión de un impacto residual y/o acumulativo. Esta evaluación considera el comportamiento de los impactos a nivel de la RE, y como estos pueden o no sumar una mayor alteración sobre el medio en que se desarrollan de una manera más integral.

En la siguiente tabla, la cual es una extracción de las matrices de valoración de impactos por etapa, se muestra cuales impactos se consideran residuales:

Tabla IV.40 Valoración de impactos residuales.

ACTIVIDAD →			Preparación y construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y post cierre
ACTIVIDAD → ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Interacciones	MC	MC	MC
C.1	Estructura geológica	2		8	
C.2	Relieve	6	3	4	2
C.3	Erosión	5	2	2	1
C.4	Calidad del suelo	5	2	1	
C.5	Vocación del terreno	3	2	4	
C.6	Escorrentías superficiales	5	3	3	
C.7	Disponibilidad	3	2		
C.8	Calidad del agua	3	2	1	
C.9	Calidad del aire	9	1	1	1
C.10	Ruido y vibraciones	8	1	1	1
C.11	Contaminación lumínica	0			
C.12	Diversidad de flora	1	3		
C.13	Cobertura	1	3		
C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	1		
C.15	Diversidad de fauna	5	2	2	
C.16	Dinámicas poblacionales	3	2	3	
C.17	Hábitat y corredores biológicos	4	3	3	
C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	2		
C.19	Propagación de fauna nociva	1	1		
C.20	Vista escénica	4	4	4	
C.21	Turismo potencial	0			
C.22	Demografía	0			
C.23	Empleo y actividades económicas	10	2	2	2
C.24	Salud y seguridad de la población	1		1	
C.25	Salud y seguridad ocupacional	6	1	1	1
C.26	Riesgo ambiental	3	2	2	
C.27	Bienes y servicios	0			

Tomando en cuenta todas las etapas del proyecto y la caracterización de los impactos sobre los distintos componentes ambientales podemos observar que los impactos residuales son constantes en las tres etapas principales. A continuación, se describe aquel impacto que, a pesar de la aplicación de las medidas, no regresa a su condición de línea base:

Cambios en la estructura geológica. Este impacto se considera residual principalmente por la conformación de área de minado superficial, el cual es una excavación de gran dimensión sobre el terreno. Este tipo de impactos pueden ser considerados particularmente difícil de revertir.

Dentro del **Anexo 11. Valoración de impactos y medidas de mitigación**, se presenta el "resumen de los impactos", donde se consideraron aquellas interacciones del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración, dicho arreglo incluye los siguientes puntos.

- Etapa del proyecto
- Obra o actividad del Proyecto
- Componente ambiental en el que incide
- Sub componente ambiental en el que incide
- Impacto ambiental
- Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada (valor de significancia para la PyC = Preparación y Construcción, OyM = Operación y Mantenimiento, CyPC = Cierre y Post Cierre)
- Efectos
- Tipo de medida
- Descripción de la medida
- Periodicidad
- Etapa del proyecto
- Medible o cuantificable
- Indicador de cumplimiento

Tabla IV.41 Formato de llenado del "resumen de impacto ambiental"

Etapa del proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente ambiental en el que incide	Sub componente ambiental en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada (valor de significancia PyC)	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada (valor de significancia OyM)	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada (valor de significancia CyPC)	Efectos	Tipo de medida	Descripción de la medida	periodicidad	Etapa del proyecto	Medible o cuantificable	Indicador de cumplimiento