MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO I

CONTENIDO

I Datos generales delproyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental....2
I.1 Nombre del Proyecto....5
I.2 Ubicación del Proyecto....5
I.3 Duración del Proyecto....7
I.4 Datos generales del Promovente....8
I.2.1 Nombre o razón social....8
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente....8
1.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal....8
I.2.4 Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir u oír notificaciones....8
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio....8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Responsables Técnicos de la Elaboración del Estudio....8
Tabla I. 2. Dirección del Responsable Técnico....9

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa I. 1 Ubicación general del Proyecto que se somete a evaluación. 7

CONSULTA PÚBLICA

PRESENTACIÓN Y FUNDAMENTO JURÍDICO

Es en cumplimiento de lo dispuesto por las fracciones I, VII y XI del Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en donde se dispone 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 y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente"…

*"I.…Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos".*

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;

Con ello, se da cumplimiento también al Artículo 5º del Reglamento de la referida Ley en Materia de Impacto Ambiental, que dispone que:

"Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

…B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

…b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente…

…O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

CONSULTA PÚBLICA

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;

…S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación,

De la misma manera, esta Manifestación se presenta en su MODALIDAD REGIONAL, de acuerdo con el Artículo 11 del reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental, en el sentido de que:

"Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

…IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas"…

Dado que se trata de una Manifestación de Impacto Ambiental en Modalidad Regional, para su elaboración se da cumplimiento al Artículo 13 del Reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental, que dispone que este tipo de Manifestación debe contener:

"I. Datos generales del proyecto, del Promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

VII. Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas.

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental".

CONSULTA PÚBLICA

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

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El nombre del Proyecto es:

"REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON."

En adelante en todo el documento se denominará como "Proyecto"

Este será promovido por la *Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Gobierno de Sonora.*

Como ya se refirió, el Proyecto se enmarca jurídicamente en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Fracción I, "Vías Generales de Comunicación". Así como en el Artículo 5° de su Reglamento, Incisos B) "Vías Generales de Comunicación"; O) Cambios de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, así como en selvas y zonas áridas, y S) Obras en Áreas Naturales Protegidas.

I.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto en general se ubica en el Estado de Sonora, el cual se ubica al noroeste de la nación Mexicana en la frontera con los Estados Unidos de América, en las coordenadas geográficas extremas, al Norte 32º 29', al Sur 26º 14' de latitud Norte, al Este 108º 27' y al Oeste 115º 03'de longitud Oeste. El estado de Sonora cuenta con 1.209 km de litorales, que representa el 10.9% del total nacional y colinda al Norte con Estados Unidos de América; al Oeste con el Mar de Cortes y el estado de Baja California; al Sur con el estado de Sinaloa; y al Este con el estado de Chihuahua. Los municipios en los que incidirá el Proyecto corresponden a Ímuris, Santa Cruz y Nogales, ubicados al centro-norte del estado de Sonora

Las obras principales del Proyecto corresponden a dos Tramos de Vías Ferroviarias. el Primer Tramo se denomina "Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo", da inicio en el Km 0+000 en el municipio de Ímuris y se extiende hasta el Km 63+152.12 en el ejido Miguel Hidalgo del municipio de Santa Cruz, con una longitud de 63.1 km. El Segundo Tramo se le denomina "Tramo Conexión Frontera" inicia en la intercepción de la vía ferroviaria existente cercana al centro urbano de Nogales, municipio de Nogales en el Km 88+780 y da fin en el Km 98+366.7 de otra vía ambas concesionadas a FERROMEX, conformando una longitud de 9.586 Km.

CONSULTA PÚBLICA

El Proyecto en general, tendrá un gran impacto en la transformación en el estado de Sonora México y el estado de Arizona de Estados Unidos de Norte América, ya que se pretende establecer una estrecha relación con el vecino del norte, trayendo consigo un mayor impulso de flujo de mercancías y materiales entre los dos países, así como la reducción de tiempos de traslado de estos, de igual forma se pretende mejorar la calidad de vida entre pobladores de ambas fronteras. Por lo cual, este Proyecto tiene como finalidad potenciar los estados del noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos, mejorando las importaciones y exportaciones a través de la cuenca del Pacífico y el Continente Americano, consolidando así una región económica de carácter global.

Como ya se mencionó anteriormente, dicho Proyecto contempla la construcción de dos tramos ferroviarios nuevos, los cuales se interconectarán con la vía ferroviaria existente; en Nogales esta vía tiene una antigüedad de 140 años y actualmente atraviesa el centro urbano de la ciudad, generando cierta problemática vial y siniestros ocasionales derivado del mal estado de las intercepciones teniendo como consecuencia pérdidas humanas y materiales. Aunado a lo anterior, la vía existente actualmente atraviesa la ciudad, por lo que al realizar los trámites aduanales se presenta un bloqueo temporal en diversas partes de la ciudad ocasionando una parálisis de tránsito de hasta 30 minutos, por lo que se pretende solucionar este problema con la construcción del Libramiento en el Tramo Conexión Frontera.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Por lo que, en conjunto, las acciones antes mencionadas permitirán crear un corredor comercial que conecte a México y Canadá a través de Estados Unidos, con un aumento en el número de trenes diarios de hasta 24 (en comparación con los 4-6 actuales que recorren la región), gracias a la expansión y modernización prevista.

El Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo contempla su inicio en el Km 0+000 en las coordenadas UTM X: [redacted] en el municipio de Ímuris y se extenderá hasta el Km 63+152.12 de coordenadas [redacted] en el municipio de Santa Cruz, teniendo una longitud de 63.1 Km y un ancho de DDV variable, en donde se contemplan 20 estructuras mayores de las cuales 19 corresponden a puentes de longitud variable y un PSV. Así como la construcción de 133 obras de drenaje menor.

El Tramo Conexión Frontera, da inicio en la intercepción de la vía existente de FERROMEX en el Km 88+780, en las coordenadas [redacted] y finaliza en el Km 98+366.7 de otra vía concesionada a FERROMEX en el punto con las coordenadas UTM X: [redacted] en el municipio de Nogales, con una longitud de 9.586 Km y un ancho de DDV variable. Este tramo contempla la construcción de un puente y un túnel. Así como la construcción de un Patio de Maniobras conformado por un peine de 13 vías de ferrocarril dispuestas paralelamente a la vía principal del tramo reubicado, el patio tendrá una longitud aproximada de 3.08 km y contará con instalaciones para el SAT, aduana, taller, edificio operativo, zona de carga y descarga, zona de combustibles incluyendo una estación de servicio y un edificio canino.

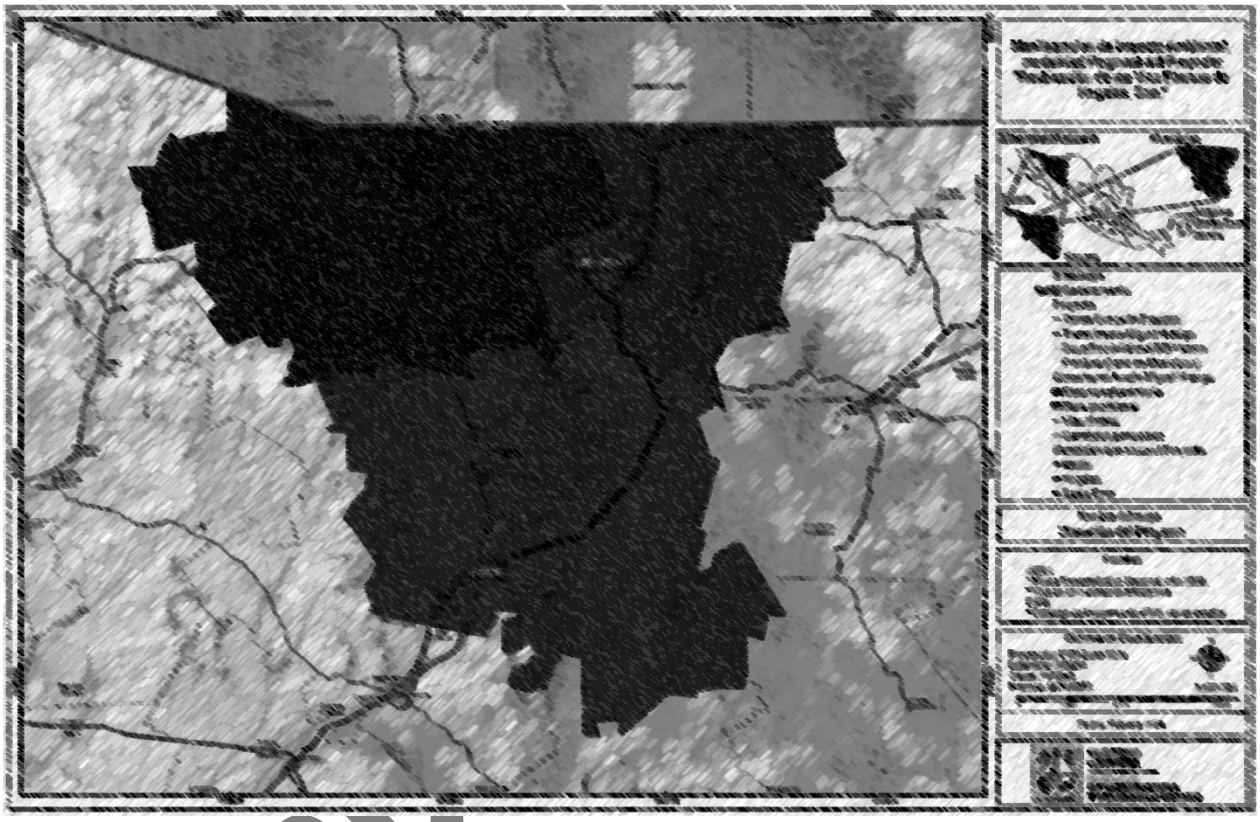
Además de que se contemplan instalaciones provisionales inherentes a la etapa constructiva del Proyecto, como patios de maquinaria, talleres, almacenes, bancos, etc.

CONSULTA PÚBLICA

Finalmente, el Proyecto contempla la habilitación y mantenimiento de obras de drenaje menor en el Tramo existente entre el Tramo Conexión Frontera y el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo.

En el siguiente Mapa puede observarse la ubicación general del Proyecto y sus componentes

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa I. 1 Ubicación general del Proyecto que se somete a evaluación.

CONSULTA

I.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

El período de tiempo estimado para la construcción del Proyecto (etapas de Preparación del Sitio y Construcción) es de aproximadamente 21 meses. Mientras que la etapa de Operación y Mantenimiento considera un periodo de 50 años, mismo que podría prolongarse por el mantenimiento que se le proporcione al Proyecto

I.4 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

El Promovente del Proyecto es la Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Gobierno de Sonora (SIDUR)

En el **Anexo I.1** se integra la documentación legal del Promovente (INE y Nombramiento).

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

[redacted]

En Anexo I.1 se puede consultar la documentación en copia simple de la personalidad del Representante Legal de la Promovente del Proyecto

1.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

ING. GODOFREDO GARDNER ANAYA

Secretario de Infraestructura y Desarrollo Urbano, Gobierno de Sonora

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

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

- [redacted]
- [redacted]

I.2.5 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Nombre de la Empresa **Grupo SELOME, S.A. de C.V.**
Director General: Sergio A. López Noriega
Correo electrónico: [redacted]

1.2.5.1 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

- [redacted]

1.2.5.2 Nombre del responsable técnico del estudio

Los datos del responsable técnico del Estudio se presentan a continuación:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I. 1 Responsables Técnicos de la Elaboración del Estudio

[redacted]

Cabe señalar que además se integró un equipo interdisciplinario de Especialistas en distintas áreas ambientales que son parte del área de Consultoría y Ciencia de Grupo Selome S.A de C.V., que colaboró en la elaboración de los apartados del estudio y sus Programas Ambientales.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

I.2.5.3 Dirección del responsable técnico del estudio

La dirección del Responsable Técnico es la siguiente.

Tabla I. 2. Dirección del Responsable Técnico

[redacted]

En **Anexo I. 2.** Se presenta la documentación del Responsable Técnico

CONSULTA PÚBLICA

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO II

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 6
II Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo 7
II.1 Información general del Proyecto, Plan o Programa 7
II.1.1 Naturaleza del Proyecto, Plan o Programa 9
II.1.2 Justificación 10
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del Proyecto 11
II.1.3.1 Municipios por los que cruzará el Proyecto 17
II.1.3.2 Representación gráfica regional 19
II.1.3.3 Representación gráfica local del Proyecto 21
II.1.4 Dimensiones del Proyecto 22
II.1.4.1 Superficies de obras complementarias 24
II.1.4.2 Puentes y obras de drenaje menor 39
II.1.4.3 Superficie de ceros y demasías 51
II.1.4.4 Superficies de obras provisionales 52
II.1.4.5. Obras asociadas 67
II.1.4.6 Obra inducida 76
II.1.4.1 Resumen de superficies requeridas para el Proyecto 77
II.1.4.7 Usos de Suelo y Vegetación en la Superficie del Proyecto 78
II.1.5 Inversión requerida 80
II.2 Características particulares del Proyecto, Plan o Programa 80
II.2.1 Programa de trabajo 80
II.2.2 Preparación del Sitio y Construcción 82
II.2.2.1 Preparación del Sitio 82
II.2.2.2 Construcción 83
II.2.3 Operación y mantenimiento 114
II.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 114
II.2.5 Residuos 115
II.2.5.1 Manejo de los residuos generados durante la etapa constructiva 116
II.2.8 Generación de gases efecto invernadero (GEI) 119

CONSULTA PÚBLICA

II.2.8.1 Identificar por etapas del Proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero 119

II.2.8.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20 entre otros 122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Especificaciones geométricas del Proyecto 7
Tabla II. 2. Especificaciones geométricas del Patio de Maniobras 8
Tabla II. 3. Especificaciones geométricas del túnel 8
Tabla II. 4. Cadenamiento del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. 11
Tabla II. 5. Cadenamiento del Tramo Conexión-Frontera 15
Tabla II. 6. Municipios por donde cruzará el Proyecto 18
Tabla II. 7. Superficies de ocupación en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo 23
Tabla II. 8. Superficies de ocupación en el Tramo Conexión-Frontera 23
Tabla II. 9. Superficie total solicitada para autorización 24
Tabla II. 10. Superficies del Patio de maniobras. 33
Tabla II. 11. Superficies de afectación de los portales de entrada y salida del túnel. 35
Tabla II. 12. Puentes del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. 40
Tabla II. 13. Características del puente en el Tramo Conexión-Frontera 41
Tabla II. 14. Obras de drenaje menor en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo 42
Tabla II. 15. Obras de drenaje menor en el Tramo Conexión-Frontera 48
Tabla II. 16. Cruces adicionales al Proyecto 50
Tabla II. 17. Superficies en demasías del Proyecto por Tramo 51
Tabla II. 18. Cuadro de construcción Almacén 01 km 46+250. 54
Tabla II. 19. Cuadro de construcción Almacén 02 km 62+250 55
Tabla II. 20. Cuadro de construcción Km 28+500 Patio de maquinaria 01 57
Tabla II. 21. Cuadro de construcción Km 52+000 Patio de maquinaria 02. 58
Tabla II. 22. Cuadro de construcción Km 53+083 Patio de maquinaria 03. 59
Tabla II. 23. Cuadro de construcción Km 53+112 Patio de maquinaria 04. 60
Tabla II. 24. Cuadro de construcción Km 54+261 Patio de maquinaria 05 61
Tabla II. 25. Cuadro de construcción Km 54+400 Patio de maquinaria 06 62
Tabla II. 26. Cuadro de construcción Polígono 1 de patio de maniobras de construcción Puente 20. 63
Tabla II. 26. Cuadro de construcción Polígono 2 de patio de maniobras de construcción puente 20 64
Tabla II. 27. Cuadro de construcción del polígono para el campamento 66
Tabla II. 28. Bancos de materiales del Proyecto. 68
Tabla II. 29. Cuadro de construcción Km 42+300 Banco de materiales “Rancho la Concordia” 68
Tabla II. 30. Cuadro de construcción Km 47+450 Banco de materiales “De la Rosa” 70
Tabla II. 31. Cuadro de construcción Km 47+650 Banco de materiales “Cerro el Peinado” 71
Tabla II. 32. Cuadro de construcción Km 53+040 banco de materiales “San Carlos” 73

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II. 33. Cuadro de construcción del sitio de desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 1 74
Tabla II. 34. Cuadro de construcción del sitio de desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 2 75
Tabla II. 35. Resumen de superficie total requerida para el Proyecto. 77
Tabla II. 36. Superficie por Cambio de Uso de Suelo y Vegetación 78
Tabla II. 37. Programa de obra. 81
Tabla II. 38. Especificaciones estándar para Proyectos ferroviarios. 88
Tabla II. 39. Residuos que podrían generarse en la realización del Proyecto 116
Tabla II. 40. Incompatibilidad entre residuos 117
Tabla II. 41. Reactividad entre residuos generados en la construcción del Proyecto. 117
Tabla II. 42. Código de reactividad 118
Tabla II. 43. Vehículos y maquinaria a utilizar por etapa de construcción 120
Tabla II. 44. Materiales, equipos y herramientas requeridas para el Proyecto. 121
Tabla II. 45. Estimación de GEI para el Proyecto. 124

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa II. 1. Planta general Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. 16
Mapa II. 2. Planta General Tramo Conexión-Frontera. 17
Mapa II. 3. Municipios por donde cruza el Proyecto. 18
Mapa II. 4. Vías de acceso del Proyecto. 19
Mapa II. 5. Representación gráfica del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo a nivel local 20
Mapa II. 6. Representación gráfica del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo a nivel local 21
Mapa II. 7. Representación gráfica del Tramo Conexión-Frontera a nivel local 22
Mapa II. 8. Planta general del Patio de Maniobras en Tramo Conexión-Frontera 33
Mapa II. 9. Planta general del Túnel. 34
Mapa II. 10. Tipo de uso de suelo y vegetación en el SAR del Proyecto. 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Plano de Edificio operativo. 25
Figura II. 2. Plano de Edificio operativo (fachadas). 26
Figura II. 3. Plano de Almacén 27
Figura II. 4. Plano de Taller 28
Figura II. 5. Plano de Taller (fachadas) 28
Figura II. 6. Plano de Casetas. 29
Figura II. 7. Plano de Zona de carga y descarga. 30
Figura II. 8. Plano de Edificio canino. 31
Figura II. 9. Plano de zona de combustibles 32
Figura II. 10. Plano planta general del Proyecto del túnel (ver Anexo II.1.) 35
Figura II. 11. Sección tipo del túnel. 36
Figura II. 12. Plano del portal de entrada. 37
Figura II. 13. Detalles de la lumbrera 38

CONSULTA PÚBLICA

Figura II. 14. Alcantarilla típica de losa. 49
Figura II. 15. Alcantarilla típica de tubos de PEAD 50
Figura II. 16. Ubicación del Almacén 01 km 46+250. 55
Figura II. 17. Ubicación del Almacén 02 km 62+250 56
Figura II. 18. Ubicación del patio de maquinaria Km 28+500 58
Figura II. 19. Ubicación del patio de maquinaria Km 52+000. 59
Figura II. 20. Ubicación del patio de maquinaria Km 53+083. 60
Figura II. 21. Ubicación del patio de maquinaria Km 53+112. 61
Figura II. 22. Ubicación del patio de maquinaria Km 54+261. 62
Figura II. 23. Ubicación del patio de maquinaria Km 54+400. 63
Figura II. 24. Ubicación del patio de maniobras de construcción del puente 20 en el km 62+300 64
Figura II. 25. Ubicación del sitio de desplante del Campamento de obra. 67
Figura II. 26. Banco de materiales “Rancho la Concordia” Km 42+300. 69
Figura II. 27. Banco de materiales “De la Rosa” Km 47+450. 71
Figura II. 28. Banco de materiales “Cerro el Peinado” Km 47+650. 73
Figura II. 29. Banco de materiales “San Carlos” Km 53+040 74
Figura II. 30. Sito para desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 1 75
Figura II. 31. Sito para desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 2 76
Figura II. 32. Ubicación de la torre de CFE a reubicar. 77
Figura II. 33. Sección transversal típica en terraplén. 84
Figura II. 34. Sección transversal aprobada para el Proyecto. 86
Figura II. 35. Especificaciones estándar para Proyectos ferroviarios. 88
Figura II. 36. Ejemplo de dique a base de costaleras durante la construcción de la cimentación de un puente en el lecho de un río. 93
Figura II. 37. Ejemplo de un dique a base de tablestacas durante la construcción de la cimentación de un puente en el lecho de un río. 94
Figura II. 38. Esquema tipo de la colocación de gaviones en los márgenes de un río. 96
Figura II. 39. La imagen muestra un ejemplo de la colocación de las costaleras. 97
Figura II. 40. Esquema de la colocación de malla para retención de caídos en taludes. 98
Figura II. 41. Esquema tipo de la colocación de una barrera de concreto en los márgenes de un río. 99
Figura II. 42. Esquema tipo de la losa de protección en estribo de puente como barrera de protección. 100
Figura II. 43. Ancla típica con torones. 102
Figura II. 44. Distribución de la colocación de anclas activas, anclas de sujeción para malla, drenes y malla de tripe torsión 103
Figura II. 45. Fases de excavación y definición de la línea de excavación mínima del túnel. 104
Figura II. 46. Etapa I de avance en el túnel. 105
Figura II. 47. Etapa II de avance en el túnel. 106
Figura II. 48. Etapa III de avance en el túnel. 107
Figura II. 49. Etapa IV de avance en el túnel. 108
Figura II. 50. Detalle del recubrimiento final en el túnel. 109

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE FOTOS

Foto II. 1. Ejemplo de una oficina móvil en obra. 53
Foto II. 2. Ejemplo de sanitario portátil en obra 53
Foto II. 3. Ejemplo de Almacén de obra y bodega. 54
Foto II. 4. Ejemplo de Patio de Maquinaria en obra 57
Foto II. 5. Ejemplo de taller para reparaciones y mantenimiento de la maquinaria de construcción. 65
Foto II. 6. Ejemplo de la perforación armado y colocación de pilas de cimentación. 91
Foto II. 7. Trabe tipo Nebraska NU-240 tipo. 92
Foto II. 8. Ejemplo de colocación de gaviones instalados en las márgenes de un río. 96
Foto II. 9. Ejemplos de la estabilización de los taludes a base del sistema de mallas metálicas. 98

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

FUNDAMENTO JURÍDICO

La descripción de las obras y actividades del Proyecto que se presenta a continuación se realiza dentro del marco legal de los Artículos 9° y 10° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) en donde se especifican dos modalidades de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA): la Particular y la Regional, que para este caso aplica la segunda por la naturaleza del Proyecto. Así como del Artículo 13 del mismo REIA, Fracción II que determina la "Descripción del Proyecto". En cumplimiento de lo anterior, se presenta la información contenida en este Capítulo.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

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

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El Proyecto consiste principalmente en la construcción de dos libramientos ferroviarios que se ubicarán en la parte norte del estado de Sonora, contarán con una longitud de 63.152 km y 9.586 km y se denominan para el presente Estudio como “Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo” y “Tramo Conexión Frontera” respectivamente; el primer Tramo iniciará en el cadenamiento 0+000 en la conexión con el kilómetro 69+925 de la línea existente “vía Pacífico Norte” en el municipio de Ímuris y se extenderá en dirección noreste hasta el Km 63+152.12 en el municipio de Miguel Hidalgo en el conectando con la línea existente “vía corta Nacozari” a la altura del kilómetro 35+394.34. El segundo Tramo inicia en el cadenamiento 88+780 donde se conecta con la línea existente “vía corta Nacozari” a la altura del kilómetro 10+274.78 en el municipio de Nogales y finaliza en el cadenamiento de Proyecto 98+366.7 del mismo municipio dentro de la zona urbana de la localidad de Nogales en Sonora, ambas líneas existentes se encuentran a cargo de la empresa “Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V.”

El Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo contempla la construcción de 20 puentes y 2 PSF (San Lázaro y Mina de Yeso), por otra parte, el Tramo Conexión-Frontera contempla la construcción de un puente, un túnel, y un patio de maniobras, éste último incluye una zona de operaciones administrativas, zona de carga y descarga, almacén, taller de mantenimiento, área de combustibles, aduana y un edificio para el SAT y edificio canino entre otras áreas que formarán parte de la propia infraestructura del patio de maniobras. Todas las anteriores son consideradas como obras complementarias al Proyecto.

En la siguiente tabla, se resumen las especificaciones geométricas para los Tramos del Proyecto.

Tabla II. 1. Especificaciones geométricas del Proyecto

Características del Proyecto	
Especificaciones geométricas del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo	**Proyecto**
Cadenamiento de inicio	0+000
Cadenamiento final	63+152.12
Longitud Total	6.315212 m2
Ancho del DDV	variable
Superficie de Derecho de Vía	378.870425 ha
Puentes	20
Obras de drenaje menor	133 en Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y 13 en Tramo Conexión Frontera
Especificaciones geométricas del Tramo Conexión-Frontera	**Proyecto**
Cadenamiento de inicio	88+780

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Características del Proyecto	
Cadenamiento final	98+366.7
Longitud Total	9.586 km
Ancho del DDV	variable
Superficie de Derecho de Vía por reubicación del Tramo Conexión-Frontera	14.511327 ha
Superficie de Derecho de Vía por Patio de maniobras	74.039265 ha
Superficie Total de Derecho de Vía	53.9790 ha
Puentes	1
Túnel	1
Obras de drenaje menor	6

El Proyecto incluye la construcción de un Patio de Maniobras conformado por un peine de 13 vías de ferrocarril dispuestas paralelamente a la vía principal del Tramo reubicado, el patio tendrá una longitud aproximada de 3.08 km y contará con instalaciones para el SAT, aduana, taller, edificio operativo, zona de carga y descarga, zona de combustibles, zona para instalaciones de combustibles incluyendo una estación de servicio y un edificio canino.

Las especificaciones geométricas del Patio de Maniobras se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II. 2. Especificaciones geométricas del Patio de Maniobras

Concepto	Características
Cadenamiento de inicio	92+000
Cadenamiento final	95+080
Longitud Total	3.08km
Ancho del DDV	variable
Superficie de Derecho de Vía	53.9790 ha

Otra obra complementaria al Proyecto es la construcción de un túnel en la parte final del Tramo Conexión-Frontera el cual iniciará en el cadenamiento 95+700 y terminará en el cadenamiento 97+942 de dicho Tramo. El túnel tendrá un ancho de sección transversal total de 4.91 m y un gálibo de 7.95 m, las características generales de esta obra complementaria se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II. 3. Especificaciones geométricas del túnel

Especificaciones geométricas del túnel	Proyecto
Cadenamiento de inicio	95+700
Cadenamiento final	97+942
Longitud Total	2.242 km
Ancho de vías	1.5 m
Ancho del túnel	4.91 m
Gálibo del túnel	7.95 m

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Como parte de las obras complementarias se tiene proyectada la construcción de 20 puentes, de los cuales, uno de ellos es un PSV en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y un puente en el Tramo Conexión-Frontera. Todos los puentes tendrán una estructura a base de losas de concreto reforzado en diversas longitudes apoyadas en Trabes UN 240, que a su vez están instaladas en cabezales, dispuestas con columnas que sujetarán las zapatas con pilas de cimentación. Las características geométricas de los puentes se mostrarán en un apartado posterior, así como en el anexo correspondiente.

Además de lo anterior, el Proyecto contempla la construcción de algunas obras provisionales las cuales son de carácter temporal como caminos de acceso, patios de maquinaria, sitios para almacenamiento de insumos, bodegas y un campamento para dar alojamiento a una parte del personal de construcción. En un apartado posterior serán ubicados y detallados estos sitios.

Asimismo, se contempla una obra inducida por la reubicación de una torre de transmisión perteneciente a la CFE y algunas obras consideradas asociadas al Proyecto constituidas por los bancos de materiales para los cuales se solicitará la autorización como parte del presente documento.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.1 Naturaleza del Proyecto, Plan o Programa

El Proyecto consiste en la construcción de dos Tramos ferroviarios nuevos, los cuales se interconectarán con la vía ferroviaria existente, La actual vía que proviene del puerto de Guaymas y cruza por Hermosillo llega finalmente a Nogales, esta vía tiene una antigüedad de 140 años y actualmente atraviesa el centro urbano de la ciudad de Nogales, lo cual genera problemas viales derivado del mal estado de las intersecciones teniendo como consecuencia pérdidas humanas y materiales; aunado a lo anterior, la vía existente que actualmente atraviesa la ciudad provoca que al realizar los trámites aduanales se presenten bloqueos temporales en diversas partes de la ciudad ocasionando una parálisis de tránsito de hasta 30 minutos. Para solucionar este problema se ha propuesto la construcción del Libramiento en dos Tramos, en el primero se efectuará un desvío en la trayectoria por el lado este de la localidad de Ímuris rodeando la cadena de montañas “Las Muchachas”, “El Pinito” y “Cajón de los Negros” de forma paralela al río Cocóspera para interceptar eventualmente la trayectoria de la línea TA proveniente de Agua Prieta, esto permitirá desviar el transito ferroviario hacia el segundo Tramo propuesto de libramiento ubicado a 6 kilómetros en dirección este de la ciudad de Nogales el cual incluye la construcción de un patio de maniobras para de esta forma hacer pasar todo el tránsito ferroviario hacia EU por este importante punto de revisión y control.

El Proyecto en su totalidad tiene como finalidad potenciar y mejorar el flujo de mercancías entre los estados del noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos y forma parte de los objetivos de reubicación de vías férreas explicados en el Plan Municipal de Desarrollo Nogales 2022-2024.

Objetivos del Proyecto

- El Proyecto permitirá reducir los tiempos de traslado y maniobras de ferrocarriles de carga en la zona evitando el congestionamiento en la vía existente a la vez que disminuirá la

probabilidad de accidentes en virtud del mejoramiento en las operaciones ejecutadas por trenes de carga a lo largo del tiempo.

- El Patio de maniobras permitirá contar con superficies y obras adecuadas para la realización de operaciones de enganche y desenganche de vagones, movimientos direccionales y de espera, pero sobre todo permitirá mejorar el control e inspección de todos los ferrocarriles que crucen hacia EU.
- La construcción del Proyecto permitirá aumentar la velocidad de tránsito de los ferrocarriles desalentando el vandalismo debido a las bajas velocidades que actualmente presenta el flujo de ferrocarriles en la zona.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Al respecto es importante mencionar que el Proyecto tiene un avance en la construcción, el cual se reporta en el Anexo “Reporte de Avance de Obra” del Proyecto Reubicación de Vías Férreas de Nogales, Son. Dicho avance se sustenta en la Autorización Provisional de la MIA-R, con No. de Oficio SRA/DGIRA/DG-01868-23 emitido el 12 de mayo del 2023, (ver en Anexo A).

CONSULTA PÚBLICA

II.1.2 JUSTIFICACIÓN

El Proyecto se construye en respuesta a la necesidad de contar con un corredor comercial que conecte a México y Canadá a través de Estados Unidos aumentando en el número de trenes diarios hasta 24, en comparación con los 4 a 6 que actualmente circulan por la línea de conexión Nogales TA. Asimismo, la construcción del Proyecto permitirá disminuir los tiempos de traslado sacando la circulación de ferrocarriles del área urbana de Nogales y mejorando con ello la seguridad, al evitar los cruzamientos con la vía ferroviaria, lo anterior evidentemente repercutirá en una disminución significativa de gases de efecto invernadero generados por el tránsito actual de los ferrocarriles en la zona urbana así como por los automóviles durante su tiempo de espera en los cruzamientos con la vía de ferrocarril mejorando la calidad del aire en dicha zona urbana.

El Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo permitirá desviar el tránsito ferroviario por el lado este de la localidad de Ímuris para eventualmente conectarlo con la vía de la línea TA proveniente de la ciudad de Agua Prieta que conduce hacia al Tramo Conexión-Frontera pasando por el patio de maniobras y finalmente por el túnel proyectado evitando así su paso también por la ciudad de Nogales.

La selección del sitio para la implementación del Proyecto estuvo dirigida en función de las ventajas geométricas, comerciales y estratégicas que ofrecía desviar la ruta para conectarla con la línea TA existente permitiendo que todo el flujo ferroviario proveniente del puerto de Guaymas y Hermosillo se una con el proveniente de Cananea y Agua Prieta y con ello mejorar la inspección y control en su paso por el patio de maniobras.

El Patio de maniobras proporcionará la infraestructura ferroviaria necesaria para realizar los movimientos y maniobras mediante los cuales será posible agilizar las operaciones de aduana con eficiencia y seguridad para el cruce de productos por la frontera hacia los EU, esto también permitirá mejorar la dispersión de contaminantes en virtud de que el patio se localizará fuera de la zona urbana de Nogales. Asimismo, el túnel proyectado permitirá reducir afectaciones directas a la zona urbana por debajo de la cual se desarrollará ya que únicamente afectará la zona del portal de salida y la lumbrera intermedia.

En conjunto, el Proyecto y sus obras complementarias facilitarán el flujo de productos hacia Estados Unidos.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El Proyecto se localiza en el estado de Sonora, ubicado al noroeste de México, en la frontera con los Estados Unidos, en las coordenadas geográficas extremas: al Norte 32º 29', al Sur 26º 14' de latitud Norte, al Este 108º 27' y al Oeste 115º 03'de longitud Oeste. El estado de Sonora cuenta con una superficie de 179,355 km^2 que representa el 9.13% del total nacional y colinda al Norte con Estados Unidos; al Oeste con el Mar de Cortes y el estado de Baja California; al Sur con el estado de Sinaloa; y al Este con el estado de Chihuahua.

Como ya se explicó, el Proyecto consta de dos Tramos de vías de ferrocarril, el primer Tramo se denomina "Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo", este tendrá una longitud de 63.152 km, e iniciará en el cadenamiento 0+000 [redacted] en la conexión con el kilómetro 69+925 de la vía férrea existente "vía Pacífico Norte" en el municipio de Ímuris y terminará en el Km 63+152.12 [redacted] en el municipio de Santa Cruz conectando con la vía férrea existente "vía corta Nacozari" a la altura del kilómetro 35+394.34. El segundo Tramo se denomina "Tramo Conexión Frontera", iniciará en el cadenamiento del Km 88+780 [redacted] donde se conectará con la vía férrea existente "vía corta Nacozari" a la altura del cadenamiento del Km 10+274.78 en el municipio de Nogales y finalizará en el cadenamiento de Proyecto Km 98+366.7 [redacted]: [redacted] dentro de la zona urbana de la localidad de Nogales, Sonora. Como se ha mencionado, ambas líneas o vías férreas a las que se conectarán los dos Tramos del proyecto se encuentran concesionadas a la empresa "Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V." (FERROMEX).

En las siguientes tablas se enlistan los cadenamientos con estaciones a cada 500 metros de cada uno de los Tramos mencionados:

Tabla II. 4. Cadenamiento del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo.

Cadenamiento (Km)	X_{UTM}	Y_{UTM}
0+000	[redacted]	
0+500		
1+000		
1+500		
2+000		
2+500		
3+000		
3+500		
4+000		
4+500		

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Cadenamiento (Km)	X_{UTM}	Y_{UTM}
5+000	[redacted]	
5+500		
6+000		
6+500		
7+000		
8+000		
8+500		
9+000		
9+500		
10+000		
10+500		
11+000		
11+500		
12+000		
12+500		
13+000		
13+500		
14+000		
14+500		
15+000		
15+500		
16+000		
16+500		
17+000		
17+500		
18+000		
18+500		
19+000		
19+500		
20+000		
20+500		
21+000		
21+500		
22+000		
22+500		
23+000		
23+500		
24+000		

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Cadenamiento (Km)	X_{UTM}	Y_{UTM}
24+500	[redacted]	
25+000		
25+500		
26+000		
26+500		
27+000		
27+500		
28+000		
28+500		
29+000		
29+500		
30+000		
30+500		
31+000		
31+500		
32+000		
32+500		
33+000		
33+500		
34+000		
34+500		
35+000		
35+500		
36+000		
36+500		
37+000		
37+500		
38+000		
38+500		
39+000		
39+500		
40+000		
40+500		
41+000		
41+500		
42+000		
42+500		
43+000		
43+500		

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Cadenamiento (Km)	X_{UTM}	Y_{UTM}
44+000	[redacted]	
44+500		
45+000		
45+500		
46+000		
46+500		
47+000		
47+500		
48+000		
48+500		
49+000		
49+500		
50+000		
50+500		
51+000		
51+500		
52+000		
52+500		
53+000		
53+500		
54+000		
54+500		
55+000		
55+500		
56+000		
56+500		
57+000		
57+500		
58+000		
58+500		
59+000		
59+500		
60+000		
60+500		
61+000		
61+500		
62+000		
62+500		
63+000		

Cadenamiento (Km)	X_{UTM}	Y_{UTM}
63+152.12	[redacted]	

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

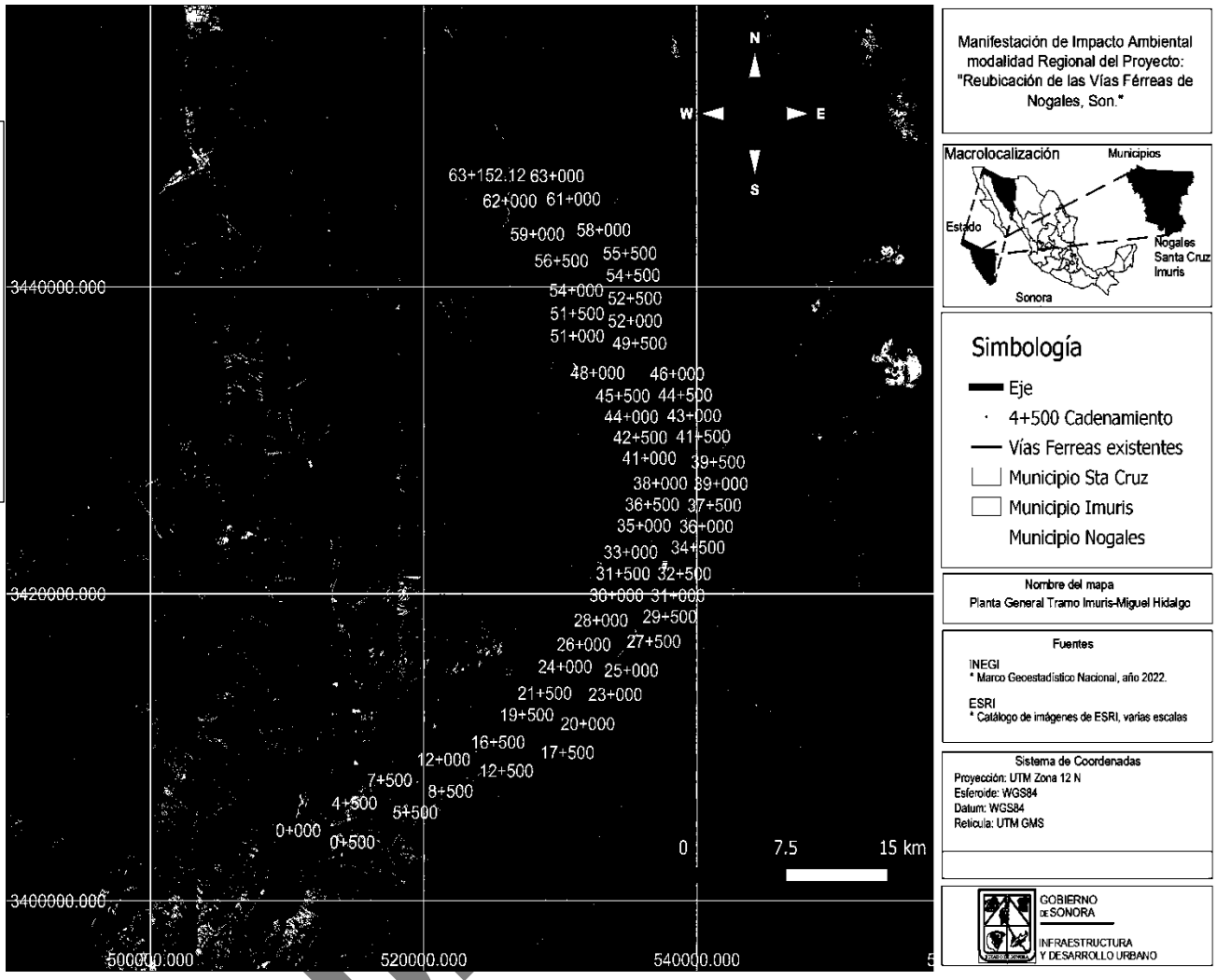
Tabla II. 5. Cadenamiento del Tramo Conexión-Frontera

Cadenamiento (km)	X_{UTM}	Y_{UTM}
88+780	[redacted]	
89+000		
89+500		
90+000		
90+500		
91+000		
91+500		
92+000		
92+500		
93+000		
93+500		
94+000		
94+500		
95+000		
95+500		
96+000		
96+500		
97+000		
97+500		
98+000		
98+366.7		

CONSULTA

La ubicación gráfica del Proyecto se puede ver en el siguiente mapa.

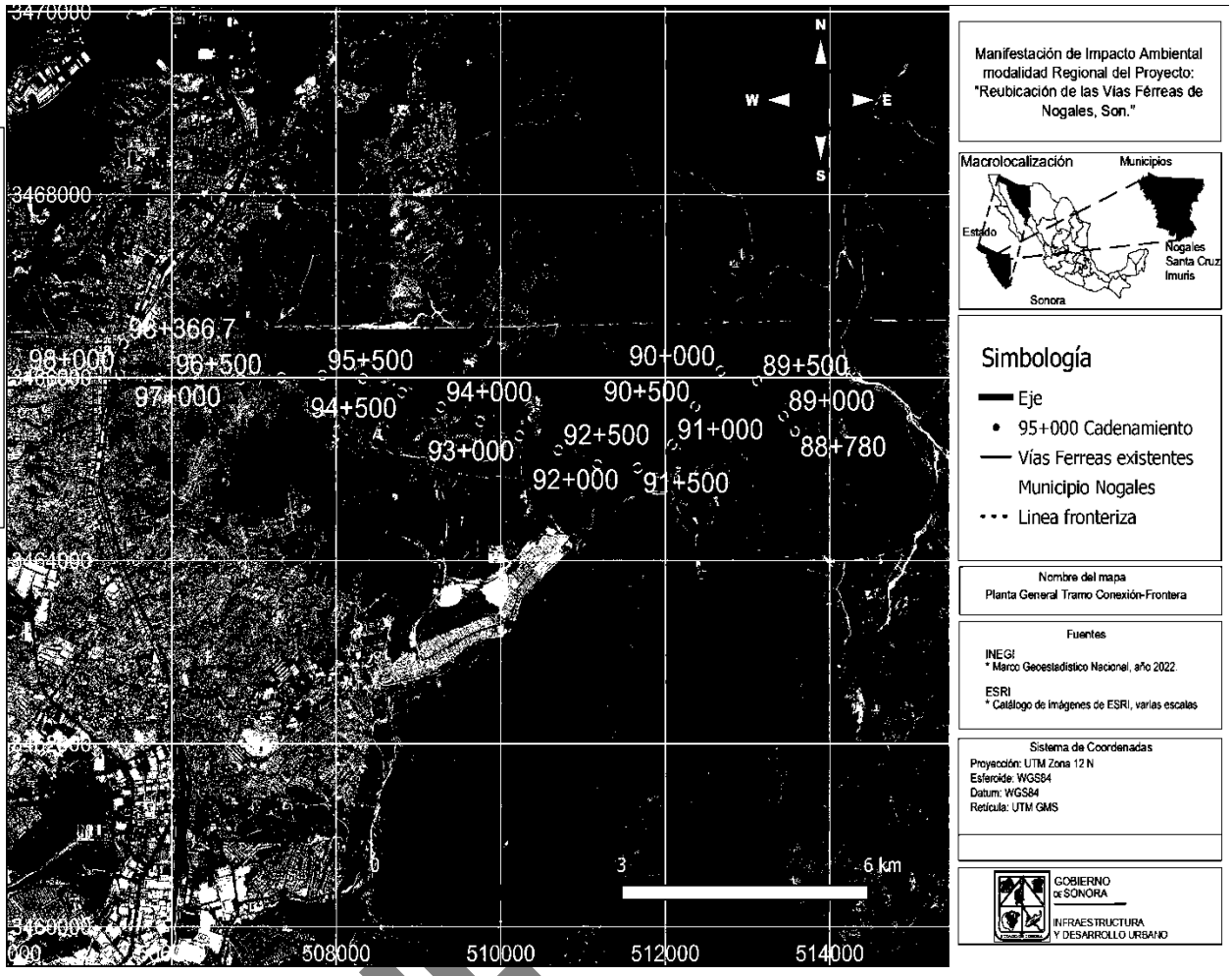
Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa II. 1. Planta general Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo.

CONSULTA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa II. 2. Planta General Tramo Conexión-Frontera.

CONSULTA

II.1.3.1 Municipios por los que cruzará el Proyecto

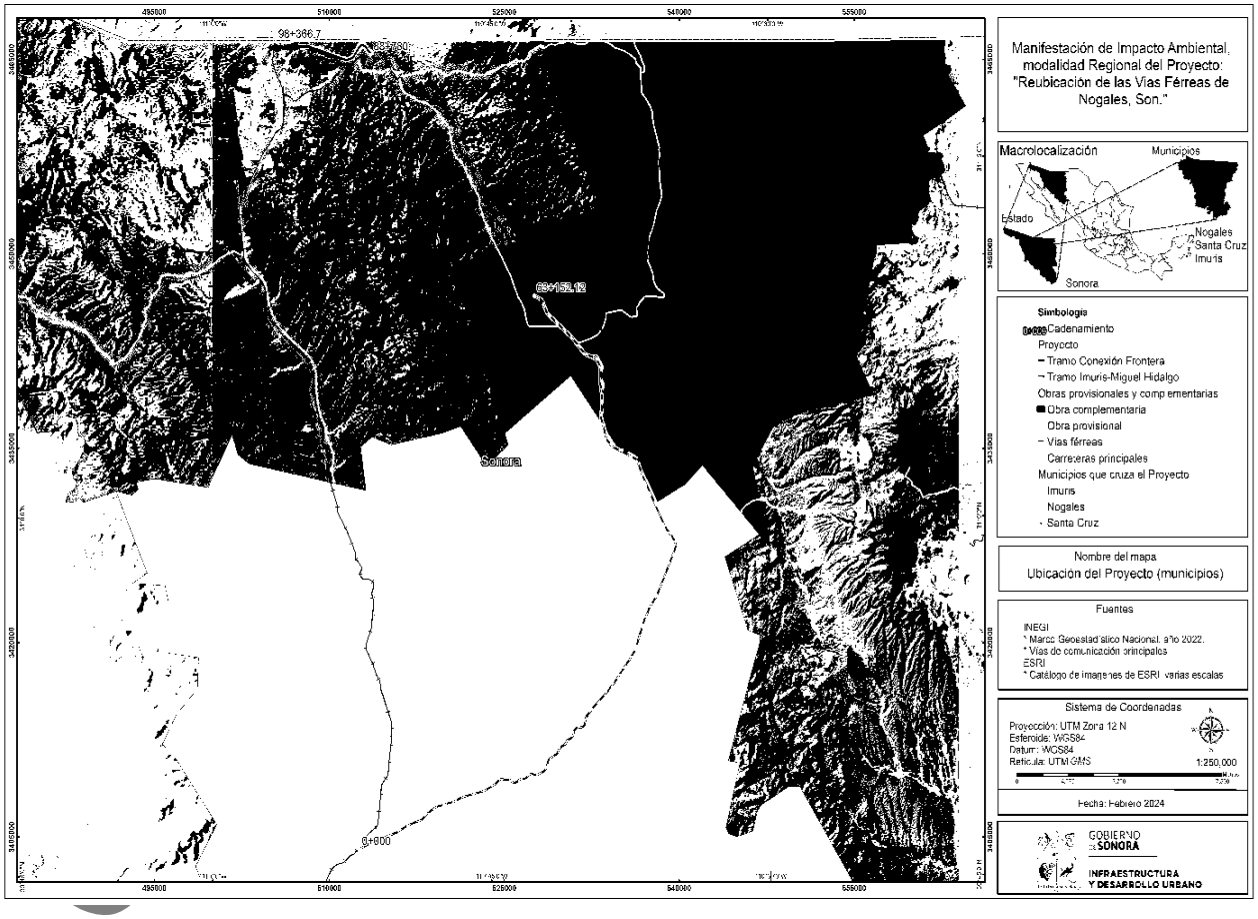
El Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo se ubicará principalmente en el municipio de Ímuris, incidirá en algunos segmentos en el municipio de Santa Cruz, ambos en el estado de Sonora. El municipio de Ímuris se localiza en las coordenadas geográficas extremas, en el paralelo 30°46´de latitud Norte y el meridiano 110°51´de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y colinda al norte con los municipios de Nogales y Santa Cruz, al Este con el de Cananea, al Sureste con el de Arizpe, al Sur con el de Cucurpe y al Suroeste con el de Magdalena. Ímuris se encuentra a aproximadamente a 216 kilómetros al norte de Hermosillo, la capital del Estado de Sonora. El municipio de Santa Cruz se localiza en sus coordenadas geográficas extremas 31° 13' de latitud norte y entre 110° 35' de longitud oeste. Este municipio colinda al Norte con los Estados Unidos, al Este por el municipio de Cananea, al sur por Ímuris y al oeste por el municipio de Nogales.

El Proyecto cruzará por los municipios de Ímuris, Santa Cruz y Nogales como se muestra en la tabla siguiente:

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tabla II. 6. Municipios por donde cruzará el Proyecto

Tramo	Cadenamiento		Longitud km	Municipio
	Inicio	fin		
Ímuris-Miguel Hidalgo	0+000	50+500	50.500	Ímuris
Ímuris-Miguel Hidalgo	50+500	63+152.12	12.652	Sta. Cruz
Conexión Frontera	88+780	98+366.7	9.586	Heroica Nogales

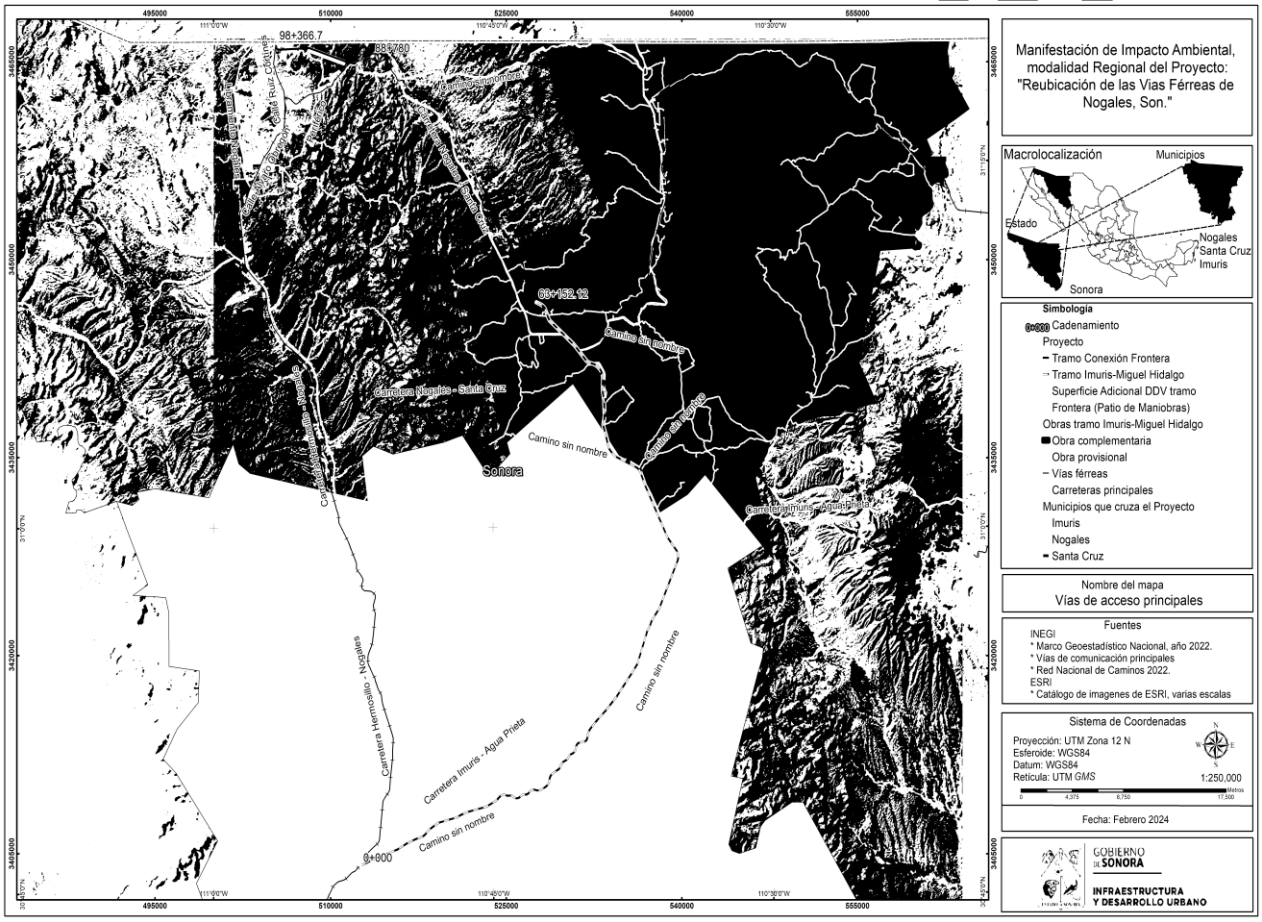


Mapa II. 3. Municipios por donde cruza el Proyecto.

En cuanto al tema de los accesos el cadenamiento 0+000 del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo se ubica a 1 kilómetro de la carretera Ímuris-Magdalena de Kino, posteriormente ésta cruzará a nivel con esta misma carretera a la altura del kilómetro 1+160. Después, el Proyecto cruzará con la

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

carretera federal número 2 mediante un PSV en el cadenamiento 24+420 del trazo del Proyecto siguiendo de manera casi paralelo por aproximadamente 15 kilómetros donde girará hacia la izquierda para correr paralelo a la carretera federal Nogales-San Antonio a lo largo de aproximadamente 20.5 kilómetros donde avanzará en línea recta por aproximadamente 3.5 kilómetros para encontrar la conexión con la vía existente “vía corta Nacozari” a la altura del kilómetro 35+394.34 de dicha vía. Por su parte, el Tramo Conexión-Frontera se localiza aproximadamente a 1.3 kilómetros al norte de la carretera federal Nogales-San Antonio y termina a un costado de la carretera Heroica Nogales-Ímuris, algunos metros antes del punto de cruce fronterizo.



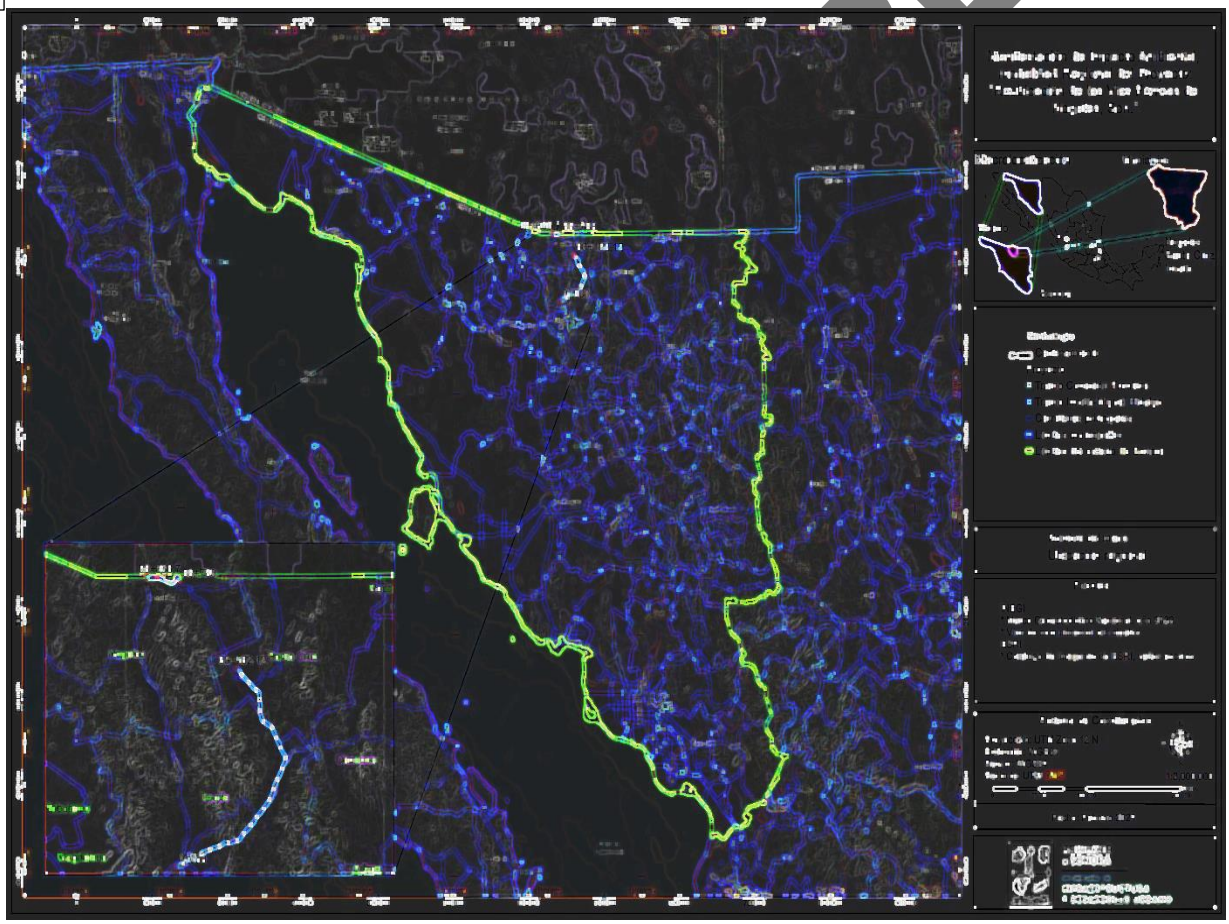
Mapa II. 4. Vías de acceso del Proyecto.

II.1.3.2 Representación gráfica regional

A nivel regional el Proyecto de ambos Tramos se localiza en la zona norte del estado de Sonora, específicamente, el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo se ubica dentro de 2 provincias fisiográficas, la

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

primera corresponde a La Sierra Madre Occidental (subprovincia: Sierras y Valles del Norte), esta provincia está caracterizada por rocas extrusivas, principalmente del Mioceno, que cubre a las rocas intrusivas del Eoceno, sin embargo, en la zona de la subprovincia presenta cadenas de montañas longitudinales que están separadas por valle paralelos Inter-montanos menos extensos; y la segunda corresponde a La Sierra y Llanura del Norte (subprovincia: Llanuras y Médanos del Norte), esta provincia tiene un ambiente árido y semiárido, se extiende hasta parte sur de los EE.UU. Sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales. Las aguas superficiales del Estado de Sonora están distribuidas en cinco regiones hidrológicas: RH7 Río Colorado, RH8 Sonora Norte, RH9 Sonora Sur, RH10 Sinaloa y RH34 Cuencas Cerradas del Norte (Casas Grandes). El Proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica RH8, Por su parte, el Tramo Conexión-Frontera se localiza dentro de la subprovincia fisiográfica “Llanuras y Médanos del Norte” como se aprecia en el siguiente mapa.

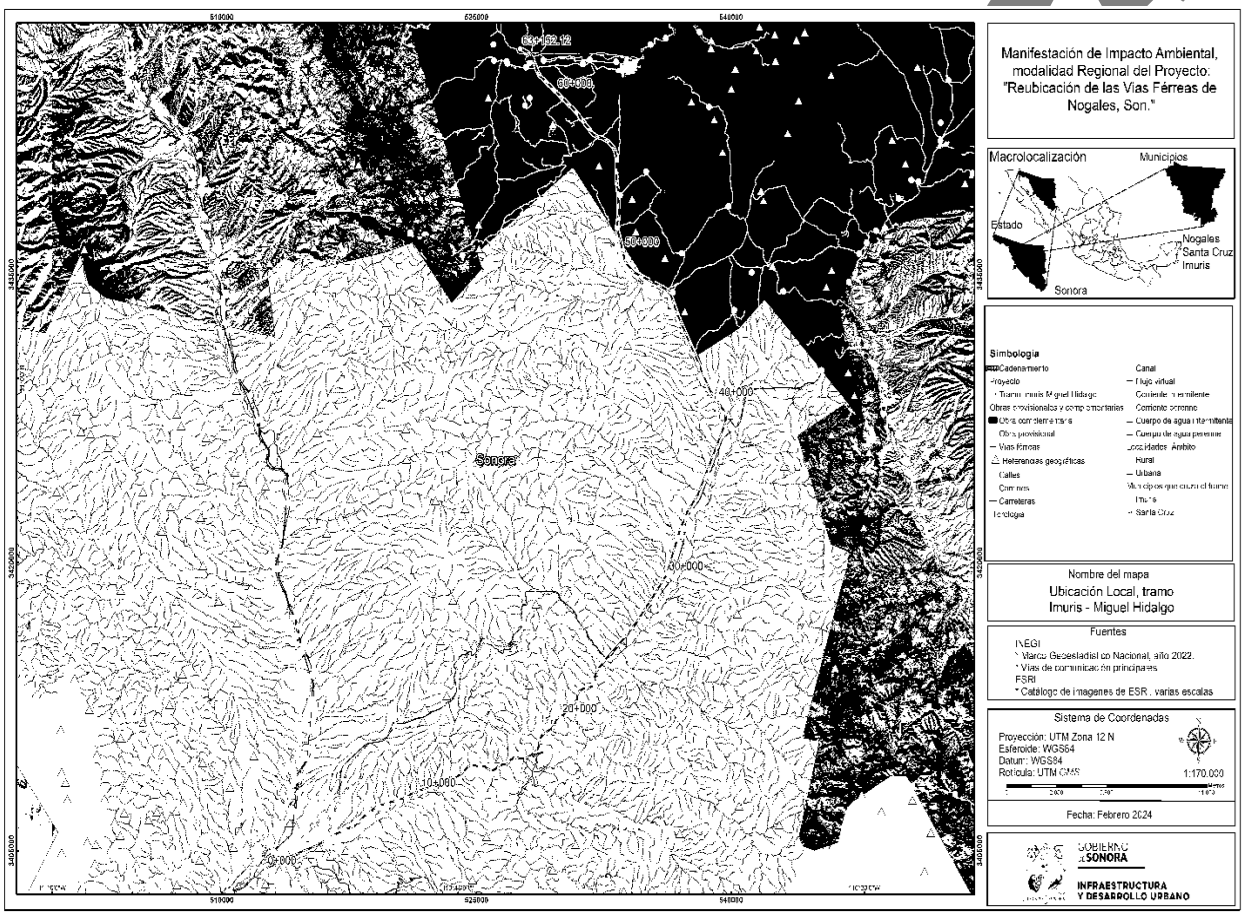


Mapa II. 5. Representación gráfica del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo a nivel local.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

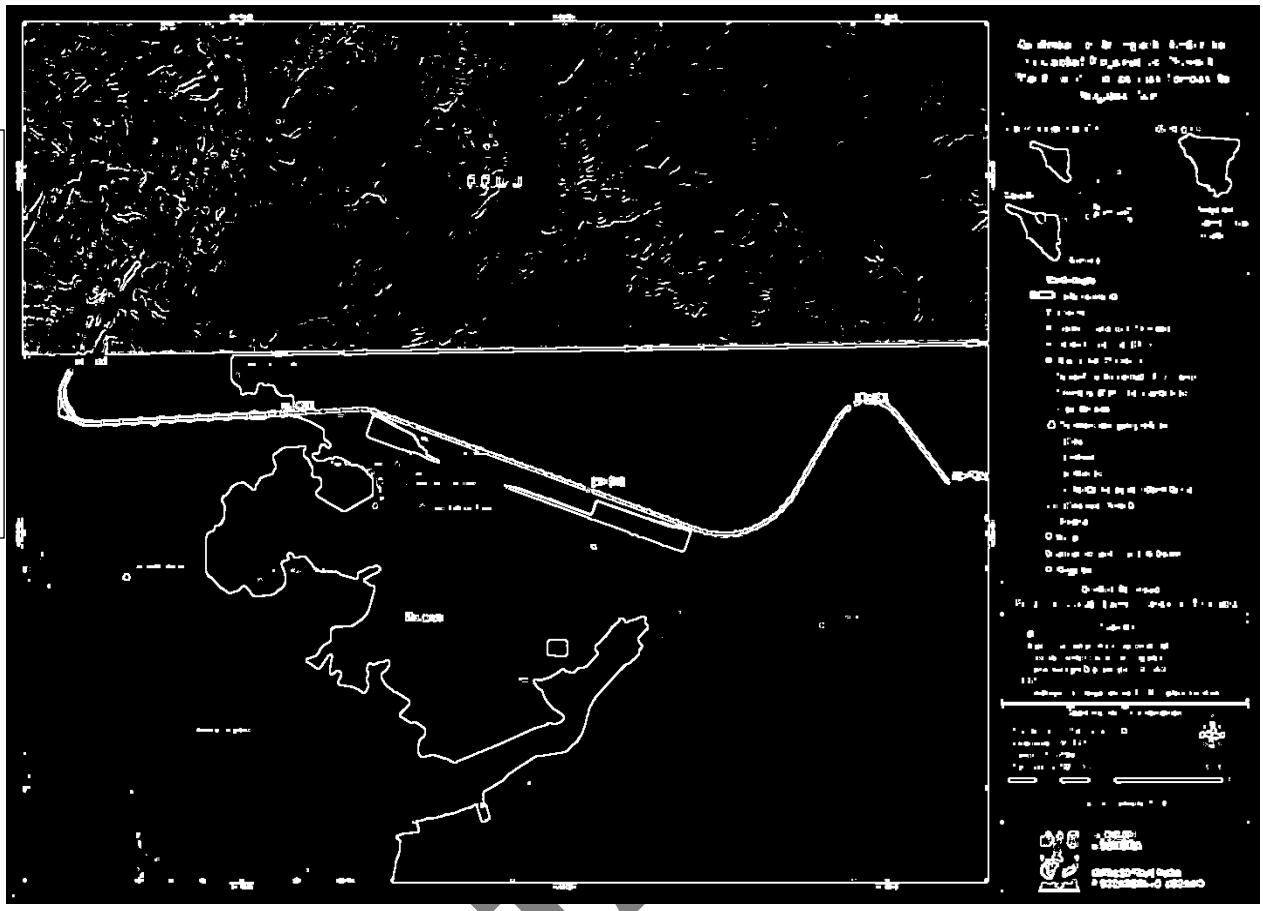
II.1.3.3 Representación gráfica local del Proyecto

En el siguiente mapa se puede apreciar el desarrollo del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo a nivel local, el cual avanza paralelo a la carretera Ímuris-Cananea durante los primeros 39 kilómetros para luego continuar paralelo a la carretera Nogales-San Antonio en el resto del Tramo, en este punto la distancia a la frontera es de aproximadamente 19.6 kilómetros. En el kilómetro 50+000 el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo cruza del municipio de Ímuris al municipio de Santa Cruz. No hay ANP en la zona de Proyecto.



Mapa II. 6. Representación gráfica del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo a nivel local

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa II. 7. Representación gráfica del Tramo Conexión-Frontera a nivel local

CONSULTA

II.1.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El Proyecto consta de dos Tramos de vías nuevas, el primer Tramo, Ímuris-Miguel Hidalgo tiene una longitud total de 63.152 km, el Tramo Conexión-Frontera, por su parte, tiene una longitud aproximada de 9.586 km. El derecho de vía en ambos casos es variable, aunque en promedio puede considerarse de 60 metros de ancho para el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y de 50 metros para el Tramo Conexión Frontera excepto en la zona del Patio de Maniobras cuya superficie total es de 74.0392 ha. La superficie de ceros por el desplante del cuerpo del terraplén que soporta la vía es de aproximadamente 141.6827 ha en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y de aproximadamente 51.6033 ha en el Tramo Conexión-Frontera. En las siguientes tablas se muestran las superficies del Proyecto.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tabla II. 7. Superficies de ocupación en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo

Concepto	Superficies de afectación permanente		Superficies de afectación temporal	
	m²	ha	m²	ha
Área de Proyecto (AP) Corresponde al área total del DDV del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo del km 0+000.00 al km 63+152.12	3,788,704.25	378.870	-	-
Superficie de ocupación por demasías	12,751.80	1.275	-	-
Superficies de obras complementarias				
Superficie de ocupación por puentes en DDV	9,692.72	0.969	-	-
Desglose de superficies de obras provisionales				
Superficie de ocupación por campamento	-	-	2,598.01	0.2598
Superficie de ocupación por patios de maquinaria y patio de maniobras de construcción del puente núm.20	-	-	127,131.40	12.7131
Superficie de ocupación por almacenes y bodegas	-	-	2,244.59	0.2245
Superficie de ocupación por caminos de acceso	-	-	912,170.44	91.2170
Desglose de superficies de obras asociadas				
Superficie de ocupación por Bancos de materiales	-	-	240,586.83	24.0587
Superficie de ocupación por plantas de concreto	-	-	24,235.87	2.4236
	3,801,456.05	**380.15**	**1,308,967.13**	**130.8967**
Suma de Área de Proyecto (Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo):			**511.0423179 ha**	

Para el Tramo Conexión-Frontera:

Tabla II. 8. Superficies de ocupación en el Tramo Conexión-Frontera

Concepto	Superficies de afectación permanente		Superficies de afectación temporal	
	m²	ha	m²	ha
Área de Proyecto (AP) Corresponde al área total del DDV del Tramo Conexión- Frontera del km 88+870.00 al km 98+366.7	885,505.92	88.551	-	-
Superficie de ocupación por demasías	271,638.00	27.164	-	-

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Concepto	Superficies de afectación permanente		Superficies de afectación temporal	
	m²	ha	m²	ha
Desglose de superficies de obras complementarias				
Superficie de ocupación por puente km 90+678.40	11.24	0.001	-	-
Superficie de ocupación por portales del túnel	5,317.74	0.532	-	-
Superficie de ocupación Patio de Maniobras	740,392.65	74.039	-	-
Desglose de superficies de obras provisionales				
Superficie de ocupación caminos de acceso	-	-	29,724.95	2.972
	1,157,143.92	**115.71**	**29,724.95**	**2.97**
Superficie de Área Proyecto (Tramo Conexión-Frontera):			**118.686887 ha**	

De acuerdo con lo anterior la superficie solicitada para autorización por la implementación del Proyecto será de **629.7292 ha.**

Tabla II. 9. Superficie total solicitada para autorización

Concepto	Superficie de afectación	
	m²	ha
Superficie total de afectación permanente del Proyecto (AP + Demasías)	4,958,599.97	495.860
Superficie total de afectación temporal del Proyecto	1,338,692.08	133.869
Superficie total solicitada para autorización	**6,297,292.049 m²**	**629.7292 ha**

II.1.4.1 Superficies de obras complementarias

Las obras complementarias al Proyecto están constituidas por todos los puentes del Proyecto, el Patio de Maniobras y un Túnel. El Patio de maniobras inicia en el cadenamiento 92+000 y termina en el cadenamiento 95+080, consta de una batería de 13 vías de distinta longitud que quedarán paralelas al eje de Tramo, hacia el lado sur de la vías se ubicarán las instalaciones para el SAT y aduana con su respectiva área de estacionamiento, asimismo, se localizará un área de combustibles y una zona para instalaciones para combustibles la cual incluirá una estación de servicio y área para estacionamiento de tractocamiones, también se contará con una zona para movimientos de carga y descarga de los vagones la cual incluye un área de estacionamiento, se contará también con una superficie para taller de vagones que incluye una bodega y su respectiva área de estacionamiento, también se contará con un inmueble que alojará las actividades del personal del área operativa, esta zona incluye un edificio operativo con estacionamiento propio para el personal así como un edificio canino.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Edificio operativo

El edificio Operativo consta de una estructura a base de marcos rígidos de acero de baja ductilidad media (Q=2), el cual estará conformado por cinco crujías en su dirección longitudinal y por una sola en su dirección transversal cuyos claros tendrán una longitud variable para la [redacted] contratrabes.

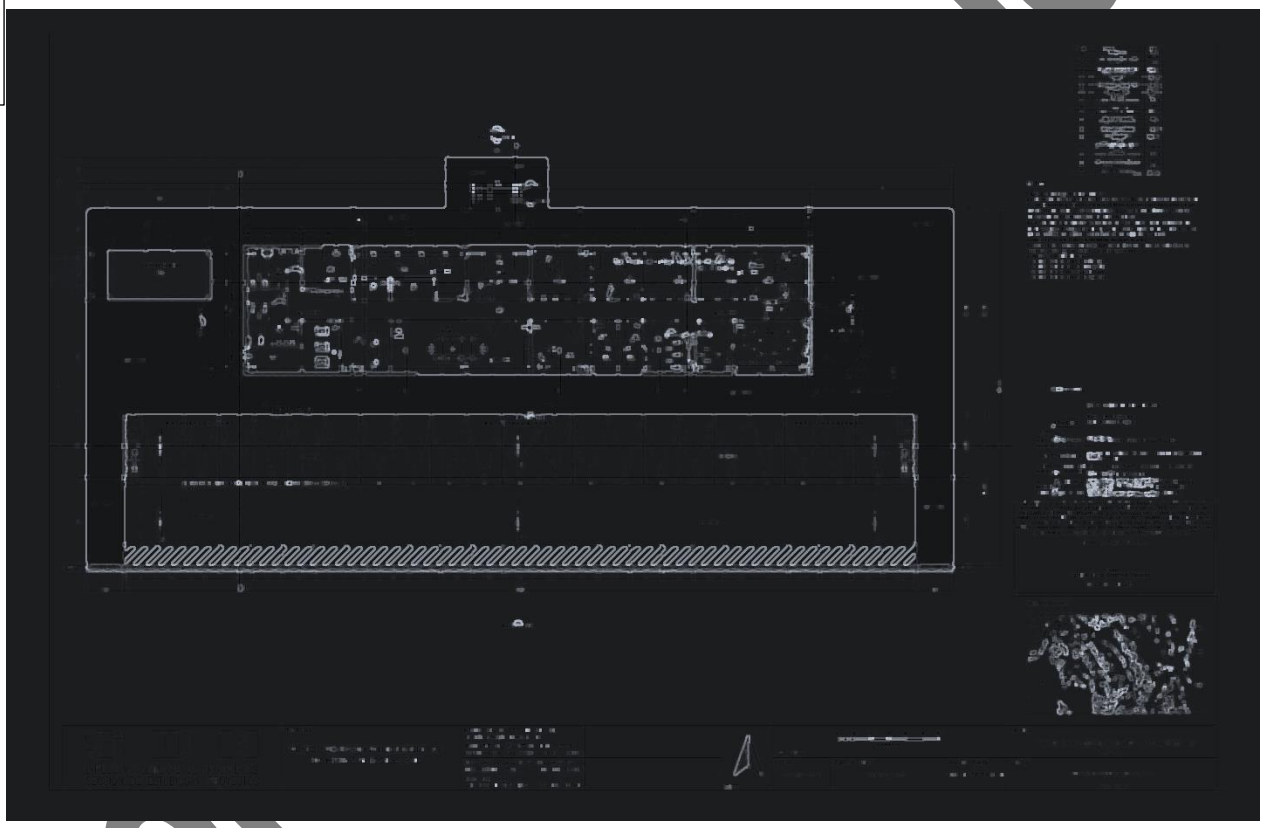


Figura II. 1. Plano de Edificio operativo.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 2. Plano de Edificio operativo (fachadas).

ULTA-

Almacén

El área destinada para almacén tiene una superficie en planta de 30.75 x 31 metros a ejes de

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

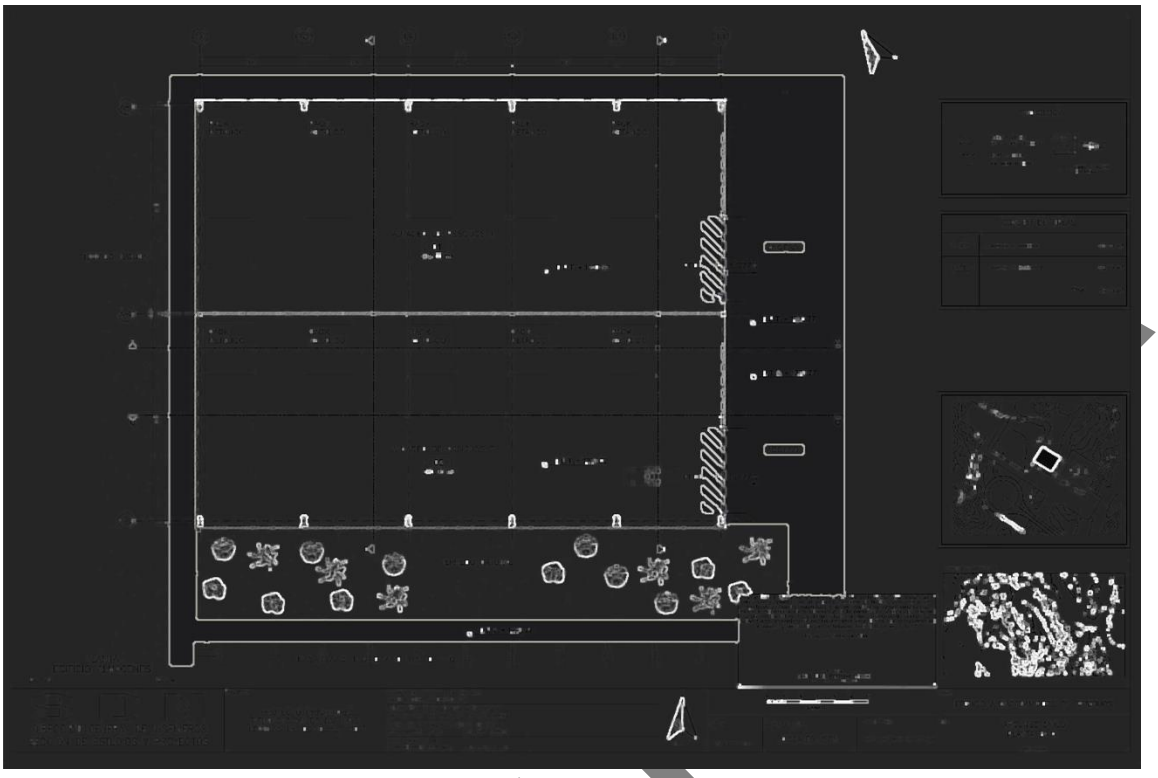


Figura II. 3. Plano de Almacén

Taller

Esta área será destinada para actividades de mantenimiento a locomotoras y vagones, no obstante, se contará con la infraestructura adecuada para realizar no solo actividades de

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

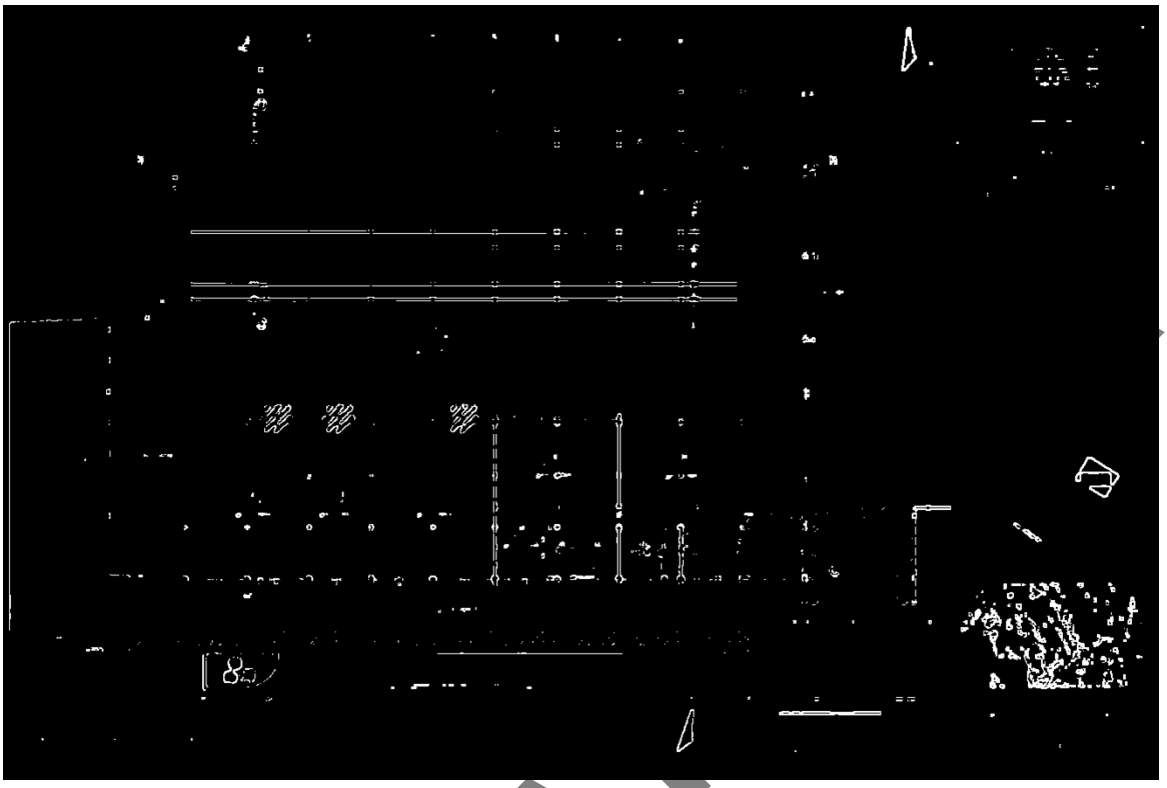


Figura II. 4. Plano de Taller

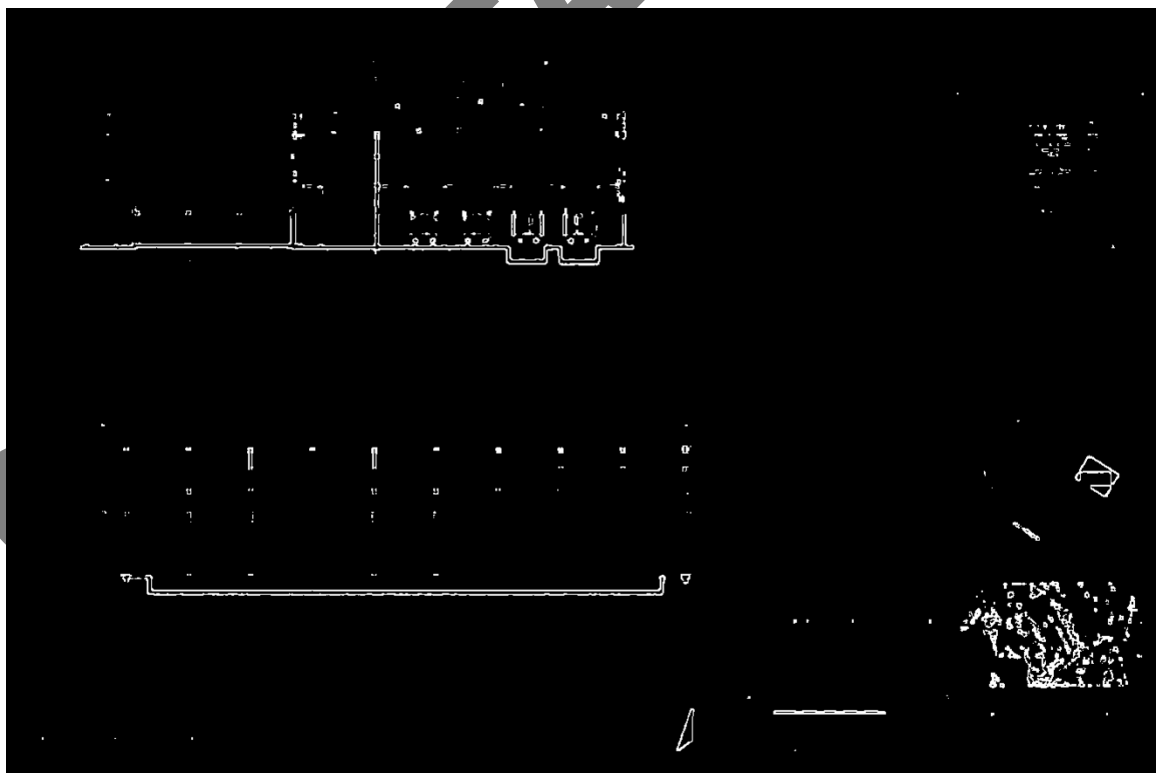


Figura II. 5. Plano de Taller (fachadas)

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Casetas de vigilancia y control

La primera caceta se encuentra a la altura del cadenamiento 91+ 900, la segunda caceta se ubicada en el a rea de carga y descarga aproximadamente en el cadenamiento 93 +700, la tercera caceta se encuentra en el área del taller de locomotoras y almacén aproximadamente en el cadenamiento 94+550 y la última caceta se encuentra ubicada aproximadamente en el kilómetro 94+950.

[redacted]

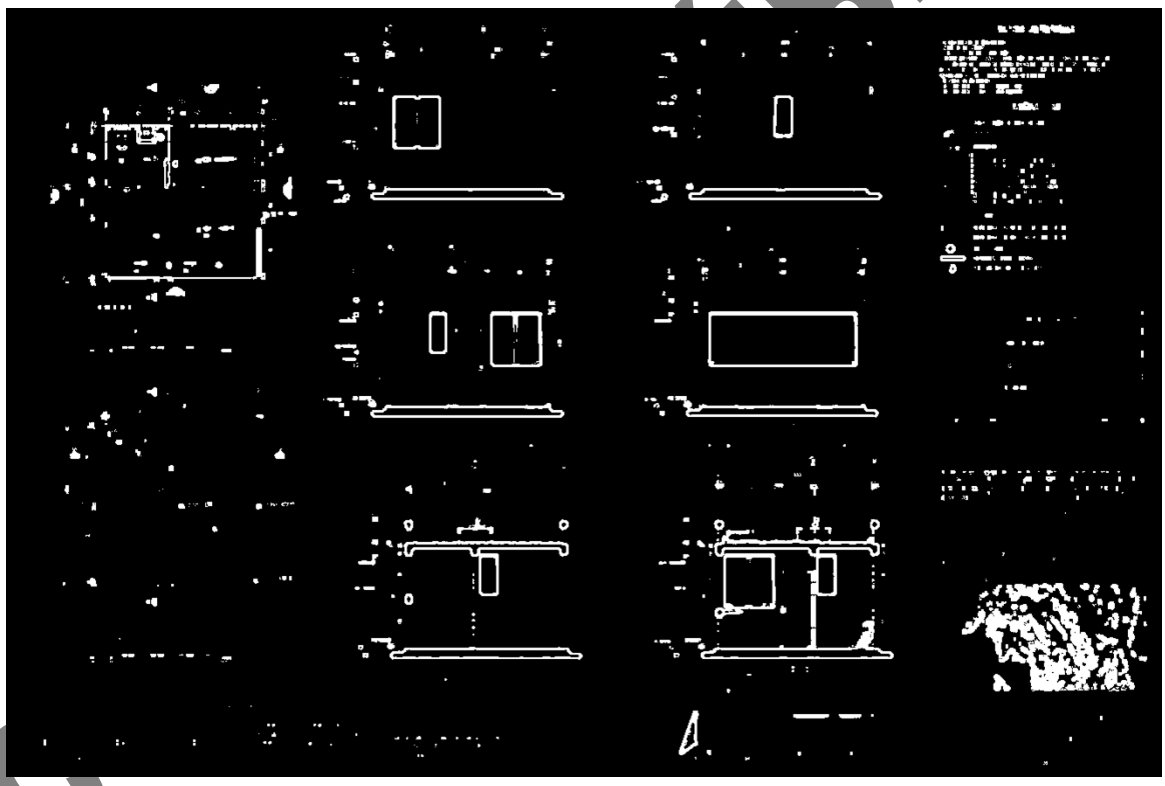


Figura II. 6. Plano de Casetas.

Estacionamientos

[redacted]

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Zona de carga y descarga

Esta área estará constituida por un conjunto de áreas como patio de maniobras para tráileres, [redacted]

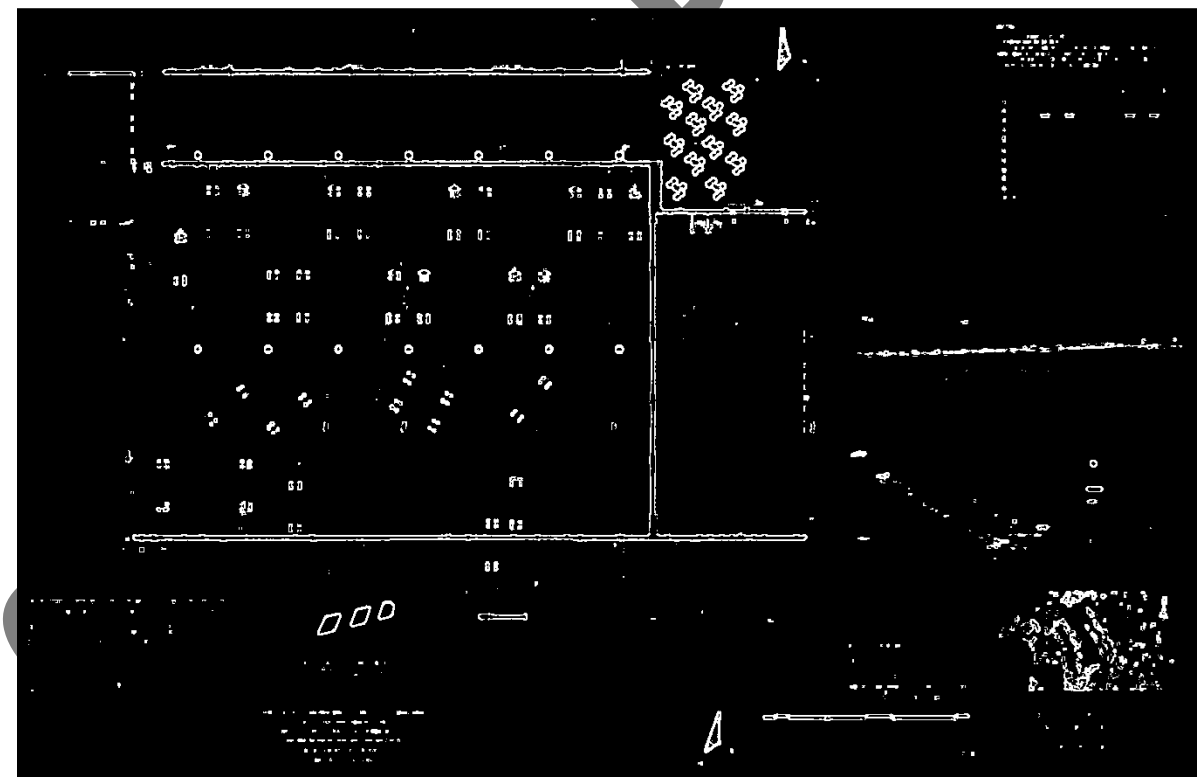


Figura II. 7. Plano de Zona de carga y descarga.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Edificio canino

[redacted]

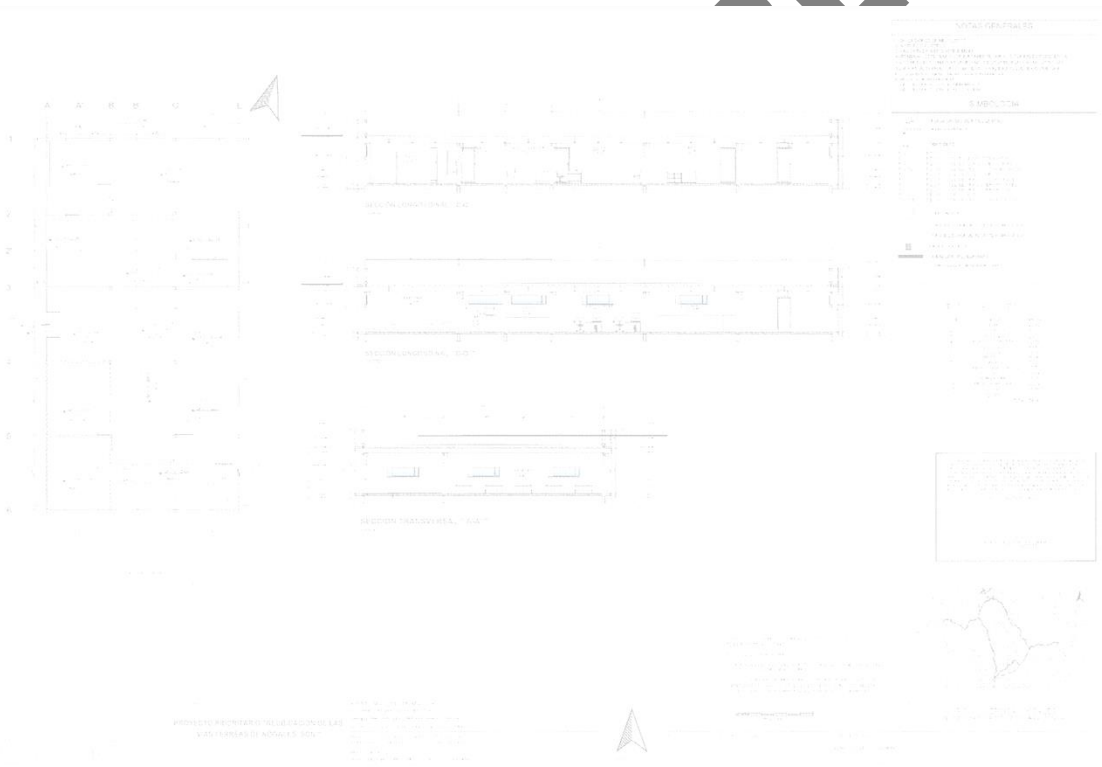


Figura II. 8. Plano de Edificio canino.

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

[redacted]

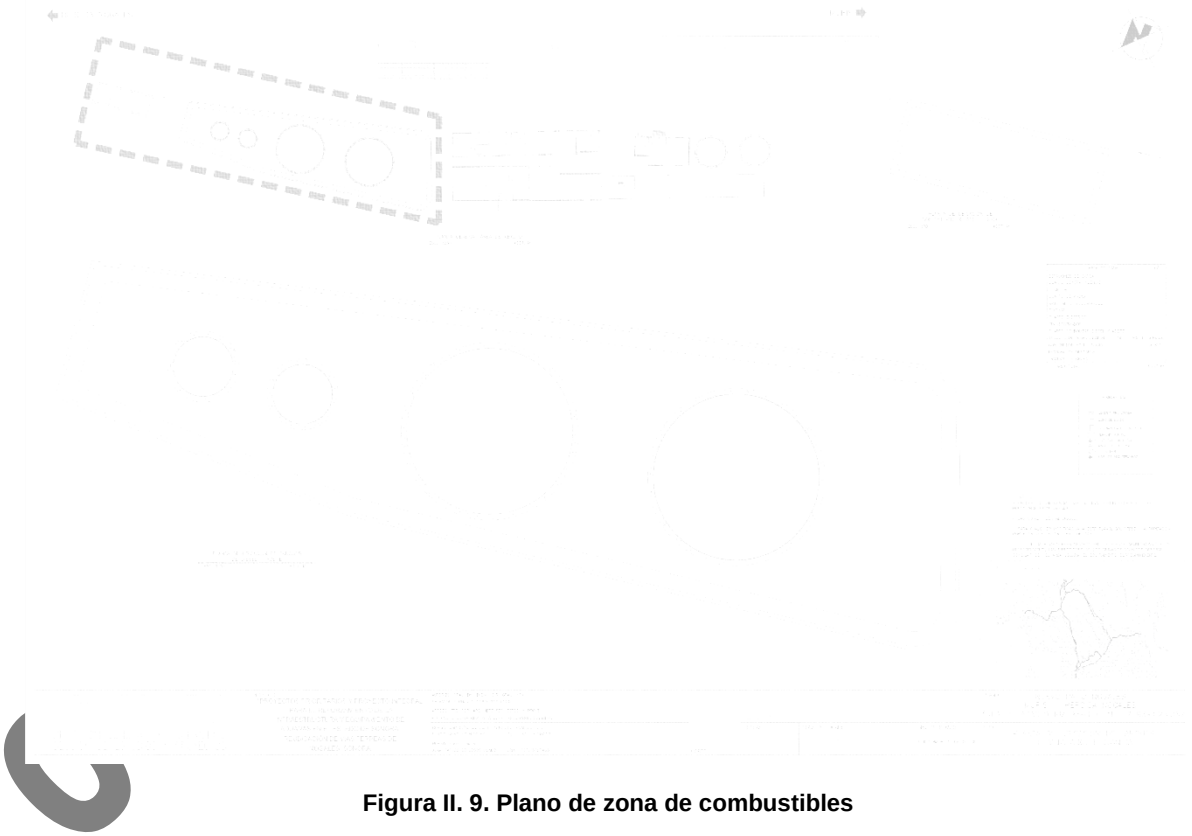
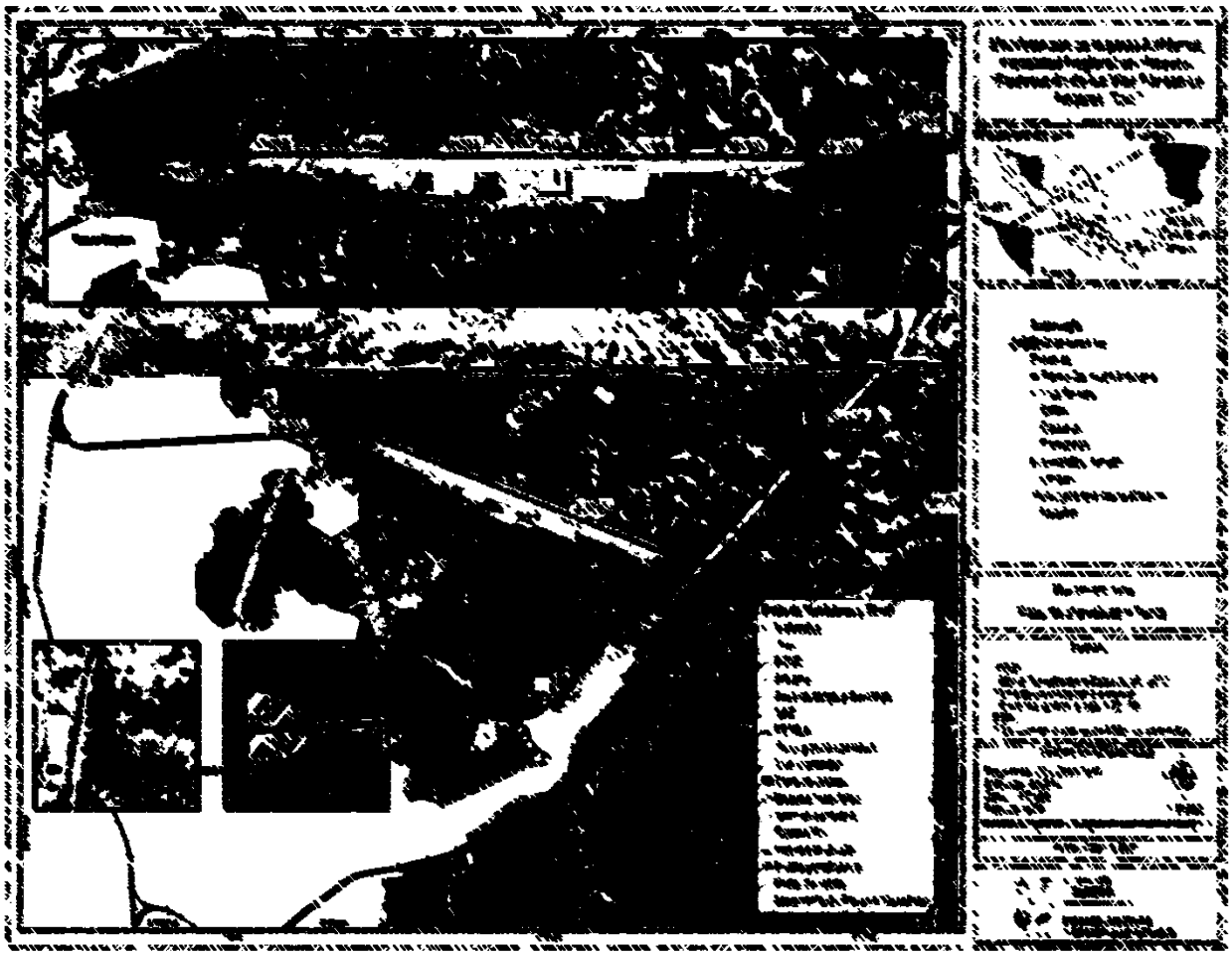


Figura II. 9. Plano de zona de combustibles

En el siguiente mapa se muestra la distribución del Patio de Maniobras y sus componentes.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa II. 8. Planta general del Patio de Maniobras en Tramo Conexión-Frontera

Tabla II. 10. Superficies del Patio de maniobras.

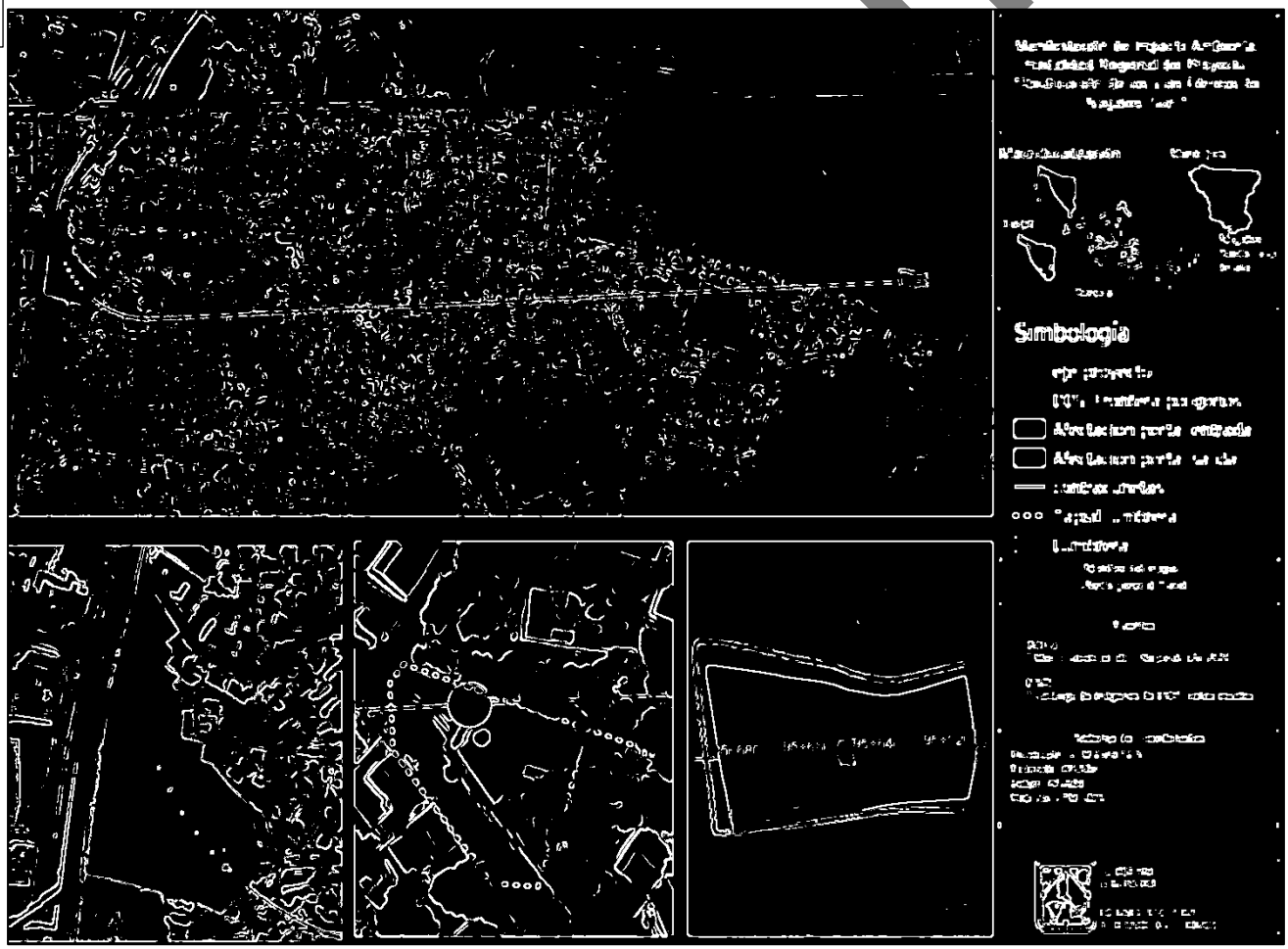
Nombre	Área m^2
Superficie zona de carga y descarga	17,838.89
Superficie zona operativa.	2,824.60
Superficie almacén.	791.32
Superficie taller.	2,537.97
Superficie transformador CFE Taller.	353.39
Superficie circulaciones en Taller y almacén.	5,062.39
Superficie edificio SAT.	8,391.89
Superficie edificio Aduana.	9,299.40
Superficie estacionamiento SAT.	10,318.26
Superficie estacionamiento Aduana.	12,679.82
Superficie zona instalaciones de combustibles	58,063.65
Superficie zona de combustibles.	1,202.86
Edifico canino.	432.82

Nombre	Área m^2
Superficie vialidades internas.	14,023.57
Superficie libre dentro del DDV del patio de maniobras.	741,685.09
Suma	539,790.06

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Dentro de las obras complementarias también se contará con un túnel de 2.242 km de longitud ubicado casi al final del Tramo Conexión-Frontera. El túnel iniciará en el cadenamiento 95+700 y terminará en el cadenamiento 97+942, el túnel permitirá evitar el paso por la zona urbana al oriente de la ciudad de Nogales.

El desarrollo y ubicación de la planta general del túnel se muestra en el siguiente mapa.



Mapa II. 9. Planta general del Túnel.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 10. Plano planta general del Proyecto del túnel (ver Anexo II.1.)

Tabla II. 11. Superficies de afectación de los portales de entrada y salida del túnel.

Nombre	Área m^2
Superficie entrada Túnel	2,658.87
Superficie salida túnel.	2,658.87

La sección transversal del túnel se muestra en la siguiente figura.

CONSULTA PÚ

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

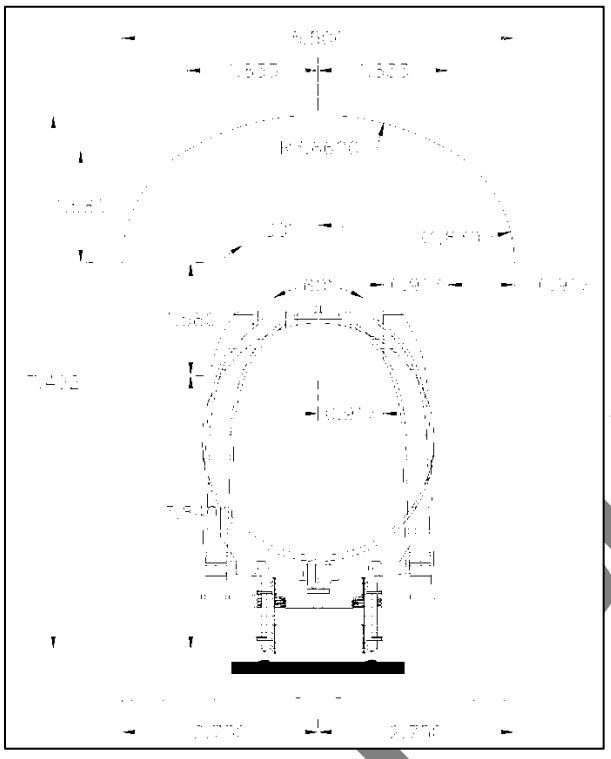


Figura II. 11. Sección tipo del túnel.

En la siguiente imagen se muestran los detalles del plano del portal de entrada del túnel.

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

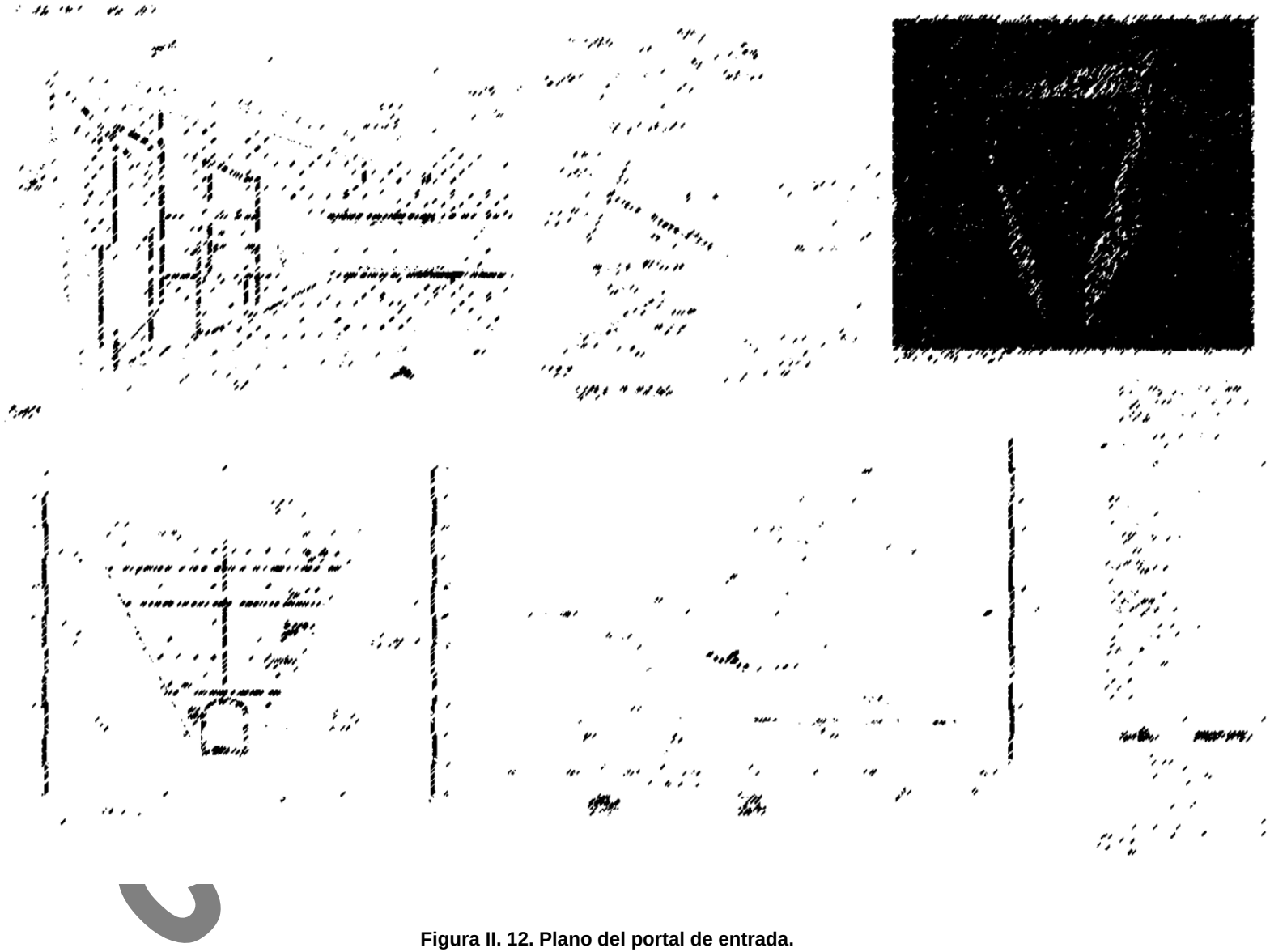


Figura II. 12. Plano del portal de entrada.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 13. Detalles de la lumbrera

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

II.1.4.2 Puentes y obras de drenaje menor

A lo largo del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo se realizará la construcción de 20 puentes de los cuales uno será PSV, en el Tramo Conexión-Frontera se prevé la construcción de 1 puente en el cadenamiento 90+653.4. En la tabla siguiente se muestra el cadenamiento de ubicación de los puentes, la tabla muestra además la superficie de desplante de las zapatas que constituye la superficie de afectación permanente, así como la superficie considerada en la zona federal de cada escurrimiento. Los planos de cada puente pueden ser consultados en el Anexo II.2.

Cabe señalar que el diseño de todas las estructuras hidráulicas se fundamenta en los resultados del Estudio Hidrológico (Anexo II.2)

El estudio muestra los resultados de los análisis que se han elaborado en términos de hidrología, para conocer los gastos máximos con la finalidad de diseñar las estructuras transversales y longitudinales de drenaje del Proyecto. En el estudio hidrológico se contemplan los registros de 5 estaciones climatológicas, obtenidos de la Información Estadística Climatológica del Sistema Nacional de Meteorología.

A partir de la información se elaboró una regionalización de lluvias con el fin de obtener precipitaciones más confiables al momento de extrapolar eventos asociados a periodos de retorno grandes (más de 100 años).

[redacted]

El periodo de retorno asociado a los caudales de diseño se especificó conforme al Memorando No. B00.7.-616, publicado por la CONAGUA donde se establecen los periodos de retorno de diseño para los distintos tipos de obras hidráulicas.

Con base en lo anterior se desarrolló el diseño de las siguientes obras hidráulicas del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tabla II. 12. Puentes del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo.

No. Puente	Kilómetro inicio	Kilómetro intermedio	Kilómetro final	Longitud aproximada del puente m	Longitud de claros	Superficies aproximadas de desplante de zapatas		Superficies aproximadas en Zona Federal		Elementos estructurales								
						Área (m2)	Área (Ha)	Área (m2)	Área (Ha)	Claros	Pilas de cimentación	Zapatas	Columnas	Estribos	Cabezales	Trabes UN-240	Losas	Losas de acero
1	1+203.72	01+ 265.00	[redacted]															
2	11+836.59	11 + 950.00																
3	14+004.15	14 + 050.00																
4	16+268.72	16 + 320.00																
5	16+878.73	16 + 940.00																
6	17+188.30	17 + 265.00																
7	18+037.87	18 + 115.00																
8	19+063.72	19 + 120.00																
9	24+137.86	24 + 230.00																
10	24+381.48	24 + 470.00																
11	29+820.75	29 + 990.00																
12	31+884.05	32 + 115.00																
13	35+335.33	35 + 525.00																
14	38+610.01	38 + 675.00																
15	46+212.83	46 + 140.00																
16	50+451.55	50 + 590.00																
17	50+820.41	50 + 950.00																
18	51+907.69	52 + 045.00																
19	52+850.00	52 + 900.00																
20	62+195.95	62 + 250.00																

Por su parte, el Tramo Conexión-Frontera cuenta con un puente.

Tabla II. 13. Características del puente en el Tramo Conexión-Frontera

Kilómetro inicio	Kilómetro final	Longitud m	Superficies aproximadas de desplante de zapatas		Superficies aproximadas en Zona Federal		Elementos estructurales				
			Área (m2)	Área (Ha)	Área (m2)	Área (Ha)	Claros	Pilas de cimentación	Zapatas	Estribos	Trabes UN-240
90+661.84	90+692.41	[redacted]									

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

CONSULTA PÚBLICA

El Proyecto incluye la construcción de 133 obras de drenaje menor para el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y de 6 obras de para el Tramo Conexión-Frontera mismas que se enlistan en las siguientes tablas donde se muestran sus características principales.

Tabla II. 14. Obras de drenaje menor en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
Alc.1	0+432.75	[redacted]						
Alc.2	4+123.30							
Alc.3	4+377.20							
Alc.4	4+951.28							
Alc.5	5+938.20							
Alc.6	7+073.72							
Alc.7	7+323.05							
Alc.8	7+564.04							
Alc.9	8+315.02							
Alc.10	9+060.28							
Alc.11	9+413.55							
Alc.12	9+840.00							
Alc.13	10+200.63							
Alc.14	10+814.83							
Alc.15	11+322.31							
Alc.16	11+620.18							
Alc.17	12+389.43							
Alc.18	12+602.12							
Alc.19	13+280.74							
Alc.20	13+545.32							
Alc.21	14+235.70							

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
Alc.22	14+659.21							
Alc.23	14+885.25							
Alc.24	15+131.34							
Alc.25	15+361.11							
Alc.26	15+642.61							
Alc.27	16+125.82							
Alc.28	16+153.76							
Alc.29	16+617.44							
Alc.30	18+600.72							
Alc.31	19+298.08							
Alc.32	19+724.20							
Alc.33	19+862.51							
Alc.34	20+062.84							
Alc.35	20+217.21							
Alc.36	20+752.07							
Alc.37	21+159.96							
Alc.38	21+521.01							
Alc.39	21+673.40							
Alc.40	21+839.45							
Alc.41	22+012.26							
Alc.42	22+295.23							

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
Alc.43	22+779.51	[redacted]						
Alc.44	22+970.41							
Alc.45	23+144.16							
Alc.46	23+259.78							
Alc.47	23+383.58							
Alc.48	23+927.37							
Alc.49	24+049.96							
Alc.50	24+647.03							
Alc.51	24+877.83							
Alc.52	25+094.96							
Alc.53	25+239.03							
Alc.54	25+550.61							
Alc.55	25+717.63							
Alc.56	25+956.95							
Alc.57	26+368.94							
Alc.58	26+419.24							
Alc.59	26+507.91							
Alc.60	26+840.60							
Alc.61	27+179.33							
Alc.62	27+537.90							
Alc.63	27+911.78							

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
Alc.64	28+293.26	[redacted]						
Alc.65	28+455.32							
Alc.66	28+621.20							
Alc.67	28+785.89							
Alc.68	28+976.85							
Alc.69	29+370.60							
Alc.70	29+668.94							
Alc.71	31+041.25							
Alc.72	31+369.72							
Alc.73	32+483.85							
Alc.74	32+940.35							
Alc.75	33+084.98							
Alc.76	33+336.62							
Alc.77	33+778.29							
Alc.78	34+042.93							
Alc.79	34+258.75							

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
Alc.80	34+756.49	[redacted]						
Alc.81	35+223.30							
Alc.82	36+035.47							
Alc.83	36+633.75							
Alc.84	37+226.37							
Alc.85	37+432.87							
Alc.86	37+813.97							
Alc.87	40+252.17							
Alc.88	40+700.19							
Alc.89	41+037.75							
Alc.90	41+521.57							
Alc.91	42+656.22							
Alc.92	43+140.43							
Alc.93	44+078.81							
Alc.94	44+407.84							
Alc.95	44+673.63							
Alc.96	45+329.67							
Alc.97	45+579.98							
Alc.98	46+118.95							
Alc.99	46+651.38							
Alc.100	46+947.89							
Alc.101	47+211.95							
Alc.102	47+484.63							
Alc.103	47+679.57							
Alc.104	48+266.74							

CONC

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
		[redacted]						
Alc.105	48+416.11							
Alc.106	48+792.71							
Alc.107	49+072.02							
Alc.108	49+738.09							
Alc.109	51+262.46							
Alc.110	51+445.73							
Alc.111	55+541.90							
Alc.112	51+785.86							
Alc.113	52+328.77							
Alc.114	53+200.37							
Alc.115	53+389.53							
Alc.116	53+697.44							
Alc.117	53+826.78							
Alc.118	54+258.26							
Alc.119	54+789.31							
Alc.120	54+910.73							
Alc.121	55+020.00							
Alc.122	55+315.28							

CONC

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Material	Diametro Nominal m	Base m	Altura m
Alc.123	55+477.01	[redacted]						
Alc.124	55+612.18							
Alc.125	55+995.78							
Alc.126	57+678.97							
Alc.127	58+432.62							
Alc.128	58+708.64							
Alc.129	59+734.90							
Alc.130	60+555.03							
Alc.131	60+875.68							
Alc.132	61+593.09							
Alc.133	63+065.90							

Tabla II. 15. Obras de drenaje menor en el Tramo Conexión-Frontera

No.	Cadenamiento	Número de Piezas	Tipo	Material	Diametro Nominal m	Base b (m)	Altura total h (m)
Alc.1	88+750.49	[redacted]					
Alc.2	88+956.37						
Alc.3	89+055.05						
Alc.4	89+153.47						
Alc.5	89+269.69						
Alc.6	89+911.28						
Alc.7	90+281.69						
Alc.8	91+060.82						
Alc.9	91+731.87						
Alc.10	92+131.29						
Alc.11	94+476.61						
Alc.12	94+877.62						
Alc.13	95+378.70						

CONSULTA PÚ

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

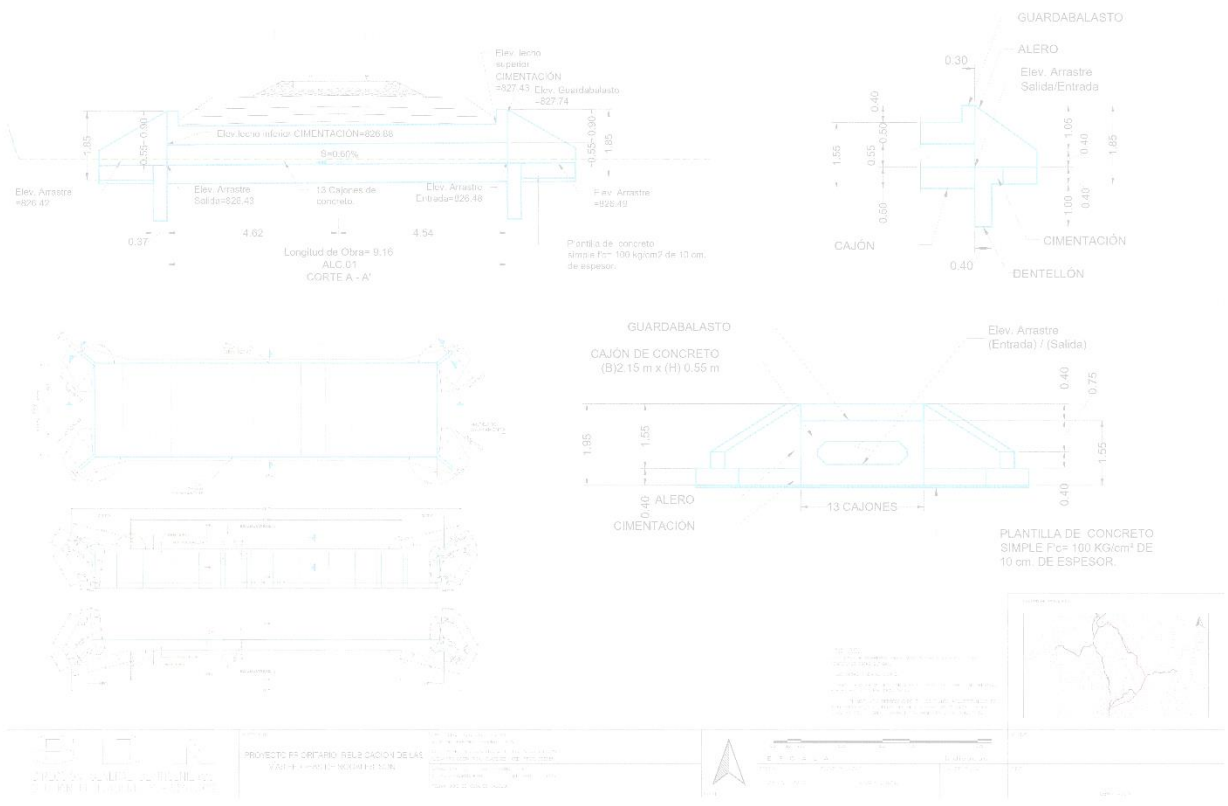


Figura II. 14. Alcantarilla típica de losa.

CONSULTA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Figura II. 15. Alcantarilla típica de tubos de PEAD

Los cruces adicionales al Proyecto están conformados por cruces a nivel y Pasos inferiores de Ferrocarril, PIF de acuerdo con la denominación de la SICT, en estos sitios serán ubicadas estructuras de cruce para personas, ganado y maquinaria agrícola permitiendo el cruce seguro a los habitantes locales.

Tabla II. 16. Cruces adicionales al Proyecto

Cadenamiento	Tipo de cruce
0+880.00	Cruce a nivel
2+068.00	Cruce a nivel
2+180.00	Cruce a nivel
4+734.00	Cruce a nivel
8+051.27	Cruce a nivel
26+050.00	Cruce a nivel
27+412.00	Cruce a nivel
33+710.00	Cruce a nivel
56+160.00	Cruce a nivel

CONSULTA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Cadenamiento	Tipo de cruce
38+400.00	Cruce a nivel
42+980.00	Cruce a nivel
45+200.00	Cruce a nivel
58+847.00	Cruce a nivel
23+900.00	Cruce ganadero
3+745.00	Paso Inferior Ferroviario
7+000.00	Paso Inferior Ferroviario
10+800.00	Paso Inferior Ferroviario
35+987.00	Paso Inferior Ferroviario
23+200.00	Paso Inferior Ferroviario
48+650.00	Paso Inferior Ferroviario
57+820.00	Paso Inferior Ferroviario

II.1.4.3 Superficie de ceros y demasías

La superficie de ceros del Proyecto quedará confinada en su mayor parte dentro del derecho de vía, para el caso del Tramo Ímuris-Miguel hidalgo será de aproximadamente 141.6827 ha y de 51.6033 ha para el Tramo Conexión-Frontera, no obstante, en virtud de la topografía en combinación con los requerimientos geométricos de la rasante en algunas zonas se rebasará el límite del derecho de vía generándose superficies en demasía, la relación de estas áreas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II. 17. Superficies en demasías del Proyecto por Tramo

Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo	
Nombre	**Área m^2**
SDI-01	64.03
SDI-02	412.26
SDI-03	791.51
SDI-04	467.83
SDI-05	312.88
SDI-06	10.08
SDI-07	1,129.70
SDI-08	3,566.56
SDI-09	43.65
SDI-10	128.08
SDI-11	18.42
SDI-12	12.46
SDI-13	35.01

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo	
Nombre	**Área m²**
SDI-14	62.41
SDI-15	582.72
SDI-16	22.37
SDI-17	34.85
SDI-18	2,009.01
SDI-19	2,930.76
SDI-20	95.09
SDI-21	2.11
SDI-22	20.01
Suma	12,751.80
Tramo Conexión-Frontera	
Nombre	**Área m²**
SDF-01	182,713.00
SDF-02	39,860.00
SDF-03	639.00
SDF-04	48,426.00
Suma	271,638.00

La relación de cuadros de construcción de las demasías, sus poligonales y ubicación pueden ser consultadas en el Anexo II.3.

II.1.4.4 Superficies de obras provisionales

Para fines de organización en la obra y para facilitar la ejecución de las tareas de construcción se contará con algunas instalaciones provisionales como oficinas móviles, patios de maquinaria, talleres de mantenimiento, bodegas y almacenes de insumos, sanitarios móviles, caminos de acceso y la instalación de un campamento para una parte del personal de construcción. Estas superficies se clasifican como obras de carácter temporal y son retiradas al finalizar los trabajos de construcción y su suelo de desplante puede recuperarse mediante alguna técnica al finalizar la obra.

Oficinas móviles

Para un adecuado control, organización y supervisión del Proyecto se contará con oficinas móviles las cuales serán desplegadas en todos los frente de trabajo, estos espacios contarán con su correspondiente equipo de sanitarios móviles y el abastecimiento de energía eléctrica mediante plantas portátiles de generación así como el agua potable suficiente para consumo humano a través de garrafones y almacenamiento en un tinaco de cantidades menores de agua corriente para su disposición en otros servicios.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Foto II. 1. Ejemplo de una oficina móvil en obra.

Sanitarios portátiles

Para cumplir con las condiciones de salubridad e higiene en cada frente de trabajo se instalarán sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores en una proporción de 2 sanitarios por cada 20 trabajadores. A estos equipos se les proveerá del mantenimiento adecuado y periódico a cargo de la empresa contratada para otorgar este servicio con el objeto de asegurar su funcionamiento en condiciones adecuadas de salubridad e higiene a lo largo del desarrollo de la obra.



Foto II. 2. Ejemplo de sanitario portátil en obra

Bodegas y almacenes de obra

Estas instalaciones se construyen básicamente de materiales prefabricados como láminas

hidráulico que permite contar con un espacio libre de humedad suficientemente aislado de los [redacted] espacios se prevé la dotación de equipos sanitarios móviles como los antes mencionados y el almacenamiento y disposición de agua potable mediante garrafones para consumo humano y un pequeño tanque de almacenamiento para otros usos que sean requeridos.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Foto II. 3. Ejemplo de Almacén de obra y bodega.

El Proyecto cuenta con dos sitios que serán utilizados para almacenar insumos de construcción, en las siguientes figuras y tablas se muestran las características geométricas de estos sitios.

Tabla II. 18. Cuadro de construcción Almacén 01 km 46+250.

Lado					Coordenadas	
EST	PV	Rumbo	Distancia (m)	V	Y	X
[redacted]						

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 16. Ubicación del Almacén 01 km 46+250.

Tabla II. 19. Cuadro de construcción Almacén 02 km 62+250

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 17. Ubicación del Almacén 02 km 62+250

CONSULTA

Patios de maquinaria

Los patios de maquinaria requeridos para alojar los equipos de construcción del Proyecto serán ubicados preferentemente en zonas carentes de vegetación y que ya hayan sido afectadas por la actividad antropogénica como la agricultura o ganadería de manera que existe una gran probabilidad de encontrar sitios con estas características para el desplante de las instalaciones mencionadas. Cabe señalar que estos espacios quedarán debidamente protegidos, cercados y vigilados para mantener el control de las actividades en apego a protocolos de limpieza y de cuidado del medio ambiente.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Foto II. 4. Ejemplo de Patio de Maquinaria en obra

Se propone la construcción de 6 sitios para patios de maquinaria y un patio para maniobras de construcción del puente número 20 (2 polígonos ubicados entre el cadenamiento 20 62+195.95 y el 62+349.40), en las tablas presentadas a continuación se muestran los cuadros de construcción de los polígonos indicados.

Tabla II. 20. Cuadro de construcción Km 28+500 Patio de maquinaria 01

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

COPIA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

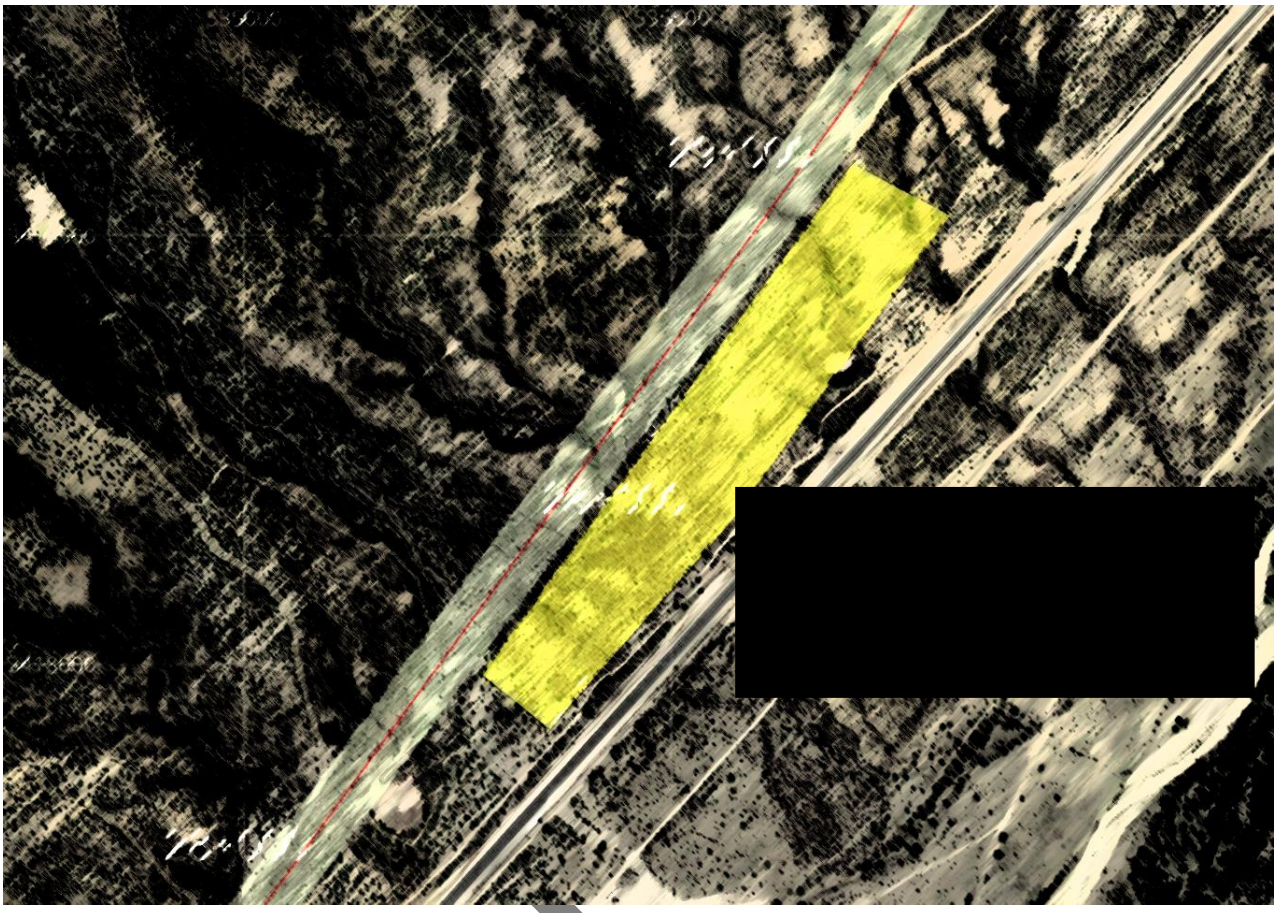


Figura II. 18. Ubicación del patio de maquinaria Km 28+500

Tabla II. 21. Cuadro de construcción Km 52+000 Patio de maquinaria 02.

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

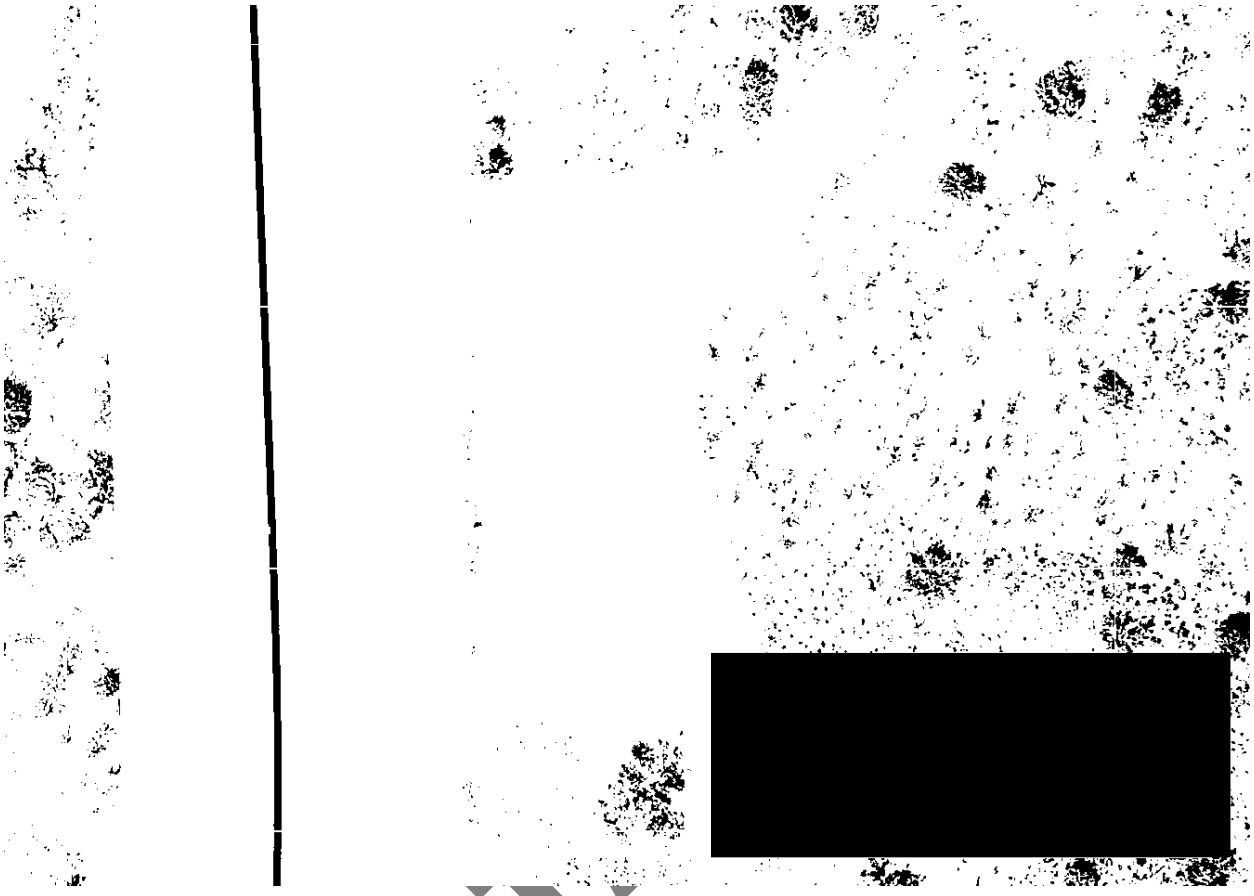


Figura II. 19. Ubicación del patio de maquinaria Km 52+000.

Tabla II. 22. Cuadro de construcción Km 53+083 Patio de maquinaria 03.

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

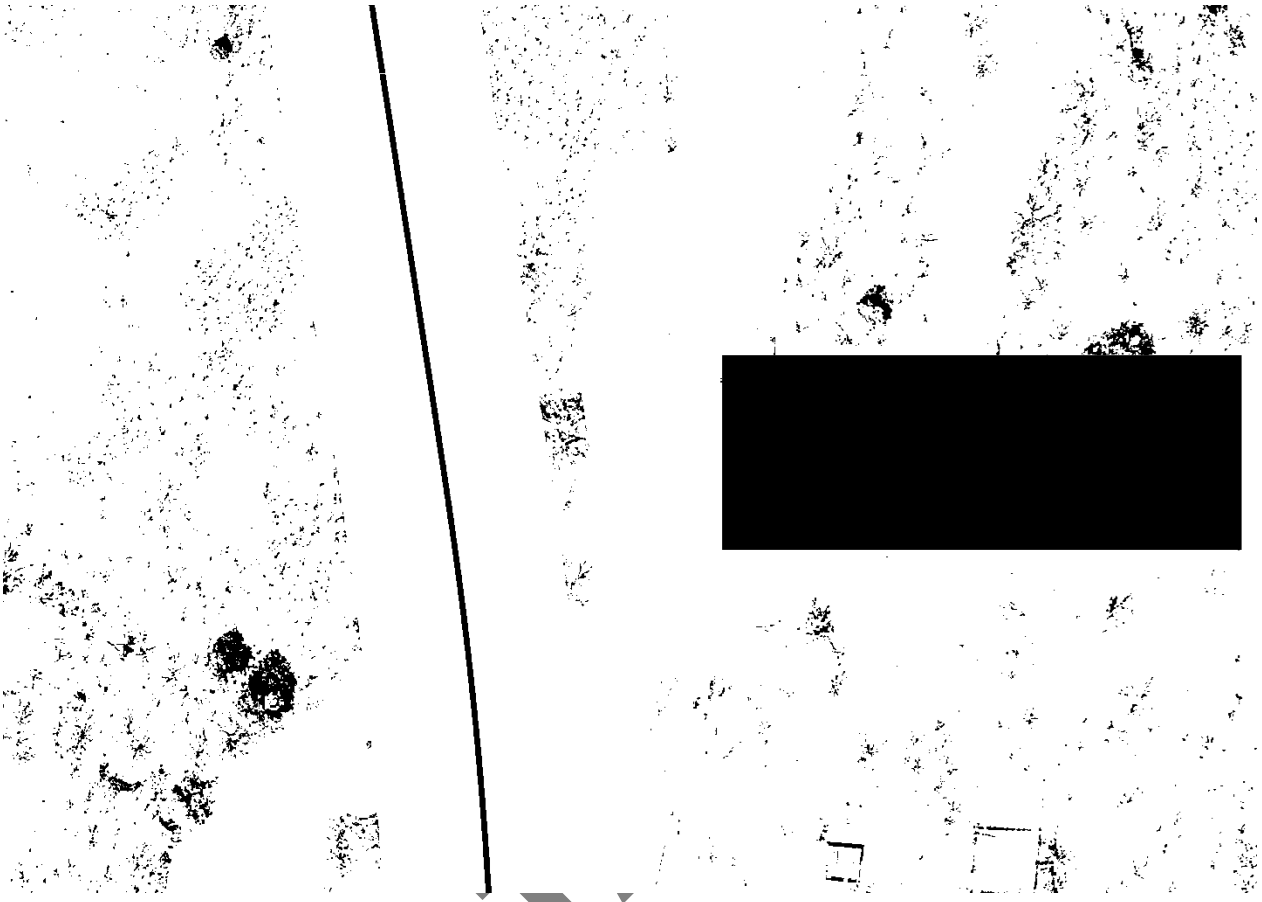


Figura II. 20. Ubicación del patio de maquinaria Km 53+083.

Tabla II. 23. Cuadro de construcción Km 53+112 Patio de maquinaria 04.

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

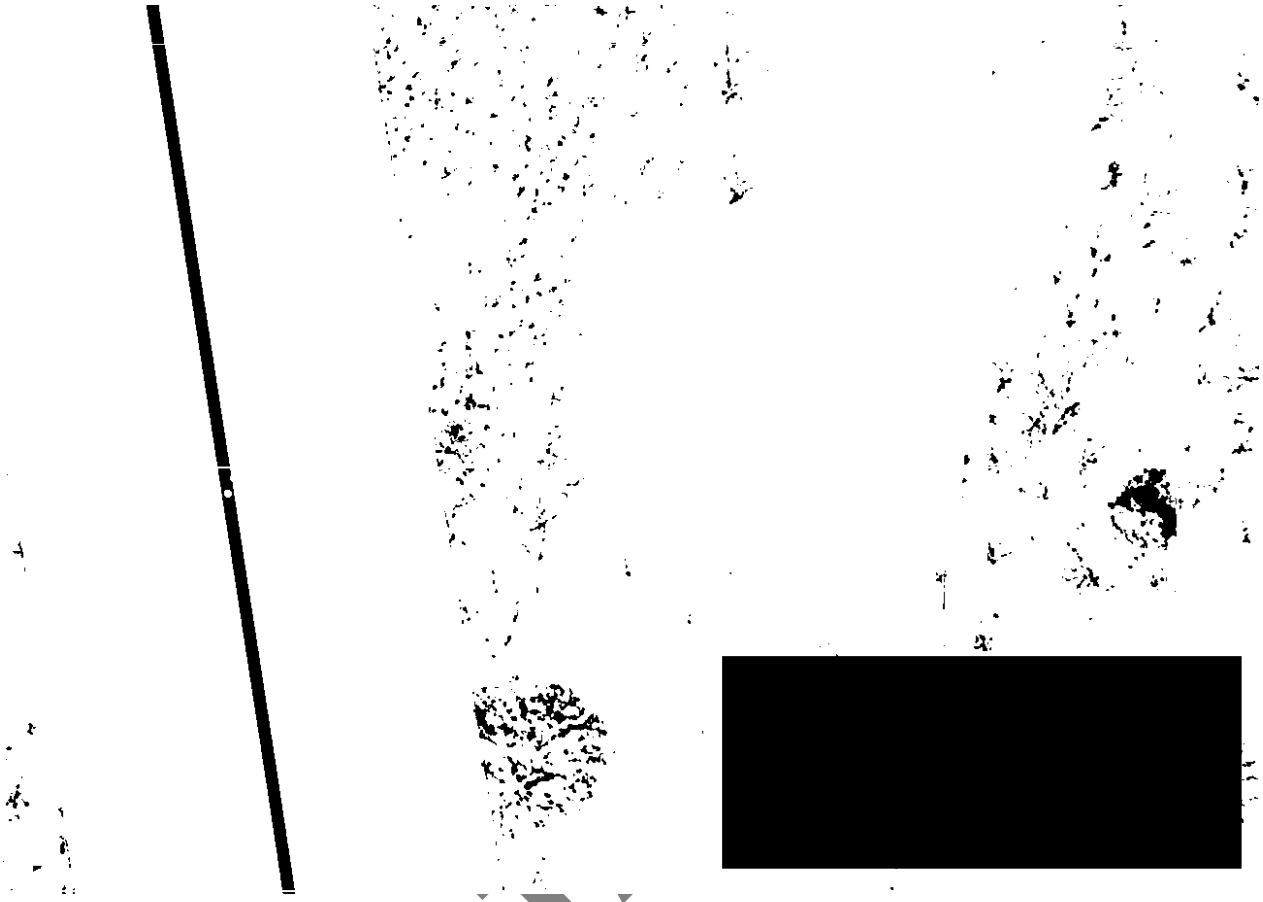


Figura II. 21. Ubicación del patio de maquinaria Km 53+112.

Tabla II. 24. Cuadro de construcción Km 54+261 Patio de maquinaria 05

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

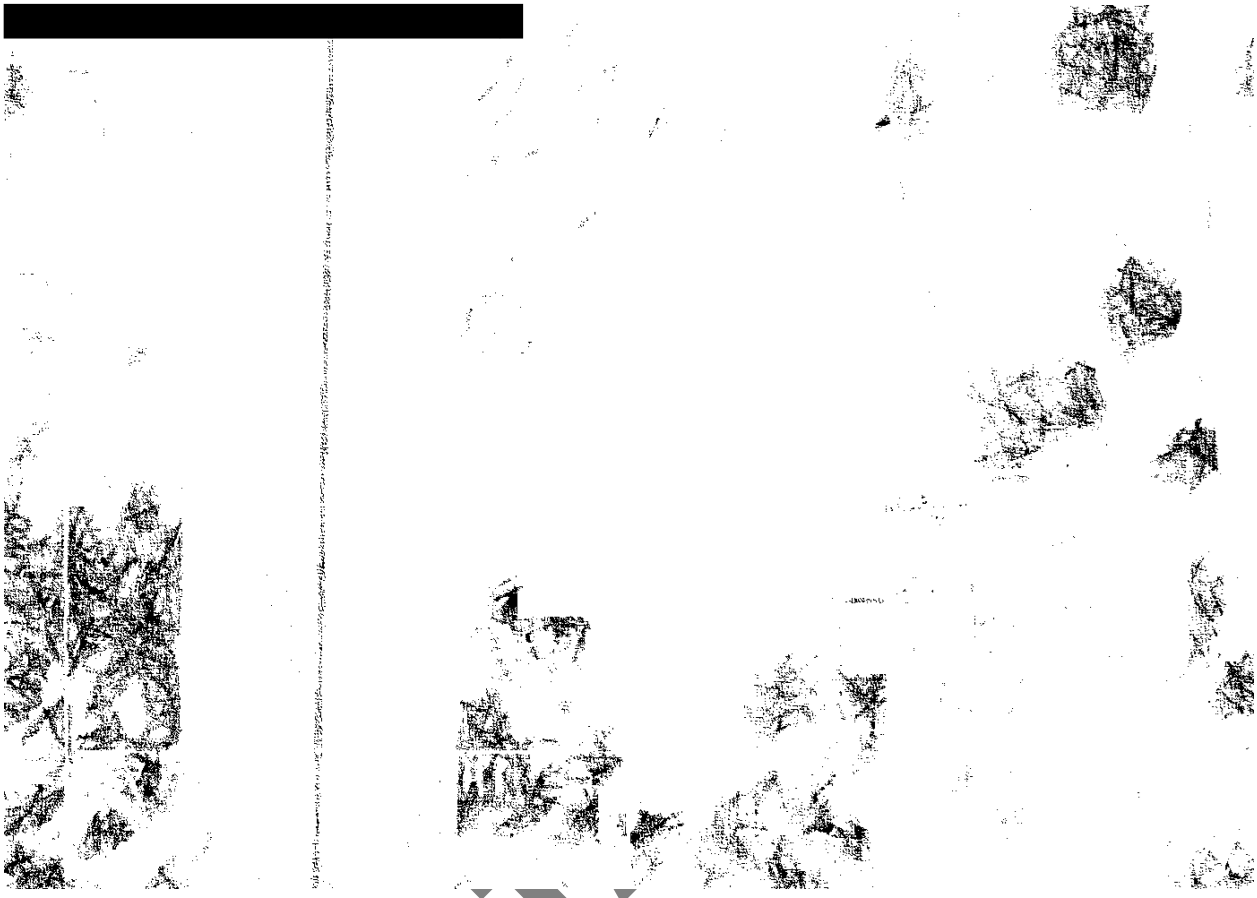


Figura II. 22. Ubicación del patio de maquinaria Km 54+261.

Tabla II. 25. Cuadro de construcción Km 54+400 Patio de maquinaria 06

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

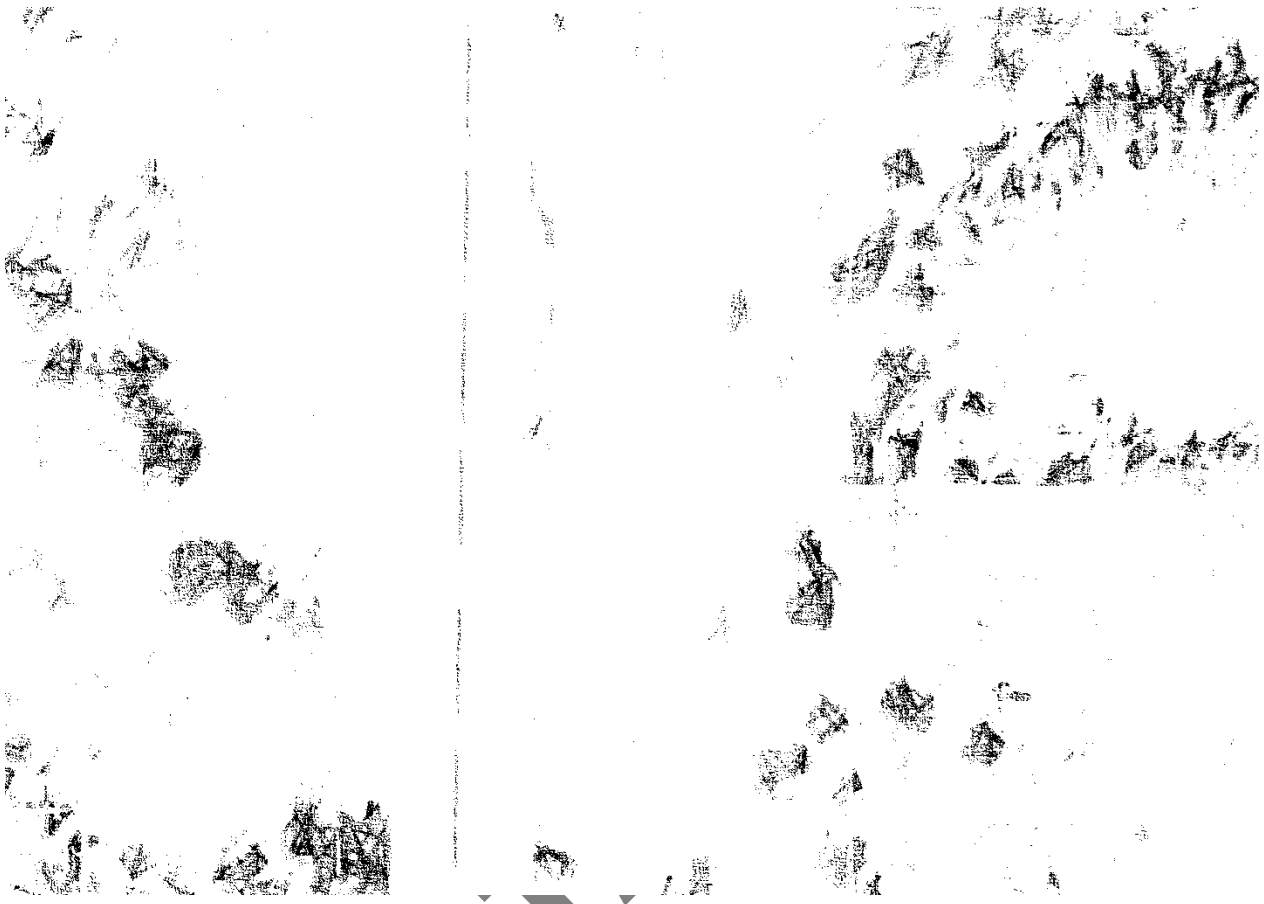


Figura II. 23. Ubicación del patio de maquinaria Km 54+400.

Tabla II. 26. Cuadro de construcción Polígono 1 de patio de maniobras de construcción Puente 20.

Lado EST	PV	Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas Y	X
[redacted]						
ÁREA: 4,476.84 m2						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tabla II. 27. Cuadro de construcción Polígono 2 de patio de maniobras de construcción puente 20

Lado			Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV					Y	X
[redacted]							

ÁREA: 7,894.31 m2

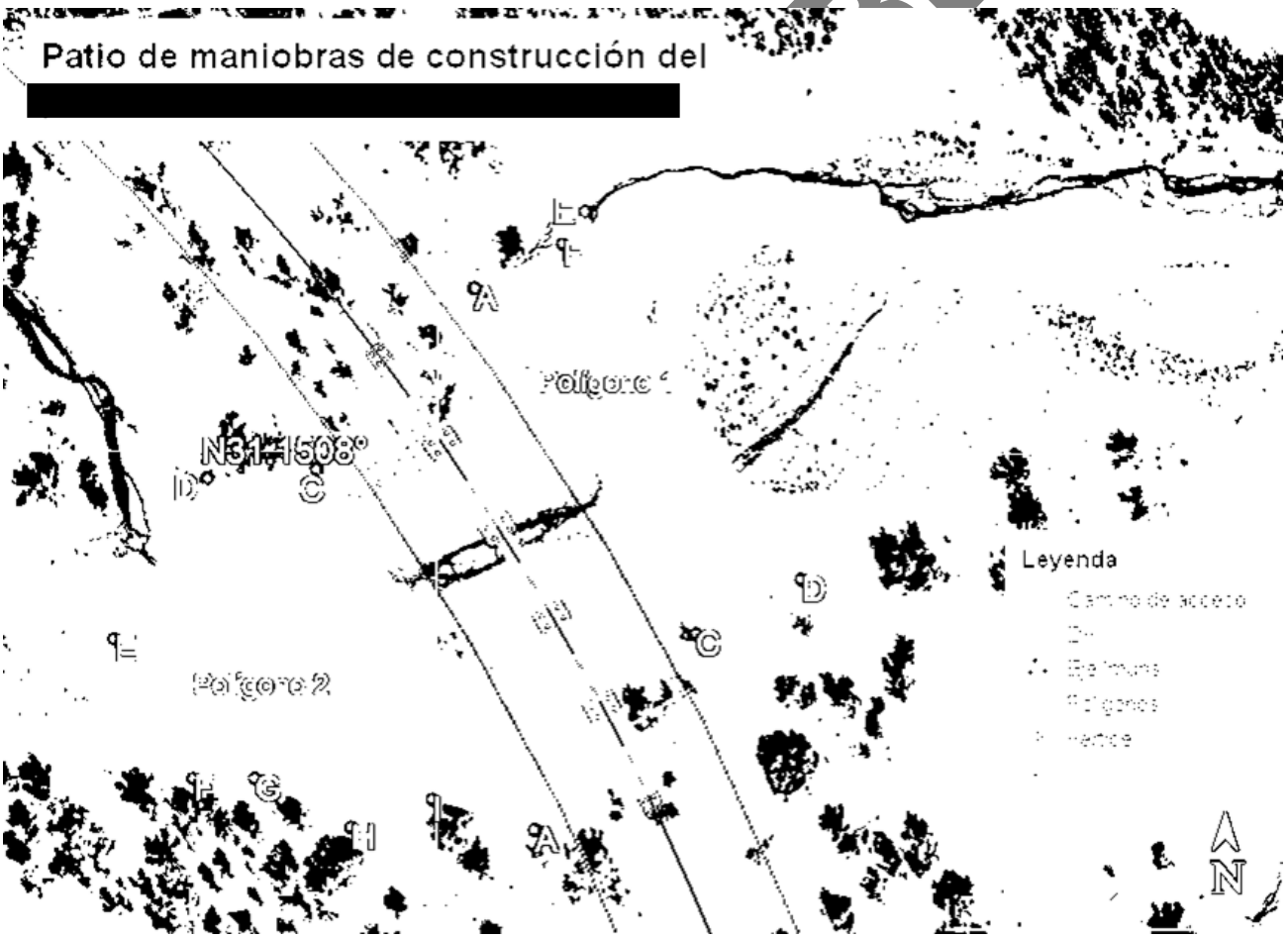


Figura II. 24. Ubicación del patio de maniobras de construcción del puente 20 en el km 62+300

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Talleres de mantenimiento

Como parte de esta infraestructura que es de carácter provisional será conveniente la instalación de espacios para el mantenimiento y reparación de los equipos de construcción dentro de la zona

[redacted]

del mantenimiento de los equipos de construcción.



Foto II. 5. Ejemplo de taller para reparaciones y mantenimiento de la maquinaria de construcción.

Caminos de acceso

En virtud de la topografía de la zona y con la intención de lograr los avances programados para la obra será necesario habilitar superficies para el traslado de los insumos y avance de la maquinaria hacia los frentes de trabajo, por ello se ha proyectado la habilitación de algunos caminos de acceso hacia la obra. Estos sitios se eligen con una trayectoria lo más cercana posible al eje del trazo para minimizar la superficie de afectación y constan de la simple nivelación y en algunos casos la compactación del terreno para facilitar la circulación principalmente de camiones de volteo para el movimiento de tierras del Proyecto. Los caminos de acceso deben mantenerse en buen estado de circulación por lo cual se deberá cumplir con los establecido en la N-CTR-CAR-1-01-013/00 relativa a los acarreos.

En el Anexo II.4 se presentan los cuadros de construcción de los caminos de acceso propuestos para el Proyecto. Es importante señalar que una vez concluida la obra todos los caminos de acceso y superficies utilizadas serán rehabilitados de acuerdo con el Programa de rehabilitación correspondiente.

Campamento

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

De acuerdo con el plan de trabajo y en virtud de la lejanía del Proyecto con respecto a centros poblacionales será necesario implementar la construcción de un campamento para dar alojamiento al personal de construcción durante todo el tiempo que dure la obra, este sitio contará con los servicios básicos de estancia como lo son las áreas para el descanso, áreas para la higiene y aseo personal, área para preparación y consumo de alimentos, servicios médicos de primeros auxilios, comunicaciones y áreas de esparcimiento.

La ubicación de este sitio ha sido propuesta en una superficie de aproximadamente 2,598.0 m^2 el cuadro de construcción de esta superficie se presenta a continuación:

Tabla II. 28. Cuadro de construcción del polígono para el campamento

Lado		Rumbo	Distancia m	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

En la siguiente imagen se muestra la huella del polígono en cuestión.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 25. Ubicación del sitio de desplante del Campamento de obra.

CONSULTA

Es importante señalar que este espacio se construirá respetando las buenas prácticas ambientales que eviten el deterioro del entorno natural alrededor de este sitio por lo cual conviene aclarar que estas instalaciones serán retiradas inmediatamente después de ser utilizadas recuperando en lo posible las condiciones naturales originales que existían antes de su construcción.

II.1.4.5. Obras asociadas

Las obras asociadas al Proyecto son aquellas que tendrán una afectación permanente sin embargo se ubican fuera del Derecho de vía como en el caso de los bancos de materiales que proveerán de los insumos requeridos para complementar la construcción de los taludes, la formación de las capas de soporte de la vía, el sub-balasto y el balasto.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Bancos de materiales

Como parte de la infraestructura necesaria para la ejecución del Proyecto se dispondrá de algunos bancos de materiales para el abastecimiento de los insumos de tierra y materiales pétreos que el Proyecto demande, si bien para la conformación de los terraplenes se utilizará buena parte del material excavado en la nivelación del terreno se prevén 4 sitios de los cuales se podrá extraer material adicional. Además de los bancos que determine la entidad encargada de la construcción en la tabla siguiente se muestra la lista de bancos de materiales cuya autorización forma parte de la presente solicitud de autorización.

Tabla II. 29. Bancos de materiales del Proyecto.

Nombre	Ubicación	Desviación	Superficie aproximada m2
Banco Rancho La Concordia	Km 42+300	[redacted]	
Banco De la Rosa	Km 47+450		
Banco Cerro El Peinado	Km 47+650		
Banco San Carlos	Km 53+040		

Asimismo, los cuadros de construcción de cada sitio se muestran a continuación.

Tabla II. 30. Cuadro de construcción Km 42+300 Banco de materiales "Rancho la Concordia"

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Lado EST	PV	Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas Y	X
[redacted]						

ÁREA: 31,684.14 m2

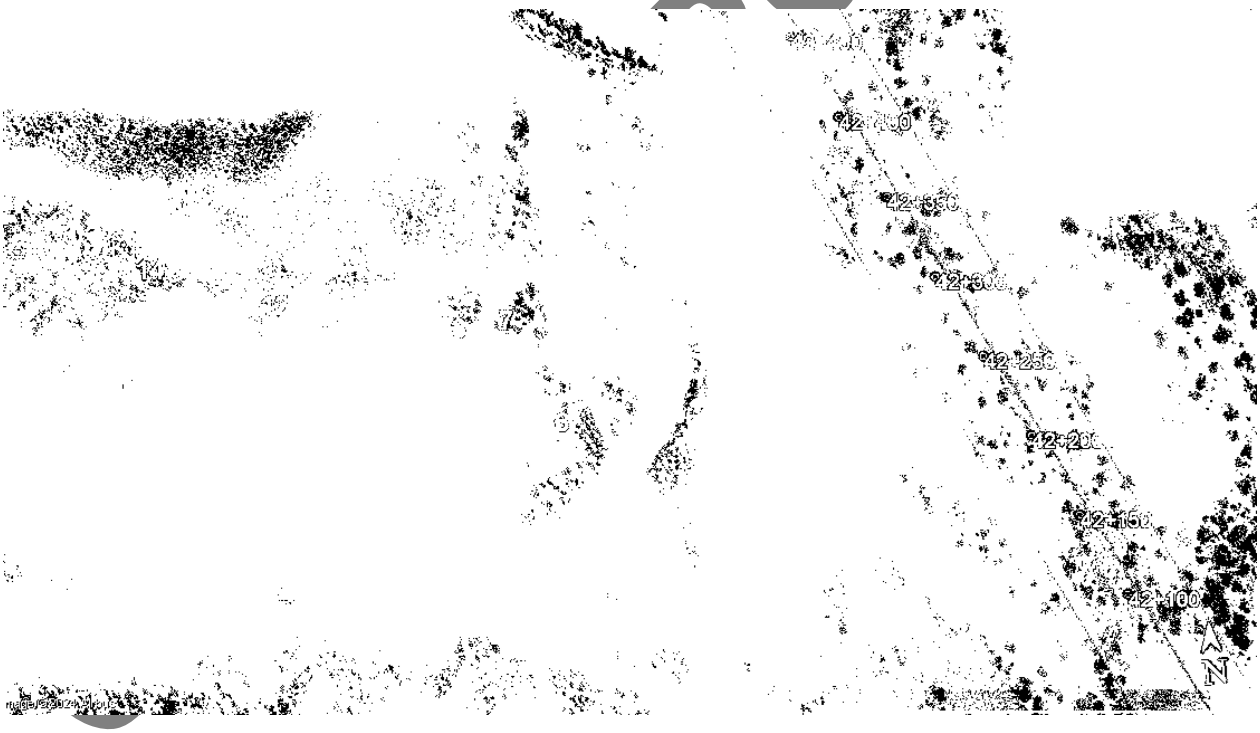


Figura II. 26. Banco de materiales "Rancho la Concordia" Km 42+300.

Tabla II. 31. Cuadro de construcción Km 47+450 Banco de materiales "De la Rosa"

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						
ÁREA: 31,777.17 m2						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

CONS

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 27. Banco de materiales "De la Rosa" Km 47+450.

Tabla II. 32. Cuadro de construcción Km 47+650 Banco de materiales "Cerro el Peinado"

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

ÁREA: 126,751.45 m2

CONSU

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

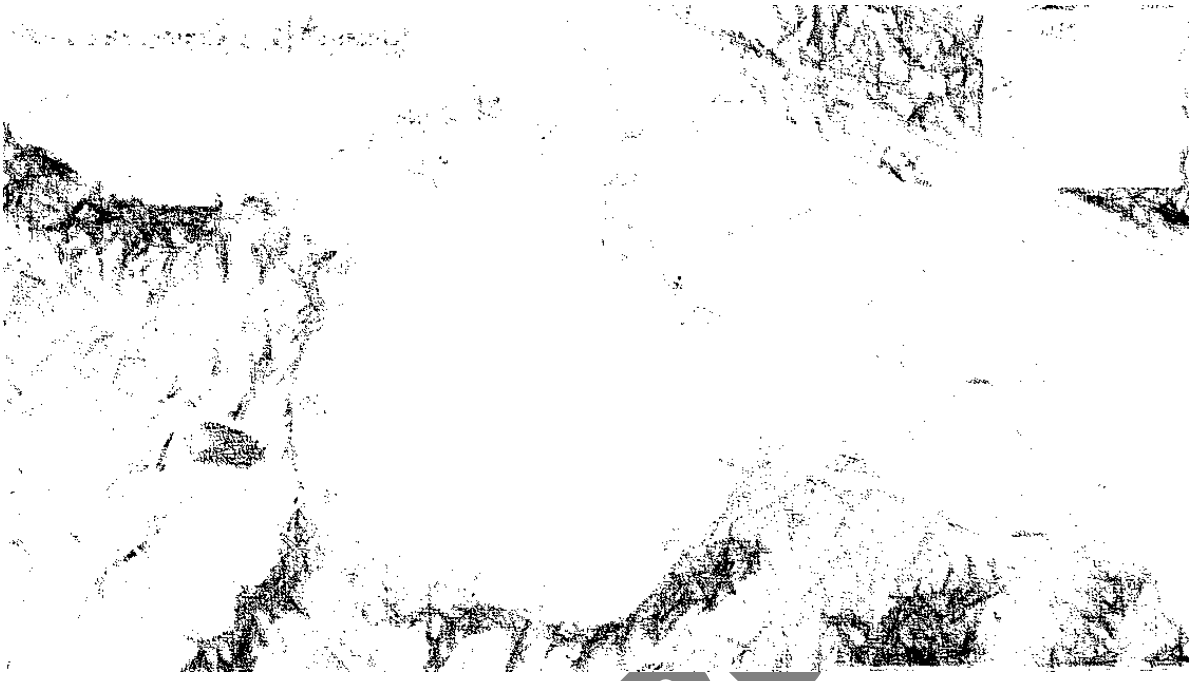


Figura II. 28. Banco de materiales "Cerro el Peinado" Km 47+650.

Tabla II. 33. Cuadro de construcción Km 53+040 banco de materiales "San Carlos"

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
[redacted]						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Lado EST	PV	Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas Y	X
[redacted]						
ÁREA: 50,374.07 m2						

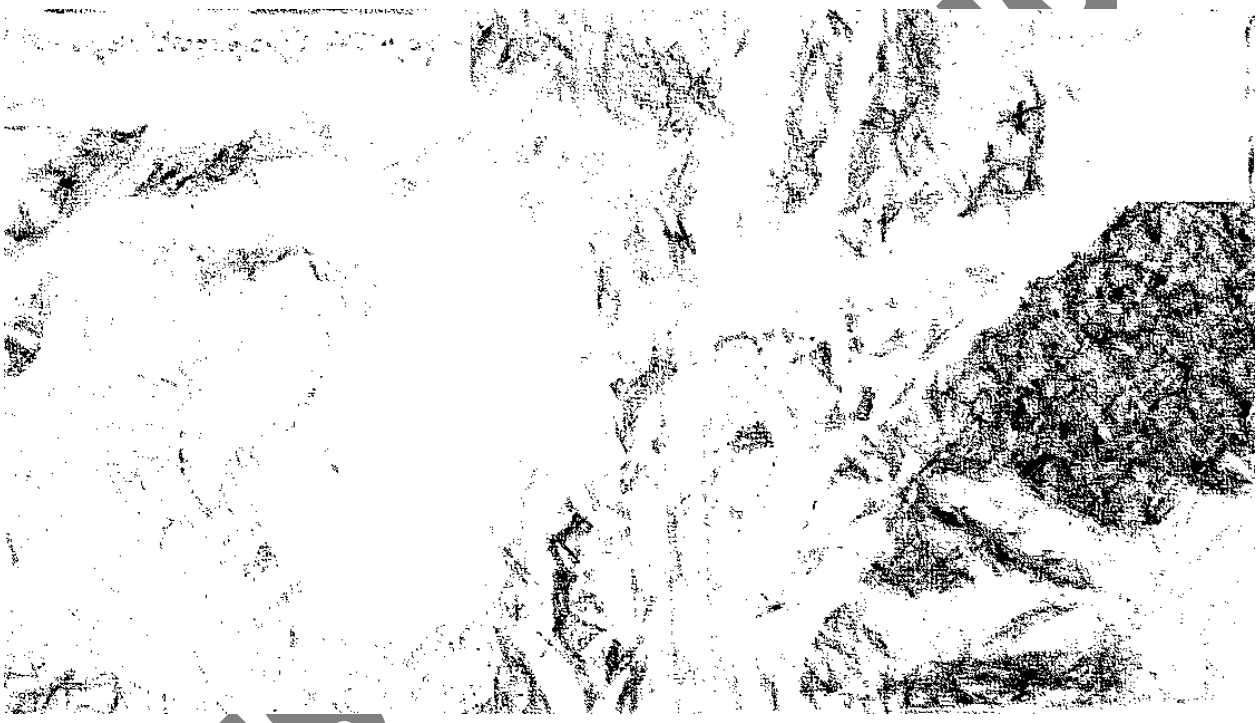


Figura II. 29. Banco de materiales "San Carlos" Km 53+040

Tabla II. 34. Cuadro de construcción del sitio de desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 1

Lado EST	PV	Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas Y	X
[redacted]						
ÁREA: 10,956.72 m2						

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

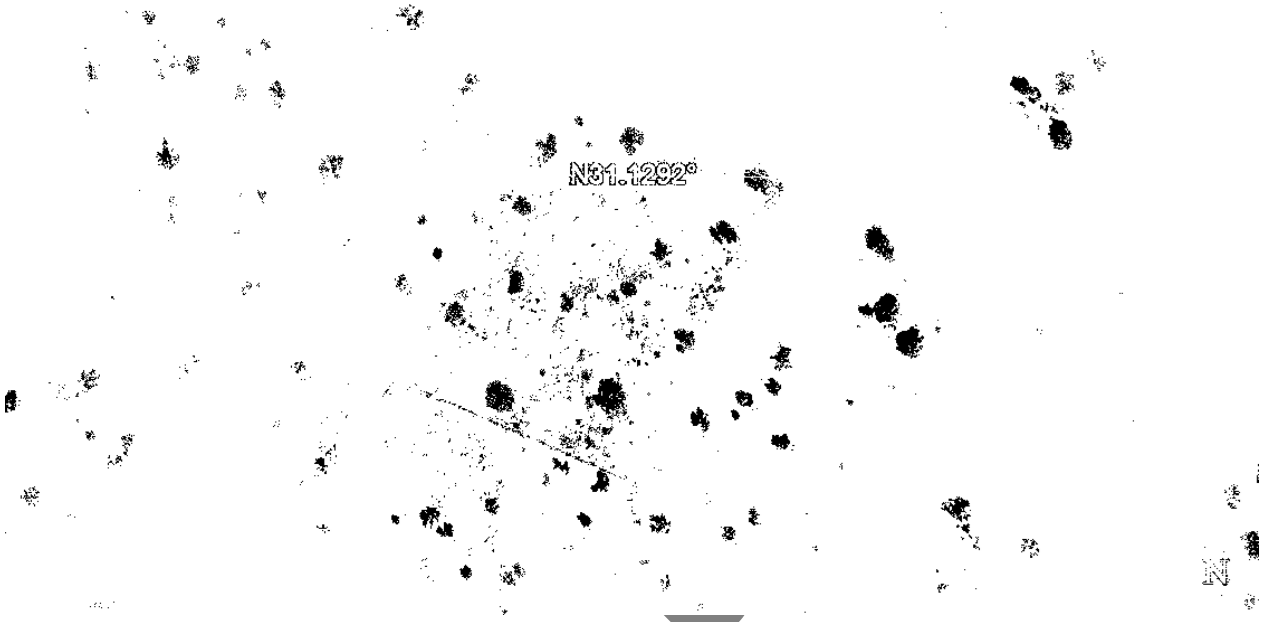


Figura II. 30. Sito para desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 1

Tabla II. 35. Cuadro de construcción del sitio de desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 2

Lado			Rumbo	Distancia	m	V	Coordenadas	
EST	PV						Y	X
[redacted]								
ÁREA: 13,282.15 m2								

CONFIDENCIAL

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

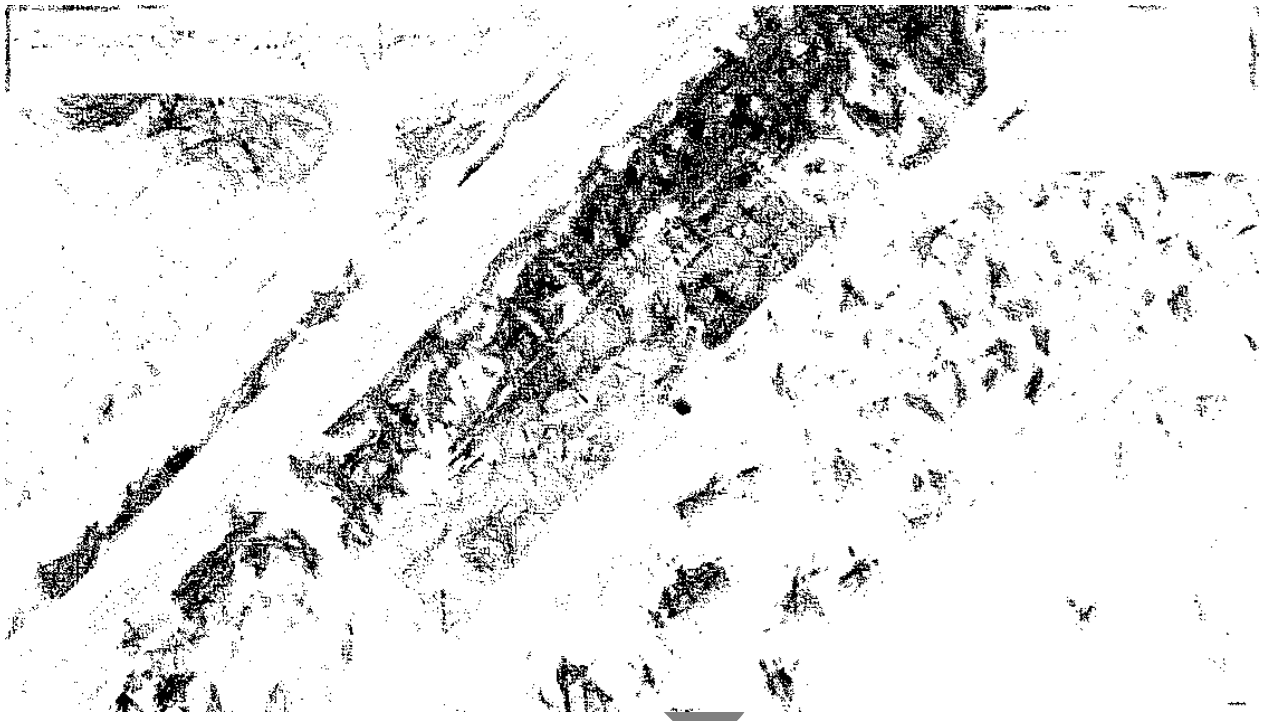


Figura II. 31. Sito para desplante de la planta de concreto PRENOSA San Lázaro 2

II.1.4.6 Obra inducida

De acuerdo con el Proyecto, será necesario efectuar la reubicación de una torre de alta tensión de propiedad de CFE, esta obra se considera obra inducida y su ubicación será aproximadamente [redacted]

CONSULTA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

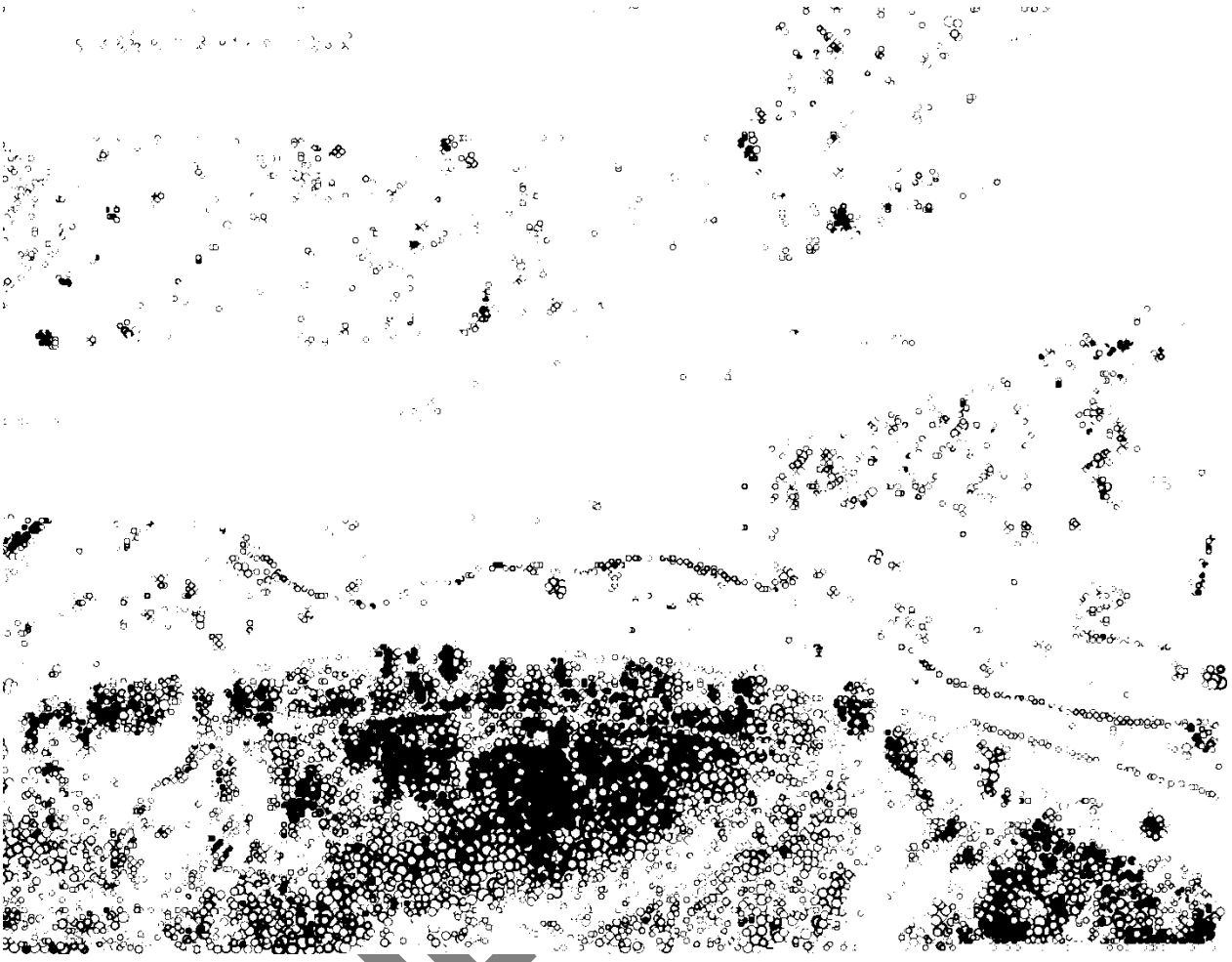


Figura II. 32. Ubicación de la torre de CFE a reubicar.

CONSULTA

II.1.4.1 Resumen de superficies requeridas para el Proyecto

Para fines constructivos se considera la ocupación de la superficie total del derecho de vía en ambos Tramos más algunas superficies en demasías y obras complementarias y asociadas. Asimismo, se requieren superficies provisionales como los caminos de acceso, un campamento de obra, patios de maquinaria, superficies para almacenes y bodegas de obra.

Tabla II. 36. Resumen de superficie total requerida para el Proyecto.

Concepto	Superficie de afectación	
	m²	ha
Superficie total de afectación permanente del Proyecto (AP + Demasías)	4,958,599.97	495.860

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Concepto	Superficie de afectación	
	m²	ha
Superficie total de afectación temporal del Proyecto	1,338,692.08	133.869
Superficie total solicitada para autorización	**6,297,292.049 m2**	**629.7292 ha**

PÚBLICA

II.1.4.7 Usos de Suelo y Vegetación en la Superficie del Proyecto

De acuerdo con los datos de la SERIE VII del INEGI (INEGI 2021), las superficies de Usos de Suelo y Vegetación que se presentan en la tabla siguiente, son las presentes en el SAR del Proyecto.

Tabla II. 37. Superficie por Cambio de Uso de Suelo y Vegetación

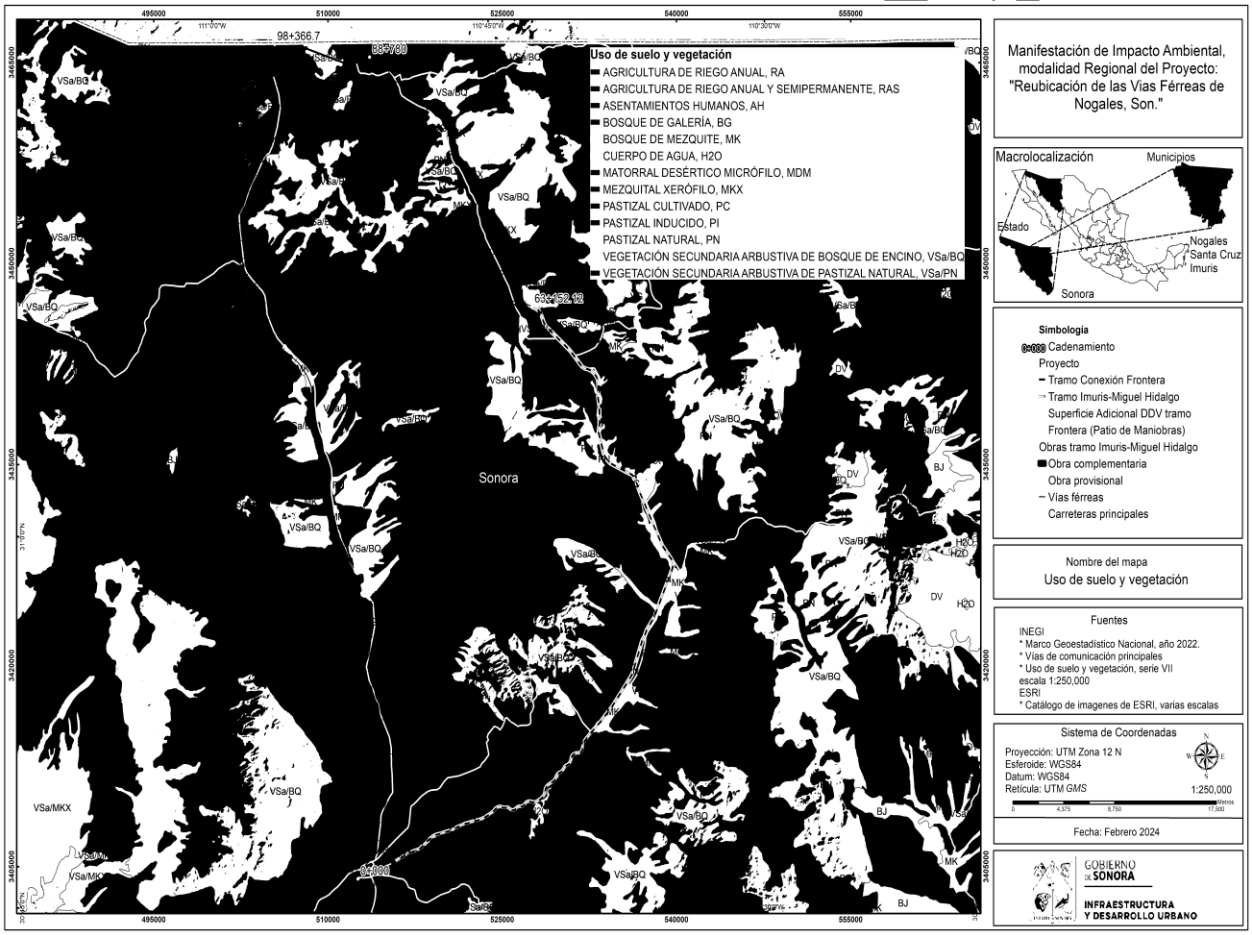
Uso de suelo y vegetación	Sup m²	Sup ha	Porcentaje (%) con respecto al SA
Agricultura De Riego Anual	30276369.81	3027.64	0.60
Agricultura De Riego Anual Y Permanente	6151974.98	615.20	0.12
Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	52147943.59	5214.79	1.04
Agricultura De Temporal Anual	2617377.26	261.74	0.05
Asentamientos Humanos	54197686.71	5419.77	1.08
Bosque De Encino	674256474.66	67425.65	13.40
Bosque De Encino-Pino	73256943.86	7325.69	1.46
Bosque De Galería	2424961.84	242.50	0.05
Bosque De Mezquite	29894118.85	2989.41	0.59
Bosque De Pino	3747902.17	374.79	0.07
Bosque De Pino-Encino	44564655.11	4456.47	0.89
Bosque De Táscate	26803790.60	2680.38	0.53
Cuerpo De Agua	5798927.66	579.89	0.12
Matorral Desértico Micrófilo	254146073.82	25414.61	5.05
Mezquital Xerófilo	27705331.67	2770.53	0.55
Pastizal Cultivado	9923763.89	992.38	0.20
Pastizal Inducido	232818109.30	23281.81	4.63
Pastizal Natural	2266266168.21	226626.62	45.03
Sin Vegetación Aparente	19875688.68	1987.57	0.39
Vegetación De Galería	10706115.30	1070.61	0.21
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	3028358.27	302.84	0.06
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	758363084.19	75836.31	15.07
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	1388703.25	138.87	0.03

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Uso de suelo y vegetación	Sup m²	Sup ha	Porcentaje (%) con respecto al SA
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	6160460.69	616.05	0.12
Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo	35465704.21	3546.57	0.70
Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	400639275.04	40063.93	7.96
Total	**5,032,625,963.61**	**503262.60**	**100%**

COPIA

La distribución de superficies se puede observar en el siguiente Mapa.



Mapa II. 10. Tipo de uso de suelo y vegetación en el SAR del Proyecto.

II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión requerida programada para este Proyecto es de $7,000,000,000.00 (siete mil millones de pesos 00/100 m.n.)

Asimismo, se tiene contemplado un monto para la aplicación y ejecución de medidas de mitigación, prevención y compensación, el cual se reporta de forma desglosada en el Estudio Técnico Económico elaborado de forma específica para este Proyecto.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El Proyecto consta básicamente de un libramiento ferroviario en dos Tramos el cual permitirá, como ya se ha mencionado, evitar el paso del ferrocarril por la zona urbana de las localidades Ímuris y Nogales, no obstante, debemos hacer énfasis en que como parte de las obras complementarias el Proyecto incluye la construcción de un patio de maniobras con toda la infraestructura necesaria para realizar las operaciones correspondientes de la aduana, área de carga y descarga, talleres etc. y todo lo que ya se ha descrito, se cuenta también con un túnel que permitirá disminuir el impacto que la construcción de la obra produciría en la zona urbana.

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

Los tiempos de construcción específicos dependen de la programación de obra presentada por la entidad encargada de la construcción, no obstante, se presenta el siguiente programa de obra propuesto para contar con una aproximación que permita calendarizar las actividades de forma secuencial razonable. Cabe señalar que una vez iniciados los trabajos se comenzarán a aplicar las medidas de mitigación requeridas descritas en el Capítulo VI de este estudio; ya que algunas de ellas están orientadas a la ejecución de las actividades que establece el programa. El período de tiempo estimado para la construcción del Proyecto es de aproximadamente 21 meses tal y como se presenta a continuación.

Cabe señalar que la etapa de Operación y Mantenimiento considera un periodo de 50 años, mismo que podría prolongarse por el mantenimiento que se le proporcione al Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tabla II. 38. Programa de obra.

Etapa	Actividad	Año 1									Año 2												En adelante
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Preparación	Trazo y nivelación																						
	Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, patio de maniobras de construcción puente 20, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales, etc.)																						
	Desmonte																						
	Despalme																						
Construcción	Excavaciones y cortes																						
	Construcción de obras de drenaje mayor (puentes y PIV)																						
	Construcción de obras de drenaje menor(alcantarillas)																						
	Movimiento de tierras para conformar terraplenes del Proyecto																						
	Construcción de infraestructura para el patio de maniobras en Tramo Conexión-Frontera																						
	Construcción de túnel en Tramo Frontera																						
	Compactaciones																						
	Colocación de sub-balasto																						
	Colocación de balasto																						
	Colocación de durmientes																						
	Instalación de rieles																						
	Señalización																						
	limpieza de la obra y retiro de obras provisionales.																						
Operación y mantenimiento	Operaciones de tráfico y mantenimiento de los nuevos Tramos Ímuris-M Hidalgo y Conexión-Frontera																						

II.2.2 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Para la ejecución del Proyecto será necesario realizar algunas actividades previas las cuales son descritas cronológicamente a continuación.

II.2.2.1 Preparación del Sitio

Las actividades de preparación del sitio se describen a continuación.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Trazo y nivelación

El proceso de ejecución del Proyecto inicia con el trazo y la nivelación del suelo para el control del alineamiento horizontal y vertical de acuerdo con el proyecto geométrico (Ver plano de planta y perfil en Anexo II.1). Para ejecutar esta actividad se utilizará una brigada topográfica habilitada con equipo de medición como estación total, estadales y prismas para replantear la planimetría de acuerdo con el relieve de la zona. Esta actividad se desarrolla por medio de brigadas y su participación se verá durante todo el proceso constructivo de la obra pues permite el control de los niveles y volúmenes de material en movimiento.

El trazo y nivelación del terreno se realizará con equipos topográficos y metodologías que garanticen precisión. Se realizará un marcaje de las estaciones de control topográfico (mojoneras) a cada 20 m., estableciéndose bancos de nivel a cada 500 m. La nivelación del terreno tendrá una tolerancia de un centímetro por kilómetro nivelado. El trazo se ejecutará tomando como referencia los postes del derecho de vía adquirido.

Durante esta etapa se ubicarán y habilitarán los espacios que servirán para alojar los almacenes, bodegas, patios de maquinaria y el campamento de obra tomando en cuenta que estas obras serán de carácter provisional. Las oficinas móviles de obra, sanitarios portátiles y demás obras complementarias necesarias para la ejecución de los trabajos también se ubican y distribuirán durante esta etapa.

Una vez efectuados los trabajos de topografía se realizará el desmonte y despalme del área de trabajo de acuerdo con las secciones transversales indicadas en el proyecto geométrico,

Desmonte

En virtud de que algunas partes de la trayectoria del Proyecto se desarrollan por áreas de vegetación arbórea será necesario realizar previamente un desmonte en esas zonas. De acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·001/00 “El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Cuando así lo indique el Proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmonte se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la Norma N·CTR·CAR·1·09·003, Trasplante de Especies Vegetales y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo.”

CONSULTA PÚBLICA

Sin menoscabo de lo anterior los residuos producto del desmonte se cargarán y transportarán al banco de tiro que indique el Proyecto en vehículos adecuados o con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen excepto cuando como sea posible entregar parte de ellos a la población local y los dueños de los predios. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de tiro lo antes posible. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán en lo que corresponda a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. En este sentido, en apartados posteriores se determinarán las cantidades aproximadas de material de desmonte.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Despalme

De acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·002/00 “El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el Proyecto o aprobado por la Secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable”. Los residuos producto del despalme se cargarán y transportarán al sitio o banco de tiro especificados en el Proyecto y que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de tiro lo antes posible. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Previo al inicio del despalme y una vez ejecutado el desmonte como se indica en la Norma N·CTR·CAR·1·01·002/00 (Desmonte) se delimitará la zona de despalme de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. El espesor del despalme será el que indique el Proyecto de acuerdo con la estratigrafía del terreno.

A menos que el Proyecto indique otra cosa, el material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como de los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos de materiales al término de su explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el Proyecto o apruebe la autoridad ambiental.

II.2.2.2 Construcción

Las actividades de construcción inician con los cortes y movimientos de tierras mediante acarreos de material ya sea aprovechando el obtenido de excavaciones o bien desde los bancos de materiales considerados para el Proyecto.

Cortes

Las actividades de construcción del Proyecto inician con la ejecución de cortes y formación de terraplenes para lograr una compensación que permita la nivelación más conveniente de la

CONSULTA PÚBLICA

rasante del Proyecto en términos de eficiencia en el diseño, para ello, de acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·003/11 “Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el Proyecto”. Los cortes son realizados por medios mecánicos y controlados mediante equipos de topografía previo estudio de la geología del sitio.

El Proyecto contempla un total de 59 Tramos en corte y 67 Tramos en terraplén para el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo (Ver Anexo II.5)

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Figura II. 33. Sección transversal típica en terraplén.

Formación de terraplenes para la construcción de vías

De acuerdo con el proyecto geométrico se realiza la construcción de los terraplenes de sección

[redacted]

Sub-balasto. -El sub-balasto es la capa de material seleccionado que se construye sobre las

[redacted]

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Características de la capa subrasante

[redacted]

Compactación

[redacted]

Sección tipo del terraplén

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

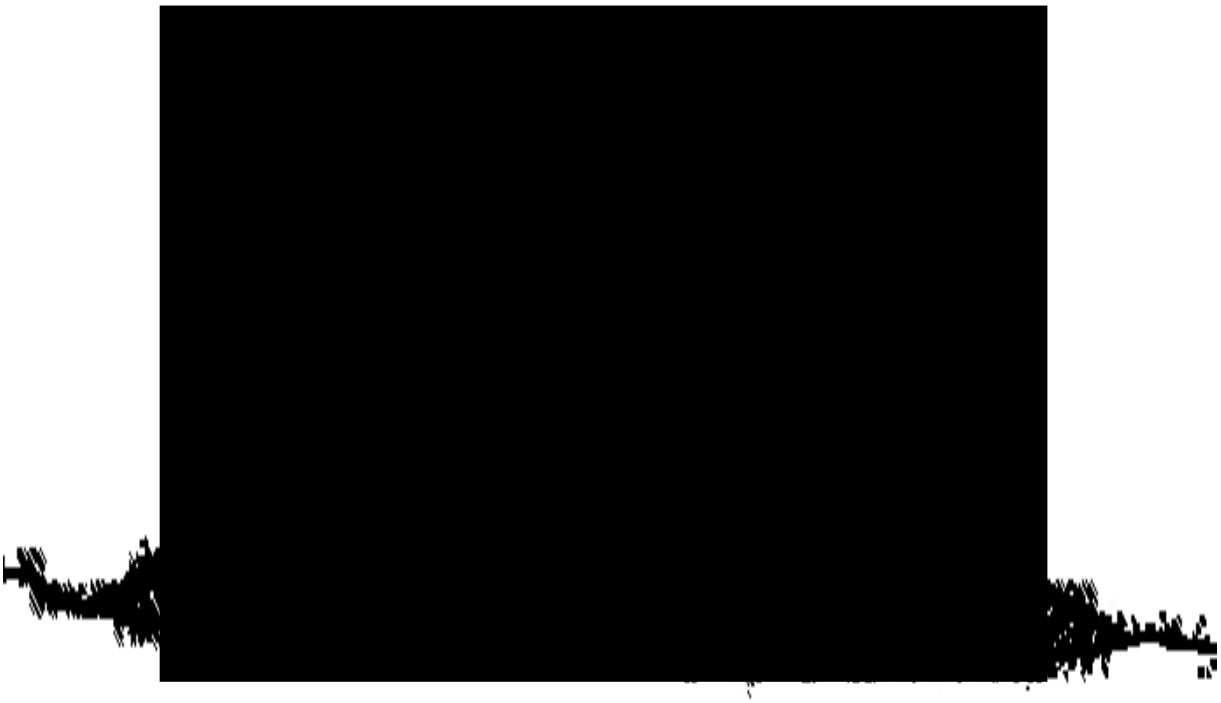


Figura II. 34. Sección transversal aprobada para el Proyecto.

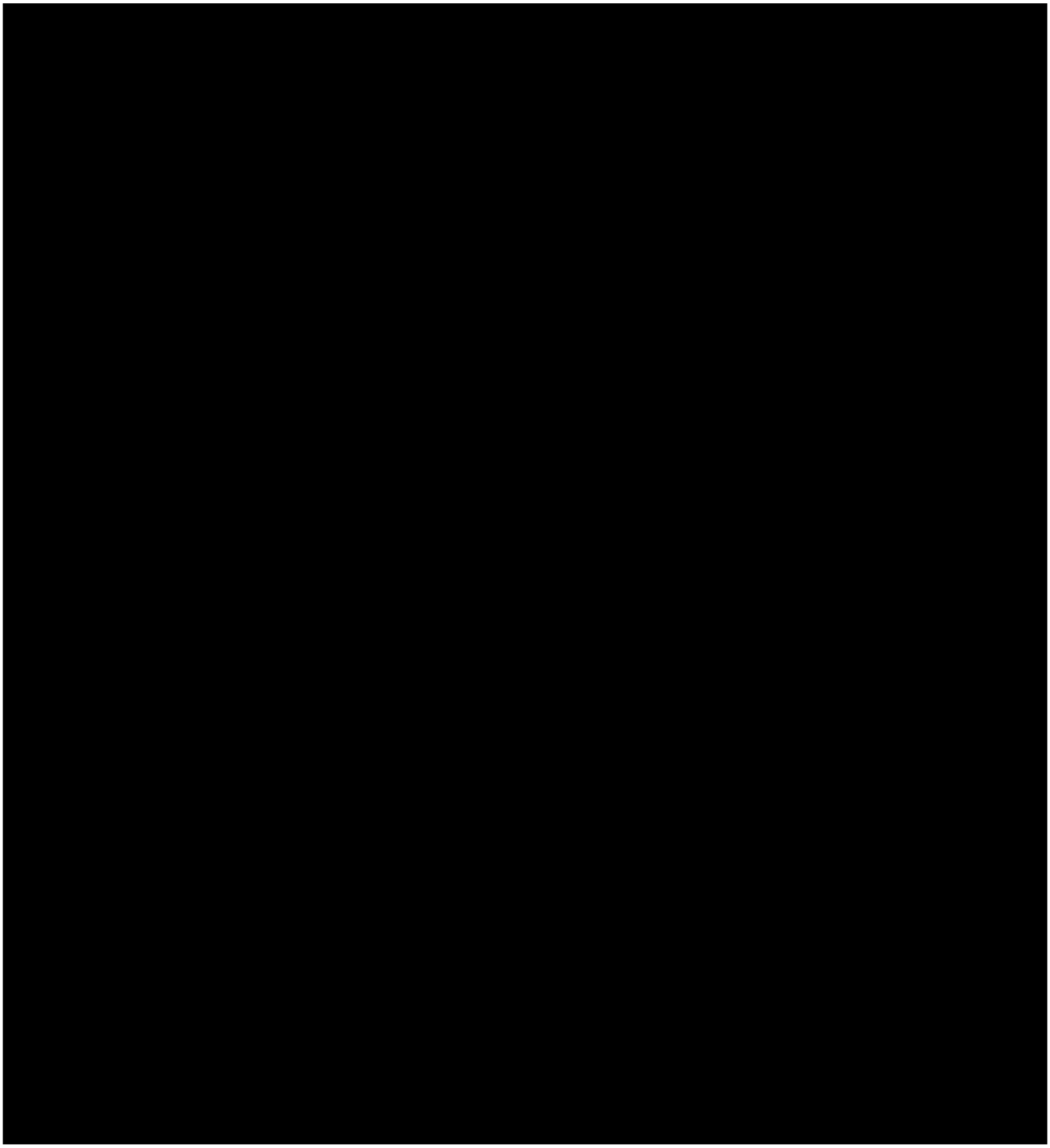
Cabe señalar que las alturas del cuerpo completo del terraplén del Proyecto serán variables oscilando entre los

Tendido de la vía



de Ferromex. No se aceptarán rieles con defectos internos, ni de superficie, ni con flujo de metal. No se permitirán cortes con soplete, ni agujeros que no sean hechos con taladro.

Armado de la vía



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

[redacted]

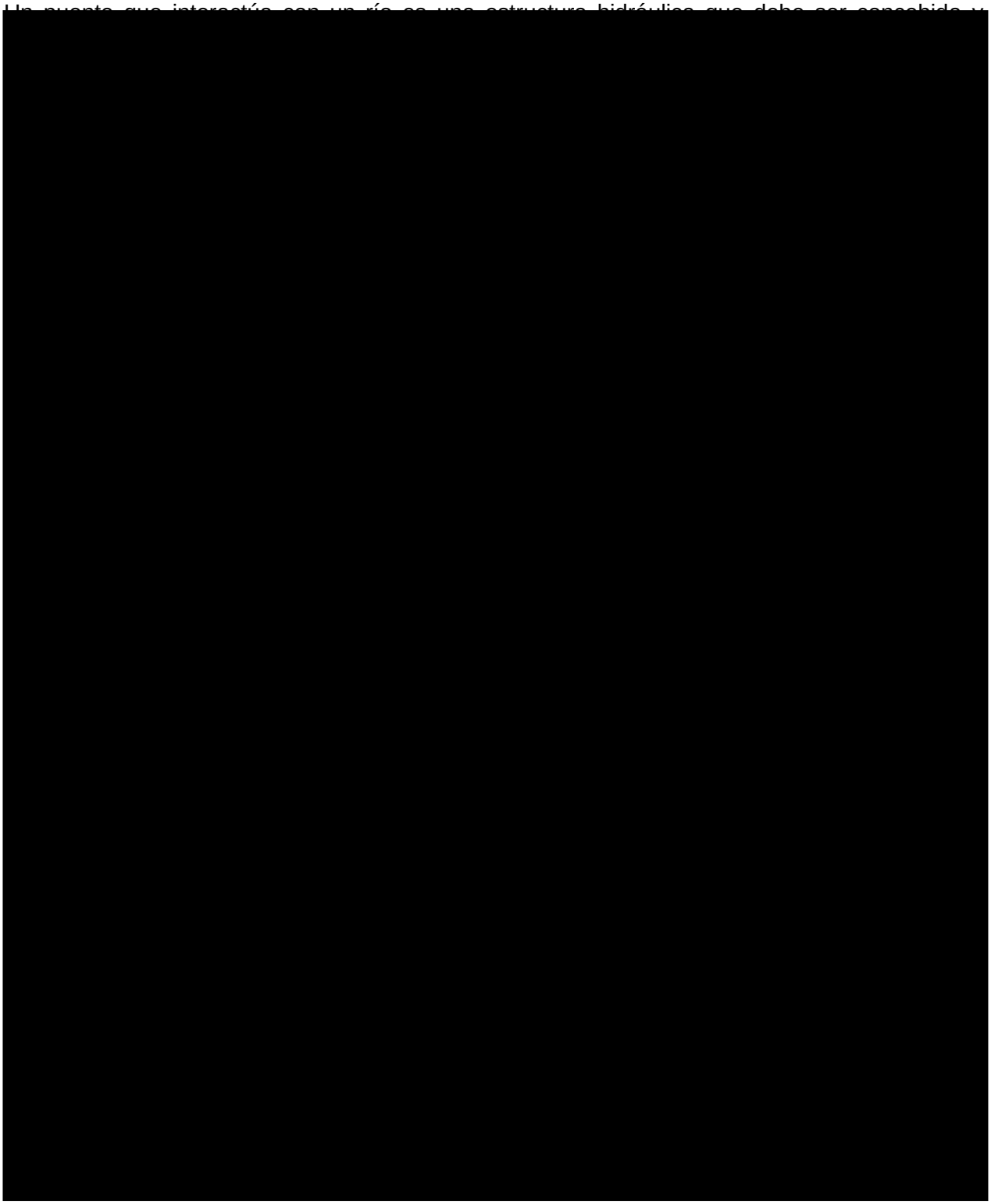
Tabla II. 39. Especificaciones estándar para Proyectos ferroviarios.

Letra para localización	Parámetros	Dimensión mínima
a	[redacted]	
b		
c		
d		
h1		
h2		
E		
F		
G		

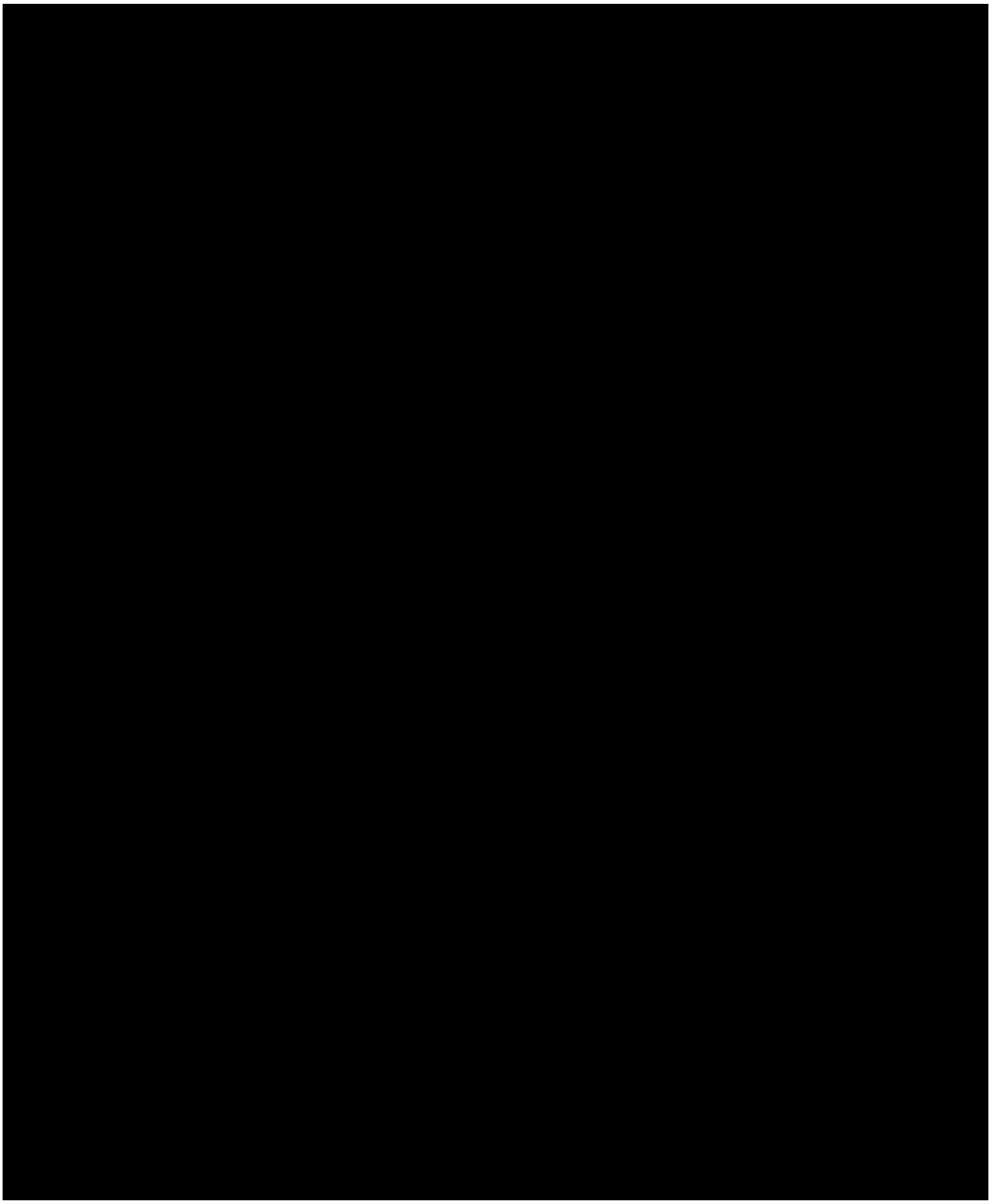
Figura II. 35. Especificaciones estándar para Proyectos ferroviarios.

Procedimiento constructivo de los Puentes

Un puente que interactúa con un río es una estructura hidráulica que debe ser concebida y



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Uso de las pilas de cimentación

[redacted]



Foto II. 6. Ejemplo de la perforación armado y colocación de pilas de cimentación.

Columnas de apoyo

[redacted]

Vigas de puente

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

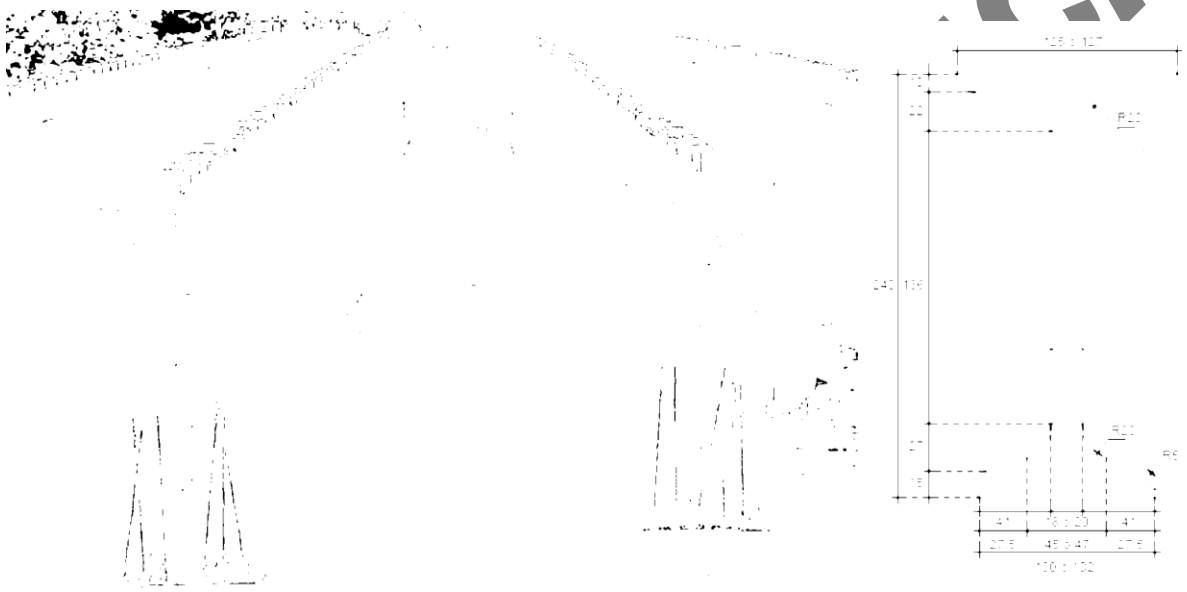


Foto II. 7. Trabe tipo Nebraska NU-240 tipo.

[redacted]

Obras de defensa durante la etapa de construcción

[redacted]

Costaleras

[redacted]

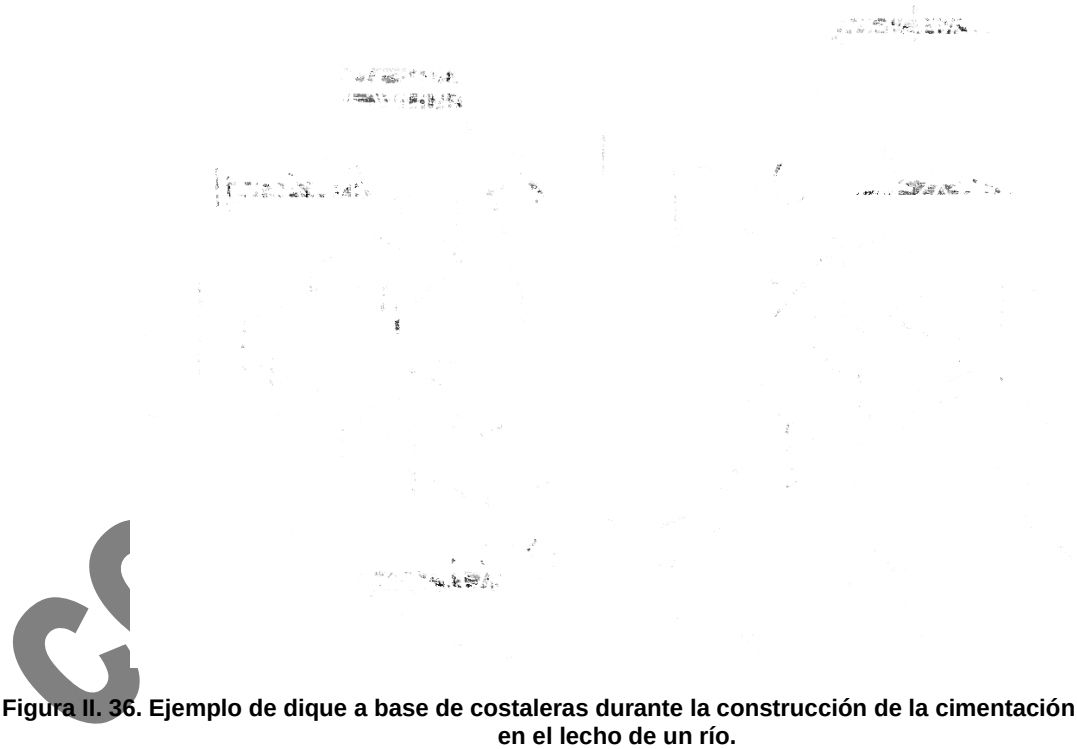


Figura II. 36. Ejemplo de dique a base de costaleras durante la construcción de la cimentación de un puente en el lecho de un río.

Diques con tablestacas

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

[redacted]

puente.

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 37. Ejemplo de un dique a base de tablestacas durante la construcción de la cimentación de un puente en el lecho de un río.

Estabilidad de taludes y protección de las márgenes

[redacted]

medidas es proteger la estructura principal contra socavación durante crecientes a costa de su propio daño, por lo que si sufren algún deterioro deben someterse a reparaciones posteriores, lo que siempre resulta más barato y fácil que reparar un puente. Existen tres tipos principales de estructuras hidráulicas de control: estructuras longitudinales, estructuras transversales y la combinación de ellas.

Estructuras longitudinales

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

[redacted]

Muros de Gaviones

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

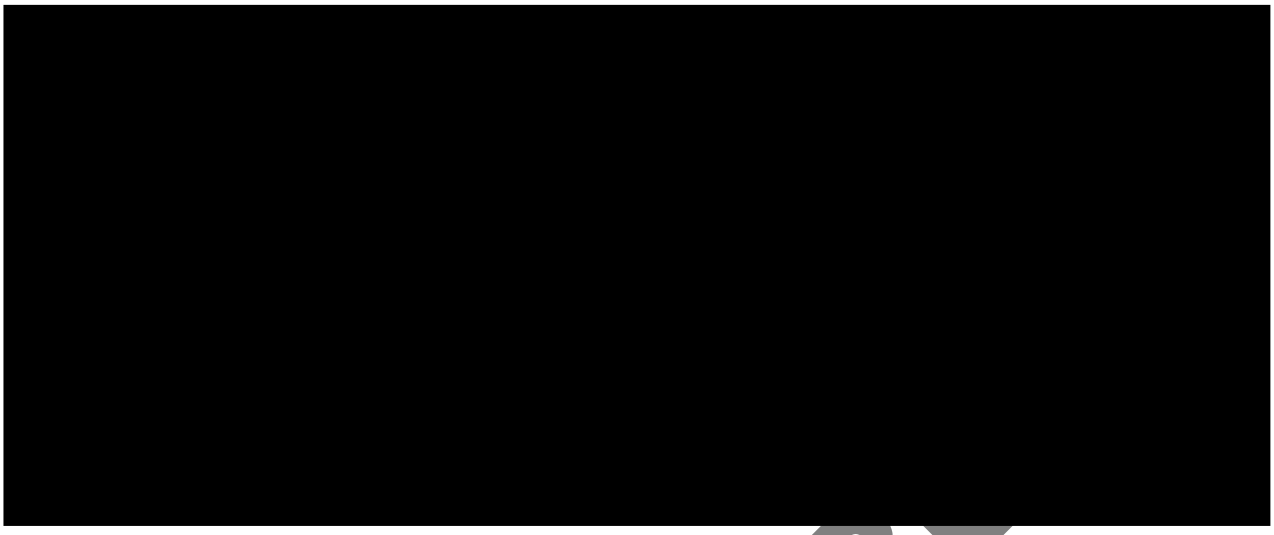


Figura II. 38. Esquema tipo de la colocación de gaviones en los márgenes de un río.



Foto II. 8. Ejemplo de colocación de gaviones instalados en las márgenes de un río.

Los gaviones son elementos denominados flexibles ya que normalmente no son anclados al suelo y actúan solo por peso propio, su instalación es relativamente sencilla y de bajo costo por lo cual casi no requieren de mantenimiento.

Costaleras

El uso de costaleras es muy común para la protección tanto de los cuerpos de agua como de los taludes de una ladera al margen de un cuerpo de agua, su colocación resulta muy sencilla y de bajo costo. El sistema consiste en la colocación de una barrera física construida a base de costales rellenos de material impermeable como la arcilla o el tepetate y en algunos casos arena. La aplicación de este sistema se limita a barreras con una altura no mayor a 1.0 m ya que el

empuje hidrostático aumenta con la altura en proporción de una tonelada por cada metro de altura. Deberán realizarse continuas inspecciones a las barreras formadas con este método ya que debido al poco peso unitario de los costales es común que ocurran deslizamientos generados por las corrientes y el empuje hidrostático. La colocación de costaleras se esquematiza a continuación en la figura.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 39. La imagen muestra un ejemplo de la colocación de las costaleras.

CONSULTA

Malla para retención de caídos

Este método consiste en rodear la ladera con una pantalla de malla de acero, reforzada con puntales y cables de sujeción, el cual aumentará su estabilidad logrando evitar el volteo de las rocas sueltas e impidiendo que en una eventual caída tome velocidad incrementando su energía dinámica y capacidad de destrucción. Una modalidad consiste en ubicar líneas de mallas de alambre de simple torsión y cables de acero galvanizado para evitar su corrosión, estas mallas deberán ser debidamente fijadas con anclajes o barras. La implementación de este sistema es práctica y de bajo costo en comparación con las obras de revestimiento con concreto las cuales son sumamente rígidas, este sistema resulta además de fácil reforestación.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Río

Figura II. 40. Esquema de la colocación de malla para retención de caídos en taludes.



Foto II. 9. Ejemplos de la estabilización de los taludes a base del sistema de mallas metálicas.

CONSULTA PÚBLICA

Retención de caídos mediante barreras de concreto armado

Aunque resulta poco práctico, a veces es posible realizar la construcción de pequeños muros en la margen de un río con la finalidad de establecer una barrera física que retenga los materiales que eventualmente puedan desprenderse de la ladera por causa de las operaciones de construcción en la misma, la construcción de estos elementos resulta costosa si se compara con los procedimientos anteriores teniendo además la desventaja de que su retiro implica la demolición del muro por lo cual en muchas ocasiones la opción es abandonado en el sitio. Una vez construido no requiere mantenimiento. Ver ejemplo en la siguiente figura.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 41. Esquema tipo de la colocación de una barrera de concreto en los márgenes de un río.

CONSULTA PÚ

Obras de defensa

Las obras de defensa de cauces se diseñarán para proteger la zona terrestre de las crecidas de los ríos, sin embargo desde el punto de vista ambiental, la construcción misma de un puente conlleva durante la Etapa de Construcción a una afectación del entorno debido a las distintas actividades que involucra iniciando con la apertura de caminos de acceso para la maquinaria necesaria en las operaciones de construcción, la ejecución de excavaciones para la cimentación de las pilas y la formación de los terraplenes en los estribos o accesos. Estas actividades implican el movimiento de grandes volúmenes de material térreo y pétreo que son acarreados en camiones de volteo. Es muy común que algunas cantidades de material caigan accidentalmente a los cauces de ríos y cuerpos de agua durante estos movimientos de tierras, por ello, en caso de detectarse, se construirán mecanismos para proteger los cauces y evitar la mezcla de estos materiales con los cuerpos de agua sin olvidar que debido a las actividades de construcción y al retiro de la cubierta vegetal de los taludes naturales en cañadas teóricamente se trata de un problema de erosión.

Las medidas de protección se usan para controlar, demorar, minimizar o monitorear problemas de estabilidad de cauces y puentes. La solución al problema de socavación de un puente debe iniciarse con el estudio de las causas que lo originan, incluyendo aspectos desestabilizantes desde el punto de vista topográfico, hidrológico, hidráulico, estructural y de suelos, todo lo anterior durante la etapa de diseño del proyecto.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Zampeado

[redacted]

protección.

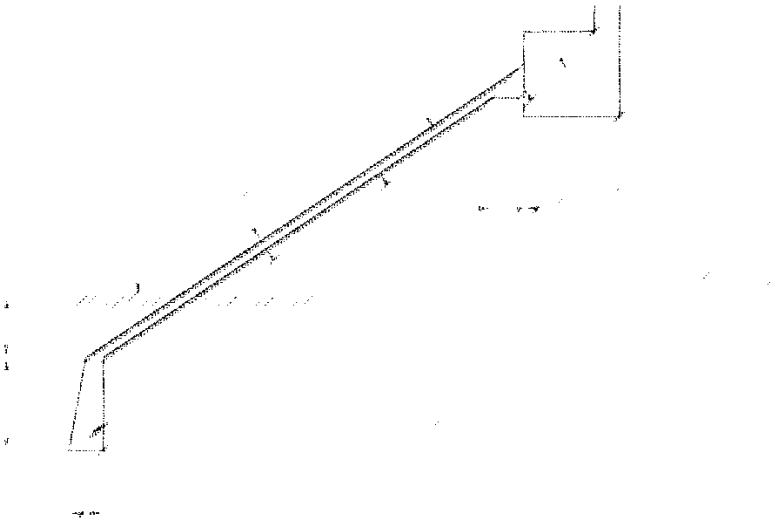


Figura II. 42. Esquema tipo de la losa de protección en estribo de puente como barrera de protección.

Protección local de pilas

[redacted]

Procedimiento constructivo para cortes



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

CONS

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 43. Ancla típica con torones.

b)

c)

d)

e)

f)

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 44. Distribución de la colocación de anclas activas, anclas de sujeción para malla, drenes y malla de tripe torsión

ISUL

Propuesta de procedimiento constructivo del túnel

Partiendo de la evaluación de la información generada y tomando en cuenta los distintos



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

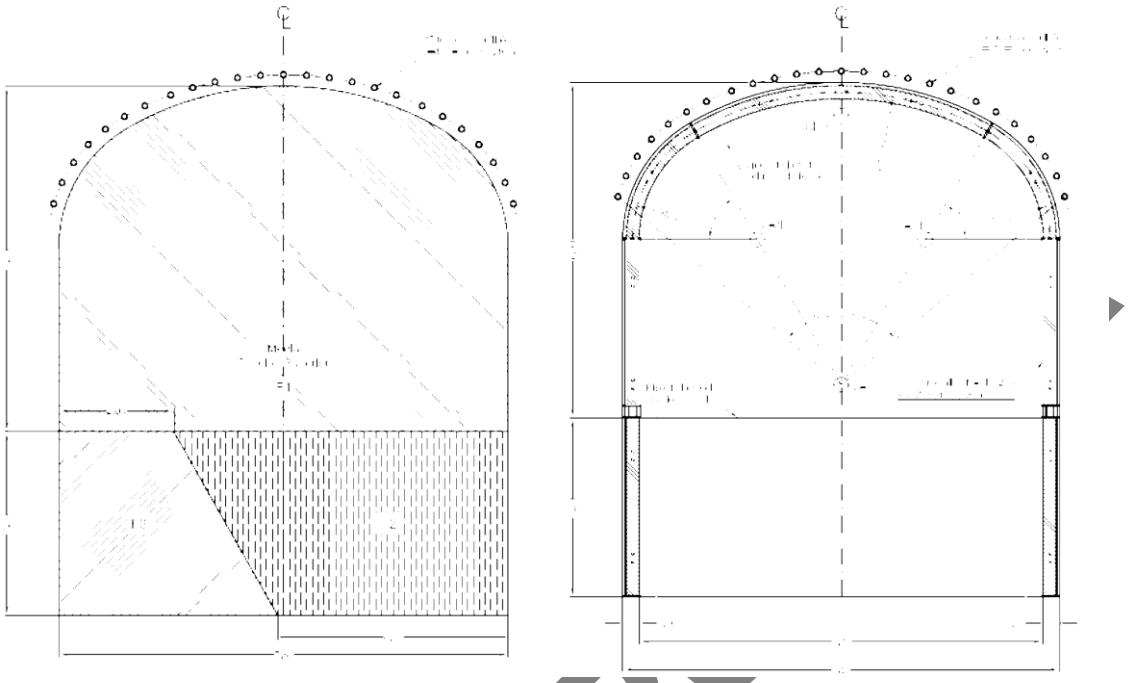


Figura II. 45. Fases de excavación y definición de la línea de excavación mínima del túnel.

[redacted]

la bóveda.

CONSULTA PÚ

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

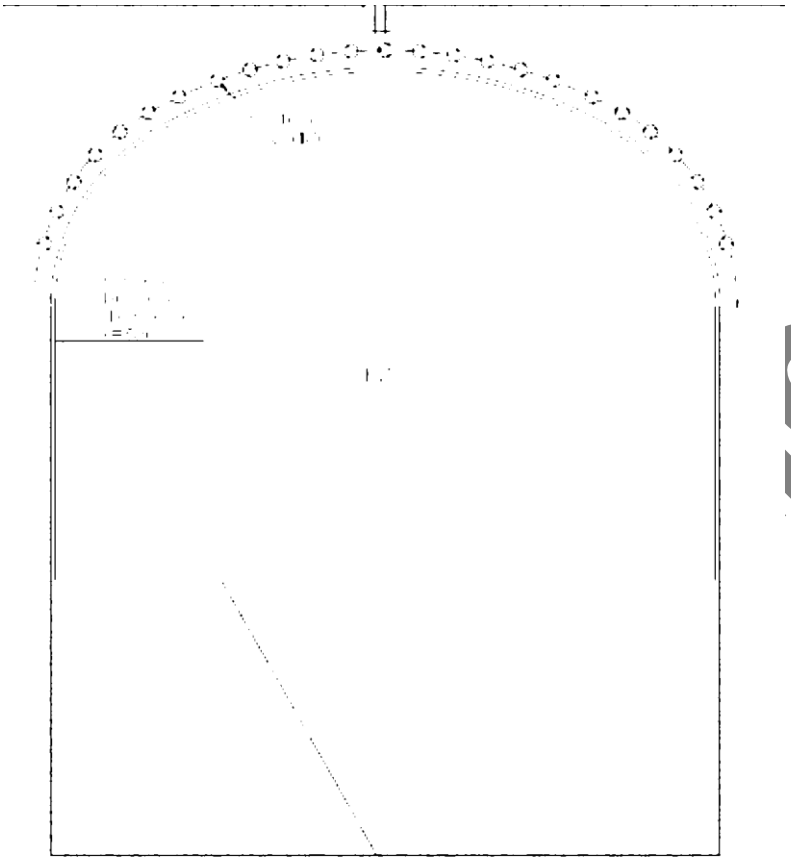


Figura II. 46. Etapa I de avance en el túnel.

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

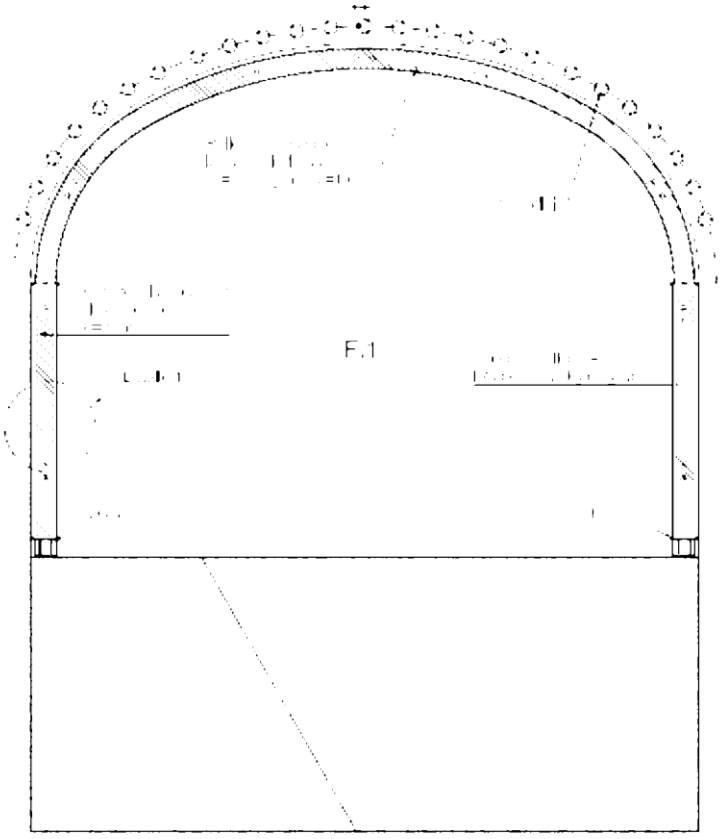


Figura II. 47. Etapa II de avance en el túnel.

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

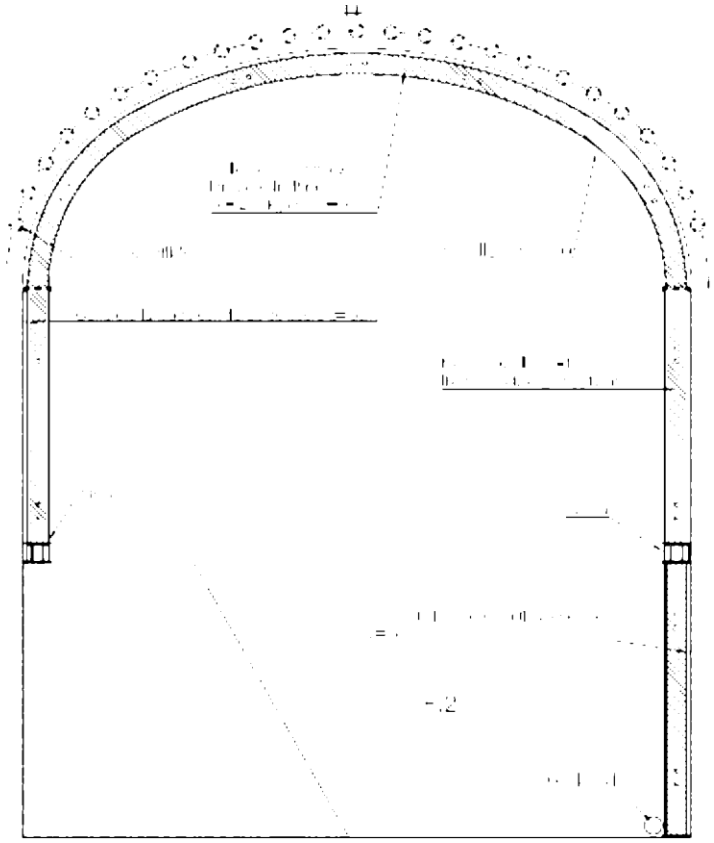


Figura II. 48. Etapa III de avance en el túnel.

[redacted]

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

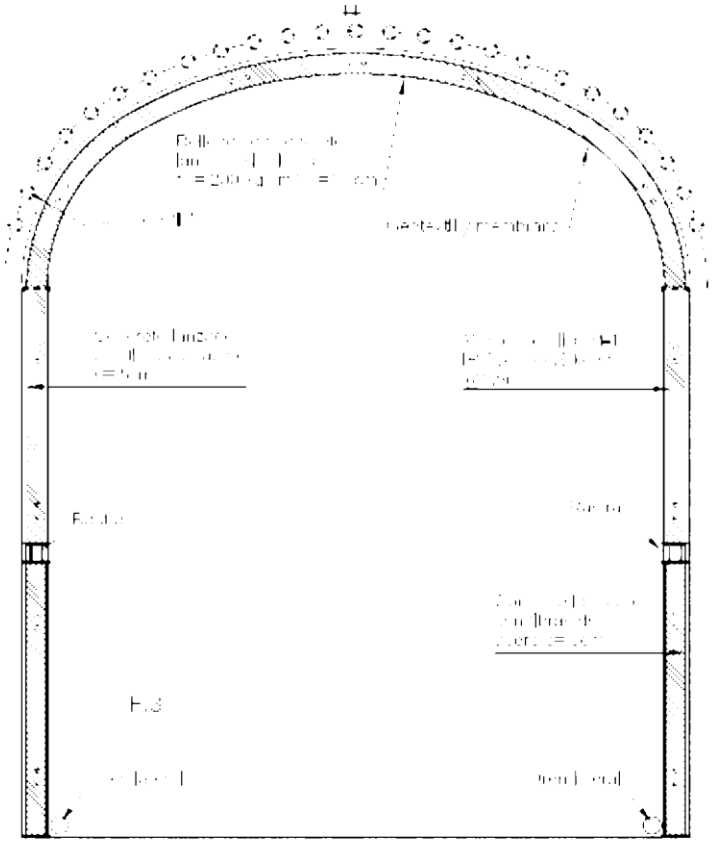


Figura II. 49. Etapa IV de avance en el túnel.

CONSULTA PÚBLICA

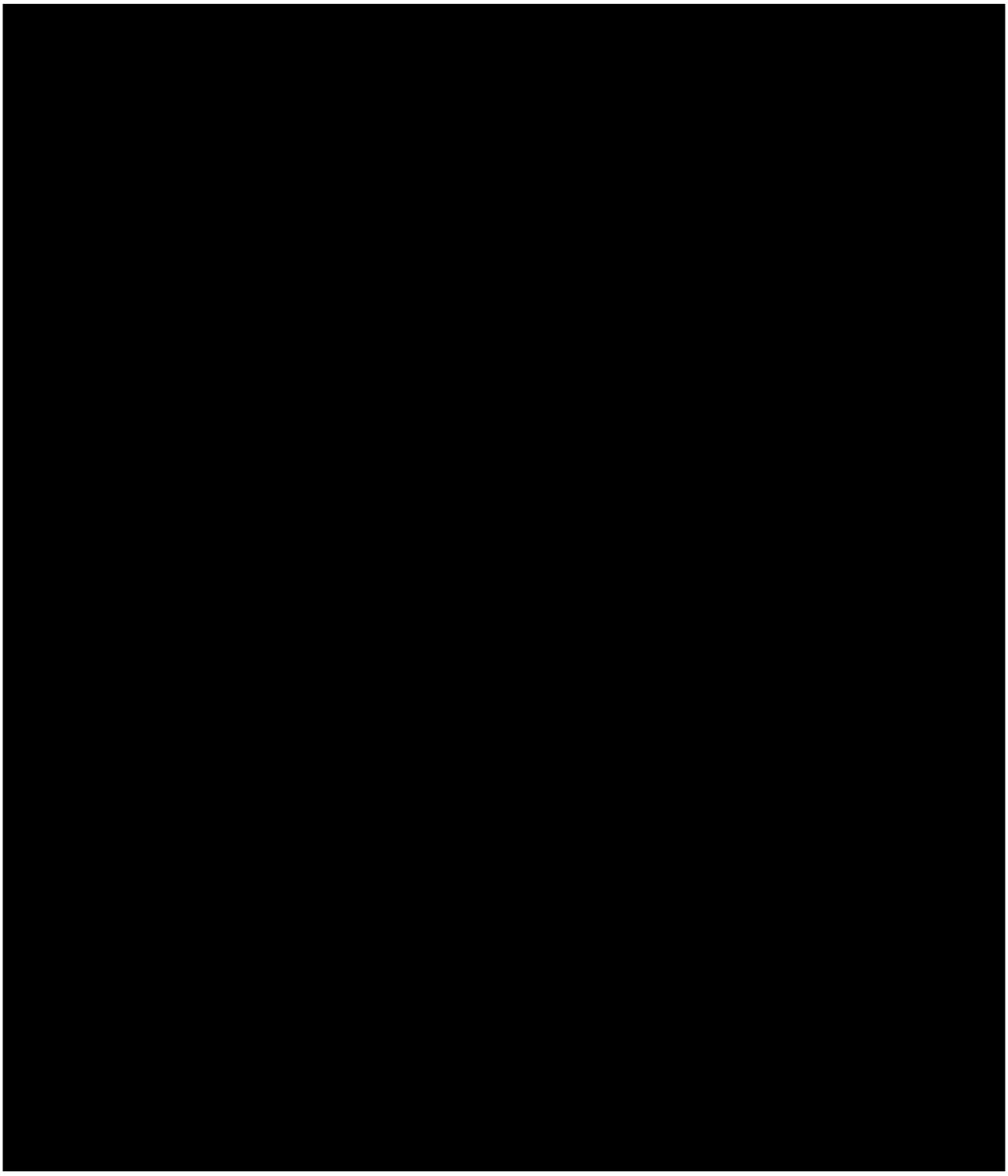
Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Figura II. 50. Detalle del recubrimiento final en el túnel.



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Procedimiento constructivo de las instalaciones en el Patio de Maniobras



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Edificio Operativo



Almacén



Taller





Casetas de vigilancia y control

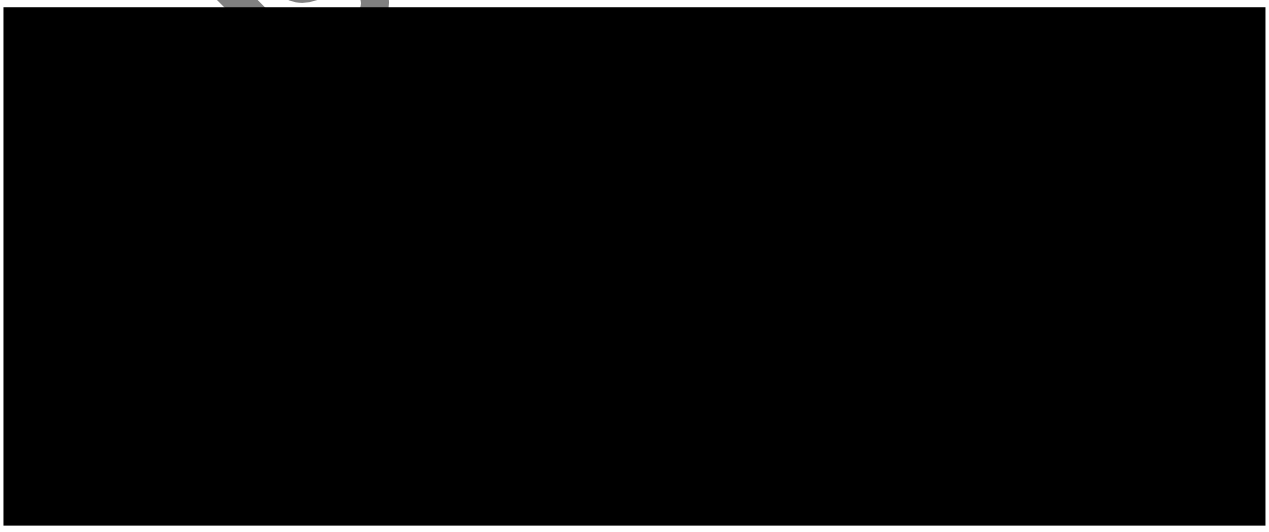


Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Estacionamientos

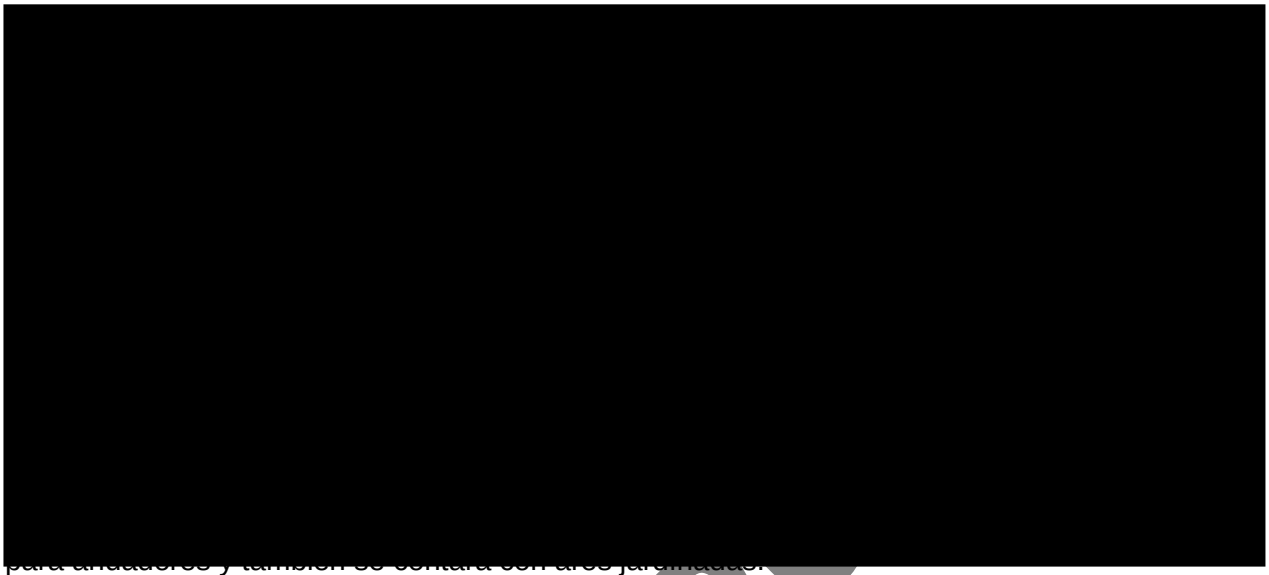


Zona de carga y descarga



Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Edificio canino



para andadores y también se contará con áreas jardinadas.

Edificio de aduana



II.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante la etapa de operación y mantenimiento se efectuarán las labores de transporte de carga según los itinerarios y rutas establecidas por la o las empresas operadoras así como un programa permanente de mantenimiento de las instalaciones y los equipos de acuerdo con la NOM-044/1-SCT2-1997 “Instrucciones para la ejecución de inspecciones y reparaciones programables de conservación del equipo tractivo ferroviario” y la NOM-044/2-SCT2-1995 “Instrucciones para la ejecución de inspecciones y reparaciones programables de conservación del equipo tractivo ferroviario”.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

La conservación de una vía de ferrocarril es el conjunto de diversas actividades que es necesario que efectuar para mantener la vía, el parque rodante, el derecho de vía de las instalaciones fijas, etc. en perfectas condiciones con el objeto de que los trenes puedan operarse con absoluta seguridad y rapidez en todo tiempo y en las velocidades autorizadas. La conservación tiene por objeto la corrección de defectos menores antes de que lleguen a un desarrollo tal que amenacen la seguridad, La conservación tiene como operaciones principales la siguientes:

- Mantenimiento de la permeabilidad del balasto para una correcta y constante evacuación de las aguas pluviales.
- El relevo de los materiales defectuosos o destruidos por causas ajenas a la vida normal de los mismos.
- Cuidado de los sistemas de fijación del riel, durmiente y constante mantenimiento a las juntas emplanchueladas cuidando y el apriete de los tornillos y la separación de los rieles
- Mantenimiento del apoyo de los durmientes sobre el balasto para evitar la formación de golpes.
- Rectificación del alineamiento niveles de vía.

En virtud de la experiencia en ferrocarriles mexicanos se recomienda el reemplazo de los rieles cuando el desgaste del hongo es aproximadamente del 25 %.

Según estudios realizados en ferrocarriles mexicanos la inspección y mantenimiento de patios deberá realizarse cuando menos una vez al año.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.4 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

No se prevé por el momento el abandono de alguna de las obras complementarias al proyecto toda vez que se trata de una obra de infraestructura vial que permanece en constante aprovechamiento bajo el esquema del mantenimiento y uso constante lo cual permite alargar el tiempo de vida útil. Únicamente se desmantelarán las obras provisionales al concluir la etapa de construcción restituyendo en lo posible las condiciones naturales del terreno afectado.

Uso de explosivos

Si para la construcción de cortes o el avance en el túnel se requiere el uso de explosivos el Contratista de Obra obtendrá los permisos para su adquisición, traslado, manejo, almacenamiento y utilización, conforme a los requerimientos de la Secretaría de la Defensa

Nacional, siendo estas actividades responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, conforme a lo indicado en el Inciso D.4.23. de la Norma N·LEG·3, Ejecución de Obras, considerando que:

- Los polvorines para el almacenamiento de los explosivos y sus accesorios, cumplirán con los lineamientos establecidos por la Secretaría de la Defensa Nacional.
- Sólo se transportarán del polvorín al sitio de su utilización, los explosivos y artificios que se vayan a detonar cada vez. Los explosivos se transportarán en vehículos diferentes a los que se utilicen para los artificios y se depositarán separadamente en el sitio de su utilización.
- El manejo de los explosivos se hará con todos los cuidados necesarios que garanticen la seguridad del personal y la integridad de la obra.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

II.2.5 RESIDUOS

Toda obra de construcción de infraestructura lleva consigo la generación de una cierta cantidad de residuos de diversos tipos, por ello es indispensable contar con una clasificación adecuada de los mismos, así como un plan para el manejo y disposición de ellos con la finalidad de disminuir la afectación al entorno donde se desarrolla el Proyecto.

En la etapa de preparación del Proyecto se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones, arbustos y restos del desmonte. Luego de trazado el camino, se cortan los árboles en una faja que depende del ancho del terraplén proyectado. Hoy en día raramente se desmonta el árbol completo con la maquinaria para movimiento de tierras, ya que se prefiere cosechar y aprovechar los árboles de la faja desmontada previamente. El destronque con excavadora hidráulica llega a ocupar el 11 % de los tiempos productivos del movimiento de tierras (Buckley, 1991), mientras que esta incidencia puede llegar al 20% con Bulldozer.

Los residuos orgánicos producto del desmonte (maderables), se podrán donar a la población más cercana y/o a los dueños de los terrenos con el objeto de que los aprovechen. Algunos residuos producto del desmonte y los productos del despalme que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico que estarán diseñadas para el mejoramiento del suelo y reforestación.

La construcción de algunas de las obras complementarias al Proyecto tales como Patios de maquinaria, almacenes y oficinas administrativas entre otros genera residuos propios del ámbito de la construcción tales como desechos de madera de cimbra, fragmentos de lámina, alambre, tabiques, cartón y papel tipo craft de envases de cemento, así como también envases de pinturas y plásticos varios. En estos sitios se contará con la instalación de depósitos de basura a base de tambos de 200 litros con tapa dentro de los cuales se colocarán los desechos mencionados una vez realizada su colecta después de la implementación de las obras complementarias, estos depósitos quedarán debidamente confinados y resguardados en un área impermeable sobre un firme de concreto hidráulico y cubierta a la vez por una techumbre ligera para proteger los residuos de una eventual lluvia y malla tipo gallinero para evitar la fauna nociva. Se contratará a una empresa debidamente acreditada ante la autoridad ambiental para realizar el manejo y disposición de estos contenedores de basura, por otra parte, como es natural se generarán

CONSULTA PÚBLICA

también desechos producto de la construcción de elementos de concreto, estos desechos se conocen coloquialmente como cascajo y ellos serán dispuestos en el banco de tiro más cercano. En menor medida, pero también se generarán desechos líquidos como restos de pintura y solventes, así como algunos aceites que serán dispuestos en recipientes y almacenados temporalmente en el mismo sitio que los residuos sólidos hasta que sean dispuestos por parte de la empresa encargada de ello.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

II.2.5.1 Manejo de los residuos generados durante la etapa constructiva

Residuos sólidos

La generación de residuos sólidos se conforma de residuos peligrosos y no peligrosos. Dentro de los primeros se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de las unidades automotoras como estopas, latas de aceite, filtros de aceite y envases de hidrocarburos y limpiadores entre otros, estos se encontrarán principalmente en las áreas de mantenimiento y consisten en los residuos peligrosos indicados en la siguiente tabla, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II. 40. Residuos que podrían generarse en la realización del Proyecto

	Clave CRETIB	Clasificación	Cantidades aproximadas
Baterías	C,T	RP14.1/07	Variable
Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos	T	RPNE1.1/01	Variable
Restos de combustibles (diésel, gasolina y aceite)	T,E	S/C	80 l/mes
Materiales de limpieza (estopas y trapos impregnados de aceite)	T,E	S/C	5 kg/mes
Filtros usados	T	S/C	20 pza./mes

Los residuos sólidos no peligrosos son generados por la actividad cotidiana de los trabajadores, dentro de los cuales se incluyen desechos de comida, papeles, botellas de plástico, entre otros. Es común encontrar este tipo de desechos en los frentes de trabajo.

El manejo de residuos peligrosos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por la SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de residuos peligrosos.

Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053-SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y 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.

- Tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.
- Contar con los compartimientos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad.
- Estar techada con material no flamable, contar con equipo contra incendios y plataformas para la descarga de envases y embalajes
- En el área de almacenamiento temporal no se deberán depositar residuos peligrosos a granel.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

El área de almacenamiento contará con señalamientos en los cuales se indique el tipo de desecho debido a que no se deberán juntar desechos incompatibles. Para ayudar al personal en la correcta decisión en el almacenamiento, deberán seguir lo indicado en la siguiente tabla de incompatibilidad.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II. 41. Incompatibilidad entre residuos

No.	Reactividad del grupo								
2	Ácidos minerales oxidantes	2							
10	Cáusticos	HF	10						
23	Metales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras, etc.	HF gt	--	23					
28	Hidrocarburos alifáticos no saturados	HF	--	--	28				
29	Hidrocarburos alifáticos saturados	HF	--	--	--	29			
101	Materiales combustibles e inflamables	HF gt	--	--	--	--	101		
106	Agua y mezclas conteniendo agua	H	--	S	--	--	--	--	106

Asimismo, dentro de los grupos reactivos se señalan los más utilizados en la siguiente tabla:

Tabla II. 42. Reactividad entre residuos generados en la construcción del Proyecto.

No.	Reactividad del grupo								
2	Ácidos minerales oxidantes	2							
10	Cáusticos	HF	10						
23	Metales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras, etc.	HF gt	--	23					
28	Hidrocarburos alifáticos no saturados	HF	--	--	28				
29	Hidrocarburos alifáticos saturados	HF	--	--	--	29			
101	Materiales combustibles e inflamables	HF gt	--	--	--	--	101		
106	Agua y mezclas conteniendo agua	H	--	S	--	--	--	--	106

El complemento de las tablas anteriores que indican el código de reactividad las consecuencias de la reacción se muestran la siguiente tabla:

Tabla II. 43. Código de reactividad

Código de reactividad	Consecuencia de la reacción
H	Genera calor por reacción química.
F	Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o de productos de la reacción.
G	Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados.
Gt	Genera gases tóxicos.
E	Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción.
P	Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables.
S	Solubilizarían de metales y compuestos metales tóxicos.
D	Produce reacción desconocida. Sin embargo, debe considerarse como incompatible la mezcla de los residuos correspondientes a este código; hasta que se determine la reacción específica.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

El manejo de todos los residuos (incluye a los sólidos urbanos, los de manejo especial y los residuos peligrosos) generados en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, se llevará a cabo de forma integral, desde las fuentes de generación hasta su adecuada disposición final, mediante la realización de las siguientes actividades:

a) Minimización: se considerará el uso adecuado y consciente de materiales e insumos para generar la menor cantidad posible de residuos. Se promoverá su reusó (en residuos como cartón, madera, varillas, etc.) en actividades u obras que así lo permitan, además de reducir su tamaño al momento de colocarlos en los contenedores o áreas destinadas.
b) Separación o segregación de residuos: Se instalarán contenedores señalizados por tipo de residuo en áreas comunes en los frentes de trabajo, con capacidad aproximada de 200 L, dichos contenedores serán herméticos y deberán contar con su respectiva tapa para evitar su dispersión y la generación de fauna nociva.
c) Almacenamiento temporal: para lo cual se hará uso de contenedores, Asimismo, se destinarán áreas de almacenaje temporal que cumplirán con las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Para el caso de materiales residuales térreos o producto de los desmontes, este se acamellonará de forma temporal en superficies dentro del Proyecto señalizadas y previamente establecidas en cada frente de trabajo para evitar su dispersión.
d) Transporte y disposición final: se contratarán empresas especializadas que cuenten con las autorizaciones correspondientes a nivel local o por la SEMARNAT para la disposición final adecuada de todos los residuos que se generen por las obras y actividades del

CONSULTA P

Proyecto. Se llevarán bitácoras de registro de las cantidades y tipos de residuos generados. Además de que en el expediente ambiental del Proyecto se integrarán los contratos y manifiestos relacionados a la contratación de empresas y a las cantidades, manejo y disposición final de los residuos entregados.

Residuos líquidos

Las aguas residuales que se generarán en el Proyecto serán a partir de los servicios sanitarios por parte de los trabajadores, las cuales estarán formadas por aguas de tipo doméstico, cabe señalar que todo sitio donde se contemple la presencia de trabajadores deberá contar con al menos dos sanitarios de tipo móvil por cada 20 personas y el manejo de los residuos y la limpieza de estos equipos quedarán a cargo de una empresa especialmente certificada y capacitada para tal efecto. Estas instalaciones como se ha señalado son de carácter provisional y deberán ser removidas al finalizar los trabajos de construcción devolviendo en la medida de lo posible las condiciones previas en las que se encontraban estos sitios antes de ser ocupados.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

CONSULTA PÚBLICA

II.2.8 GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI)

Los gases de efecto invernadero son gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria utilizados en la obra y que operan a base de gasolina y diésel. Estas emisiones estarán compuestas principalmente de monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y restos de hidrocarburos no quemados. Las emisiones a la atmósfera serán reducidas durante la etapa de preparación y construcción del proyecto mediante el mantenimiento en óptimas condiciones de la maquinaria y equipo utilizado, dando cumplimiento a las normas ambientales que apliquen.

II.2.8.1 Identificar por etapas del Proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

Generación de gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

Además de ser uno de los medios más eficientes, en términos globales el sector ferroviario es responsable de una pequeña parte de las emisiones globales de CO2. La importancia de estudiar las emisiones de GEI generadas se da a partir de la preocupación mundial por reducir este tipo de emisiones, debido al gran impacto que el calentamiento global, como efecto del cambio climático, está teniendo en el medio ambiente, en los diferentes sectores y para la población.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de México de 1999, la mayor parte de las emisiones antropogénicas excluyendo las emisiones que emanan de fuentes naturales provienen de:

- Vehículos automotores, que ocupan el primer sitio en cuanto a emisiones de NOx y CO, así como el segundo lugar en emisiones de COV.

- Plantas de generación de electricidad, que emiten la mayoría de las emisiones de SOx y se ubican en segundo sitio en emisiones de NOx, después de las fuentes móviles.

En ese mismo contexto y derivado del análisis de las emisiones por contaminantes se tiene lo siguiente.

- Las fuentes de emisión de NOx, más representativas después de los vehículos automotores son las fuentes móviles que no circulan por carreteras (maquinaria de construcción) y las plantas de generación de energía eléctrica.
- Las emisiones de SOx están fuertemente determinadas por procesos de manufactura y otros procesos industriales, las refinerías de petróleo y otros combustibles fósiles, así como por el consumo industrial de combustibles (fuente de área).
- En el caso de los COV, las fuentes que contribuyen de manera más significativa son el uso de solventes, los vehículos automotores, la distribución de combustibles (gasolina y gas LP), así como otros usos de combustibles (principalmente combustión doméstica de leña).
- En cuanto al CO, más del 62% del total de emisiones proviene de los vehículos automotores, mientras que alrededor del 27% corresponde a otros usos de combustibles (fundamentalmente gas LP en el sector transporte).
- Para las emisiones de NH3 son las actividades ganaderas, la aplicación de fertilizantes y la generación doméstica de amoniaco las responsables de la mayoría de las emisiones. Sólo una muy pequeña proporción de las emisiones de este contaminante proviene de los vehículos automotores.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

SULTA PÚBLICA

De acuerdo con el Programa de obra se contempla el uso de los siguientes equipos y maquinaria por etapa de construcción en número de horas y meses de utilización.

Tabla II. 44. Vehículos y maquinaria a utilizar por etapa de construcción

Máquina o Vehículo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible
Ambulancia	Preparación y Construcción	1	21	0.17	gasolina regular
Trailer de cama baja		4	6	4	diésel
Camioneta tipo pick up		6	21	8	gasolina regular
Camioneta 14 pasajeros		2	21	4	gasolina regular
Camion de pasajeros	Construcción	3	21	4	diésel
Pipa		3	10	8	diésel
Cargador frontal		6	10	8	diésel
Excavadora CAT 320D		3	12	8	diésel

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Máquina o Vehículo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible
Excavadora CAT 320DEL c/martillo		2	12	6	diésel
Excavadora CAT 325C		1	8	6	diésel
Grúa 140 T		2	6	4	diésel
Grúa 40 T		2	6	4	diésel
Grúa Link Belt		2	6	6	diésel
Grúa Titán 17.2 T		3	6	6	diésel
Grúa Titán 30 T		3	6	4	diésel
Manipulador telescópico 142 T		3	8	4	diésel
Motoconformadora CAT 140M		4	6	8	diésel
Perforadora Sany		4	6	8	diésel
Retroexcavadora CASE 580		5	8	6	diésel
Camión de volteo 14 m3		14	14	6	diésel
Tractocamión		6	12	6	diésel
Tractor D6		5	6	6	diésel

Asimismo, en cuanto a los equipos identificados se tiene lo siguiente.

Tabla II. 45. Materiales, equipos y herramientas requeridas para el Proyecto.

Equipo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible o alimentación
Soldadora eléctrica	Preparación y Construcción	1	4	1.5	Electricidad
Torre de luz		6	18	12	Electricidad
Bomba sumergible 2"	Construcción	2	3	0.5	gasolina regular
Compresor 185 cfm		8	10	1.5	Electricidad
Cortadora de varilla		8	8	0.5	Electricidad
Dobladora de varilla		8	8	0.5	Electricidad
Equipo de corte		3	4	1	Electricidad
Generador 64kva		7	18	8	gasolina regular
Generador 100kva		1	12	8	gasolina regular
Generador 110 v		6	18	8	gasolina regular
Motobomba 3"		4	3	0.75	gasolina regular

Equipo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible o alimentación
Motobomba 4"		4	4	0.75	gasolina regular
Rompedor eléctrico		8	4	1.2	Electricidad
Rompedor neumático		10	6	1.5	gasolina regular
Vibrador a gasolina		3	6	0.8	gasolina regular
Vibrador eléctrico		2	6	0.4	Electricidad
Vibrador eléctrico alta frecuencia		8	6	0.2	Electricidad
Vibro compactador		1	6	0.2	gasolina regular

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

II.2.8.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del Proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20 entre otros

Considerando el tipo y número de unidades de maquinaria, vehículos y equipo a utilizar durante las etapas del proyecto puede estimarse un volumen aproximado de los gases de efecto invernadero GEI, empero se deben de tomar en cuenta otros factores como la edad de los equipos, el horario de trabajo y la calidad del mantenimiento a los motores, Desafortunadamente estos factores no son fácilmente medibles ni cuantificables directamente sin embargo se realizará la estimación con base en la *Metodología para calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero* propuesta en el *"Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero"* según el Diario Oficial de la Federación del 15 de agosto de 2015.

Etapa de Preparación

Durante la etapa de preparación se utilizan tráileres con plataforma de cama baja para el transporte de materiales y algunos equipos de construcción para el habilitado de las áreas temporales. Asimismo, se utilizarán camionetas tipo pick up y camionetas de pasajeros para el traslado del personal.

Durante la etapa de preparación del Proyecto se generarán mensualmente aproximadamente 4.23 ton de emisiones de CO_2, 0.0175 ton de emisiones de CH4 y 0.08076 ton de emisiones de N2O.

CONSULTA PÚBLICA

Etapa de Construcción

Durante esta etapa se utilizarán principalmente camionetas tipo Pick up, tracto camiones, tractores o bulldozers, moto-conformadoras, grúas, piloteadoras, camiones de volteo, pipas para riego y retroexcavadoras entre otros.

Cabe mencionar que como parte de los equipos de emergencia se contará con una ambulancia disponible las 24 horas del día durante todo el tiempo que duren las etapas de preparación y construcción del Proyecto.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Durante la etapa de construcción del Proyecto se generarán mensualmente aproximadamente 61.38 ton de emisiones de CO_2, 0.09046 ton de emisiones de CH4 y 1.6515 ton de emisiones de N2O.

Etapa de Operación y Mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento se prevé el uso gradual locomotoras de ferrocarril como material rodante y en menor medida de algunos automotores utilizados para el mantenimiento del sistema ferroviario como son las pick ups y automóviles utilitarios.

Se desconoce el tipo, marca y tamaño específico de las locomotoras que se utilizarán durante la operación del Proyecto no obstante se tiene un estimado de consumos promedio de este tipo de automotores, De acuerdo con un reciente estudio publicado por Association of American Railroads, los ferrocarriles, en promedio son cuatro veces más eficientes en el uso de combustibles que el autotransporte convencional, las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente relacionadas con el consumo de combustible. Esto significa que el movimiento de carga por ferrocarril en vez de autotransporte por carretera reduce las emisiones de estos gases un 75% en promedio.

Durante la etapa de operación del Proyecto se prevé la operación gradual de entre 6 locomotoras al día que actualmente circulan por la vía existente y eventualmente llegar a un promedio de 24 locomotoras al día como máxima capacidad, de esta manera se realizó un cálculo promedio de 15 locomotoras diarias operando los 30 días al mes con un rendimiento de combustible de aproximadamente 3.36 litros por kilómetro. Con base en lo anterior se prevé que se generarán mensualmente aproximadamente $60.3x10^3$ ton de emisiones de CO_2, 88.83 ton de emisiones de CH4 y 1,724.57 ton de emisiones de N2O estos resultados pueden ser consultados a continuación y con mayor detalle en el Anexo II.6.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II. 46. Estimación de GEI para el Proyecto.

Máquina o Vehículo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible	Rendimiento de combustible km/l	Cantidad de combustible por mes litros/mes	Csi Consumo de combustible (Ton ó m3)	Psi Poder calorífico del combustible (MJ/m3 ó MJ/t)	EDO2 Factor de emisión de dióxido de carbono para el combustible (TonCO2/T.J)	EDO2 Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)	ECH4 Factor de emisión de Metano para el combustible (TonCH4/T.J)	ECH4 Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)	EN2O Factor de emisión de Óxido nitroso para el combustible (TonN2O/T.J)	EN2O Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)
Ambulancia	Preparación y Construcción	1	21	0.17	gasolina regular	6.6	2.525	0.001717172	0.03259566	69.3	3.88E-03	0.003879669	0.025	1.40E-06	3.91785E-05	0.003	4.47754E-07	0.000116665
Trailer de cama baja		4	6	4	diésel	4.55	1232.000	1.0472	0.037679356	74.1	2.92E+00	2.923569668	0.0039	1.54E-04	0.004308415	0.0039	0.000153872	0.040776066
Camioneta tipo pick up		6	21	8	gasolina regular	6.6	727.273	0.494545455	0.03259566	69.3	1.12E+00	1.117056766	0.025	4.03E-04	0.011283402	0.003	0.000128953	0.034172566
Camioneta 14 pasajeros		2	21	4	gasolina regular	6.6	121.212	0.082424242	0.03259566	69.3	1.86E-01	0.186176128	0.025	6.72E-05	0.001880567	0.003	2.14922E-05	0.005695431
											Total EDO2/mes	4.230678551		Total ECH4/mes	0.017511562		Total EN2O/mes	0.00076274

Máquina o Vehículo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible	Rendimiento de combustible km/l	Cantidad de combustible por mes litros/mes	Csi Consumo de combustible (Ton ó m3)	Psi Poder calorífico del combustible (MJ/m3 ó MJ/t)	EDO2 Factor de emisión de dióxido de carbono para el combustible (TonCO2/T.J)	EDO2 Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)	ECH4 Factor de emisión de Metano para el combustible (TonCH4/T.J)	ECH4 Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)	EN2O Factor de emisión de Óxido nitroso para el combustible (TonN2O/T.J)	EN2O Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)
Camion de pasajeros	Construcción	3	21	4	diésel	4.55	264.000	0.2244	0.037679356	74.1	6.26E-01	0.626417964	0.0039	3.30E-05	0.000923202	0.0039	3.29726E-06	0.000737728
Pipa		3	10	8	diésel	4.55	1100.000	0.94240	0.037679356	74.1	2.62E+00	2.62121029	0.0039	1.38E-04	0.003677573	0.0039	0.000138485	0.030980459
Cargador frontal		6	10	8	diésel	-	1635.84	1.390464	0.037679356	74.1	3.89E+00	3.891006466	0.0039	2.04E-04	0.005720679	0.0039	0.00020401	0.05141143
Excavadora CAT 320D		3	12	8	diésel	-	960	0.816	0.037679356	74.1	2.28E+00	2.278104147	0.0039	1.20E-04	0.003357206	0.003	0.000245949	0.065176529
Excavadora CAT 320DEL c/martillo		2	12	8	diésel	-	360	0.306	0.037679356	74.1	8.54E-01	0.854269055	0.0039	4.50E-05	0.001258952	0.003	9.22309E-05	0.024441196
Excavadora CAT 325C		1	8	6	diésel	-	810.75	0.6889375	0.037679356	74.1	1.47E+00	1.469309313	0.0039	7.73E-05	0.002163824	0.003	0.000158522	0.04200831
Grúa 140 T		2	6	4	diésel	-	2066	1.7731	0.037679356	74.1	4.95E+00	4.950130469	0.0039	2.61E-04	0.007294929	0.003	0.000534427	0.141623166
Grúa 40 T		2	6	4	diésel	-	594	0.5049	0.037679356	74.1	1.41E+00	1.409576941	0.0039	7.42E-05	0.002077271	0.003	0.000152181	0.040327977
Grúa Link Belt		2	6	6	diésel	-	891	0.75735	0.037679356	74.1	2.11E+00	2.114364411	0.0039	1.11E-04	0.003115907	0.003	0.000228272	0.060491966
Grúa Titán 17.2 T		3	6	6	diésel	-	672.75	0.5718375	0.037679356	74.1	1.60E+00	1.596452672	0.0039	8.40E-05	0.002352997	0.003	0.000172357	0.045674489
Grúa Titán 30 T		3	6	4	diésel	-	990.25	0.8991125	0.037679356	74.1	1.58E+00	1.585774058	0.0039	8.35E-05	0.0023693	0.003	0.000171204	0.045369974
Manipulador telescópico 143 T		3	8	4	diésel	-	2346.75	1.9947375	0.037679356	74.1	5.57E+00	5.568996778	0.0039	2.93E-04	0.008206795	0.003	0.00060123	0.159326063
Motoconformadora CAT 140M		4	6	8	diésel	-	2480	2.108	0.037679356	74.1	5.89E+00	5.885102379	0.0039	3.10E-04	0.008672782	0.003	0.000635369	0.1683727
Perforadora Sany		4	6	8	diésel	-	4660.8	4.13648	0.037679356	74.1	1.16E+01	11.55378486	0.0039	6.08E-04	0.01702663	0.003	0.001247372	0.330553029
Retroexcavadora CASE 580		5	8	6	diésel	-	939.1275	0.796253375	0.037679356	74.1	2.23E+00	2.228573179	0.0039	1.17E-04	0.00326213	0.003	0.000240602	0.063759449
Camión de volteo 14 m3		14	14	6	diésel	4.55	2772.000	2.3562	0.037679356	74.1	6.58E+00	6.573025734	0.0039	3.46E-04	0.009263203	0.003	0.000710176	0.188197227
Tractocamión		6	12	6	diésel	4.55	1386.000	1.1781	0.037679356	74.1	3.29E+00	3.286012882	0.0039	1.73E-04	0.004649906	0.003	0.000355089	0.094096014
Tractor D6		5	6	6	diésel	-	1215.645	1.03329825	0.037679356	74.1	2.88E+00	2.884756162	0.0039	1.52E-04	0.00425122	0.003	0.000311445	0.082530035
											Total EDO2/mes	61.34473241		Total ECH4/mes	0.090461711		Total EN2O/mes	1.65153145

Máquina o Vehículo	Etapa	Número de unidades por mes	Tiempo empleado (meses)	Horas de trabajo diario (hr)	Tipo de combustible	Rendimiento de combustible km/l	Cantidad de combustible por mes litros/mes	Csi Consumo de combustible (Ton ó m3)	Psi Poder calorífico del combustible (MJ/m3 ó MJ/t)	EDO2 Factor de emisión de dióxido de carbono para el combustible (TonCO2/T.J)	EDO2 Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)	ECH4 Factor de emisión de Metano para el combustible (TonCH4/T.J)	ECH4 Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)	EN2O Factor de emisión de Óxido nitroso para el combustible (TonN2O/T.J)	EN2O Emisiones CO2 (ton)	Equivalencias de CO2 (Potencial de Calentamiento Global) (ton)
Locomotora FXE 4600-4700-4800 ES44AC	Operación	450	1	8	diésel	0.50	25401600.000	21591.36	0.037679356	74.1	6.03E+04	60278.63573	0.0039	3.17E+00	80.8316737	0.003	6.507814923	1724.570955

CONSUL

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO III

CONTENIDO

Fundamento Jurídico....4
III Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables....5
III.1 Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET)....5
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POEGT)....5
III. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POETS)....15
III.2 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas 22
III.2.2 Otras Áreas de Interés Ambiental....26
III.2.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias....26
III.2.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias....27
III.2.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves....30
III.2.2.4. Sitios Prioritarios para la conservación de la Biodiversidad....31
III.3 Planes Sectoriales y de desarrollo....33
III.3.1. Programa Nacional de Desarrollo....33
III.4 Planes y/o Programas de Desarrollo Urbano....42
III.5 Leyes y Reglamentos....49
III.5.1 Leyes y Reglamentos Federales....49
III.5.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)....49
III.5.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)....50
III.5.1.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)....54
III.5.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)....56
III.5.1.5. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)....58
III.5.1.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)....58
III.5.1.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)....61
III.5.1.8. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)....64
III.5.1.9. Ley de Aguas Nacionales (LAN)....66
III.5.1.10. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (RLAN)....67
III.5.1.11. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)....67
III.5.1.12. Ley General de Cambio Climático (LGCC)....68

CONSULTA PÚBLICA

III.5.1.13. Reglamento de la LGCC en materia de Registro Nacional de Emisiones (RLGCC en RNE) 71
III.5.1.14. Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (LRSF) 72
III.5.1.15. Reglamento del Servicio Ferroviario (RSF) 73
III.5.2 Leyes y Reglamentos Estatales 74
III.5.2.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora 74
III.5.2.2. Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el Estado de Sonora 77
III.5.2.3. Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Municipio de Nogales, Sonora 82
III.6 Normas Oficiales Mexicanas 84
III.7 Convenios, Acuerdos y Tratados Internacionales 86
III.7.1. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas 86
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 88
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites) 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1. Características generales de la UAB 9 y 18 6
Tabla III. 2. Estrategias ecológicas de las UAB 9 y 18 aplicables al Proyecto. 7
Tabla III. 3. Características Generales de las UGA del POETS en las que incide en el Proyecto. 16
Tabla III. 4. Vinculación con los criterios de regulación ecológica aplicables a las UGA en las que incide el Proyecto. 20
Tabla III. 5. Otras Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación cercanas al Proyecto. 24
Tabla III. 6. RHP Subcuencas de los Ríos San Pedro y Santa Cruz 28
Tabla III. 7. RHP Subcuenca del Río Asunción 29
Tabla III. 8. Sitios Prioritarios Epicontinental Acuáticos por los que incide el Proyecto. 32
Tabla III. 9. Alineación del Eje 4 del Plan Estatal de Desarrollo con el Plan Nacional de Desarrollo. 35
Tabla III. 10. Alineación Estratégica PND-PED-PSIDUS 37
Tabla III. 11. Vinculación con las zonas del PDUCPN en las que incide el Proyecto. 46
Tabla III. 12. Vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de la LGEEPA. 50
Tabla III. 13. Vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de la REIA de la LGEEPA. 54
Tabla III. 14. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGDFS. 57
Tabla III. 15. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS. 58
Tabla III. 16. Vinculación del Proyecto con la LGPGIR. 59
Tabla III. 17. Vinculación del Proyecto del Reglamento de la LGPGIR. 61

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III. 18. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGVS 65
Tabla III. 19. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LAN. 66
Tabla III. 20. Vinculación del Proyecto con el RLAN. 67
Tabla III. 21. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LFRA 67
Tabla III. 22. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGCC. 68
Tabla III. 23. Vinculación del Proyecto con el RLGCC en materia de RNE. 71
Tabla III. 24. Vinculación del Proyecto con la LSF. 72
Tabla III. 25. Vinculación del Proyecto con las disposiciones del RLSF. 73
Tabla III. 26. Vinculación del Proyecto con la LEEPA del Estado de Sonora. 74
Tabla III. 27. Vinculación del Proyecto con la LPMDFRSUMEPP del Estado de Sonora. 78
Tabla III. 28. Vinculación del Proyecto con el REEPA del Municipio de Nogales 82
Tabla III. 29. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. 84
Tabla III. 30. Sitios Ramsar decretados en el Estado de Sonora 87

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa III. 1. Cruce de los Tramos del Proyecto en las UAB 9 y 18 del POEGT. 6
Mapa III. 2. Incidencia del Proyecto en las UGA 1, 3, 7 y 20 del POETS. 16
Mapa III. 3. Distancia del Proyecto a las ANP de orden federal y estatal en Sonora. 23
Mapa III. 4. Incidencia del Proyecto en las ADVC de la Región. 24
Mapa III. 5. Cercanía del Proyecto respecto a la RTP Cananea – San Pedro. 27
Mapa III. 6. Incidencia del Proyecto en las Regiones Hidrológicas Prioritarias de la Región. 28
Mapa III. 7. Incidencia de los Tramos del Proyecto en el AICA Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental. 31
Mapa III. 8. Sitios Prioritarios Epicontinentales Acuáticos que atraviesa el Proyecto. 32
Mapa III. 9. Incidencia del trazo Conexión Frontera en las zonas definidas por el PDUCPN. 46
Mapa III. 10. Ubicación del Proyecto con respecto de los Sitios RAMSAR 88

CONSULTA PÚBLICA

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo, se desarrolla con base en el Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en donde se establece que la Manifestación de Impacto Ambiental deberá contener el *"Punto III Vinculación con los Instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables"*, por lo cual, en el presente se establece la congruencia del Proyecto con los criterios, normas y estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos jurídicos, normativos, de ordenamiento del territorio y de planeación vigentes, que aplican en el Área del Proyecto, lo que permite definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental del mismo.

Para la elaboración del Capítulo se estudiaron diferentes instrumentos de planeación por los que tiene incidencia el Proyecto, así como la legislación y normatividad aplicable, todos en los ámbitos federal, estatal y municipal. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados en la ejecución del Proyecto. Además de la Guía de Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional, publicada por la SEMARNAT.

CONSULTA PÚBLICA

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POEGT)[1]

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y definido como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Su objeto es llevar a cabo una regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

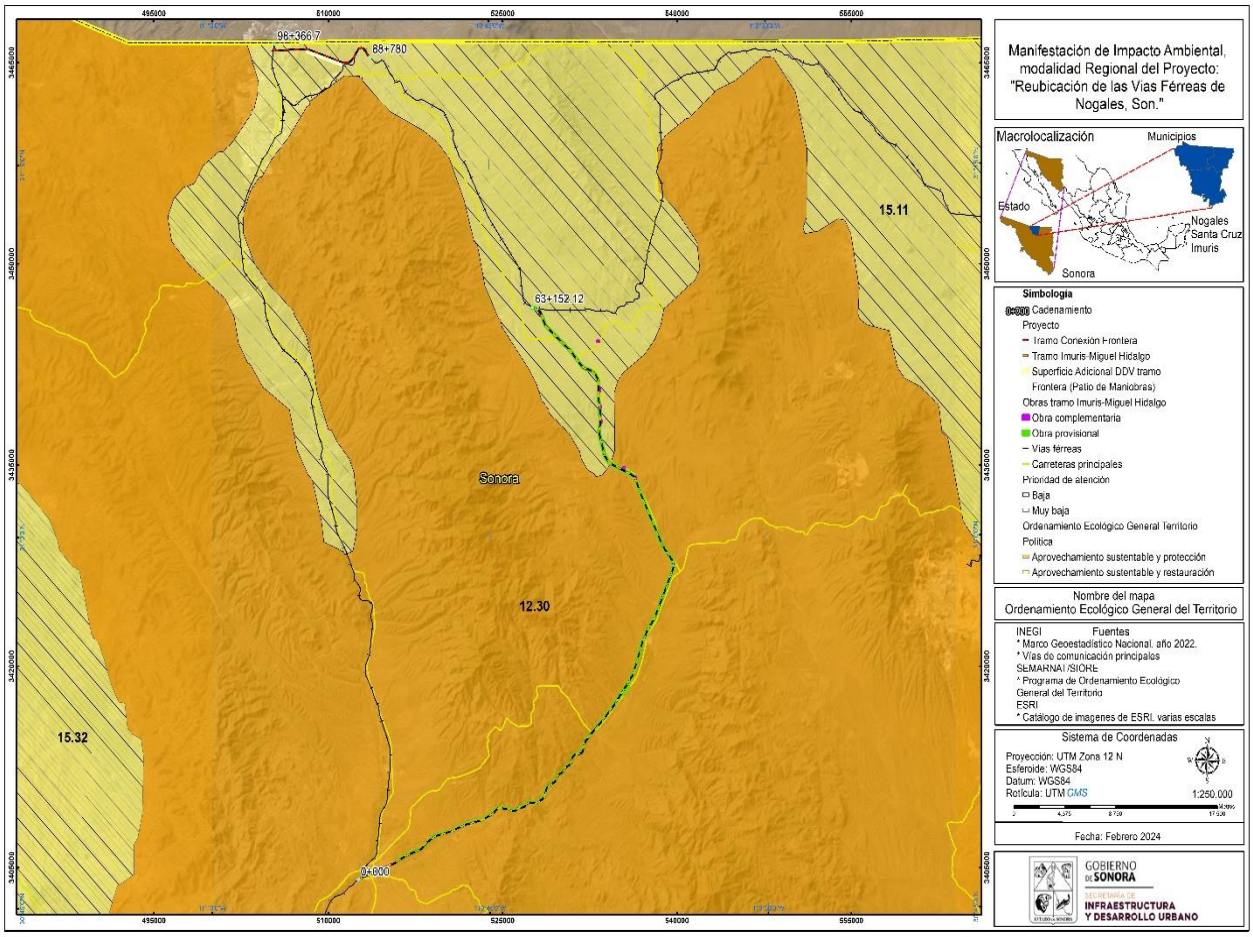
La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con base en ello, se obtuvieron 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB) representadas en escala y empleadas para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico y la construcción de 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, por lo que, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Como se puede apreciar en el sigui9ente Mapa. ambos Tramos del Proyecto traviesan la UAB 18, Región Ecológica 15.11, denominada “Llanuras y Médanos del Norte” y únicamente el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo cruza por la UAB 9, Región Ecológica 12.30, llamada “Sierras y Valles del Norte”.

CONSULTA PÚBLICA

[1] Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), DOF del 07 de septiembre de 2012.



Mapa III. 1. Cruce de los Tramos del Proyecto en las UAB 9 y 18 del POEGT.

Las características generales de las UAB 9 y 18 del POEGT por las que atraviesa el Proyecto, se describen a continuación.

Tabla III. 1. Características generales de la UAB 9 y 18

UAB	Política ambiental	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias ecológicas
9 **Región** **12.30**	Aprovechamiento sustentable	Minería – Preservación de Flora y Fauna	Forestal	Ganadería	Industria	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 28, 29, 31, 33, 37, 42, 43, 44.

UAB	Política ambiental	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias ecológicas
18 Región 15.11	Aprovechamiento sustentable y Restauración	Desarrollo Social Ganadería	Minería Preservación de Flora y Fauna	Industria	CFE PEMEX	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define el Aprovechamiento sustentable como 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.

Por otra parte, la misma Ley General define a la Restauración como el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

De lo anterior, el POEGT señala que estas política ambientales son las disposiciones y medidas general que coadyuvan al desarrollo sustentable y su aplicación promueve que los sectores de Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia el modelo de desarrollo, por ello, tomando como base la política ambiental asignada en cada UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional.

En la siguiente Tabla se vincula el Proyecto con las Estrategias Ecológicas aplicables para las UAB 9 y 18.

Tabla III. 2. Estrategias ecológicas de las UAB 9 y 18 aplicables al Proyecto.

Estrategias Ecológicas		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para garantizar la protección y conservación de los ecosistemas por donde cruza el Proyecto, se están implementando y se ejecutarán medidas y acciones de mitigación y compensación que se plantean en el Capítulo VI de este Estudio, además de los Programas Ambientales que se diseñaron de forma específica para este Proyecto, tales como: Programas y Estudios Ambientales: ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
		◆ Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra. ◆ Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación. ◆ Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto. ◆ Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental ◆ Estudio Técnico Económico ◆ Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas Medidas de Control, Prevención y Buenas Prácticas Ambientales ◆ Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra. ◆ Implementación de diversos procedimientos que incluyan: ○ Manejo integral de los Residuos (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos). ○ Seguridad e Higiene en el trabajo (incluye implementación del Programa de Contingencias y Protección Civil). ○ Ahorro de recursos y energía. ○ Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames). ○ Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados. ○ Reglamento Interno de Protección Ambiental. ◆ Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto. ◆ Instalación de servicios sanitarios adecuados. ◆ Rehabilitación de sitios usados de forma provisional. ◆ Supervisión ambiental de obra. Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación • Plan de Manejo y Vigilancia Ambiental. Lo anterior con el objeto de cumplir así lo señalado en esta estrategia.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	La recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación o reintroducción no forma parte de las actividades del Proyecto, sin embargo, con la implementación de los Programas Ambientales tales como: Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre y las Acciones de Rescate y Reubicación Especies de Flora que Pudieran Resultar

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
		Afectadas y su Adaptación al Nuevo Hábitat, con énfasis en especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras que puedan tener interés ambiental se garantizará el cuidado y la protección de estas especies, observando lo señalado en esta estrategia.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la instrumentación de las medidas y acciones ambientales que se proponen en el presente estudio y que tienen la finalidad de garantizar la protección y conservación de los ecosistemas donde se llevará a cabo el Proyecto, se realizó su análisis y monitoreo, observando así lo señalado en esta estrategia.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Durante el desarrollo del Proyecto no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes o algún recurso natural, por lo tanto, esta estrategia no es aplicable.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Esta estrategia no aplica para el desarrollo del Proyecto, toda vez que no se llevará a cabo ningún tipo de aprovechamiento de suelos agrícolas ni pecuarios.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Toda vez que el Proyecto no guarda relación con la construcción o instalación de infraestructura hidroagrícola o la tecnificación de superficies agrícolas, esta estrategia no es aplicable.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Si bien se llevará a cabo la remoción de vegetación forestal, como parte de las actividades del Proyecto, no se contempla el aprovechamiento de estos recursos, por ello, esta estrategia no es aplicable.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Este estudio contempla el análisis ambiental de los ecosistemas y recursos que serían afectados por las actividades del Proyecto, valorándose a su vez, los servicios ambientales que prestan, por ello, se proponen las medidas y acciones ambiental que se consideran pertinentes para garantizar su protección, mismas que serán evaluadas por la autoridad, dando así cumplimiento a lo señalado en esta estrategia.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto no provocará desequilibrio de ninguna cuencas o acuíferos, no obstante, para su protección y conservación se hará un manejo adecuado tanto de los residuos generados como de sustancias potencialmente contaminantes, la estabilización de cortes y terraplenes y obras de drenaje para el libre flujo del agua, con ello, se observa lo señalado en esta estrategia.
	10. Reglamentar para su protección el uso del agua en	Esta estrategia va encaminada a acciones o actividades que en el ámbito de sus atribuciones corresponden a las autoridades competentes en

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
	las principales cuencas y acuíferos	materia de agua, por ello, no es aplicable a las actividades del Proyecto.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	Esta estrategia va encaminada a acciones o actividades que en el ámbito de sus atribuciones corresponden a las autoridades competentes en materia de agua, por ello, no es aplicable a las actividades del Proyecto.
	12. Protección de los ecosistemas	Como parte de las medidas y acciones de mitigación y compensación que se llevarán a cabo por la ejecución del Proyecto, se plantea la implementación de los Programas Ambientales de Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra, Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación, Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre y las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como el Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas, a fin garantizar la protección y conservación de los ecosistemas por donde cruza el Proyecto, dando así cumplimiento a lo señalado en esta estrategia.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Las actividades del Proyecto no se encuentran relacionadas con actividades agrícolas o con el uso de agroquímicos o biofertilizantes, por ello, esta estrategia no es aplicable.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Si bien la restauración de los ecosistemas no es la actividad principal del Proyecto, se precisa que como parte de las medidas y acciones ambientales se ejecutarán los Programas Ambientales como: Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra y Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas, a través de los cuales se busca la compensación de áreas afectadas por el desarrollo del Proyecto, dando así cumplimiento a lo señalado en esta estrategia.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Esta estrategia va dirigida al apoyo del sector minero con la aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano, actividades que no guardan relación con el Proyecto, descritas en esta estrategia, por lo tanto, no es aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
producción y servicios	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector minero.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil vestido, cuero calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	Toda vez que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector industrial, esta estrategia no es aplicable.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	Toda vez que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector industrial, esta estrategia no es aplicable.
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	Esta estrategia no es aplicable, toda vez que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector de hidrocarburos.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	Si bien el Proyecto no guarda relación con la seguridad energética ni el suministro de ella, se considera que para contrarrestar los efectos adversos por dichas actividades se deberá implementar en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación descritas en el presente estudio.
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la	Se considera que para contrarrestar los efectos por las emisiones de Gases Efecto Invernadero y del Cambio Climático generados por las actividades del Proyecto, se deberá implementar en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación descritas en el presente estudio, dando así observancia a lo señalado en esta estrategia.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
	seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El Proyecto no guarda relación con actividades sobre vivienda o servicios urbanos, por ello esta estrategia no es aplicable.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	Estrategias que se encaminadas a acciones o actividades a realizarse por las autoridades competentes para la atención de posibles riesgos naturales con quienes en el caso de presentarse alguna eventualidad se atenderán sus indicaciones.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades responsables del tratamiento y servicio de agua, por lo tanto, no es aplicable.
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades competentes en materia de agua, por lo tanto, no es aplicable.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades competentes en materia de agua, por lo tanto, no es aplicable.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Con el desarrollo del Proyecto se pretende incentivar el desarrollo no solo de la ciudad sino de la Región de manera sustentable, bien estructura y competitiva, ya que el transporte de carga que se presta es una de las actividades principales de la zona que permite el dinamismo y desarrollo regional y nacional.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
F) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades competentes

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
	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.	en materia de desarrollo social y que no guardan relación con el Proyecto, por lo tanto, no es aplicable.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades que resulten competentes en la integración de comunidades rurales a los esquemas y dinámica de desarrollo de su territorio y que no guardan relación con el Proyecto, por lo tanto, no es aplicable.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades que resulten competentes y que no guardan relación con el Proyecto, por lo tanto, no es aplicable.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades que resulten competentes y que no guardan relación con el Proyecto, por lo tanto, no es aplicable.
	38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades que resulten competentes y que no guardan relación con el Proyecto, por lo tanto, no es aplicable.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Toda vez que el Proyecto no guarda relación con los servicios de salud que se prestan a la población, esta estrategia no es aplicable.
	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	El Proyecto no guarda relación con actividades para la asistencia social de la población, por ello, esta estrategia no es aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias Ecológicas		Vinculación
	mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	El Proyecto no guarda relación con actividades para la asistencia social de la población, por ello, esta estrategia no es aplicable.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	En cuanto a la definición de los derechos de propiedad rural no guarda relación con las actividades del Proyecto, no obstante, se precisa, que antes del inicio de cualquier actividad se establecerán las negociaciones pertinentes para la liberación del derecho de vía con cada uno de los propietarios de los terrenos por los que cruza el mismo respetando su legitima titularidad, por lo tanto, se observa lo señalado en esta estrategia.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Las acciones o actividades descritas en esta estrategia van dirigidas al sector agrícola, mismas que no guardan relación con el Proyecto, por lo tanto, no es aplicable.
	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.	Estrategia que van encaminadas a acciones a realizarse por parte de las autoridades que resulten competentes, no obstante, se precisa que el presente estudio observa y da cabal cumplimiento a los instrumentos normativos referentes tanto al ordenamiento ecológico como territorial que le son aplicables, por lo que se considera es congruente con lo señalado en esta estrategia.

Se puede señalar que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento que orienta los programas, proyectos y acciones de los diversos sectores de la Administración Pública Federal para garantizar el desarrollo sustentable de cada región, por lo tanto, no existe restricción alguna para el desarrollo de las actividades del Proyecto.

Vinculación

El Proyecto coadyuva con las estrategias sectoriales 31 y 32 sobre Infraestructura y equipamiento urbano y regional del Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana establecidas para las UAB 9 y 18, toda vez que su construcción incentivará a que la Región sea competitiva y segura en el servicio que prestara de manera sustentable y bien estructurada, atendiendo la demanda de los bienes que transportan e impulsando a su vez el desarrollo no solo regional sino a nivel nacional.

CONSULTA PÚBLICA

Aunado a lo anterior, se considera que con las medidas y acciones de prevención, mitigación y compensación expuestas en el presente estudio se observa y da cumplimiento a lo señalado en cada una de las estrategias de las UAB por donde atravesará el Proyecto, por lo tanto, es jurídicamente viable.

III. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POETS)[2]

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora (POETS) es un instrumento de política pública sustentado en los artículos 9 y 19 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), 7 y 22 de su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico y 16 y 17 de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEPAES).

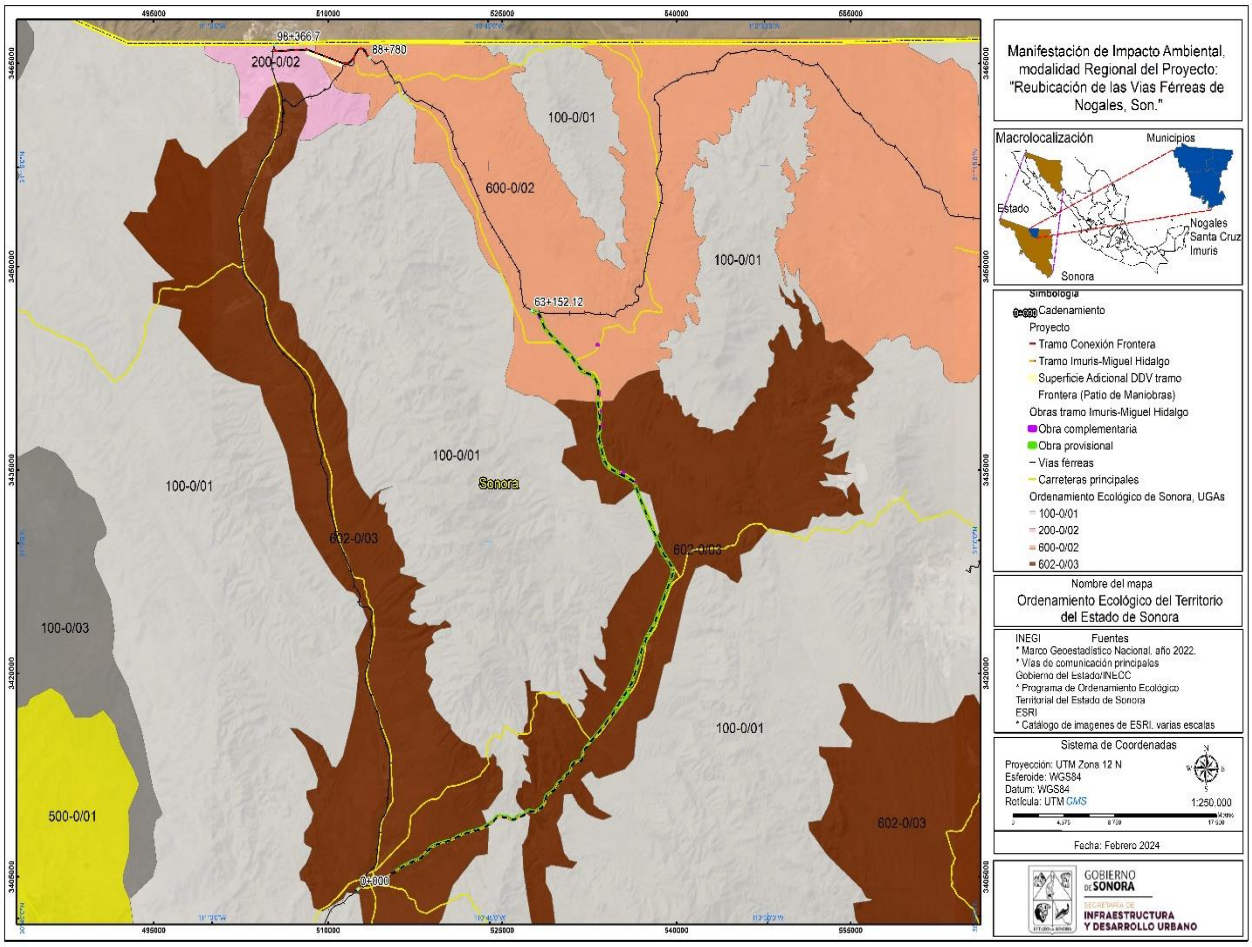
Sus objetivos generales son:

- Regular e inducir el uso del suelo a partir de la aptitud del terreno
- Analizar la influencia de las actividades productivas y el desarrollo sobre el ambiente y los recursos naturales
- Establecer una estrategia que garantice la seguridad del entorno y la población.

La zonificación de este modelo de ordenamiento ecológico fue el resultado del enfoque fisiográfico a nivel de sistemas de topoformas, modificada con las áreas protegidas, generó 25 unidades de gestión ambiental, las cuales son definidas como la unidad mínima del área de ordenamiento ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común. Tal y como se observa en el Mapa siguiente, el Proyecto intercede en las UGA 1, 3, 17 y 20 establecidas por este POET de Sonora.

CONSULTA PÚBLICA

[2] Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora, Poder Ejecutivo Estatal, Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora del 21 de mayo de 2015, consultado en la página de internet: https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/EI_26.html



Mapa III. 2. Incidencia del Proyecto en las UGA 1, 3, 7 y 20 del POETS.

Las generalidades de las UGA son:

Tabla III. 3. Características Generales de las UGA del POETS en las que incide en el Proyecto.

UGA	Clave	Sistema de topoformas	Lineamiento ecológico	Criterios de regulación ecológica
1	100-0/01	Sierra alta	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura; agricultura de temporal; cacería de especies de bosque; conservación de ecosistemas dulceacuícolas, bosques secos y templados; forestal maderable y no maderable; ganadería extensiva; minería y turismo aventura	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-27.
3	200-0/02	Lomerío extendido	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28,

CONSULTA

UGA	Clave	Sistema de topoformas	Lineamiento ecológico	Criterios de regulación ecológica
			no maderable; minería y turismo aventura	CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25.
17	600-0/02	Valle aluvial intermontano	Aprovechamiento sustentable de la agricultura en Urderales; la cacería de especies de desierto; la conservación de ecosistemas dulceacuícolas, desérticos y pastizales; forestal no maderable; la ganadería extensiva; la minería y el turismo de aventura en terrenos de pastizal	CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25.
20	602-0/03	Valle intermontano con lomerío	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura de especies de agua cálidas; agricultura en Urderales; cacería de especies de desierto; forestal no maderable; ganadería estabulada, minería y turismo aventura	CRE-07, CRE-16, CRE-17, CRE-19.

- **Descripción de las unidades de gestión ambiental en la zona del Proyecto.**

100-0/01 SIERRA ALTA

Una sierra se define como “una línea de montañas” (INEGI 2000) y la Sierra alta se refiere a líneas de montañas con altitud mayor de 600 msnm. Esta unidad es la segunda más extensa y conforma una especie de matriz de la Provincia III Sierra Madre Occidental. Los terrenos tienen pendiente abrupta, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud mayor de 600 msnm y tienen los climas menos extremosos del estado.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas de bosques templados, bosques secos, dulceacuícolas, y pastizales; de hecho, existen propuestas de áreas importantes para la conservación de ecosistemas de bosque templado combinados con dulceacuícolas en el Río Bavispe.

Las actividades económicas que resaltan son la minería, sobre todo de elementos metálicos (oro y cobre principalmente); el turismo alternativo de aventura y cultural; la piscicultura de especies de aguas templadas y cálidas; la agricultura de temporal; la cacaería, cuyas especies cinegéticas más importantes son venado cola blanca, guajolote silvestre y otras aves residentes; la ganadería extensiva; la actividad forestal maderable y no maderable.

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

CONSULTA PÚBLICA

piscicultura, tanto de especies templadas como cálidas, puede ser fuente de conflicto con la conservación de ecosistemas dulceacuícolas. (CEDES, 2011)

200-0/02 LOMERÍO EXTENDIDO

Un lomerío es un conjunto de lomas (INEGI 2000) y el lomerío extendido tiene la característica de tener pendientes bajas que hace que el lomerío se extienda en superficie. Esta UGA es la novena más extensa, 337,820 ha y se distribuye principalmente en la Provincia II Llanuras Sonorenses, especialmente en la Subprovincia 8 Sierras y Llanuras Sonorenses, y en menor medida en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra de la Provincia III Sierra Madre Occidental y en la Subprovincia 18 Llanuras y Médanos del Norte de la Provincia IV Sierras y llanuras del Norte. Los terrenos tienen pendientes medianas, generalmente con suelos delgados o roca aflorante, en altitud menor de 600 msnm y los climas son variados, pero predominan los climas secos y calientes.

Entre los elementos biológicos asociados predominan los ecosistemas desérticos, pero no se tiene ninguna propuesta para esta UGA.

Esta es una de las pocas UGA donde no se tienen actividades mineras activas, ya que se reporta con aptitud minera media o baja. La mejor opción para esta UGA es la cacería. Las especies cinegéticas más importantes son el borrego cimarrón y venado bura, sobre todo en las áreas al noroeste del estado. También existen mamíferos menores (jabalí y liebre) y aves residentes. La actividad forestal no maderable es poco notoria, en comparación con las UGA's vecinas.

Las áreas de conflicto son mínimas y están reducidas a la interacción de actividades mineras con la cacería; sin embargo, se puede considerar que una buena disposición de ambos sectores permitiría su convivencia.

600-0/02 VALLE ALUVIAL INTERMONTANO

Un valle es "una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río" (INEGI 2000). Cuando la depresión está conformada por material "fragmentario no consolidado, transportado y depositado por corrientes de agua" y se encuentra entre dos cadenas montañosas se le denomina valle aluvial intermontano. Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 18 Llanuras y Médanos del Norte de la Provincia IV Sierras y llanuras del Norte, donde se encuentran 630,876 ha. Consiste en terrenos con pendientes suaves, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, como son los ríos Santa Cruz, San Pedro y Yaqui. El clima es templado.

Desde el punto de vista biológico es la unidad de gestión ambiental donde se encuentran pastizales puros; sin embargo, este ecosistema tiene muy pocas especies en las listas de especies amenazadas. Como resultado, no se tienen propuestas para la protección de especies en esta UGA.

CONSULTA PÚBLICA

Entre las actividades que se realizan en esta UGA predomina la ganadería extensiva y la minería, metálica y no metálica, así como un poco agricultura de riego como URDERALES y aunque existen elementos para la actividad cinegética, esta se ha estado reduciendo en el área.

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con la minería y sus interacciones; sin embargo, la ganadería y la actividad cinegética no compiten con la minería y es posible establecer negociaciones para mitigar los efectos de la minería sobre ellos. (CEDES, 2011)

602-0/03 VALLE INTERMONTANO CON LOMERÍO

Un valle es "una depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica, generalmente ocupada por un río" (INEGI 2000). Cuando se encuentra entre dos cadenas montañosas y existen varios conjuntos de lomas se le denomina valle intermontano con lomerío. Esta unidad se encuentra representada en la Subprovincia 8 Sierras y llanuras Sonorenses de la Provincia II Llanura sonorense, con una superficie de 36,453 ha, y especialmente en la Provincia III Sierra Madre Occidental, en las Subprovincias 9 Sierras y valles del norte, con 740,601 ha, Subprovincia 10 Sierras y cañadas del norte, en 162,388 ha, y en la Subprovincia 12 Pie de la Sierra en 205,472 ha, que suman 1'144,914 ha. Consiste en terrenos con pendientes moderadas, suelos de profundidad variable y asociados a sistemas fluviales, afluentes del Concepción, los Alisos y Cocóspera, afluentes del Sonora, Río Sonora y San Miguel, Río Yaqui, Moctezuma, Bavispe, Papigochic. El clima es cálido.

Desde el punto de vista biológico es la unidad de gestión ambiental donde se encuentran los ecosistemas dulceacuícolas importantes; sin embargo, se seleccionaron solamente los del Río Bavispe porque están mejor conservados.

Entre las actividades que se realizan en esta UGA predomina la agricultura de riego en Urderales, ganadería extensiva, actividad cinegética con venado cola blanca, jabalí y liebres, y aves residentes, y la minería, metálica y no metálica.

Los posibles conflictos en esta UGA están relacionados con las interacciones entre la minería con la ganadería extensiva y la actividad cinegética, pero al igual que la UGA 602-0/01, es posible establecer negociaciones para mitigar los efectos de la minería sobre ellos. (CEDES, 2011)

Por otra parte, este ordenamiento ecológico señala que los lineamientos ecológicos son las metas a obtenerse aplicando los criterios de Regulación Ecológica y Estrategias Ecológicas para cada una de las UGA. Como se observa en la a continuación, las cuatro UGA por las que cruza el Proyecto, tiene como lineamiento ecológico general el Aprovechamiento sustentable, cada una de ellas en diversas actividades como son la piscicultura; agricultura de temporal o en URDERALES; cacería de especies de bosque o desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas, pastizales, bosques secos, desérticos y templados; forestal maderable y no maderable; ganadería extensiva; minería y turismo aventura, respectivamente. Como se observa, el Proyecto que nos ocupa no trasgrede la meta establecida en los lineamientos ecológicos, toda vez que no se realizará ningún tipo de aprovechamiento en las UGA por las que incide el Proyecto.

Por lo que hace a los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) estos tienen la finalidad de establecer condicionantes ambientales para que todo Proyecto o actividad que se desarrolle en

CONSULTA PÚBLICA

el territorio cumpla con el objetivo de proteger, preservar, restaurar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, previniendo o minimizando los posibles impactos ambientales de las obras o actividades, así como las reglas de conducta que permitan reducir los conflictos ambientales, ya que estos cuentan con un fundamento legal en leyes, reglamentos o normas. En el caso de que se detecte un vacío legal, los CRE hacen recomendaciones para establecer acuerdos entre los sectores involucrados. En la Tabla siguiente se vincula el Proyecto con los Criterios ecológicos establecidos a las UGA 1, 3, 17 y 20.

Tabla III. 4. Vinculación con los criterios de regulación ecológica aplicables a las UGA en las que incide el Proyecto.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Vinculación
CRE-06	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo.	Para el desarrollo del Proyecto se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por ello, se está elaborado el Estudio Técnico Justificativo para sujetarlo a evaluación y autorización de la SEMARNAT por ser la autoridad competente, en términos de lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, dando así cumplimiento a las regulaciones establecidas en la legislación que resulta aplicable y a este criterio de regulación ecológica.
CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos	En observancia a lo establecido en la LGPGIR y demás disposiciones aplicables se implementará el manejo y disposición adecuada de los residuos para evitar la contaminación en los sitios donde se desarrollará el Proyecto, por ello, se da cumplimiento a lo señalado en este criterio ecológico.
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	En cumplimiento a lo estipulado en la legislación ambiental vigente se sujetará el correspondiente Estudio Técnico Justificativo (ETJ) a fin de que la DGGFS como autoridad competente evalúe y autorice el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) que requiere el Proyecto, dando así cumplimiento a lo señalado en este criterio ecológico.
CRE-16	Reducir al mínimo los impactos en la biodiversidad por la presencia de sustancias tóxicas en el ambiente.	Toda vez que no se utilizarán sustancias toxicas para el desarrollo de las obras y actividades del Proyecto, este criterio no es aplicable.
CRE-17	Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad	Criterio que no es aplicable, ya que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector agrícola.
CRE-18	Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos	Criterio que no es aplicable, ya que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector agrícola.
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético	Toda vez que no se realizarán actividades de aprovechamiento cinegético, este criterio no es aplicable.
CRE-20	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos	Criterio que no es aplicable, ya que el Proyecto no guarda relación con actividades del sector ganadero.
CRE-24	Se prohíben los desmontes generalizados y el aprovechamiento forestal que afecte la integridad y funcionalidad del	Este criterio no es aplicable, toda vez que refiere que los desmontes generalizados se realicen sobre ecosistemas donde se desarrollen actividades de manejo forestal maderable, no siendo el caso de los terrenos por donde

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio de regulación ecológica	Vinculación
	ecosistema para evitar/minimizar daños permanentes a los ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable	cruza la trayectoria del Proyecto para el que se requiere la remoción de la cobertura forestal. Aunado a lo anterior, es fundamental resaltar que, para compensar los impactos generados por las obras, se implementaran entre otras medidas y acciones, los Programas Ambientales como Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas; las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora silvestre y las Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra, mismos que garantizarán la protección y conservación de cada uno de los ecosistemas intervenidos por el desarrollo del Proyecto.
CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	Las obras y actividades del Proyecto no guardan relación con la elaboración o difusión de programas sobre protección y recuperación de especies, por lo tanto, no es aplicable.
CRE-27	Se prohíbe la introducción de especies exóticas dulceacuícolas que afecten las poblaciones nativas de peces.	El Proyecto no se encuentra relacionado con actividades del sector acuícola, por lo tanto, este criterio no es aplicable.
CRE-28	Se deberán restaurar las áreas degradadas por efectos de las actividades de aprovechamiento forestal. Las especies a utilizarse deben ser nativas con el fin de no generar más presión ni competir con las especies de flora nativas.	Para el desarrollo del Proyecto, no se tienen contemplado actividades de aprovechamiento forestal, pero si la remoción de cobertura vegetal forestal, por ello, se implementarán como parte de las medidas y acciones ambientales de compensación de los ecosistemas afectados, los Programas Ambientales tales como: ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre ◆ Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra. ◆ Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación. ◆ Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto. ◆ Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas Dando así cumplimiento a lo señalado en este criterio.
CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	Para la restauración de este tipo de ecosistemas se rescatarán y reubicarán especies de cactáceas y rosetófilas especies nativas del sitio, por lo tanto, se da cumplimiento a lo señalado en este criterio.
CRE-30	Se deberá promover el uso sustentable del chiltepín con el fin de garantizar la persistencia de sus poblaciones en el largo plazo.	Toda vez que el uso o aprovechamiento de la especie chiltepín no es una actividad vinculada con las obras del Proyecto, este criterio no es aplicable.
CRE-31	Se deberá promover el uso sustentable de la tierra de monte con el fin de no degradar los ecosistemas de los que se extraen.	Para el desarrollo del Proyecto no será utilizada la tierra de monte por ello, este criterio no es aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con el POET analizado, el Proyecto se ubica en las UGA con claves 100-0/01, 200-0/02, 600-0/02 y 602-0/03. Si bien en el criterio CRE-24 se señala la prohibición de desmontes generalizados, se precisa que el mismo criterio refiere que esta actividad se realice sobre aquellos ecosistemas en los que se desarrollen las actividades de manejo forestal maderable, no siendo el caso de los terrenos por donde cruza la trayectoria del Proyecto toda vez que, en ellos no se llevan a cabo acciones de manejo o aprovechamiento forestal maderable, además, fundamental resaltar que para compensar los impactos generados por las obras, se implementaran entre otras medidas y acciones como los Programas Ambientales tales como el de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas; las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora silvestre y las Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra, mismos que garantizarán la protección y conservación de cada uno de los ecosistemas que pudieran verse afectados por el desarrollo del Proyecto.

En este sentido, se observa que las obras y actividades del Proyecto no contravienen los lineamientos ecológicos como los criterios de regulación ecológica aplicables en las UGA 1, 3, 17 y 20, además se estima que con las medidas y acciones ambientales a implementarse pueden evitar o disminuir los impactos generados, lo que hace que sea jurídicamente viable.

III.2 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas en apego a lo establecido en el artículo 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, son definidas como las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esa misma ley y los demás ordenamientos aplicables. Estas son administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), a la fecha se encuentran decretadas 225 áreas naturales protegidas de carácter federal de las cuales 186 cuentan con una superficie exclusivamente terrestre, 31 cuentan con una superficie terrestre-marina y 8 exclusivamente marina, representan 93,807,694.03 hectáreas[3], las cuales están divididas en 9 regiones en el país. A nivel estatal únicamente se encuentran decretadas nueve Áreas Naturales Protegidas[4].

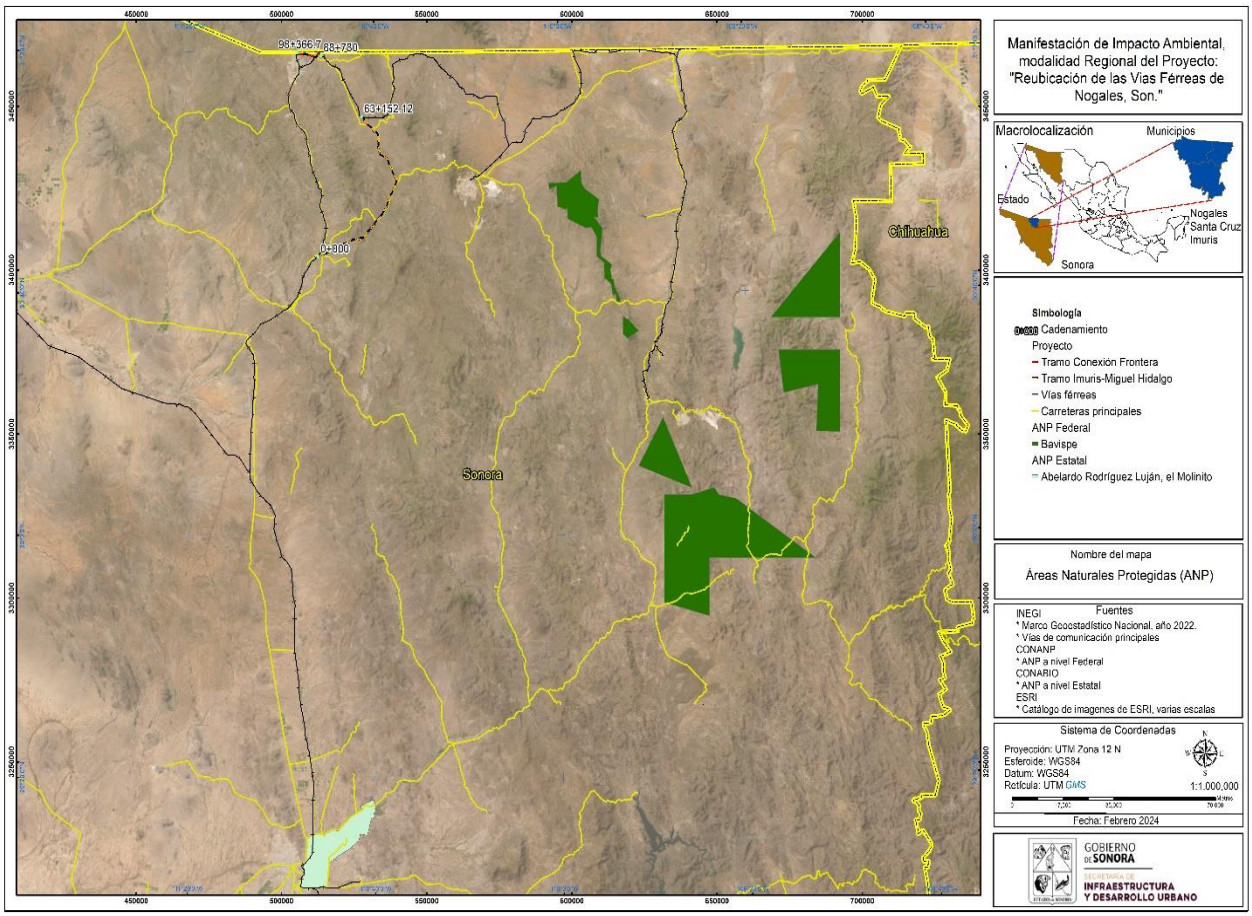
El Proyecto en cuestión no incide en ninguna de las áreas naturales protegidas de orden federal y estatal, como se muestra en el Mapa siguiente, se observa que la más cercana al Proyecto es la ANP Federal denominada Bavispe que del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo que se encuentra a

[3] Áreas Naturales Protegidas decretadas, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) página consultada: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm

[4] Áreas Naturales Protegidas decretadas en el Estado de Sonora, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) página consultada: https://descubreanp.conanp.gob.mx/es/conanp/Entidad_Federativa/_rid/9967e356860c42699a99734f1800e2b0?search=state&name=&sort=&page=1&suri=26

CONSULTA PÚBLICA

52.27 km y del Tramo Conexión Frontera está a 87.46 km, seguido de la ANP Estatal llamada Abelardo Rodríguez Luján el Molinito ubicada a 166.67 km aproximadamente del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y a 227.47 km del Tramo Conexión Frontera.



Mapa III. 3. Distancia del Proyecto a las ANP de orden federal y estatal en Sonora.

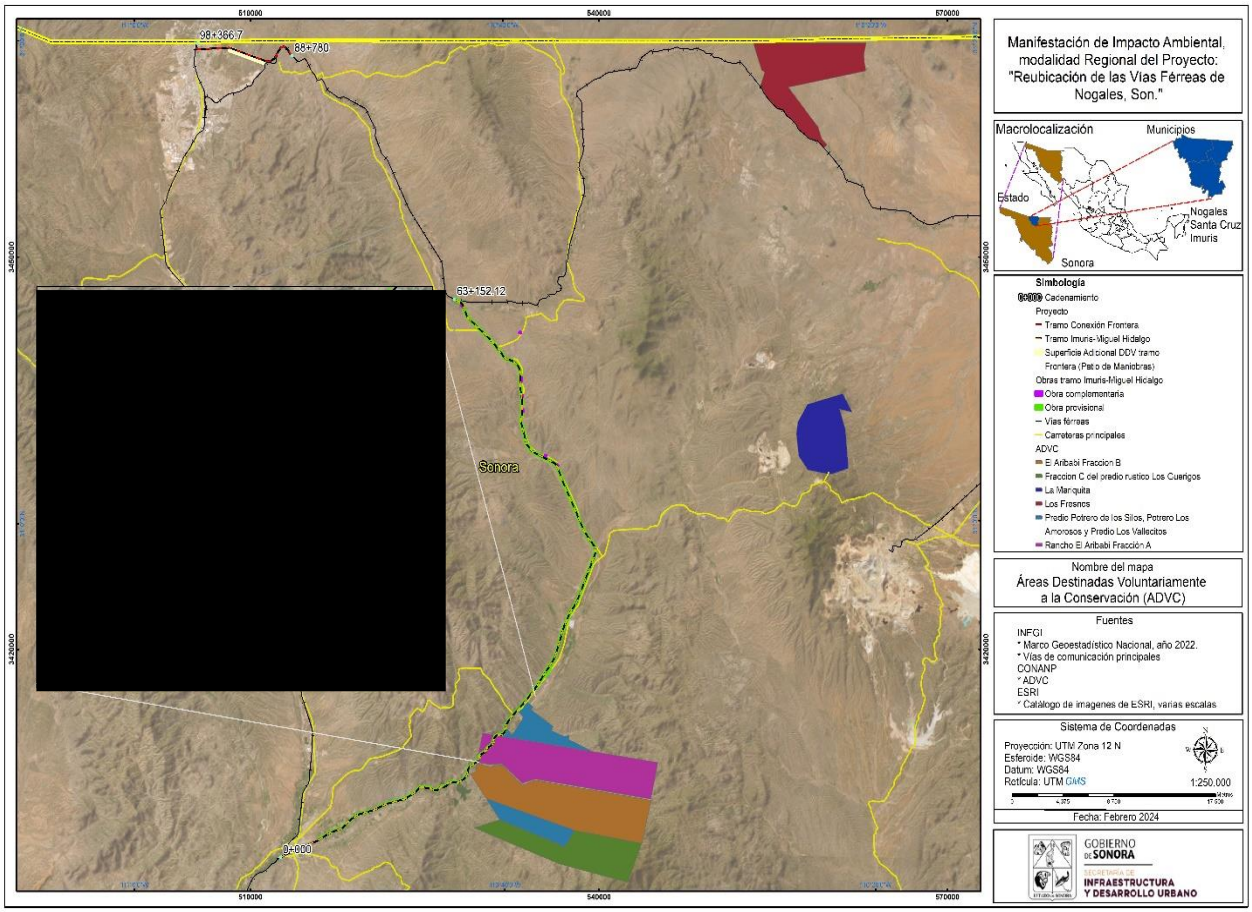
Cabe señalar que la CONANP a certificado a 562 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), en 27 entidades federativas, siendo estas zonas que poseen características biológicas y ecológicas similares a las de una Reserva de la Biosfera, Parque Nacional o Área de Protección de Flora y Fauna y que sus propietarios destinan de manera voluntaria a la conservación ambiental.

La trayectoria del Proyecto en su Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo incide en dos ADVC, en los cadenamientos del 22+046 al 22+115 y del 22+585 al 23+008, con una longitud de 0.492 km en la llamada “Predio Potrero de los Silos, Potrero Los Amorosos y Predio Los Vallecitos”[5] y en el

[5] Adjunto al polígono Fracción A de la ADVC “Rancho El Aribabi”

cadenamiento 19+327 al 22+000 con 2.673 km de longitud en el “Rancho El Aribabi Fracción A”, tal como se muestra en el siguiente Mapa.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa III. 4. Incidencia del Proyecto en las ADVC de la Región.

Aunado a lo anterior, en la siguiente Tabla se precisa la distancia con otras ADVC certificadas cercanas al Proyecto.

Tabla III. 5. Otras Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación cercanas al Proyecto.

ADVC	Distancia	Orientación
El Aribabi Fracción B	0.126 (Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo) 57.24 (Tramo Conexión Frontera)	E, S
Fracción C del predio rústico Los Guerigos	3.86 (Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo) 61.40 (Tramo Conexión Frontera)	SE, S
La Mariquita	18.90 (Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo) 51.76 (Tramo Conexión Frontera)	E, SE
Los Fresnos	29.98 (Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo) 39.71 (Tramo Conexión Frontera)	NE, E

CONSULTA

Vinculación

Respecto a las Áreas Destinadas Voluntaria a la Conservación en las que intercede el Proyecto resulta fundamental precisar que en coordinación con los Titulares de las ADVC referidas se gestionó la modificación de su poligonal ante las autoridades competentes para que antes de cualquier inicio de obra o actividad la adquisición de los terrenos se encuentre autorizada.

Además, es importante resaltar, que como parte de las medidas de compensación se implementaran los siguientes Programas Ambientales y medidas control, de mitigación y compensación, como:

Programas y Estudios Ambientales:

- Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
- Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra.
- Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación.
- Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto.
- Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental
- Estudio Técnico Económico
- Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas

Medidas de Control, Prevención y Buenas Prácticas Ambientales

- Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra.
- Implementación de diversos procedimientos que incluyan:
  - El manejo integral de los Residuos (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos).
  - Seguridad e Higiene en el trabajo (incluye implementación del Programa de Contingencias y Protección Civil).
  - Ahorro de recursos y energía.
  - Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames).
  - Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados.
  - Reglamento Interno de Protección Ambiental.
- Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto.
- Instalación de servicios sanitarios adecuados.
- Rehabilitación de sitios usados de forma provisional.
- Supervisión ambiental de obra.

Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación

- Plan de Manejo y Vigilancia Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Las acciones antes descritas serán oportunas a fin de permitir la protección y conservación de los ecosistemas por donde cruza el Proyecto.

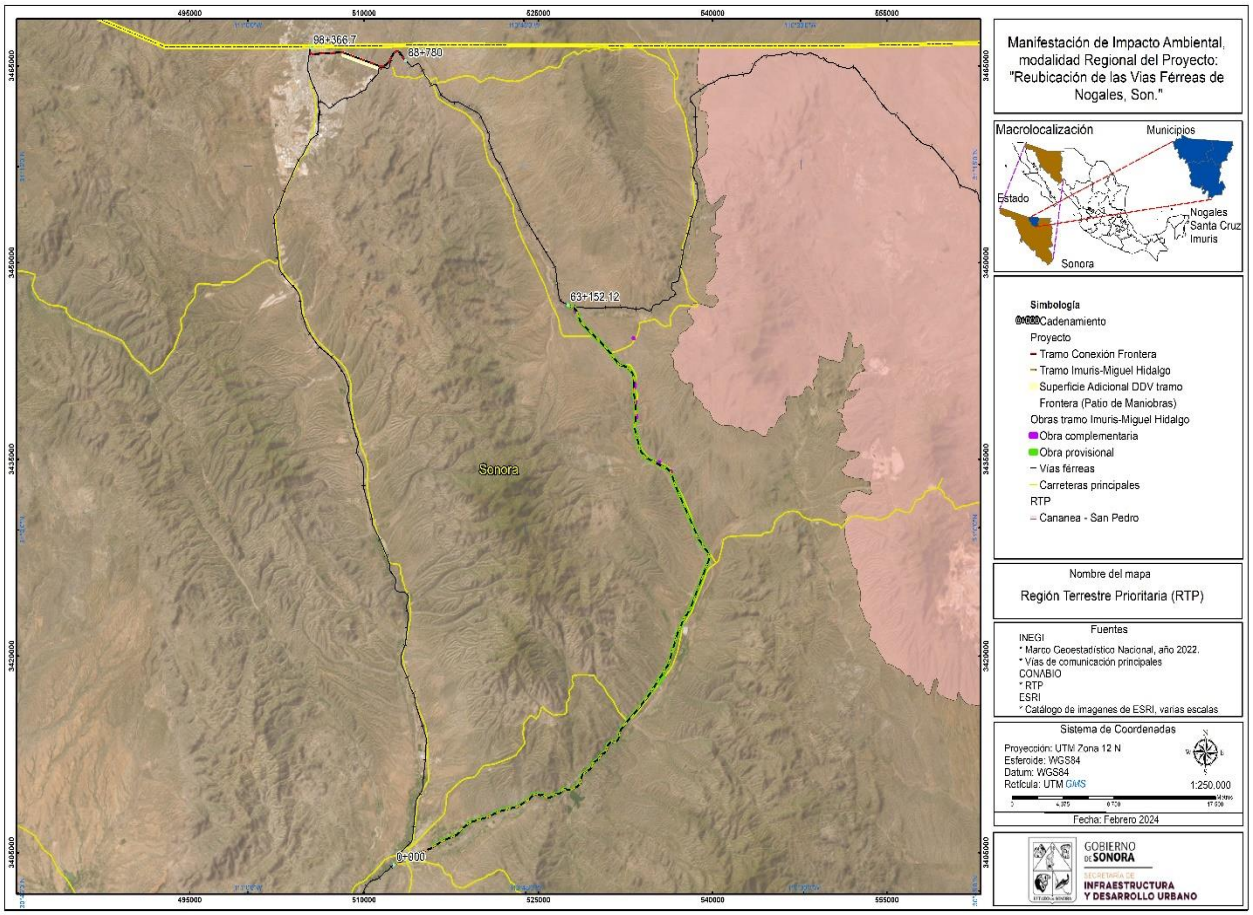
III.2.2 Otras Áreas de Interés Ambiental

Las Regiones Prioritarias para la conservación de la biodiversidad como son las terrestres, hidrológicas, marinas y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) que en su conjunto abarcan 60% del territorio continental, han sido un marco importante para la planeación y el destino de recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento y conservación de la biodiversidad en el país, a pesar de no ser un instrumento oficial (Arriaga et al. 2009; Koleff et al. 2009). Asimismo, preceden a los análisis de vacíos y omisiones en conservación del sistema de áreas protegidas con el que se llevaron a cabo con un enfoque de la planeación sistemática de la conservación a partir de un crecimiento importante de información espacial para diversos grupos taxonómicos en el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, lo que permitió, considerar numerosos elementos de la biodiversidad y determinar las prioridades con mayor detalle.

III.2.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y especifica comparativamente mayor que el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación, Santa Cruz es uno de los municipios que abarca la RTP- Cananea – San Pedro con una extensión aproximada de 3,325 Km^2, sin embargo esta se encuentra a 3.50 km de distancia del Tramo Ímuris- Miguel Hidalgo y a 25.11 km del Tramo Conexión Frontera, como se aprecia en el Mapa siguiente.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa III. 5. Cercanía del Proyecto respecto a la RTP Cananea – San Pedro.

CONSULTA

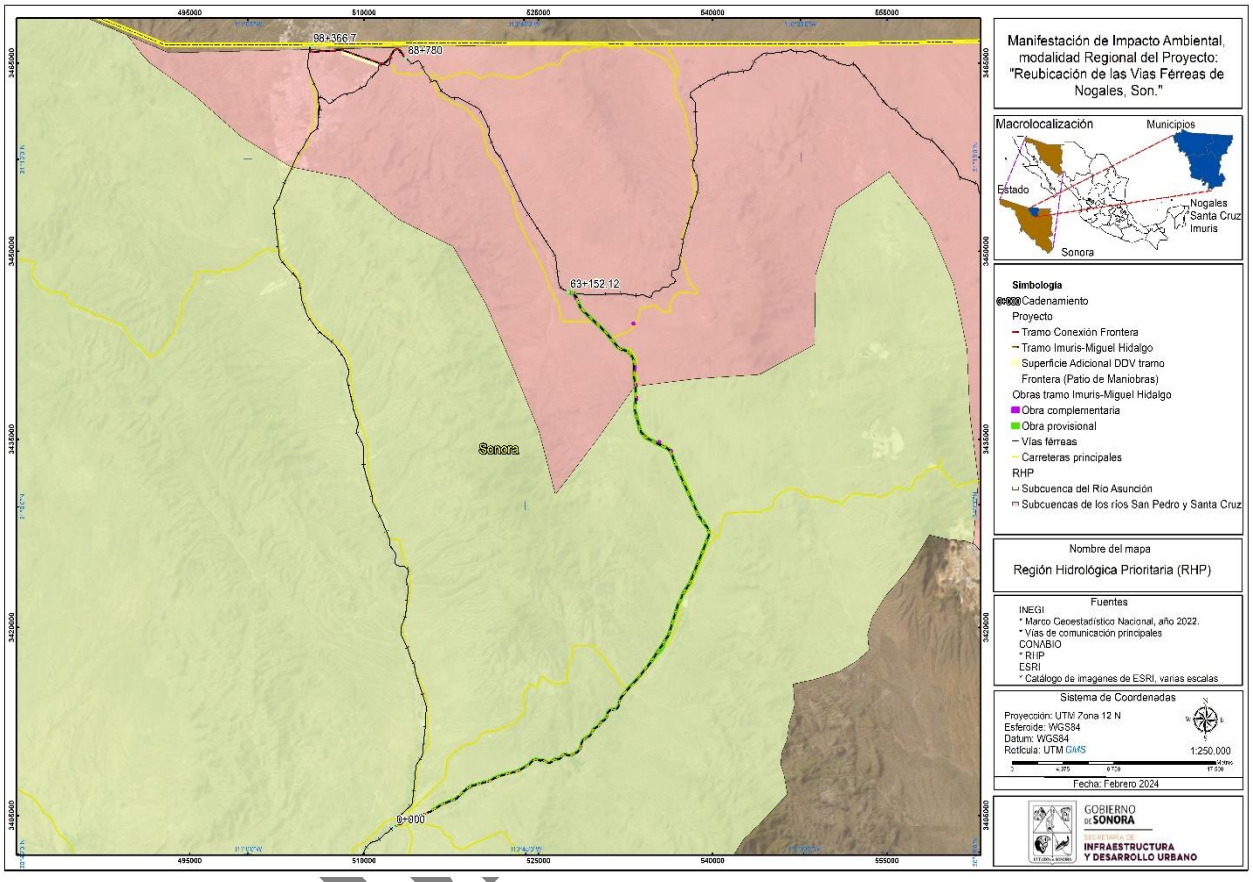
III.2.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Para la identificación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) se consideraron aspectos de biodiversidad en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, con el valor económico, así como con los riesgos y amenazas a los que está sujeta la biodiversidad que se presenta en ambientes limnológicos, y consideran las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales, y de los ecosistemas que se encuentran en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras[6]

Con una longitud de 10.16 km el Tramo de Ímuris-Miguel Hidalgo como el Tramo de Conexión Frontera en su totalidad, inciden en la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) denominada Subcuenca de los ríos San Pedro y Santa Cruz, en cuanto a la RHP Subcuencas del Río

[6] Regiones hidrológicas prioritarias. Biodiversidad mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Página de internet consultada: https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico

Asunción, únicamente incide el Tramo de Ímuris-Miguel Hidalgo en 52.99 km de su trayectoria, como se muestra en el Mapa.



Mapa III. 6. Incidencia del Proyecto en las Regiones Hidrológicas Prioritarias de la Región.

Las características generales de las Regiones Hidrológicas Prioritarias en la que interviene el Proyecto se describen en las siguientes Tablas.

Tabla III. 6. RHP Subcuencas de los Ríos San Pedro y Santa Cruz

Características Generales	
Extensión	2,810.66 km^2
Recursos hídricos principales	**lénticos**: embalses **lóticos**: ríos San Pedro y Sta. Cruz, ríos temporales, arroyos
Limnología básica	ND
Geología/Edafología	Rodeada por las montañas de Arizona y Sierra Madre Occidental (sierras El Pinito, Azul, La Madera, El Manzanal, Los Ajos). Suelos de tipo Regosol, Litosol, Feozem y Cambisol.

CONSU

Características Generales	
Características varias	Clima semiseco templado y seco semicálido con lluvias en verano y escasas en invierno; temperatura media anual de 14-18ºC. Precipitación total anual entre 400 y 600 mm.
Principales poblados	Cananea, Nogales y Agua Prieta
Actividad económica principal	Minería, silvicultura, agricultura y ganadería
Indicadores de calidad de agua	ND
Biodiversidad	Tipos de vegetación: pastizal, bosque de encino, de pino-encino. Fauna característica: Presencia del águila real *Aquila chrysaetos, Pachyramphus aglaiae, Strix occidentalis;* del lince *Lynx rufus,* del puma *Puma con color* y del oso negro *Ursus americanus*. Endemismo de reptiles *Crotalus willardi* y *Lampropeltis pyromelana.* Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster, Catostomus clarki, C. insignis, Cyprinodon macularis, Gila intermedia, Tiaroga cobitis;* de anfibios *Bufo retiformis, Rana chiricahuensis, R. forreri, R. maculata* y *R. toromorde,* estas últimas indicadoras de integridad. Especies amenazadas de aves *Ara militaris, Rhynchopsitta pachyrhyncha, Strix occidentalis*.
Aspectos económicos	Recursos mineros (cobre), agricultura (algodón), silvicultura y ganadería.
Problemática	◆ Modificación del entorno: por la infraestructura minera y el sobrepastoreo en los pastizales. ◆ Contaminación: por desechos mineros en Cananea y contaminación de los arroyos por aguas negras. ◆ Uso de recursos: el pastizal para ganado.
Conservación	Preocupan los residuos mineros que alteran los sistemas asociados; se necesitan planes de manejo para la industria minera. Faltan conocimientos limnológicos de la región.

Tabla III. 7. RHP Subcuenca del Río Asunción

Características Generales	
Extensión	6,696.4 km^2
Recursos hídricos principales	**lénticos**: represas, oasis **lóticos**: ríos Seco, Asunción y Altar, arroyos
Limnología básica	ND
Geología/Edafología	Sierras Cibuta, La Joroba, del Humo, La Gloria. Suelos de tipo Regosol, Yermosol, Fluvisol y Litosol.
Características varias	Clima semiseco templado y seco semicálido con lluvias en verano y escasas en invierno; temperatura media anual de 14-18oC. Precipitación total anual entre 300-500 mm.
Principales poblados	Nogales, Magdalena de Kino, Santa Ana
Actividad económica principal	Ganadería
Indicadores de calidad de agua	ND
Biodiversidad	Tipos de vegetación: matorral desértico rosetófilo, cardonal, bosque de pino, pastizal natural-huizachal, pastizal inducido. Avifauna característica: *Pachyramphus aglaiae, Strix occidentalis*. Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster, Catostomus insignis, Cyprinodon macularis, Gila ditaenia, G. eremica, G. robusta, Poeciliopsis*

CONSULTA PÚBLICA

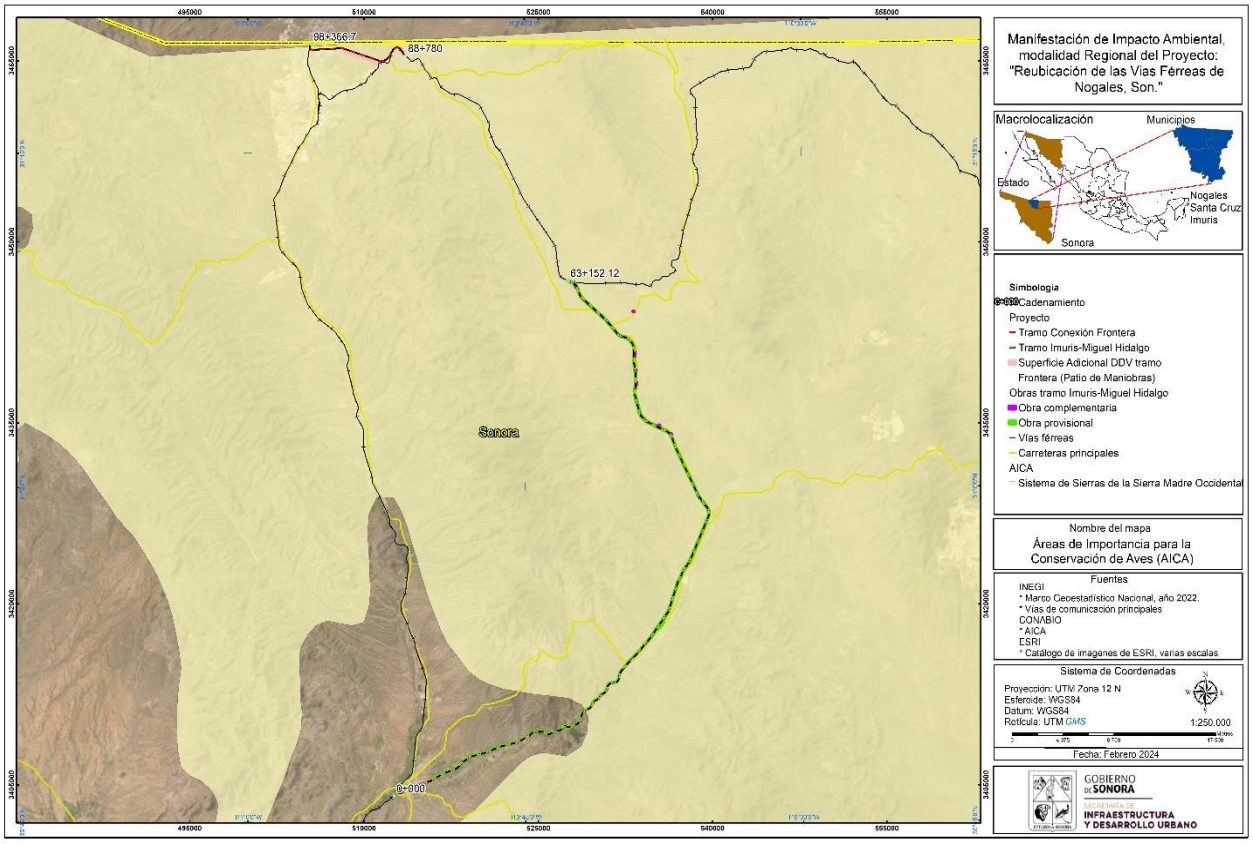
Características Generales	
	occidentalis, Rhinichthys osculus; de reptiles y anfibios *Bufo retiformis, Crotalus willardi* y *Lampropeltis pyromelana*; de aves *Ara militaris, Rhynchopsitta pachyrhyncha, Strix occidentalis.*
Aspectos económicos	Ganadería
Problemática	◆ Modificación del entorno: fragmentación del hábitat por actividades ganaderas (hay cercas que impiden el paso de los animales). ◆ Contaminación: por aguas residuales domésticas ◆ Uso de recursos: pastizales para ganado
Conservación	Ninguna

III.2.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) tienen como propósito la identificación en todo el mundo de una red de sitios importantes para el mantenimiento a largo plazo de poblaciones de aves. En la actualidad México se delimita 243 AICA en donde es posible observar cerca del 95% de las especies del país.

Los dos Tramos que conforman el Proyecto inciden en la denominada Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental, el Tramo Ímuris – Miguel Hidalgo intercede en 44.43 km de su trayectoria, mientras que el Tramo de Conexión Frontera cae en su totalidad, tal y como se muestra en el Mapa siguiente.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa III. 7. Incidencia de los Tramos del Proyecto en el AICA Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental.

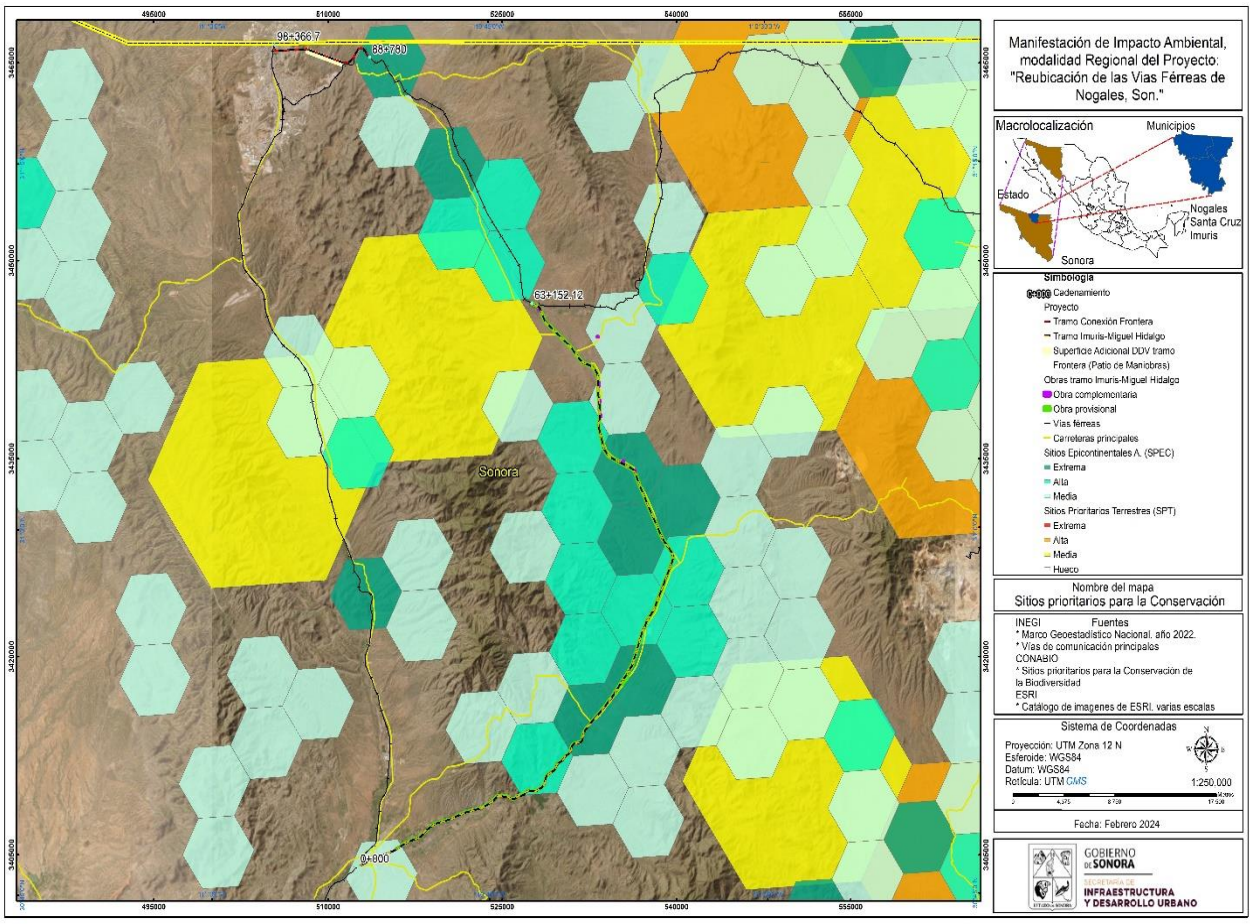
Esta AICA cuenta con una superficie de 2,289,950.48 m^2, y se trata de un conjunto de sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICAs del sur de las sierras y con las islas del norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo. Es a través de las islas del norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierritas en Arizona. Esta AICA cuenta con categoría G-1 en México y A1 en Birdlife, se registran 359 especies de aves y le fue asignado el número 126.

CONSULTA

III.2.2.4. Sitios Prioritarios para la conservación de la Biodiversidad

Como parte de la planeación de representar todos los elementos de la biodiversidad, se han identificado sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre, mismos que se catalogan como de extrema, alta y media prioridad, de las cuales 1093 unidades son media prioridad, 1145 unidades de alta prioridad y 176 de extrema prioridad.

El Proyecto no incide en ningún sitio prioritario terrestre (SPT), no obstante, si en sitios Epicontinentales Acuáticos (SPEC) de los establecidos por la CONABIO, tal y como se observa en el siguiente Mapa.



Mapa III. 8. Sitios Prioritarios Epicontinentales Acuáticos que atraviesa el Proyecto.

En la Tabla siguiente se refieren los sitios prioritarios epicontinental acuáticos en los que incide el Proyecto.

Tabla III. 8. Sitios Prioritarios Epicontinental Acuáticos por los que incide el Proyecto.

Clave	Prioridad	Longitud en la que incide el Proyecto
2944	Extrema	1.018 (Conexión Frontera)
3846	Media	2.950 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
3938	Alta	2.225 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
4030	Extrema	5.936 (Ímuris-Miguel Hidalgo)

CONSULTA

Clave	Prioridad	Longitud en la que incide el Proyecto
4216	Extrema	3.482 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
4311	Alta	3.832 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
4405	Alta	4.737 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
4596	Extrema	4.507 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
4692	Extrema	5.790 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
4787	Alta	5.593 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
5074	Media	4.081 (Ímuris-Miguel Hidalgo)
2944	Extrema	1.018 (Conexión Frontera)

Vinculación general

Como se pudo observar en el análisis anterior las Regiones Prioritarias, El AICA y los Sitios Prioritarios para la Conservación la Región en donde se enclava el Proyecto cuenta con importancia ambiental, ecológica e hidrológica, promoviendo que organismos de distintas especies y grupos faunísticos habiten y se desplacen en su entorno. Asimismo, la región se ve sujeta a una problemática ambiental tal como la fragmentación del hábitat por actividades ganaderas, contaminación por aguas residuales domésticas y el uso de recursos como pastizales para el ganado, además de modificaciones en el entorno por la infraestructura minera y el sobrepastoreo en los pastizales, la contaminación por desechos mineros al este del SAR.

Es importante señalar que a la fecha la problemática en la Región, es considerada por actividades que no guardan relación con las obras y actividades del Proyecto, no obstante, es de interés por parte de los actores participantes y Promovente del Proyecto no incrementar la problemática ambiental de la Región Hidrológica, por lo cual como parte de las medidas de mitigación principales , platea la aplicación de Programas Ambientales, buenas prácticas ambientales y medidas de compensación que se describen de forma detallada en el Capítulo VI de este Estudio.

III.3 PLANES SECTORIALES Y DE DESARROLLO

III.3.1. PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO[7]

El Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 (PND), es un documento de trabajo que rige la programación y asignación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con este Plan. Por ello, ante la perspectiva de la presente Administración, este PND es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. Adquiriendo la responsabilidad de construir un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales.

[7] Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, Presidencia de la República. Diario Oficial de la Federación 12 de julio de 2019. Página de internet consultada: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0

CONSULTA PÚBLICA

Este Plan Nacional se rige por los ejes de Política y Gobierno, Política Social, Economía y Epilogo: Visión de 2024.

Una de las estrategias del eje **II. Política Social** es **Construir un país con bienestar**, en el que señala que lo más importante para el gobierno es que la población de México viva un entorno de bienestar, para ello, los proyectos regionales y los programas sectoriales que opera el Ejecutivo Federal están orientados a ese propósito sexenal.

Otra de sus estrategias es el **Desarrollo sostenible,** la cual parte del compromiso de impulsar el desarrollo sostenible como un factor indispensable del bienestar, el cual se define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. A través de la aplicación de los mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos garantizará un futuro mínimamente habitable y armónico. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

Por otra parte, en su **propósito III. Economía**, la estrategia de **Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo**, Entre las tareas centrales se encuentra, por una parte, el fortalecimiento del mercado interno, mediante una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.

Asimismo, corresponde al sector público fomentar la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas. Aunado a ello, el gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

Vinculación

El Proyecto de infraestructura propuesto pretende dar un impulso a la economía de la Región, toda vez que atenderá la creciente demanda de trasporte de carga que es requerida no solo en la zona, sino porque también es un punto estratégico de la interacción internacional en cuanto a este servicio, aunado a ello, se fomentara la creación de nuevos empleos, por ello, es acorde con los planteamientos y estrategias propuestos en este Plan Nacional de Desarrollo.

CONSULTA PÚBLICA

III.3.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE SONORA 2021-2027[8]

El Plan Estatal de Desarrollo será la guía fiel del quehacer de la actual administración de Sonora del cual las dependencias e instancias estatales atenderán, mediante acciones puntuales, la esencia del sentir de la gente.

Para ello, este instrumento realiza un análisis por Regiones, para lo cual el Proyecto que se pretende desarrollar se ubica en la Región de la Frontera integrada por los municipios de Nogales, Santa Cruz, Ímuris y Cucurpe, que, de acuerdo al diagnóstico su economía esta principalmente impulsada por la industria manufacturare con presencia en la ciudad de Nogales, que en los últimos años ha atraído inversiones para consolidar la posición de Sonora como sede de uno de los clústeres aeroespaciales de más rápido crecimiento en México. Asimismo, señala que, los puertos fronterizos del estado necesitan modernizarse a fin de disponer de la infraestructura mínima para detonar el desarrollo comercial y productivo de la entidad y sus ciudades para consolidar un estado competitivo.

En este sentido para llevar a cabo el Plan Estatal se establece una estructura programática la cual parte de cuatro ejes:

1. Un Gobierno para todas y todos
2. El presupuesto social más grande de la Historia
3. La igualdad efectiva de los derechos para todas y todos
4. Una coordinación histórica entre desarrollo y seguridad

Aunado a estos ejes se seguirán objetivos estratégicos que incluyen educación y cultura, deporte y ciencia, salud, política social, buen gobierno, igualdad en el acceso a derechos, sostenibilidad,

seguridad y desarrollo, reactivación económica e infraestructura. De la misma forma, todas las acciones se implementarán en coordinación con los programas que atienden los temas más urgentes como pobreza y salud, y con los proyectos prioritarios que detonarán el desarrollo en diferentes regiones.

Para el caso que nos ocupa, el Proyecto se ajusta al Eje 4. Coordinación Histórica entre Desarrollo y Seguridad. A continuación, se observa, la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo.

Tabla III. 9. Alineación del Eje 4 del Plan Estatal de Desarrollo con el Plan Nacional de Desarrollo.

PND 2019-2024	PED 2021-2027
EJE 3 **Economía**	**Eje 4** Coordinación Histórica entre Desarrollo y Seguridad **Objetivo 9**

[8] Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021-2027, Poder Ejecutivo, Gobierno del Estado de Sonora. Boletín Oficial del 12 de enero de 2022, Tomo CCIX, Edición Especial. Consultado en la página de internet: https://plandesarrollo.sonora.gob.mx/

CONSULTA PÚBLICA

PND 2019-2024	PED 2021-2027
	Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas **Objetivo 10** Infraestructura para el Desarrollo Económico Inclusivo

Los objetivos estratégicos y líneas de acción en los que encuadra el Proyecto son:

Eje 4. Coordinación Histórica entre Desarrollo y Seguridad

Objetivo estratégico
9. Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas

Estrategia

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

Líneas de acción
1. Promover activamente la ubicación estratégica de Sonora para posicionar al estado como un núcleo logístico líder en mercados nacionales y globales.

Objetivo estratégico
10. Infraestructura para el desarrollo económico inclusivo

Estrategia

Impulsar proyectos que potencialicen el desarrollo económico y la conectividad de las regiones del estado, para consolidar el acceso a mercados locales y globales.

Líneas de acción
1. Desarrollar un plan integral de conectividad logística internacional por aire, por tierra y por mar, para dinamizar la reactivación económica de Sonora.

3. Priorizar la inversión pública y privada en proyectos de modernización de la infraestructura portuaria y la ampliación de los distintos cruces fronterizos, para mejorar la conexión del estado

Vinculación

La importancia que tiene la Región de la Frontera en la activación económica del Estado, obedece a la dinámica de los puertos fronterizos, los cuales, tal y como lo señala este Plan Estatal necesitan modernizarse a fin de disponer de la infraestructura mínima para detonar el desarrollo

CONSULTA PÚBLICA

comercial y productivo de la entidad y sus ciudades para consolidar un estado competitivo, a razón de ello, el Proyecto se ajusta a los objetivos estratégicos, estrategias y líneas de acción que plantea este instrumento, toda vez que con su desarrollo atenderá la demanda del servicio de transporte de carga que se considera una de las actividades principales de la región, y que permite la inclusión en los mercados locales y globales a través de una conectividad logística internacional.

III.3.3. Programa Sectorial de Infraestructura y Desarrollo Urbano 2022-2027[9]

El Programa Sectorial de Infraestructura y Desarrollo Urbano (PSIDU) tiene como misión impulsar acciones de infraestructura, desarrollo urbano y regional de forma ordenada y sustentable, que eleven la competitividad del Estado y la calidad de vida de los ciudadanos, para ello, su visión de la Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUR) es ser una dependencia gubernamental que contribuya a la competitividad y desarrollo del estado, a través de la planeación y generación de infraestructura de calidad con un territorio ordenado y sustentable.

Por ello, este Programa sectorial es el instrumento de planeación sectorial derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 y constituye la guía para el cumplimiento de compromisos de la Administración Pública Estatal.

Manifiesta que la movilidad tiene un alto impacto en el desarrollo y competitividad regional y por ende en el bienestar social, permite conectarnos y poder acceder al empleo, educación, salud, cultura y servicios básicos. Sonora debe de promover en todos sus grupos de población el derecho a la movilidad en condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad, con modelos integrales que impulsen una movilidad más conectada, inclusiva, activa y baja en emisiones, y que al mismo tiempo maximice la eficiencia y seguridad en los traslados.

En la siguiente Tabla se muestra la alineación estratégica que tiene este Programa Sectorial con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND) y el Programa Estatal de Desarrollo 2021-2027 (PED) y en la que encuadra el Proyecto que nos ocupa.

Tabla III. 10. Alineación Estratégica PND-PED-PSIDUS

PND 2019-2024	PED 2021-2027	Objetivos PSIDUS
EJE 3 **Economía**	**Eje 4** Coordinación Histórica entre Desarrollo y Seguridad **Objetivo 10** Infraestructura para el Desarrollo Económico Inclusivo	**Línea Estratégica 3** Sonora potencia un desarrollo económico inclusivo y sostenible con proyectos estratégicos de alto impacto **Objetivo 10.**

[9] Programa Sectorial de Infraestructura y Desarrollo Urbano. Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUR). Gobierno de Sonora. Página de internet consultada:
https://sidur.sonora.gob.mx/media/attachments/2023/11/08/sidur.pdf

CONSULTA PÚBLICA

PND 2019-2024	PED 2021-2027	Objetivos PSIDUS
		Impulsar las ventajas competitivas de Sonora a través de obras de infraestructura en sectores estratégicos para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible.

Como se observa, este Programa sectorial establece la línea de estrategia 3 que define a Sonora como potencia para el desarrollo económico inclusivo y sostenible con proyectos estratégicos de alto impacto, para su cumplimiento, establece entre sus objetivos y líneas de acción:

Objetivo 10.
Impulsar las ventajas competitivas de Sonora a través de obras de infraestructura en sectores estratégicos para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible.

Estrategia 10.2
Impulsar proyectos de infraestructura para potenciar el desarrollo económico y la conectividad de las regiones del estado, para consolidar el acceso a mercados locales y globales.

Líneas de acción
10.2.5 Gestionar la modernización de puertos fronterizos.
10.2.7 Promover el libramiento ferroviario y un nuevo punto de cruce binacional de la Ciudad de Nogales.

Vinculación

La estrecha relación de Arizona – Sonora demanda que el servicio de transporte de carga sea seguro, ágil y oportuno ya que es un punto estratégico para el flujo de mercancía y materiales entre los dos países, por ello, el Proyecto propuesto contempla la modernización y ampliación de dos tramos ferroviario importantes que por un lado, brindarán una mejor calidad de vida en los urbes aledañas a la logística de mercado, garantizando su lejanía y bajas emisiones a la atmósfera, así como impulsar y consolidar el acceso a los mercados locales y globales que sin duda potencializan la derrama económica de la Región y del país, por ello, el Proyecto es acorde con lo establecido en este Programa Sectorial.

III.3.4. Plan Municipal de Desarrollo de Ímuris 2022-2024[10]

El Plan Municipal de Desarrollo de Ímuris plantea como misión ejercer un gobierno municipal con liderazgo, para lograr un cambio positivo en la sociedad; ser un efectivo promotor del desarrollo económico, que haga posible la generación de empleos; atraer las inversiones necesarias para

[10] Plan Municipal de Desarrollo de Ímuris 2021-2024. H. Ayuntamiento de Ímuris. Gobierno del Estado de Sonora. Boletín oficial publicado el 15 de enero de 2022, Tomo CCIX, Edición Especial. Consultado en la página de internet: https://boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2022/01/EE150120227.pdf

CONSULTA PÚBLICA

la creación de infraestructura urbana, social y productiva para elevar el nivel de vida de la población; y ejercer una administración pública moderna, profesional y eficiente, apegada en su desempeño a los más altos valores que distinguen a su comunidad.

El marco de acción de la administración municipal establece cuatro ejes rectores que representan los grandes frentes de trabajo que impulsará el gobierno municipal:

- EJE 1. – Bases para un municipio competitivo
- EJE 2. – La mejor inversión: La inversión en la gente
- EJE 3. – Servicios públicos de calidad; y
- EJE 4. - Gobierno Municipal responsable y honesto

Asimismo, señala que la instrumentación del Plan Municipal de Desarrollo se deberá llevar a cabo en el marco de una intensa coordinación entre los tres órdenes de gobierno y de concertación con la sociedad civil. Las estrategias y acciones contempladas demandan el apoyo decidido y solidario el Gobierno del Estado y del Gobierno Federal, así como de la participación responsable y comprometida de la sociedad organizada.

Las actividades del Proyecto compaginan con los siguientes ejes, objetivos y líneas de acción planteadas por este Plan Municipal de Desarrollo.

Eje 1. Bases para un municipio competitivo

En este apartado manifiesta que es preciso emprender nuevas acciones que, al tiempo de promover la reactivación de las actividades económicas tradicionales, permitan explorar también opciones alternas, que contribuyan a generar más empleos e ingresos para la población. De esta manera, sin descuidar la vocación natural de los productores hacia el sector agropecuario, tenemos la enorme posibilidad de diversificar la estructura económica del municipio, para genera empleos productivos, abundantes y bien remunerados.

Objetivos

- Mejoramiento y conservación de la infraestructura de comunicaciones y de servicios

Estrategias

- Apoyar en la gestión para el desarrollo de infraestructura productiva y de servicios
- Promover e impulsar proyectos productivos que eleven la cobertura de servicios

Línea de Acción

- Gestionar ante las dependencias federales apoyos oficiales para proyectos productivos, especialmente en el rubro de infraestructura de servicios

Vinculación

El Proyecto tiene como propósito construir una infraestructura de servicio que resulta necesaria para la atención de la creciente demanda de transporte de carga que se presenta en la Región, esto conllevaría, la generación de empleos e ingresos para la población, por lo tanto, se considera

CONSULTA PÚBLICA

que se ajusta a los programas, objetivos y líneas de acción establecidos en este Plan Municipal de Desarrollo.

III.3.5. Plan Municipal de Desarrollo de Nogales 2021-2024[11]

Este Plan Municipal de Desarrollo de Nogales es un marco de referencia sobre la situación actual de los principales indicadores de los sectores económicos y sociales a fin de precisar sus objetivos generales, estrategia general y las prioridades del desarrollo municipal, y una vez analizado el contexto nacional y estatal, conocer cuánto ha contribuido Nogales para alcanzar dichos avances y lo que le queda todavía por aportar para atender las demandas rezagadas de la población del municipio.

Su estrategia genera para transformar al municipio se centra en la línea fundamental: recuperar el crecimiento para hacer de Nogales la Gran Frontera, asimismo, parte del reconocimiento de que la economía municipal es el cimiento para mejorar el bienestar de la población municipal.

Un factor importante en la estrategia para recuperar el crecimiento para hacer de Nogales la gran frontera, será el mejoramiento y la creación de nueva infraestructura para el desarrollo de las diversas actividades económicas del municipio, con proyectos de gran visión que posibiliten el desarrollo sustentable y sostenido de la economía municipal en su conjunto.

Por otra parte, las más altas prioridades en materia de desarrollo urbano, vivienda y ecología, que en sí constituyen uno de los sectores más importantes, son contar con una planeación de ordenamiento territorial y urbana nueva o adecuada, esto y entre otras cosas, dejar las vialidades con la reubicación de las vías del ferrocarril.

A partir de los objetivos generales y la estrategia general definidos y que son derivados del contexto actual municipal, este Plan Municipal de Desarrollo establece los ejes estratégicos y transversales, es decir, las metas municipales que el ayuntamiento de Nogales buscará alcanzar en su administración, siendo estos: Economía del bienestar; Desarrollo social y solidario para el bienestar; Igualdad de derechos para todas y todos; Vinculación entre seguridad pública y desarrollo; Garantizar honradez y honestidad en el uso de los recursos públicos y una administración pública municipal eficiente mediante reingeniería administrativa y Erradicación de la corrupción.

El Proyecto se alinea a los siguientes ejes y metas municipales.

6.1. Economía del bienestar

6.1.5 Infraestructura para el desarrollo económico

Objetivo 6.1.5.2.2. Incrementar la movilidad y la conectividad de Nogales

Estrategia 6.1.5.2.2.1. Ampliación y mejoramiento del transporte

[11] Plan Municipal de Desarrollo de Nogales 2021-2024. H. Ayuntamiento de Nogales. Gobierno del Estado de Sonora. Boletín oficial publicado el 15 de enero de 2022. Consultado en la página de internet: https://boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2022/01/EE150120228.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Línea de acción

- Gestionar la inversión para la construcción de las vías de ferrocarril en otro lugar para que no crucen por la ciudad de Nogales.

Vinculación

Con el desarrollo del Proyecto, además de garantizar la creciente demanda del servicio de transporte de carga se pretende alejar las vías de ferrocarril de las manchas urbanas, dando seguridad a la población que pudiera ser afectado por dicha infraestructura. Por otra parte, se incentivará la economía local, construyendo una infraestructura que permita la conexión nacional e internacional de una de las actividades económica que prevalece en la Región, por ello, se estima que el Proyecto concuerda con las metas establecidas en la administración del Ayuntamiento de Nogales definidas en este Plan Municipal de Desarrollo.

III.3.6. Plan Municipal de Desarrollo de Santa Cruz 2021-2024[12]

Este Plan Municipal es el instrumento rector de la Administración pública en el corto y en el mediano plazo con visión a futuro, encaminado a una planeación democrática que fortalezca la cercanía con los ciudadanos, siendo el cimiento de un gobierno con vocación de servicio, unidad, honestidad, desarrollo y bienestar de la comunidad. Asimismo, representa una herramienta estratégica de gestión que permitirá diseñar las políticas y programas gubernamentales necesarios para dar cumplimiento a las necesidades sociales y así contribuir a mejorar las condiciones de vida de todas y todos los ciudadanos del municipio de Santa Cruz.

Los ejes rectores de este Plan Municipal son:

1. Gobierno eficiente y honesto
2. Bienestar Social
3. Estratégico Desarrollo económico y competitividad
4. Servicios Públicos de calidad
5. Por tu seguridad trabajamos juntos

El Proyecto concuerda con el eje rector **3. Estratégico Desarrollo económico y competitividad** el cual tiene como objetivo:

11.1. Objetivo:

[12] Plan Municipal de Desarrollo de Santa Cruz 2021-2024. H. Ayuntamiento de Santa Cruz. Gobierno del Estado de Sonora. Boletín Oficial publicado el 15 de enero de 2022. Tomo CCIX. Edición Especial. Consultado en la página de internet: https://boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2022/01/EE1501202211.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Mejorar las capacidades competitivas del Municipio, aprovechando sus ventajas comparativas actuales y sentando las bases para construir un modelo de desarrollo económico local, a partir de los recursos disponibles, humanos, materiales, técnicos, financieros y territoriales, apostándole a una mejora continua que les permita crecer y adquirir las capacidades necesarias para incrementar y diversificar la producción y mejorar la administración y el mercadeo de los bienes y servicios, procurando crear las condiciones favorables para facilitar la generación de riqueza, producción, negocios, inversión y empleo, y por ende, mejorar la calidad de vida a sus habitantes.

Vinculación

Con el desarrollo del Proyecto se crearán las condiciones e infraestructura favorable para la atención de la creciente demanda del transporte de carga que se presta en la región, esto conlleva, la generación de negocios y empleos que permitirá elevar la calidad de vida de la población, por ello, es de considerarse que el Proyecto es acorde con lo señalado en este instrumento rector de planeación.

III.4 PLANES Y/O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

III.4.1. PROGRAMA REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE NOGALES[13]

Con el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la UTB Nogales se busca facilitar el proceso de ordenamiento territorial, a través de la construcción de una estrategia territorial que dé cumplimiento a las expectativas de la región, en materia de desarrollo social, combate a la pobreza, competitividad, sustentabilidad y desarrollo económico.

Partiendo del apego a los lineamientos metodológicos definidos por SIDUR, la instrumentación del ordenamiento territorial permitirá fortalecer los vínculos entre los sectores urbano y rural, atender los rezagos territoriales y proveer certidumbre jurídica a la inversión productiva pública y privada y el empleo, así como promover esquemas de desarrollo territorial compatibles con los actuales principios de sustentabilidad ambiental.

Respecto a la infraestructura férrea este Programa Regional señala la existencia de un eje forma parte de la red de ferrocarriles de FERROMEX, a través de la cual es posible la movilización de carga hacia el sur del estado y del país, pasando por Hermosillo y el puerto de Guaymas. Además, este eje cuenta con una derivación férrea a la altura de Benjamín Hill, en la cual se genera una línea hacia el noroeste hasta Mexicali y otra al Norte hasta el puerto fronterizo de Nogales. En este punto se tiene otra derivación hacia el este, el cual enlaza a las ciudades mineras de Cananea y Nacozari de García, pasando por Agua Prieta.

[13] Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Nogales. Poder Ejecutivo Estatal. Gobierno del Estado de Sonora. Boletín Oficial publicado el 30 de octubre de 2017. Tomo CC. Número 35 Secc. VI. Página de internet consultada: http://seiot.sonora.gob.mx/SistemaEstatalDePlaneacion/Regionales#

CONSULTA PÚBLICA

Actualmente la UTB Nogales presenta un flujo constante de personas y mercancías. A nivel región esta movilidad se deriva principalmente por razones de trabajo, educación, por comercio, turismo y servicios. Los principales atractores que se identifican en esta región están entre otros: el **Puerto Fronterizo y Aduanero Nogales**. En este puerto fronterizo se da una importante concentración del flujo de transporte de carga para exportación e importación; de turistas que viajan a los Estados Unidos o viceversa; y de repatriados que ingresas al país. Estos flujos de personas y mercancías tienen orígenes y destinos diversos, los cuales no se limitan a la región y se extienden hacia el resto del estado y del país.

Por otra parte, la Región actualmente cuenta con diferentes sistemas de vinculación que permiten su funcionamiento, con los siguientes tipos y coberturas:

Sistema de transporte.

como parte del sistema de transporte se tiene el ferrocarril, el cual permite la movilización de carga hacia Estados Unidos al Norte; hacia el sur del estado y del país, pasando por el puerto de Guaymas; al oeste hasta Mexicali pasando por Caborca y San Luis Río Colorado; y al este hasta Agua Prieta pasando por Cananea y Nacozari de García.

Por otra parte, este instrumento define los Objetivos Estratégicos con los que se pretenden alcanzar la visión establecida para la UTB Nogales, con el apoyo de la instrumentación de las políticas y estrategias que igualmente se derivan de este instrumento técnico. Los Objetivos Estratégicos representan el principal acercamiento a las intenciones y acciones con las que se pretende administrar y gestionar el territorio de la UTB, por lo que indican la orientación o el carácter de las medidas que pretenden llevarse a cabo.

Los Objetivos Estratégicos que se plantean para el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la UTB Nogales y que son congruente con el Proyecto, son:

- **COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE**. Fortalecer una estructura de comunicaciones y transportes eficaz y eficiente, que permita el flujo de población, bienes e información, tanto al interior de la región como al exterior; dando prioridad a la conformación de una red regional segura que permita un enlace estratégico de las diferentes localidades de la UTB y a un sistema de transporte público sostenible.

- **DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO**. Generar el desarrollo integral de la población al crear mejoras en la calidad de vida y un aumento en las oportunidades de empleo. Igualmente, se busca garantizar un desarrollo y crecimiento económico sustentable, al diversificar la economía de acuerdo a la vocación del territorio, al dotar de infraestructura estratégicas a la región y al generar atracción de inversiones.

La propuesta de estrategia a desarrollar para alcanzar el modelo de ocupación del territorio (MOT), que se busca lograr en el largo plazo, para ello se relacionan objetivos estratégicos, metas, líneas de acción, que se determina para las unidades territoriales de planeación definidas para la región. Las políticas, objetivos, programas, proyectos y acciones que se requieren para alcanzar los objetivos planteados, que se deberán materializar para dar cumplimiento a la visión planteada.

CONSULTA PÚBLICA

Tanto los objetivos estratégicos, como las metas manifiestan situaciones que se desean alcanzar para la región, por lo tanto, para hacerlas posible o materializarlas se definen las líneas de acción y los proyectos necesarios para lograrlo. Las líneas de acción señalan el ámbito y la dirección en que operarán los proyectos, mientras que éstos constituyen en sí el medio para hacer o crear un bien o servicio o un conjunto de ellos. Para ello, se han definido cuatro líneas de acción para la UTB Nogales, el Proyecto que nos ocupa compagina con la siguiente:

4.1.2. VINCULACIÓN Y CONECTIVIDAD

Incluye todos los proyectos, obras y acciones tendientes a conformar y fortalecer los sistemas de comunicación y transporte, que permitan el flujo de personas, mercancías e información tanto al interior de la región como al exterior.

4.1.3. IMPULSO AL DESARROLLO

Incluye todos los proyectos obras y acciones tendientes a impulsar el desarrollo económico y social de la región, incluyendo la infraestructura y el equipamiento necesario para el desarrollo sustentable de las actividades humanas.

Finalmente, este Programa Regional define las líneas de acción y la cartera de proyectos identificadas para la región en función de la estrategia territorial y de su programación en el corto, mediano y largo plazo, indicándose también la corresponsabilidad entre los sectores privado, social y público, en sus tres niveles. También se identifican los proyectos estratégicos para la UTB.

En la programación de proyectos estratégicos definidos se encuentra:

PROGRAMA REGIONAL DE CONVIVENCIA FERROVIARIA

Este Proyecto consiste en el diseño de un plan que solucione los diferentes conflictos generados por el cruce del ferrocarril a través de algunas localidades de la UTB, como es el caso de Benjamín Hill, Trincheras, Santa Ana, Magdalena, Ímuris, Nogales, Santa Cruz.

Entre los aspectos a solucionar se tienen los cruces del ferrocarril con ciertas vialidades, la consideración de cruces peatonales, sistemas de señalización y prevención de accidentes, así como mejoramiento de la imagen urbana en los corredores férreos.

Vinculación

Como se observa, el Proyecto propuesto para la construcción de una infraestructura férrea es acorde con la estrategia territorial, de conectividad y programática establecida por este Programa Regional de Ordenamiento Territorial de Nogales, toda vez que, en primera instancia, atenderá la creciente demanda del transporte de carga que se presenta en la Región y en segunda instancia, su desarrollo permitirá solucionar los conflictos derivados de su trayectoria al ser alejado de la mancha urbana por la cual actualmente atraviesa, evitando así accidentes y

CONSULTA PÚBLICA

mejorando la imagen urbana, en consecuencia, no contraviene el modelo de ocupación territorial planteado en este instrumento normativo.

III.4.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Nogales[14]

Este Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Nogales (PDUCPN) es un instrumento que busca fomentar e impulsar el desarrollo urbano del Centro de Población de Nogales, a través del ordenamiento de su territorio y de la regulación de las acciones requeridas para planear su crecimiento físico. Esto se debe hacer en concordancia con sus actividades económicas relevantes, que permitan aprovechar los costos de oportunidad en la aplicación de inversiones productivas y en las obras de infraestructura y equipamientos que generen mayor valor agregado y conlleven a ampliar las oportunidades de empleo, que mejoren las condiciones de habitabilidad y socioeconómicas de la comunidad, utilizando herramientas que incluyan la Planeación Estratégica y los Sistemas de Información Geográfica.

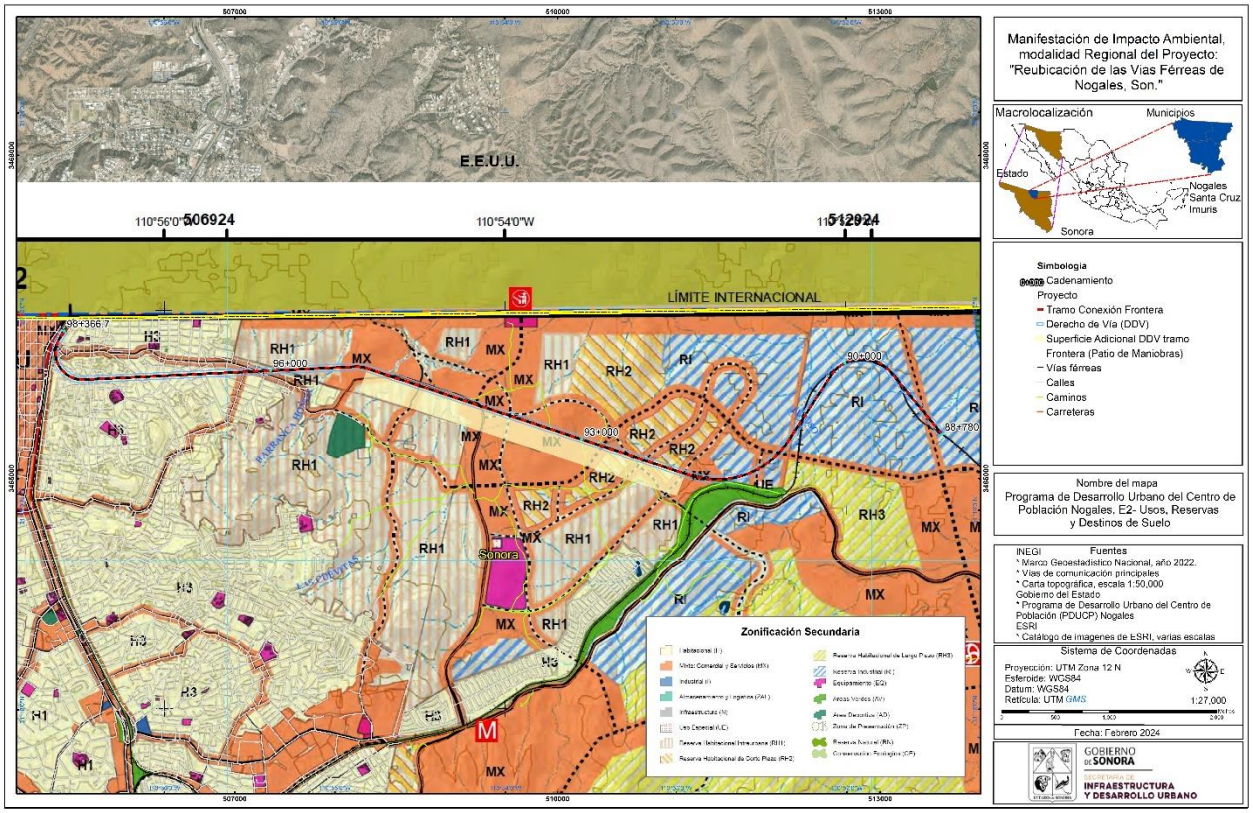
El **Objetivo General** de este PDUCP de Nogales es: "Ser el instrumento técnico y normativo que regule la ordenación del territorio y el desarrollo urbano en el Centro de Población de Nogales, Sonora, estableciendo un nuevo modelo de desarrollo orientado a ser una ciudad compacta y policéntrica, con políticas, normas y estrategias para la ocupación ordenada del suelo, buscando el crecimiento inteligente mediante la planeación e instrumentación conjunta del uso de suelo, la vialidad, el transporte y la infraestructura con visión de largo plazo, buscando con ello aumentar la calidad de vida de sus pobladores y ser una ciudad competitiva, haciendo énfasis en el desarrollo sustentable de las actividades industriales, almacenamiento, logística y transporte, incluyendo estrategias que permitan aumentar la resiliencia y mejorar la imagen urbana de la ciudad en armonía con la naturaleza". En este enunciado se establecen las principales cualidades del Centro de Población a lograr, las cuales son la CALIDAD DE VIDA y la COMPETITIVIDAD, es decir que el territorio que ocupa el Centro sea atractivo para vivir, trabajar e invertir, planteando un ordenamiento del territorio con visión a largo plazo como el medio para lograrlo

Entre sus objetivos particulares se encuentra la **Promoción del Desarrollo** que será la garantía de un desarrollo y crecimiento económico sustentable en el Centro de Población, contemplando la diversificación económica de acuerdo con la vocación del territorio, poniendo énfasis en las actividades industriales, comerciales, de almacenamiento y logística; aprovechar el potencial como ciudad fronteriza para impulsar el turismo médico, la gastronomía y de entretenimiento.

Con base al modelo de ordenamiento territorial que establece este instrumento, el Tramo que incide es el trazo de Conexión Frontera, recayendo en las zonas de Reserva Industrial (RI), Mixto: Comercial y Servicios (MX); Reserva Habitacional de Corto Plazo (RH2), Reserva Habitacional Intraurbana (RH1), Habitacional (H3), tal y como se observa en el siguiente Mapa.

CONSULTA PÚBLICA

[14] Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Nogales, H. Ayuntamiento de Nogales. Gobierno del Estado de Sonora. Boletín Oficial publicado el 22 de febrero de 2018. Tomo CCI. Número 16, Secc. IV. Consultado en la página de internet: http://seiot.sonora.gob.mx/SistemaEstatalDePlaneacion/CentrosDePoblaci%C3%B3n#



Mapa III. 9. Incidencia del trazo Conexión Frontera en las zonas definidas por el PDUCPN.

A continuación, se describen las zonas en las que intercede la trayectoria del Tramo Conexión Frontera del Proyecto y su vinculación.

Tabla III. 11. Vinculación con las zonas del PDUCPN en las que incide el Proyecto.

Zona	Descripción	Vinculación
Reserva Industrial (RI)	Son las zonas que se reservan para albergar desarrollos industriales, en las cuales se incluyen vialidades, equipamientos, servicios y zonas de amortiguamiento necesarios para el buen funcionamiento de tales desarrollos. De acuerdo con los estudios específicos se definirán los proyectos y medidas de seguridad que se requieran y los polígonos de amortiguamiento industrial que, en todo caso. deberán estar dentro del predio donde se realice la actividad sin afectar a terceros. Con base a lo anterior se designará en el convenio fraccionamiento industrial respectivo el tipo de industria que se permitirá albergar en ellos.	El Proyecto no trata de la construcción de un desarrollo industrial, únicamente es la construcción de una vía de comunicación férrea que proporcionará el servicio de transporte de carga y como se observa, no se contempla ningún tipo de restricción o incompatibilidad con este uso de suelo. Por ello, no se contraviene lo señalado en esta zona.
Mixto: Comercial y Servicios (MX)	Son aquellas áreas que de forma general concentran comercio, servicio y equipamiento de cobertura a nivel sector o grupo de sectores. Normalmente se	El Proyecto contempla la instalación de vías férreas que prestan el servicio de transporte de carga, no siendo incompatible

CONSULTA

Zona	Descripción	Vinculación
	ubican en los nodos formados por el cruce de dos vialidades primarias y frente a corredores urbanos. Se caracterizan por ser zonas de alta densidad, donde se agrupan comercios, servicios, vivienda multifamiliar y equipamientos de salud, emergencias, administrativos, deportivos y otros. La cobertura de estas zonas, pueden ir más allá de los lotes con frente a los corredores, formando manzanas con uso mixto, dependiendo de la jerarquía del nodo en el que se ubican.	con esta área mixta, toda vez que como se señala son áreas destinadas o que concentran diversas actividades, entre ellas, los servicios, como es el caso que nos ocupa, por lo tanto, no se contraviene a los usos y destinos definidos para esta zona.
Reserva Habitacional de Corto Plazo (RH2)	Son las zonas susceptibles de desarrollarse que se encuentran contiguas a la mancha urbana, cuya ocupación de plantea a corto plazo. Son zonas predominantemente habitacionales indistintamente su tipología, debiendo destinarse para usos habitacionales al menos 30% y hasta un máximo de 80% del área edificable. Se deberá complementar con usos mixtos de comercios. servicios, equipamientos. áreas verdes y centro de trabajo, con ubicación preferente en los corredores urbanos, centros. subcentros y centros de barrio. En ellas se podrán incluir los usos marcados como zonificación flotante, atendiendo al estudio de localización de los mismos, en tanto su ubicación y proporción no representen riesgos. molestias o impactos negativos a la vivienda. Para la ocupación de las reservas de crecimiento se deberán identificar y preservar las zonas que por su pendiente. valor ambiental y paisajístico, por ser escurrimientos pluviales o de recarga del acuífero o por ser zonas de riesgo no sean susceptibles de urbanización. De igual forma, para la ocupación de las reservas de crecimiento de deberá respetar la red de ejes estructurales. la prolongación de las vialidades secundarias y colectoras que se ubique en su entorno inmediato y proponer una red interna de calles colectoras. subcolectoras de acceso a colonia y locales que garanticen la movilidad, la conectividad y la permeabilidad urbana.	Como se señala, esta área se plantea para el uso habitacional que puede ser complementado con usos de servicios y no establece restricción alguna para la construcción de vías férreas que prestará el servicio de transporte de carga, por lo tanto, no se contraviene a los usos y destinos definidos para esta zona.
Reserva Habitacional Intraurbana (RH1)	Son aquellas zonas susceptibles de desarrollarse que se encuentran al interior de la mancha urbana y su ocupación es inmediata y preferente. Su desarrollo obedecerá a la vocación del suelo siendo predominantemente habitacionales, pero procurando la mezcla de usos de suelo y las mayores densidades que permita la capacidad de los servicios, su impacto vial y accesibilidad al transporte público. En estas zonas se deben de respetar los derechos de vía de los ejes estructurales y se deberán prolongar y dar continuidad a las vialidades secundarias, colectoras y subcolectoras presentes en su entorno, garantizando la movilidad, la conectividad y la permeabilidad urbana.	En esta área se plantea para el uso habitacional procurando la mezcla de usos de suelo, como puede ser el de servicios y no establece restricción alguna para la construcción de vías férreas que prestará el servicio de transporte de carga, por lo tanto, no se contraviene a los usos y destinos definidos para esta zona.
Habitacional de alta densidad (H3)	Zonas donde el uso predominante es la vivienda, independientemente de su tipología, cuya densidad es mayor de 40 viviendas por hectárea hasta 50 viviendas por hectárea.	En esta zona a pesar de tener a la vivienda como un uso predominante, no se establece restricción o prohibición alguna

CONSULTA PÚBLICA

Zona	Descripción	Vinculación
		para la instalación de la infraestructura férrea que propone el Proyecto, por ello, se considera que no contraviene lo señalado en esta área.

Como complemento al plano de Usos, Reservas y Destinos y al de Corredores Urbanos, la Tabla de Compatibilidad de Usos del Suelo, permite la definición de los usos permitidos, prohibidos y condicionados y constituye la base para el análisis y, en su caso, autorizar o negar los usos de suelo en el Centro de Población.

La Tabla contiene en sus columnas las diferentes zonas y corredores en los que se ha clasificado el centro de población, mientras que en sus renglones se muestran los posibles usos y destinos del suelo clasificados en forma genérica y por grupo de usos. En el cruce de columnas y renglones se especifica si el uso es permitido, prohibido o condicionado. No obstante, se precisa que en la clasificación que como bien se señala es genérica y no viene establecida la infraestructura férrea como un uso específico, por lo tanto, tampoco determina que este sea incompatible con las zonas definidas por este PDUCPN en las que incide, más sin embargo el Transporte de carga que pretende prestarse con el desarrollo del Proyecto si es considerado como parte de las estrategias a desarrollarse de este Programa, tal y como se describe a continuación.

- **Estrategia de movilidad urbana**

La estrategia de movilidad del Centro de Población se orientará a atender las necesidades de desplazamiento de personas y bienes por y a través de los diferentes sectores de la ciudad en forma segura, cómoda y ordenada, de forma incluyente y accesible, considerando todos los medios y modalidades de transporte, estableciendo prioridades de acuerdo con la Pirámide de Jerarquía de la movilidad urbana.

Respecto al Transporte de carga señala, que:

En el Centro de Población, el transporte de carga debe ser ordenado y eficiente, debe conectar los puntos de origen y destino sin sobrecargar el tráfico urbano, ni generar riesgos o molestias a la población o impactos negativos al medio ambiente.

En este sentido se propone trabajar en el establecimiento de rutas de transporte de carga que atiendan las zonas industriales, de estiba, logística, almacenamiento y comerciales, buscando los recorridos más seguros y eficientes entre estos puntos y las salidas carreteras o puntos de embarque ferroviario.

Finalmente, en la tabla de condicionantes de uso de suelo, la cual indica los diferentes tipos de condicionantes y en qué casos son aplicables, establece que para todo uso comercial, de servicio, oficinas e industriales y fraccionamientos de cual tipo y de acuerdo con lo estipulado en la legislación ambiental, debe sujetarse a la Condicionante 1, la cual manifiesta que se deberá obtener y presentar la Licencia Ambiental Integral emitida por la autoridad competente según el

CONSULTA PÚBLICA

giro, así como el resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental y Estudio Técnico Justificativo cuando haya un cambio de uso forestal, en los casos.

Por lo expuesto, es de considerarse que las obras y actividades del Proyecto no son incompatibles a las zonas en las que incide, en consecuencia, no son restringidas o prohibidas, aunado a ello, con la presente solicitud se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental para así dar cumplimiento a lo establecido en la condicionante 1 a la que se encuentra sujeta.

Vinculación

De lo analizado anteriormente, se considera que el Proyecto no es incompatible a las zonas del PDUCPN en las que incide, sino al contrario, son áreas para el establecimiento o mezcla del uso de suelo destinado a servicios que es la finalidad del Proyecto ya que será un medio para la prestación del servicio de transporte de carga.

Aunado a lo anterior, con la presente solicitud se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental para así dar cumplimiento tanto a lo establecido en la condicionante 1 de este PDUCPN como a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su reglamente en materia de evaluación del impacto ambiental y demás disposiciones que resulten aplicables.

III.5 Leyes y Reglamentos

III.5.1 Leyes y Reglamentos Federales

III.5.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)[15]

La protección y preservación del medio ambiente se apega a lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, cuyo artículo 4º, párrafos quinto y sexto, respectivamente, establecen el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Así como la obligación del Estado de garantizar su respeto y la responsabilidad para quien provoque daño y/o deterioro ambiental.

En lo relativo al desarrollo nacional, el artículo 25 de la misma CPEUM establece que corresponde al Estado la rectoría del mismo para garantizar que sea integral y sostenible. A tales fines, planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la propia Constitución. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

[15] Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación publicado el 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada el 24 de enero de 2024. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

CONSULTA PÚBLICA

A efecto de reglamentar estos mandatos constitucionales se han promulgado diversas leyes sectoriales a nivel federal, que se relacionan con la protección y preservación del ambiente, tales como: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Vida Silvestre, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley Reglamentaria del Sistema Ferroviario y sus respectivos reglamento, por citar algunas.

En este apartado solo hará referencia a aquellas normas que sean vinculables con el Proyecto objeto de este manifiesto y como se da el debido cumplimiento a sus disposiciones.

III.5.1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)[16]

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer diversas bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.

Dentro de la presente Ley se contemplan diversos instrumentos de Política Ambiental, entre los que se encuentra la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental. Al respecto, las obras y actividades del Proyecto se vincularán con las disposiciones relacionadas con la evaluación, así como con otras disposiciones que guardan relación con el mismo.

Tabla III. 12. Vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación
Artículo 15. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: (…) **IV.** Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.	La Manifestación de Impacto Ambiental presentada propone toda las medidas y acciones ambientales que prevendrán, mitigaran o compensarán las afectaciones que a causa de las obras y actividades que como parte del Proyecto se ocasionen, a fin de que la autoridad las evalúe y apruebe dando cumplimiento al principio establecido en este precepto legal. Entre las medidas y acciones que se están y pretenden implementar se encuentran: Programas y Estudios Ambientales: ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre

[16] Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación publicado el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada el 24 de enero de 2024. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
	◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre ◆ Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra. ◆ Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación. ◆ Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto. ◆ Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental ◆ Estudio Técnico Económico ◆ Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas Medidas de Control, Prevención y Buenas Prácticas Ambientales ◆ Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra. ◆ Implementación de diversos procedimientos que incluyan: o El manejo integral de los Residuos (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos). o Seguridad e Higiene en el trabajo (incluye implementación del Programa de Contingencias y Protección Civil). o Ahorro de recursos y energía. o Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames). o Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados. o Reglamento Interno de Protección Ambiental. ◆ Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto. ◆ Instalación de servicios sanitarios adecuados. ◆ Rehabilitación de sitios usados de forma provisional. ◆ Supervisión ambiental de obra. Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación ◆ Plan de Manejo y Vigilancia Ambiental. Con lo anterior se da cumplimiento a lo señalado en este precepto de la LGEEPA.

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
"**Artículo 28**. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos 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: I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; … VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, … XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;	Toda vez que el Proyecto plantea la construcción de dos libramientos ferroviarios para el transporte de carga y posiblemente de pasajeros, que requieren en el Área del Proyecto la remoción de la cubierta vegetal forestal e inciden en un pequeño segmento del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (véase apartado III.2 de este Capítulo), en apego a lo señalado en fracciones I, VII y XI, la presente Manifestación en materia Ambiental en su modalidad Regional, se sujeta a la evaluación y autorización ante esta DGIRA por ser la autoridad competente, dando así cumplimiento a este precepto legal.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. … "	En cumplimiento a este precepto legal, se sujeta a evaluación de esta DGIRA, la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional en términos de lo establecido en los 9, 10, 11 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental, en el que se considera los elementos de los ecosistemas en los que intervendrá el Proyecto, así como las medidas y acciones ambientales que evitaran o reducirán los efectos negativos ocasionados por sus obras y actividades.
Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: **I. al V. …** VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	Como parte de las medidas y acciones ambientales para mitigar los efectos adversos ocasionados al suelo por el Proyecto, se plantea la implementación del Programa Ambiental de Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra, a fin de que esté sea evaluado y aprobado por esta DGIRA; con ello, se da cumplimiento a lo establecido en esta disposición.
Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: **(…)**	Las obras y actividades del Proyecto se sujetarán a las disposiciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas que para este efecto se

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	expidan, así como a las demás disposiciones legales que resulten aplicables. Aunado a ello, se establecerán las medidas y acciones ambientales que evitan rebasar los límites máximos
Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: (…) II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; (…) **V.** La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.	Para garantizar la prevención y contaminación de los cauces de agua, como parte de las medidas y acciones ambientales que se plantea en este estudio, se encuentra el Programa Ambiental denominado Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación, para la protección de los recursos hídricos con el cual se evitará cualquier tipo de contaminación del agua que pueda generarse por el desarrollo del Proyecto, en este sentido, se da cumplimiento a lo señalado en esta disposición legal.
Artículo 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final. (…)	En cumplimiento a lo señalado en esta disposición, el manejo, recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos se realizará en apego a lo establecido en esta Ley, la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables. Asimismo, es importante señalar que la disposición final de estos residuos será realizada por una empresa especializada y previamente autorizada por la Secretaría, tal y como lo establece la legislación aplicable.
Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	Las medidas y acciones para el adecuado manejo de Residuos, establece el tratamiento que se dará a cualquier tipo de residuo que resulte de las obras y actividades del Proyecto. Si bien la disposición final de los residuos estará a cargo de una empresa especializada y autorizada por la Secretaría, el Promovente vigilará que dicha empresa cumpla con lo establecido por la legislación aplicable. En el momento procesal oportuno se tramitará el permiso como Generador de Residuos que corresponda.
Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades	Durante el desarrollo del Proyecto se generará ruido o vibraciones, para ello, se tomarán en cuenta las normas oficiales mexicanas a efecto de llevar a cabo las acciones preventivas para controlar los niveles de ruidos y horarios de trabajo y evitar así cualquier tipo de contaminación generada por estos factores, dando así cumplimiento a lo señalado en este precepto legal.

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	

COPIA PÚBLICA

III.5.1.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)[17].

Este Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. En la Tabla a continuación se lleva a cabo la vinculación jurídica del Proyecto objeto de este manifiesto, con las disposiciones este reglamento.

Tabla III. 13. Vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de la REIA de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación
Artículo 5o. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental**:** (…) **B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:** **I. Construcción de** carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o **ferroviarios;** puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: […]	Toda vez que el Proyecto plantea la construcción de dos libramientos ferroviarios para el transporte de carga, que requieren en algunos sitios de su DDV la remoción de la cubierta vegetal forestal e inciden en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, en apego a lo señalado en los incisos B) fracción I, O) fracción I y S) y en correlación con las fracciones I, VII y XI del artículo 28 de la LGEEPA, la presente Manifestación en materia Ambiental se sujeta a la evaluación y autorización de esta DGIRA por ser la autoridad competente, dando así cumplimiento a este precepto legal.

[17] Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental. Diario Oficial de la Federación publicado el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Artículo	Vinculación
O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. **Cambio de uso del suelo para actividades** agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, **de vías generales de comunicación** o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; **(…)** **S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:** Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación, con excepción de**:** **(…)**	
Artículo 9. Los Promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.	En apego a lo señalado en este precepto legal se presenta ante la Secretaría este Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, a efecto de ser evaluado por la autoridad correspondiente. La información planteada en este manifiesto se refiere a las circunstancias ambientales relevantes relacionadas con la realización del Proyecto; así como a las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para reducir los posibles impactos negativos que pudieran causarse.
Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: **I. Regional.** **(…)**	De conformidad a lo establecido en el artículo II de este Reglamento, al Proyecto corresponde una modalidad Regional.

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de**:** **I.** Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y **vías férreas**, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; **(…)**	Al tratarse de un Proyecto concerniente a la construcción de vías férreas, de conformidad a lo señalado en este precepto legal, le corresponde presentar la Manifestación de impacto ambiental en su modalidad Regional.
Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del Promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; **III.** Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; **IV.** Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VI.** Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VII.** Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental, reúne todos y cada uno de los requisitos establecidos en este precepto, así como en la normatividad ambiental aplicable al Proyecto.

COPIA PÚBLICA

III.5.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)[18]

Toda vez que el Proyecto requiere de la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales, definido en esta Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su Fracción VI, Artículo 7 como “la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para

[18] Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación publicado el 5 de junio de 2018. Última reforma publicada el 28 de abril de 2022. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

destinarlos a actividades no forestales"; en la siguiente Tabla se presenta la Vinculación de las actividades de remoción con el ordenamiento jurídico en cita.

Tabla III. 14. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGDFS.

Artículos	Vinculación
Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; …	El Promovente presentará el Estudio Técnico Justificativo que avalará la superficie con vegetación forestal sujeta a CUSTF correspondiente ante la DGGFS a fin de que sean evaluados los polígonos propuestos para la remoción de vegetación forestal que se requiere para el Proyecto que nos ocupa y se autorice el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por excepción. En el ETJ se demostrará que a partir de la implementación de las medidas de mitigación y compensación propuestas no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. Además, el ETJ contemplará un Programa de rescate y reubicación de las especies de flora que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat y Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre afectadas en apego a la legislación y normas aplicables, a fin de que se evaluado y aprobado por la autoridad. Finalmente, se precisa que los polígonos donde se llevaran a cabo las actividades de remoción de vegetación forestal, no se encuentran en terrenos indígenas.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. 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. … Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	

PÚBLICA

III.5.1.5. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)[19]

Este instrumento normativo reglamenta lo estipulado en la Ley General de Desarrollo Forestal y toda vez que el Proyecto requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se hará su vinculación con el este instrumento normativo.

Tabla III. 15. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGDFS.

Artículo	Vinculación
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: (…)	Se realizará la gestión con la autoridad correspondiente encargada de la evaluación del Estudio Técnico Justificativo, a fin de obtener la autorización para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, atendiendo lo establecido en el precepto legal en cita.
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: (…)	En cumplimiento a lo señalado en este precepto legal, el ETJ cumplirá con todos los requisitos de información, programas y documentos requeridos para que la autoridad cuente con todos los elementos para su correspondiente evaluación y autorización.

III.5.1.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)[20]

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la

[19] Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación publicado el 9 de diciembre de 2020. Consultado en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

[20] Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación publicado el 8 de octubre de 2003. Última reforma publicada el 08 de mayo de 2023. Consultada en la página de internet:

COPIA PÚBLICA

protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Su objeto es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado 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.

A continuación, se realizará la vinculación con las disposiciones de esta Ley que resulten aplicables al Proyecto.

Tabla III. 16. Vinculación del Proyecto con la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Los residuos peligrosos de probable generación durante las diferentes etapas del Proyecto provendrían principalmente por fugas de combustible, lubricantes a partir de las operaciones de la maquinaria y equipo en el sitio. Otro residuo peligroso de probable generación serán los restos por limpieza (estopas) y recipientes de solventes, sin embargo, a efecto de clasificar y manejar adecuadamente los residuos peligrosos, el Promovente exigirá que el contratista, sea el encargado de retirar los residuos peligrosos del predio, dándoles un manejo adecuado según su naturaleza y de acuerdo con la normatividad aplicable.
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Dentro de las medidas y acciones ambientales propuestas para el manejo integral de residuos que se proponen, se considera la separación de residuos sólidos urbanos en orgánicos, inorgánicos y aquellos de manejo especial.
Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…) **VII.** Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	En las medidas y acciones ambientales para el adecuado manejo de residuos se propone la separación de los residuos de la construcción que pudieran llegar a generarse por las obras del Proyecto, así como su entrega a prestadores de servicios autorizados por la SEMARNAT para su recolección.
Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados;	De conformidad con la NOM-052-SEMARNAT-2005, el Promovente plantea establece medidas y acciones ambientales para el adecuado Manejo de Residuos Peligrosos tales como aceites lubricantes usados, así como para los disolventes orgánicos usados, dando así cumplimiento a lo señalado por este precepto legal.

VERSIÓN PÚBLICA

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Artículo	Vinculación
II. Disolventes orgánicos usados; (…)	
Artículo 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.	El Promovente establecerá el manejo adecuado de los residuos peligrosos generados en el Proyecto de conformidad con la normatividad aplicable y para su disposición final serán entregados a un prestador de servicios autorizado por la SEMARNAT.
Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos.	El Promovente verificará que a las empresas a quienes entregue los residuos peligrosos que genere a partir del desarrollo del Proyecto cuenten con la autorización otorgada por la SEMARNAT.
Artículo 44. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	Por las características de las obras y actividades del Proyecto y con base a la cantidad de residuos que serán generados en las etapas de Preparación de Sitio y Construcción, así como en la etapa de Operación y Mantenimiento el Promovente y/o las empresas Constructoras se darán de alta en conformidad con este artículo.
Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y	El Promovente llevará el manejo de residuos peligrosos de conformidad con la NOM-052-SEMARNAT-2005, que

TA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Asimismo, implementará las acciones necesarias a efecto de dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación los sitios del proyecto en donde aquéllos hayan sido generados.
Artículo 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.	El Promovente se compromete a separar los residuos peligrosos de probable generación de los no peligrosos, a efecto de evitar la mezcla, utilizándose diferentes contenedores según el tipo y naturaleza del residuo y para su disposición final se plantea la contratación de una empresa prestadora de servicios autorizada, y se dará seguimiento al manifiesto de transporte y a las bitácoras entrega-recepción de residuos.

III.5.1.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)[21]

Este instrumento normativo tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. En consecuencia, en la siguiente Tabla se lleva a cabo la vinculación jurídica del Proyecto objeto de este manifiesto, con las disposiciones del presente reglamento que le son aplicables.

Tabla III. 17. Vinculación del Proyecto del Reglamento de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
Artículo 16. Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos […].	Se implementarán las acciones ambientales que se consideren necesarias para las diferentes categorías de residuos a generarse en las actividades del Proyecto, lo anterior de conformidad con la legislación aplicable, incluida la NOM-052-SEMARNAT-2005.

[21] Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación publicado el 30 de noviembre de 2006. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados **a su formulación y ejecución, podrán ser:** a) Individuales, aquellos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, […].	
Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son: I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida. Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	Por las características de las obras y actividades del Proyecto y con base a la cantidad de residuos que serán generados en las etapas de Preparación de Sitio y Construcción, así como en la etapa de Operación y Mantenimiento el Promovente y/o las empresas Constructoras se darán de alta en conformidad con este artículo, de acuerdo con la categoría que corresponda a la cantidad de residuos generados. Asimismo, se presentará el correspondiente registro y los manifiestos de entrega-recepción en los informes de cumplimiento ambiental correspondientes.
Artículo 43. Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: (…)	En cumplimiento a esta disposición y en el momento procesal oportuno el Promovente se registrará ante la SEMARNAT bajo el procedimiento establecido.
Artículo 82. Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;	El almacenamiento se realizará en una zona que deberá contar con una adecuada iluminación y ventilación natural, para así conservar los residuos en condiciones óptimas por un periodo de tiempo determinado no mayor a un mes, a la espera de su transporte a una instalación para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final por una empresa autorizada por la autoridad ambiental competente. Lo anterior, es con la finalidad de que los residuos sean separados y dispuestos en contenedores previamente etiquetados de acuerdo con su

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles; h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical. II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida; b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables; c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;	naturaleza, evitando fugas, derrames que contaminen el suelo y así garantizando la seguridad de las personas, los trabajadores y los recursos naturales aún presentes en el ecosistema.

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y e) No rebasar la capacidad instalada del almacén. III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo: a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados; c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.	
Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	La Constructora a cargo se compromete a que los residuos peligrosos que sean remitidos al almacén temporal no permanezcan allí por más de seis meses.

CONFIDENCIAL PÚBLICA

III.5.1.8. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)[22]

La presente Ley es de orden público y de interés social. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Derivado de su ámbito de aplicación, a continuación, las actividades del Proyecto se vinculan con los artículos que se han considerado guardan relación con el mismo.

[22] Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación publicado el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada el 20 de mayo de 2021. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Tabla III. 18. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGVS

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia	En las etapas de preparación de sitio y construcción del Proyecto, se implementará los siguientes programas: ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre ◆ Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre ◆ Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas Con la finalidad de reducir los impactos sobre las diferentes especies presentes en el sitio, dándole especial atención a individuos de especies que se encuentran bajo una de las categorías de riesgo establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de la LGEEPA, los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En la MIA-R presentada para la evaluación y autorización del Proyecto que nos ocupa, se incluyen los Programa de Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre, Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas y Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, donde se identifican los posibles efectos negativos que pudieran generarse durante el desarrollo del Proyecto, así como las medidas y acciones que prevendrá y evitará al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su	Se realizaron los recorridos y monitoreos en campo, identificando las especies de Sapo Boca Angosta oliváceo (*Gastrophryne olivácea*), Rana Leopardo de Yavapai (*Rana yavapaiensis*) Tortuga del Desierto (*Gopherus agassizii*) Lagarto Escorpión de Arizona (*Elgaria Kingiii*), Geco Bandeado del Noroeste (*Coleanyx variegatus*), Lagartija Cachora (*Callisaurus draconoides*), Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*), Culebra Chirrionera Roja (*Masticophis flagellum*), Serpiente Coral de Sonora (*Micruroides euryxanthus*), Culebra Lstonada Cuello Negro (*Thamnophis cyrtopsis*), Víbora de Cascabel Motas Gemelas (*Crotalus pricei*), Cascabel de Cola Negra (*Crotalus molossus*), Pato Mexicano (*Anas diazi*), Codorniz de Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), Musaraña Desértica Norteña (*Notiosorex crawfordi*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Jaguar (*Phantera onca*), Tlalcoyote (*Taxidea taxus*), Oso Negro Americano (*Ursus americanus*) y Ardilla de Arizona (*Sciurus arizonensis*) enlistadas en alguna

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, mismos que se detallan en el apartado correspondiente de esta MIA-R. Asimismo, se precisa que, de igual forma, se detallan las medidas y acciones ambientales que se establecerán para garantizar su protección.
Artículo 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. …"	El Proyecto como ya se refirió contempla estrategias ambientales cuyas acciones están orientadas a la protección y conservación de las especies de flora y fauna en riesgo y/o prioritarias, comprendidas dentro del Área del Proyecto, las cuales consideran acciones preventivas, de mitigación y/o compensación a fin de atenuar y revertir los impactos adversos que pudieran presentarse por la ejecución del Proyecto. De igual forma, se observará en todo momento lo establecido en el precepto en cita.

III.5.1.9. Ley de Aguas Nacionales (LAN)[23]

La Ley de Aguas Nacionales 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. A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con las disposiciones que le son aplicables.

Tabla III. 19. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LAN.

Artículo	Vinculación
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales	Con la implementación y ejecución de las medidas y acciones ambientales propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental en el que se incluye el Programa Ambiental denominado Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación, se evitará cualquier tipo de contaminación a cuerpos de aguas cercanos al desarrollo del Proyecto. Por lo que es de gran importancia su ejecución.

[23] Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación publicado el 1º de diciembre de 1992. Última reforma publicada el 08 de mayo de 2023. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	

III.5.1.10. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (RLAN)[24]

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. En la siguiente Tabla se realiza la vinculación del Proyecto con el precepto establecido en este Reglamento de la LAN.

Tabla III. 20. Vinculación del Proyecto con el RLAN.

Artículo	Vinculación
Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Con las medidas y acciones propuestas en esta Manifestación de Impacto Ambiental, se evitará cualquier tipo de contaminación a cuerpos de aguas cercanos al desarrollo del Proyecto.

III.5.1.11. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)[25]

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Si bien las disposiciones legales de la presente Ley regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente, es imprescindible señalar que, para la ejecución de Proyecto, se han adoptados acciones y medidas que prevendrán o mitigarán los efectos negativos que puedan ocasionarse, evitando daños graves al ambiente.

Tabla III. 21. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LFRA

Artículo	Vinculación
Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será	Una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental, durante el desarrollo del Proyecto, la(s) Constructora(s) a cargo del

[24] Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación publicado el 12 de enero de 1994. Última reforma publicada el 25 de agosto de 2014. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

[25] Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Diario Oficial de la Federación publicado el 7 de junio de 2013, Última reforma publicada el 20 de mayo de 2021. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	Proyecto y el Promovente observarán y se ajustarán a lo dispuesto en la Resolución emitida por la autoridad, no obstante, en caso de generar un daño al ambiente, se reparará o compensará el mismo, conforme a las disposiciones legalmente aplicables y vigentes y en cumplimiento a lo establecido en el artículo en cita.
Artículo 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica. Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.	La presente MIA-R se sujeta al procedimiento de evaluación del impacto ambiental a fin de obtener la autorización correspondiente y en la que la autoridad precisará las condiciones a que se sujetarán la ejecución del Proyecto y la(s) Constructora(s) a cargo del Proyecto y el Promovente se ajustarán a la misma. Lo anterior, para no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente.

III.5.1.12. Ley General de Cambio Climático (LGCC)[26]

La Ley General de Cambio Climático, establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el Proyecto con las disposiciones legales siguientes.

Tabla III. 22. Vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGCC.

Artículo	Vinculación
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:	Las obras y actividades del Proyecto se ajustarán a la política nacional y estatal en materia de cambio climático, a las normas oficiales mexicanas e instrumentos jurídicos en materia de emisiones a la atmósfera que resulten aplicables.

[26] Ley General del Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación publicada el 06 de junio de 2012. Ultima reforma publicada el 15 de noviembre de 2023. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono; VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores sociales y privados para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático; VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático; VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan; X. Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos	

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables; XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad; XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y XIII. Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias. Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	
Artículo 37. Para los efectos de esta Ley serán reconocidos los programas y demás instrumentos de mitigación que se han desarrollado a partir del Protocolo de Kioto y cualquier otro que se encuentre debidamente certificado por alguna organización con reconocimiento internacional. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los requisitos que deberán cumplirse para el reconocimiento y registro de los programas e instrumentos referidos en el presente artículo.	El Proyecto adoptará las mejores prácticas y técnicas reconocidas bajo los compromisos internacionales en el empleo de tecnologías más eficientes, a efecto de ajustarse a los programas e instrumentos de mitigación que en materia climática se encuentren certificados.
Artículo 90. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán los procedimientos y reglas para llevar a cabo el monitoreo, reporte y verificación y, en su caso, la certificación de las reducciones de emisiones obtenidas en proyectos inscritos en el Registro, a través de organismos acreditados de acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y autorizados por la Secretaría o por los organismos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.	En cumplimiento al Artículo en cita, el Proyecto se ajustará al Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones. Asimismo, de resultar aplicable llevará acabo el monitoreo, reporte y verificación de las emisiones generadas de conformidad con lo establecido en dicho reglamento.

PÚBLICA

III.5.1.13. Reglamento de la LGCC en materia de Registro Nacional de Emisiones (RLGCC en RNE)[27]

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones.

PÚBLICA

Tabla III. 23. Vinculación del Proyecto con el RLGCC en materia de RNE.

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes: **…** VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte;	Las principales emisiones a la atmósfera que generará el Proyecto serán por el uso de equipos y maquinaria empleados en las etapas de preparación de sitio y construcción. Se tendrá especial cuidado en que dichas emisiones no sobrepasen los niveles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables. De acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del instrumento en cita, "el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente". En este sentido es necesario precisar que el Proyecto no rebasará el umbral establecido en dicho artículo pues únicamente se generarán emisiones de efecto invernadero provenientes del parque vehicular y maquinaria utilizada en la etapa constructiva y durante la operación y el mantenimiento si habrá emisiones de GEI, no obstante se adoptaran las medidas preventivas para disminuir tales emisiones como son los programas de mantenimiento preventivo y de verificación vehicular correspondiente, así como el mantenimiento de las Máquinas y equipos en la operación. Por tanto, quedaría exento de las obligaciones señaladas en el Reglamento para los Establecimientos Sujetos a Reporte.
Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: VI. Sector Comercio y Servicios: a. Subsector construcción: … a.5. Construcción de vías de comunicación; … Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades. Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación. La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir	

[27] Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones. Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 2014. Consultado en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf

Artículo	Vinculación
aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.	
Artículo 6. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte. El umbral establecido en el presente artículo aplicará para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte.	

CONSULTA PÚBLICA

III.5.1.14. Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (LRSF)[28]

Esta ley regulará la construcción, operación, explotación, conservación, mantenimiento y garantía de interconexión en las vías férreas cuando sean vías generales de comunicación, así como procurar las condiciones de competencia en el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera y los servicios auxiliares

Tabla III. 24. Vinculación del Proyecto con la LSF.

Artículo	Vinculación
Artículo 7. Se requiere de concesión para: I. Construir, operar y explotar vías férreas, que sean vía general de comunicación. Los concesionarios podrán contratar con terceros, la construcción, la conservación y el mantenimiento de las vías férreas, pero,	Toda vez que el Proyecto tiene como propósito prestar el servicio de transporte de carga, solicitará la concesión en cumplimiento a lo establecido en el presente precepto.

[28] Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario. Diario Oficial de la Federación publicada el 12 de mayo de 1995. Última reforma publicada el 03 de mayo de 2023. Consultada en la página de internet: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LRSF.pdf

Artículo	Vinculación
en todo momento, el concesionario será el único responsable ante el Gobierno Federal por las obligaciones establecidas a su cargo en la respectiva concesión, y II. Prestar el servicio público de transporte ferroviario. Las concesiones de que trata el presente Artículo podrán comprender los permisos para prestar servicios auxiliares, caso en el cual no será necesario obtener el permiso a que se refiere el Artículo 15 de la presente Ley.	
Artículo 27. Para realizar trabajos de construcción o reconstrucción en las vías férreas concesionadas, se requerirá la aprobación previa de la Secretaría del proyecto ejecutivo y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse. […]	El presente manifiesto en materia de impacto ambiental se somete a evaluación y autorización de la SEMARNAT para la realización del Proyecto, toda vez que por las características del mismo encuadra en lo estipulado en el artículo 28 de la LGEEPA.
Artículo 30. Toda obra que se requiera para la prestación del servicio ferroviario dentro de los límites de un centro de población deberá cumplir con lo dispuesto en la legislación, programas y zonificación en materia de desarrollo urbano y protección ambiental. La Secretaría, tomando en cuenta las circunstancias de cada caso, promoverá con los estados, municipios, concesionarios o particulares la conservación, reconstrucción y ampliación de tramos federales, y la construcción de libramientos que eviten el paso por las poblaciones.	Para la realización del Proyecto se observará la legislación federal, estatal y municipal, los planes y programas en materia de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico, normas oficiales mexicanas y cualquier disposición que resulte aplicable y de regulación de las obras y actividades del Proyecto.

III.5.1.15. Reglamento del Servicio Ferroviario (RSF)[29]

Este reglamento tiene por objeto regular la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas que sean vías generales de comunicación, así como la prestación de los servicios ferroviarios que comprenden, la operación y explotación de las vías generales de comunicación ferroviaria, el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera, los servicios de interconexión y terminal los derechos de paso y derechos de arrastre obligatorios, así como los servicios auxiliares, conforme a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.

Tabla III. 25. Vinculación del Proyecto con las disposiciones del RLSF.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Las concesiones a que se refiere el artículo 7 de la Ley podrán otorgar derechos a una misma persona tanto para construir, operar y	Toda vez que el Proyecto tiene como propósito prestar el servicio de transporte de carga, solicitará

[29] Reglamento del Servicio Ferroviario. Diario Oficial de la Federación publicado el 12 de mayo de 1995. Última reforma publicada el 18 de agosto de 2016. Consultado en la página de internet: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/199717/Reglamento_del_Servicio_Ferroviario.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación
explotar una vía general de comunicación ferroviaria, como para prestar el servicio público de transporte ferroviario de carga y pasajeros; o bien, sólo para realizar alguna de las actividades antes mencionadas. En los títulos de concesión respectivos, la Secretaría establecerá los límites y condiciones conforme a los cuales se concederá a los concesionarios los derechos antes señalados. La Secretaría podrá reservarse la facultad de otorgar concesiones a terceros para que en una vía concesionada presten el servicio público de transporte en general o respecto de alguna modalidad de éste, así como establecer condiciones suspensivas para ello.	la concesión establecida en el presente precepto y los derechos que de ello se deriven.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.2 Leyes y Reglamentos Estatales

III.5.2.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora[30]

Las disposiciones de la presente ley son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para el ejercicio de la competencia del Estado y los municipios en materias de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En la siguiente Tabla, se vinculan los artículos de esta Ley que resultan aplicables al Proyecto.

Tabla III. 26. Vinculación del Proyecto con la LEEPA del Estado de Sonora.

Artículo	Vinculación
Artículo 7.- Corresponde al Estado: I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal; II.- La formulación y aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en esta ley, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio del Estado, en las materias que no están expresamente atribuidas a la Federación o a los municipios; **…**	Uno de los instrumentos de política ambiental es la evaluación de impacto ambiental, no obstante, el Proyecto encuadra en las obras y actividades que de conformidad al artículo 28 de la LGEEPA queda sujeto a la evaluación por parte de la Federación.

[30] Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora Ley 171. Boletín Oficial No. 25 sección VIII, de fecha 25 de septiembre de 2008. Última reforma publicada en el boletín Oficial el 14 de mayo de 2021. Consultada en la página de internet: http://www.congresoson.gob.mx:81/Content/Doc_leyes/Doc_451.pdf

Artículo	Vinculación
Artículo 113.- Queda prohibido emitir contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones se deberán observar las disposiciones de esta ley y de los reglamentos que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas aplicables. Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas serán responsables del cumplimiento de las disposiciones a que se refiere este artículo.	Las emisiones a la atmósfera de posible impacto por el desarrollo de obras serían el incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes, sin embargo, con la implementación de las medidas o acciones ambientales como el transporte de materiales con la tolva cubierta, el humedecimiento de superficies, el mantenimiento periódico de vehículos de obra, maquinaria y equipos especializados y el cumplimiento de las Normas oficiales mexicanas que resulte aplicables, se considera que en ningún momento se ocasionará desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, dando cumplimiento a lo señalado en este precepto legal.
Artículo 117.- Las emisiones de contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas.	Los vehículos y maquinaria utilizada para las obras del Proyecto, será sujeta al mantenimiento preventivo y correctivo a fin de que se encuentren en buen estado de funcionamiento y con ello controlar la generación de emisiones contaminantes y que estas no rebasen los límites máximos permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas, y sujetarse al programa de verificación vehicular que corresponda y aplique, dándose cumplimiento a lo señalado en este precepto legal.
Artículo 118.- Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán éstos con la periodicidad y en los centros de verificación vehicular que para el efecto autorice la Comisión, a efecto de controlar la generación de emisiones contaminantes. Cuando como resultado de la verificación de emisiones contaminantes se detecte que éstas exceden los límites permisibles, el propietario o poseedor deberá efectuar las reparaciones necesarias al vehículo que las genere, en el plazo que para tal efecto establezcan las autoridades ambientales, a fin de que se cumpla con las normas oficiales mexicanas correspondientes. La omisión de la verificación o el incumplimiento de las medidas que se establezcan para el control de emisiones serán sancionados en los términos previstos en esta ley y en otras disposiciones jurídicas aplicables. Lo dispuesto en este artículo se aplicará en aquellos municipios cuyo parque vehicular sea superior a los cincuenta mil vehículos automotores. En aquellos municipios que cuente con un parque vehicular inferior al número antes citado podrán aplicar las disposiciones de este artículo. En todo caso para incentivar el cumplimiento de la presente disposición por parte de los ciudadanos, la Comisión procurará establecer sus programas de verificación vehicular de manera independiente a la verificación del cumplimiento de otras disposiciones de índole recaudatorio.	

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Artículo 136.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: … VII.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos deben incluir acciones equivalentes de regeneración; …	Como parte de las medidas y acciones ambientales por las afectaciones en la calidad del suelo que puedan ocasionarse por el desarrollo del Proyecto se aplica el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos de la construcción, buenas prácticas ambientales para el manejo integral de los residuos y como compensación se ejecutan Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra, con la implementación de las anteriores medidas y acciones se evitará la contaminación y el deterioro severo del suelo y, por lo tanto, se dará cumplimiento a lo señalado en este precepto legal.
Artículo 151.- En el manejo integral de residuos se considerarán los siguientes criterios: **…** III.- Corresponde a quien genere residuos la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños que éstos produzcan. Toda persona física o moral que produce detenta o gestiona un residuo está obligada a asegurar su eliminación conforme a las disposiciones vigentes;	Dentro de las medidas propuestas se encuentra el manejo y disposición adecuada de residuos conforme a lo señalado en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, así como el manejo correcto de sustancias potencialmente contaminantes, asimismo, el Promovente vigilará que la disposición final de estos sea en los sitios previamente autorizados por la autoridad que resulte competente.
Artículo 156.- Los microgeneradores de residuos peligrosos y los generadores de residuos de manejo especial deberán registrarse ante la Comisión como empresas generadoras de residuos peligrosos y empresas generadoras de residuos de manejo especial, respectivamente, y registrarán, igualmente, los planes de manejo correspondientes. Para tal efecto, deberán formular y ejecutar los planes de manejo de los residuos que se incluyan en los listados contenidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes, de acuerdo con lo previsto en el artículo 153 de esta ley.	Las Concesionarias realizarán el registro correspondiente ante la SEMARNAT como generadoras de residuos peligrosos a fin de dar cumplimiento a lo señalado en este precepto legal.
Artículo 157.- Los microgeneradores de residuos peligrosos y los generadores de residuos de manejo especial serán responsables del manejo y disposición final de los residuos que generen. Ambos generadores deberán contratar los servicios de manejo y disposición final de sus residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tratándose de los microgeneradores, o por la Comisión en el caso de los generadores de residuos de manejo especial, a excepción de los que cuenten con autorización para el manejo. Asimismo, podrán transferir dichos residuos a terceros para su utilización como materias primas o insumos dentro de sus	Dando cumplimiento a lo señalado en este precepto legal, la Promovente y/o las Concesionarias encargadas de la construcción del Proyecto para el transporte y disposición final de los residuos tanto peligrosos como de manejo especial, contratarán empresas registradas y autorizadas por las autoridades correspondientes que resulten competentes en la materia, realizando las gestiones pertinente para su disposición final. Cabe señalar que, la Promovente y/o Concesionarias observarán que la empresa cubra todos los requisitos que establece la legislación vigente y que vigilará las operaciones que realice

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
procesos, haciéndolo del conocimiento de la Comisión, previamente a su transferencia, la cual se hará mediante un plan de manejo para dichos residuos basado en la minimización de sus riesgos. Cuando se contraten los servicios a que se refiere el párrafo anterior y los residuos sean entregados a las empresas o gestores contratados, la responsabilidad por las operaciones objeto de tales contratos será de dichas empresas o gestores, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador como tal. Las empresas o gestores contratados deberán mantener vigentes las autorizaciones mencionadas en este artículo; en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	la empresa hasta la disposición final de los residuos.
Artículo 159.- Los generadores de residuos sólidos urbanos estarán obligados a entregarlos a los ayuntamientos para su reciclado, valorización o eliminación, en los términos y condiciones que se establezcan en las disposiciones reglamentarias que al efecto se emitan. Los ayuntamientos adquirirán la propiedad de dichos residuos en el momento en que se haga su entrega.	En cumplimiento a lo señalado en este precepto legal, el Promovente entregará al Ayuntamiento en los sitios autorizados para tal efecto, los residuos sólidos urbanos generados por el desarrollo del Proyecto.
Artículo 171.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables.	En cumplimiento a este precepto legal, se observará lo señalado en NOM-080-SEMARNAT 1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 y se implementarán medidas tales como: Uso de maquinaria y equipos de forma responsable y únicamente cuando la actividad así lo amerite; Uso de equipo de seguridad por personal expuesto a ruido que incluya tapones auditivos; Los vehículos automotores deberán reducir o eliminar el uso de claxon, sirenas o equipos que generen ruido adicional e Implementación de un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados de la obra.

COPIA PÚBLICA

III.5.2.2. LEY QUE REGULA LA PRODUCCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL Y PRODUCTOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO EN EL ESTADO DE SONORA[31]

Las disposiciones de la presente Ley son de orden público e interés general y tienen por objeto fomentar y propiciar el desarrollo sustentable en el Estado, así como garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, a través de la regulación de productos de plástico de

[31] Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el Estado de Sonora. Ley 252. Boletín Oficial No. 33, sección VI de fecha 26 de abril de 2021. Consultada en la página de internet: http://www.congresoson.gob.mx:81/Content/Doc_leyes/Doc_579.pdf

un solo uso, de poliestireno expandido, los productos fabricados con plástico oxodegradable, las artes de pesca y los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

A continuación, se vinculan las disposiciones aplicables al Proyecto.

Tabla III. 27. Vinculación del Proyecto con la LPMDFRSUMEPP del Estado de Sonora.

Artículo	Vinculación
Artículo 26.- Queda prohibido por cualquier motivo: I.- Depositar residuos sólidos urbanos o de manejo especial en lugares no autorizados por las autoridades competentes; II.- Colocar propaganda comercial o política en el equipamiento urbano destinado a la recolección de residuos sólidos urbanos o de manejo especial, atendiendo las salvedades de la Ley de Instituciones y Procedimientos Electorales en la materia; III.- El fomento o creación de basureros clandestinos; IV.- La dilución o mezcla de residuos sólidos urbanos o de manejo especial con líquidos para su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal; V.- La mezcla de residuos sólidos urbanos o de manejo especial con residuos peligrosos, contraviniendo lo dispuesto en la Ley General, esta Ley y demás ordenamientos que de ellas deriven, dicha mezcla se considerará residuo peligroso; VI.- El confinamiento y/o depósito final de residuos en estado líquido y/o con contenidos líquidos u orgánicos que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas; así como, en sitios no autorizados; VII.- La mezcla de residuos sólidos urbanos con los residuos de manejo especial en las actividades separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final; VIII.- La contaminación del suelo; IX.- La quema a cielo abierto de residuos sólidos urbanos o de manejo especial; X.- El depósito, infiltración o manejo de residuos que se acumulen o puedan acumularse en los suelos y que generen o puedan generar alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos, así como las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o	Como parte de las medidas y acciones ambientales para prevenir y mitigar los impactos ocasionados por las obras y actividades del Proyecto, se ejecuta el Manejo y disposición adecuada de residuos según Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento y manejo correcto de sustancias potencialmente contaminantes, esto conlleva, la clasificación de los residuos, la separación por tipo de residuos en contenedores debidamente etiquetados para evitar su mezcla, su acopio y almacenamiento temporal en sitios con las características establecidas en la legislación vigente, asimismo, la contratación de una empresa especializada y autorizada para el transporte y disposición final en los sitios autorizados por las autoridades competentes. Con lo anterior, se observa y acata lo señalado en este artículo.

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
explotación, o riesgos, inseguridad y problemas a la salud; XI.- Depositar, infiltrar o confinar residuos sólidos urbanos o de manejo especial en el sistema de drenaje y alcantarillado público, suelo o cualquier cuerpo receptor de competencia estatal; y XII.- Las demás que se establezcan en la Ley General y demás ordenamientos legales aplicables. Las violaciones a lo establecido en este artículo serán sancionadas de conformidad con las disposiciones establecidas en la presente Ley.	
Artículo 34.- Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluyendo dentro de éste su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables Una vez que los residuos sólidos urbanos o de manejo especial han sido transferidos a los servicios públicos o privados de limpia, o a empresas registradas y autorizadas por las autoridades estatales o municipales competentes para dar servicios a terceros relacionados con su recolección, acopio, transporte, reciclaje, tratamiento, segregación, aprovechamiento o disposición final, la responsabilidad de su manejo ambientalmente adecuado y de conformidad con las disposiciones de esta Ley y otros ordenamientos aplicables, se transferirá a éstos, según corresponda, independientemente de la que corresponda al generador. Los generadores de residuos sólidos urbanos o de manejo especial, que transfieran sus residuos a una empresa o gestor que preste el servicio de manejo y el de disposición final de residuos, deberán cerciorarse o corroborar ante la autoridad competente, que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario, serán responsables solidarios de los daños al ambiente y la salud que pudiere causar dicha empresa por el manejo inadecuado de sus residuos y a las sanciones que resulten aplicables de conformidad con éste y otros ordenamientos. Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean usados, tratados o reciclados, en un proceso distinto al que los generó, dentro del mismo predio, serán sujetos a un control interno por parte del generador, de acuerdo con las	Dando cumplimiento a lo señalado en este precepto legal, la Promovente para el transporte y disposición final de los residuos tanto peligrosos como de manejo especial, contratará una empresa registrada y autorizada por las autoridades que resulten competentes en la materia, quienes serán las responsables de las gestiones pertinente para su disposición final. Cabe señalar que, el Promovente observará y se cerciorará que la empresa cubra todos los requisitos que establece la legislación vigente y vigilará las operaciones que realice la empresa hasta la disposición final de los residuos.

PÚBLICA

Artículo	Vinculación
formalidades que establezca el reglamento de la presente Ley y los reglamentos municipales.	
Artículo 35.- Es obligación de todo generador de residuos sólidos urbanos o de manejo especial en el Estado: I.- Participar en los planes y programas que establezcan las autoridades competentes para facilitar la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos; II.- Separar los residuos sólidos urbanos, realizar separación primaria y secundaria, y de manejo especial, incorporando para tal efecto, contenedores para el depósito correspondiente de los mismos, así como entregarlos para su recolección conforme a las disposiciones que esta Ley y otros ordenamientos establecen; III.- Pagar oportunamente por el servicio de limpia, tratándose de residuos sólidos urbanos, o bien, por el de manejo integral, tratándose de éstos o de los residuos de manejo especial, así como las multas y demás cargos impuestos por violaciones a la presente Ley y demás ordenamientos jurídicos aplicables; IV.- Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas aplicables en su caso; V.- Almacenar los residuos correspondientes con sujeción a las normas oficiales mexicanas y los ordenamientos jurídicos del Estado a fin de evitar daños a terceros y facilitar su recolección; VI.- Hacer del conocimiento de las autoridades competentes las infracciones que se estimen se hubieran cometido contra la normatividad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial de las que fueren testigo; VII.- Las demás que establezcan los ordenamientos jurídicos aplicables; y VIII.- Quienes se dediquen a la actividad de revulcanización, aprovechamiento o comercialización de llantas o neumáticos, deberán disponer las llantas de desecho que generen, en los centros de transferencia o reciclaje autorizados.	El Promovente y/o Concesionarias del Proyecto observarán lo establecido en esta disposición e implementará las medidas y acciones ambientales para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean generados por las obras y actividades del Proyecto. De así establecerlo las autoridades competentes participara en los planes y programas para la prevención y reducción de la generación de residuos sólidos que para tal efecto se expidan. Finalmente, se impartirán platicas al personal del Proyecto para el adecuado manejo, acopio y separación de cualquier tipo de residuos.
Artículo 36.- Los grandes generadores de residuos de manejo especial se encuentran obligado a: I.- Registrarse ante la autoridad estatal competente; II.- Establecer planes de manejo para los residuos que generen y someterlos a evaluación ante las autoridades competentes y en caso de que requieran ser modificados o actualizados, deberá notificarlo también de manera inmediata;	El Promovente y/o las Concesionarias encargadas de la construcción del Proyecto se registrarán ante la autoridad que resulte competente e implementará entre las medidas y acciones ambientales para prevenir y mitigar la generación de residuos de manejo especial por desarrollo del Proyecto, el manejo integral y la disposición adecuada de estos de conformidad con las disposiciones de esta Ley, la LGPGIR y su

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
III.- Presentar un reporte anual en el que se registre el volumen y tipo de residuos generados, las condiciones particulares de manejo a las que fueron sometidos y demás elementos que sean establecidos en el reglamento de esta Ley; IV.- Conservar el reporte, que se menciona en la fracción anterior, por el tiempo que se determine en el reglamento de esta Ley; V.- Ocuparse del acopio, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final de sus residuos generados en grandes volúmenes o de manejo especial, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y otros ordenamientos que resulten aplicables o entregarlos a los servicios de limpia o a proveedores de estos servicios que estén registrados ante las autoridades competentes, cubriendo los costos que su manejo represente; VI.- Dar a los residuos el manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento, reutilización, reciclaje y disposición final de acuerdo en lo previsto en las disposiciones legales aplicables; VII.- En su caso, dar cumplimiento a la normatividad relativa a la identificación, clasificación, envase y etiquetado de los residuos; VIII.- Proporcionar información fidedigna con relación a la generación y manejo integral de residuos; IX.- Avisar a la autoridad competente en caso de emergencias, accidentes, robo o pérdida de residuos, tratándose de su generador o gestor; X.- Contar con procedimientos y equipos de seguridad para la prevención en contingencias ambientales y emergencias ecológicas; XI.- Utilizar el sistema de manifiestos que expida la Comisión, a fin de llevar a cabo el seguimiento de la generación y formas de manejo de los residuos a lo largo de su ciclo de vida integral, en los términos de esta Ley y su reglamento; XII.- Trasladar o transportar los residuos de manejo especial que genere a través de prestadores del servicio de transporte autorizados por la Comisión; XIII.- Identificar, segregar, envasar o empacar y etiquetar los residuos de manejo especial; y XIV.- Las demás que establezcan el reglamento y los ordenamientos jurídicos aplicables.	reglamento y las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables. Lo anterior, incluye la limpieza frecuente de las superficies del Proyecto, acopio adecuado de residuos e implementación del procedimiento para el manejo integral de estos, así como su disposición adecuada en sitio autorizado o contratación de empresa privada para el manejo final de los residuos. Se harán un reporte semestral ante la SEMARNAT de la generación de estos residuos o ante la autoridad que resulte competente. Tales medidas y acciones ambientales se presentan como parte de este manifiesto, las cuales estarán sujetas a la aprobación de la autoridad para su posterior implementación. Por lo anterior, se da cumplimiento a lo establecido en este precepto legal.
Artículo 69.- Es responsabilidad del generador, prestador de servicios y/o gestor de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generar o manejar los residuos, de manera que no implique daños a la salud humana ni al ambiente.	Las medidas y acciones ambientales para el manejo integral de todo tipo de residuo generado por el Proyecto evitarán la contaminación del suelo.

A PÚBLICA

Artículo	Vinculación
Cuando la generación, manejo y disposición final de estos residuos produzca contaminación del sitio en donde se encuentren, independientemente de las sanciones penales o administrativas que procedan, los responsables de dicha contaminación, incluyendo los servicios públicos de limpia, están obligados a: I.- Llevar a cabo las acciones necesarias y más efectivas para remediar el sitio, de acuerdo con lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables; II.- En su caso, indemnizar los daños causados a terceros de conformidad con la legislación aplicable; III.- Realizar los análisis respectivos que determinen el grado de contaminación del sitio; y IV.- Las demás responsabilidades que determine el reglamento de esta Ley.	En caso de alguna afectación o contaminación de sitio se realizarán de inmediato las acciones de remediación que se establecen en el presente manifiesto.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.2.3. Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Municipio de Nogales, Sonora[32]

Este ordenamiento es de observancia obligatoria en el territorio del Municipio de Nogales, Sonora y tiene por objeto reglamentar la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora y establecer las normabas básicos y criterios destinados a la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, regulación y protección al ambiente, la gestión ambiental del Municipio y las acciones de los habitantes a fin de alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable del Municipio.

La Tabla siguiente vincula las disposiciones de este reglamento que resulten aplicables a las obras y actividades del Proyecto.

Tabla III. 28. Vinculación del Proyecto con el REEPA del Municipio de Nogales

Artículo	Vinculación
Artículo 94. Para la protección de la atmósfera en el municipio se considerarán los siguientes criterios: I. … **II.** Que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, sean	Las emisiones a la atmósfera de posible impacto por el desarrollo de obras serían el incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes, sin embargo, con la implementación de las medidas o acciones ambientales como el transporte de materiales con la tolva cubierta, el humedecimiento de superficies,

[32] Reglamento del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Municipio de Nogales, Sonora. Boletín Oficial No. 5, Secc. II del 17 de enero de 2022. Consultado en la página de internet: https://transparencia.heroicanogales.gob.mx/storage/rules/SYSlhmiARjFqzs8nenR1RdXJz6o6IVqeScyDObap.pdf

Artículo	Vinculación
prevenidas, reducidas o controladas para asegurar que la calidad de aire sea satisfactoria para el bienestar de la población, la protección al ambiente y el equilibrio ecológico.	el mantenimiento periódico de vehículos de obra, maquinaria y equipos especializados y el cumplimiento de las Normas oficiales mexicanas que resulte aplicables, se considera que en ningún momento se ocasionará desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, dando cumplimiento a lo señalado en este precepto legal.
Artículo 96. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera, que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños a la salud o al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas además de las prevenciones del presente reglamento, las de la Ley General, la Ley Estatal, así como las Normas Oficiales aplicables.	
Artículo 119. Queda prohibido modificar de cualquier forma y con cualquier material el cauce de los ríos y arroyos, en caso de que esta actividad sea necesaria, se deberá obtener de forma previa autorización de la autoridad competente.	Para el desarrollo del Proyecto será necesario la construcción de obras de drenaje mayor (como puentes) y menor (alcantarillas) para el libre flujo de agua, esta medida se describe en el presente manifiesto y quedará sujeto a la autorización de la autoridad competente. Asimismo, de las que resulte aplicable conforme a la Ley se realizará el trámite correspondiente ante la CONAGUA a fin de obtener la autorización por la ocupación de dichas obras. Cabe señalar que el Proyecto contempla la inclusión de obras de drenaje a fin de permitir el libre flujo del agua de zonas altas a bajas según sea necesario y en correlación con la protección del recurso.
Artículo 124. Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias, materiales o residuos contaminantes en los suelos, se sujetará a lo que disponga la Ley General, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas respectivas.	El Proyecto no contempla la descarga, depósito o infiltración de sustancias, materiales o residuos contaminantes en los suelos. Este a su vez contempla el manejo integral de residuos de todo tipo, además de buenas prácticas para el manejo correcto de sustancias potencialmente peligrosas. Así como la recolección de aguas residuales generadas a partir de los sanitarios portátiles por la empresa contratista Con lo anterior, se observa y acata lo señalado en este artículo.
Artículo 143. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables.	En cumplimiento a este precepto legal, se observará lo señalado en NOM-080-SEMARNAT 1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 y se implementarán medidas tales como: Uso de maquinaria y equipos de forma responsable y únicamente cuando la actividad así lo amerite; Uso de equipo de seguridad por personal expuesto a ruido que incluya tapones auditivos; Los vehículos automotores deberán reducir o eliminar el uso de claxon, sirenas o equipos que generen ruido adicional e Implementación de un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados de la obra.

PÚBLICA

III.6 NORMAS OFICIALES MEXICANAS[33]

De conformidad con la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN) una norma oficial mexicana (NOM) es: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece 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.

En tal sentido, se vinculan las Normas Oficiales Mexicanas que son aplicables al Proyecto.

PÚBLICA

Tabla III. 29. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Agua	
NOM-001-SEMARNAT-2021 Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación.	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción del Proyecto, se prevé que las aguas residuales generadas provenientes de los sanitarios portátiles sean recolectadas y manejadas por una empresa autorizada y especialista en la materia, quien será responsable de su descarga en los sitios autorizados. En la etapa de operación de igual forma las aguas sanitarias residuales serán conducidas a un sistema de captación para su posterior recolección por una empresa contratista para tal actividad que cuente con las autorizaciones vigentes en la materia, quien se encargará de su correspondiente tratamiento y descarga adecuada en conformidad con esta Norma. Por lo tanto, se da cumplimiento a lo señalado en esta Norma oficial mexicana.
Aire	
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El Proyecto se vincula con la norma en cita, en materia de emisiones a la atmósfera principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, con la utilización de la maquinaria, equipo y vehículos base gasolina, los cuales serán sujetos a acciones de mantenimiento preventivo a fin de que operen en óptimas condiciones, evitando con ello rebasar los límites establecidos en los parámetros de emisión de gases, dando así cumplimiento a esta norma oficial.

[33] Normas Oficiales Mexicanas. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Consultadas en la página de internet: https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/biblioteca/nom.html

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	En las etapas de preparación del sitio y construcción se utilizarán vehículos base diésel. Dichos vehículos o en su caso equipos se sujetarán a un mantenimiento preventivo para que operen en condiciones óptimas cumpliendo los límites máximos permisibles establecidos en la presente norma.
Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante las diferentes etapas del Proyecto se generarán residuos peligrosos. Se identifica la posible generación de residuos peligrosos como trapos con aceites, estopas, sobrantes de pinturas, solventes, filtros de aceite, etc. Estos residuos serán manejados conforme lo establece la LGPGIR y su reglamento como se observó en numerales anteriores. Las medidas y acciones ambientales para el manejo adecuado de estos residuos se encuentran descritas en la presente MIA-R.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	Se dará cabal seguimiento de la presente norma en cuanto al manejo interno se refiere. Para ello se identificarán e impedirá la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales con el fin de evitar su contaminación y reacción química. Esto reducirá el riesgo de generar efectos en la salud, el ambiente o los recursos naturales.
NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo	Dadas las características del Proyecto, se estima la generación de residuos de manejo especial clasificados en esta norma como derivados de la construcción en una obra en una cantidad mayor a 80 m3, los cuales estarán sujetos al Plan de Manejo que se formulará de acuerdo con el procedimiento, elementos y especificaciones que de esta norma y demás disposiciones resulten aplicables. Cabe señalar que dicho Plan de Manejo se presentará en el momento oportuno a evaluación y aprobación de la autoridad que resulte competente.
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Esta norma se vincula con el Proyecto particularmente en la etapa de preparación y construcción, debido a la utilización de vehículos, maquinaria y equipo. Dichos equipos se mantendrán en condiciones óptimas para su operación, dando cumplimiento a los límites de emisión establecidos en la presente norma.
Suelo	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la	En todas las etapas del Proyecto se aplicarán medidas para prevenir la contaminación del suelo, no obstante, en caso de ocurrir un incidente en el que se contamine el suelo con hidrocarburos, se

PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
caracterización y especificaciones para la remediación.	observará la presente norma, así como lo establecido en la materia en la LGPGIR y en su reglamento para llevar a cabo la caracterización y remediación correspondiente.
Flora y Fauna	
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.	Se implementará acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, el Programa de reubicación de las especies de flora que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat y el Programa de Reforestación, los cuales contemplan acciones que permitirán evitar o en su caso minimizar los efectos negativos sobre la vida silvestre, enfocado a las especies identificadas en campo y que se encuentran enlistadas en alguna categoría de Protección de la NOM-059-SEMARNAT las cuales se detallan en el apartado correspondiente de esta MIA-R.

III.7 Convenios, Acuerdos y Tratados Internacionales

III.7.1. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas[34]

México asume el compromiso como parte contratante de la Convención de RAMSAR, tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Los humedales son definidos por este Tratado internacional como extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. México, por su parte, determina que estos humedales representan ecosistemas estratégicos y de gran importancia para su conservación y el bienestar de las comunidades humanas, por lo que es necesario la implementación de acciones que aseguren el mantenimiento de sus características ecológicas.

Como resultado del Inventario Nacional de Humedales se determinó que en México existen 6,464 complejos de humedales, que cubren alrededor del cinco por ciento de la superficie del territorio nacional, información fundamental para las políticas públicas vinculadas al manejo sustentable de los distintos sistemas. Sin embargo, sólo 144 sitios con una superficie de 8, 721,911 hectáreas, que han sido asignados como Humedales de Importancia Internacional, figurando en la Lista de Sitios RAMSAR.

A continuación, se detallan los sitios RAMSAR, decretados en el Estado de Sonora:

[34] Annotated List of Wetlands of International Importance, Ramsar Sites Information Service. Consultado en la página de internet: https://rsis.ramsar.org/sites/default/files/rsiswp_search/exports/Ramsar-Sites-annotated-summary-Mexico.pdf

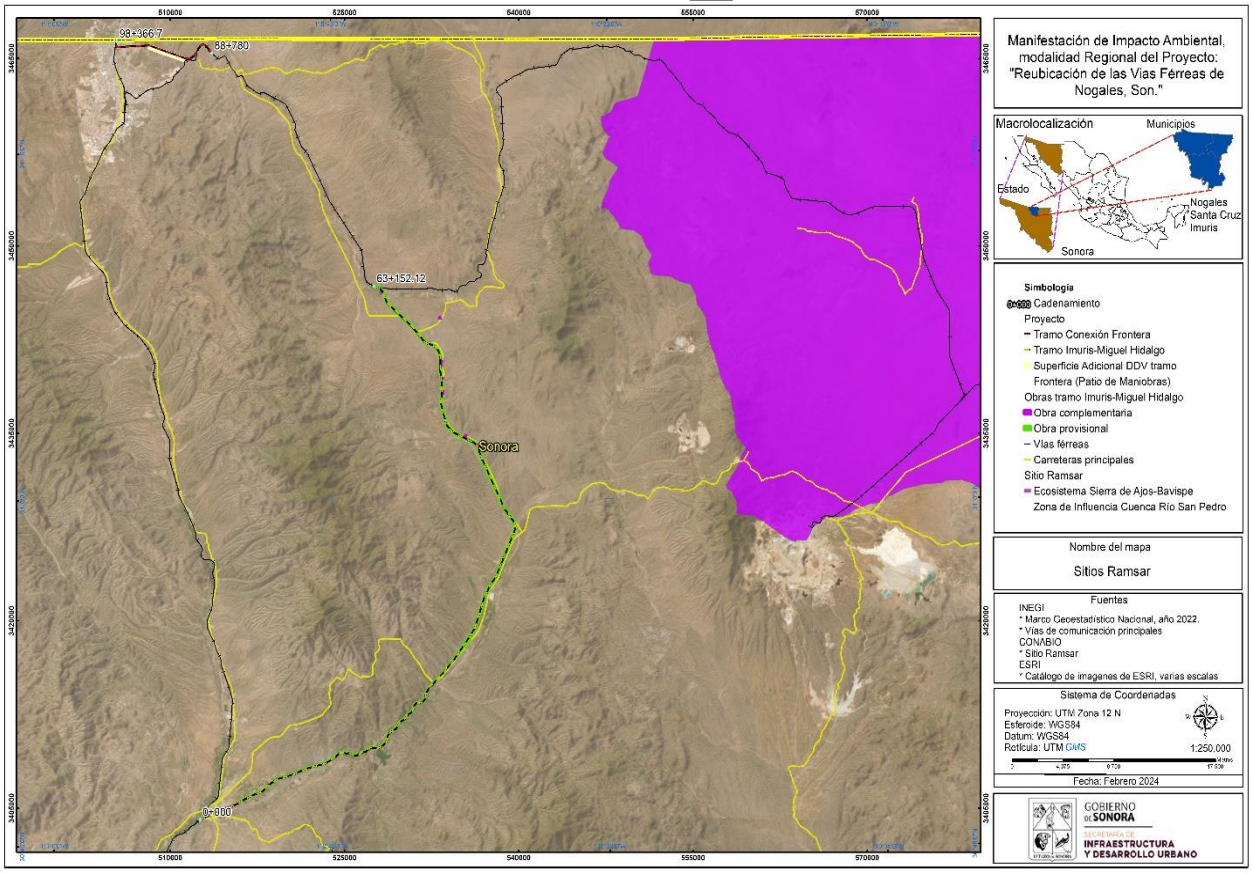
CONSULTA PÚBLICA

Tabla III. 30. Sitios Ramsar decretados en el Estado de Sonora

Nombre	Superficie (ha)
Agua Dulce	39
Canal del Infiernillo y esteros del territorio Comcaac	29,700
Complejo Lagunar Bahía Guásimas – Estero Lobos	135,197.5
Ecosistema Ajos-Bavispe, zona de influencia Cuenca Río San Pedro	182,623
Ecosistema Arroyo Verde APFF Sierra de Álamos Río Cuchujaqui	174.1
Estero El Soldado	349.9
Humedales de Bahía Adair	42,429.8
Humedales de Bahía San Jorge	12,197.8
Humedales de la Laguna La Cruz	6,665.2
Humedales del Delta del Río Colorado (Baja California, Sonora)	250,000
Humedales de Yavaros-Moroncarit	13,627.2
Isla San Pedro Mártir	30,165
Sistema de Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado (Baja California, Sonora)	127,614
Sistema Lagunar Agiabampo - Bacorehuis - Río Fuerte Antiguo	90,804.4

PÚBLICA

Como se puede observar en el siguiente mapa, el Proyecto no incide en ningún sitio RAMSAR decretado en el Estado de Sonora, por tanto, no tendrá efecto adverso alguno sobre estos sitios.



Mapa III. 10. Ubicación del Proyecto con respecto de los Sitios RAMSAR

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO[35]

La presente Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por México el 13 de junio de 1992 y México firmó la Convención el 13 de junio de 1992 y la ratificó ante la ONU, tras la aprobación unánime de la Cámara de Senadores, el 11 de marzo de 1993. Tiene por objeto lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. 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.

Los países en desarrollo como es el caso de México se conocen como países no Anexo I y no tiene compromisos cuantitativos de reducción de emisiones, no obstante comparten los compromisos aplicables a todas las partes de la convención, entre los que figuran actividades de planeación, implementación de acciones y educación y difusión del conocimiento, por ello, los compromisos adoptados por México para dar cumplimiento a esta Convención se encuentran la elaboración de documentos de planeación a nivel nacional y estatal, y la elaboración de las comunicaciones nacionales de México con sus respectivos inventarios de emisiones.

Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto compromete a los países industrializados a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global, estableciendo una serie de mecanismo de mercado como: Comercio de Derechos de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL). México tiene el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL, mismos que se han desarrollado en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros.

Vinculación

El Proyecto que nos ocupa tendrá un gran beneficio al impulsar el flujo de mercancía y materiales haciendo una interconexión comercial a nivel internacional y de desarrollo Regional como Nacional, pero, además, al utilizar un sistema ferroviario como medio de transporte, se reducirá tanto el tiempo de traslado de la mercancía como la mejorar en la calidad de vida de las poblaciones aledañas, al ser alejado de los centros de población y operando con bajos índices de emisiones a la atmósfera. En cuanto a las etapas de preparación de sitio y construcción se estima implementar acciones y medidas ambientales como el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, maquinaria y equipo para evitar que se rebase los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera establecidos en las normas oficiales mexicanas

[35] Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Consultada en la página de internet: https://cambioclimatico.gob.mx/convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico/#:~:text=La%20Convenci%C3%B3n%20Marco%20de%20las,y%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico.

CONSULTA PÚBLICA

aplicables. Por lo anterior, se considera que el Proyecto se alinea al compromiso de México de reducir las emisiones gases de efecto invernadero dando así cumplimiento a lo señalado en esta CMNUCC y su protocolo.

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES (CITES)[36]

La Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos miembros de la Convención, el cual regula la exportación, reexportación e importación de especies, así como la introducción procedente del mar de especímenes de animales y plantas enlistadas en alguno de sus tres Apéndices.

Los criterios de conservación y protección bajo los cuales la CITES reglamentan el comercio, se refleja en los tres apéndices siguientes de su documentación interna:

- Apéndice I. Especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido y sólo se permite bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II. Especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que pueden llegar a estarlo si su comercio no se regula de manera estricta.
- Apéndice III. Especies que están protegidas por la legislación de un país en particular, y es necesaria la cooperación de otros países participantes a fin de prevenir o restringir su explotación.

De los trabajos de campo en el Área del Proyecto se identificó las especies de Ocelote (*Leopardus pardalis*) y Jaguar (*Phantera onca*) incluidas en el Apéndice I, así como las especies de Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*) y el Oso Negro Americano (*Ursus americanus*) los cuales se encuentra incluida en el Apéndice II.

ara poder proteger y conservar las especies incluidas en alguno de los Apéndices de la CITES, se contempla la aplicación de las medidas de mitigación y prevención que a continuación se enlistas y que pueden consultarse de forma amplia en el Capítulo VI de esta MIA-R:

Programas y Estudios Ambientales:

- Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre
- Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reúso en Obra.

[36] Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), Adoptada el 3 de marzo de 1973 (Washington, E.U.A.), entró en vigor el 1° de julio de 1975 y México se adhirió el 2 de julio de 1991. Consultada en la página de internet: https://cites.org/esp/disc/org.php

CONSULTA PÚBLICA

- Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación.
- Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto.
- Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental
- Estudio Técnico Económico
- Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas

Medidas de Control, Prevención y Buenas Prácticas Ambientales

- Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra.
- Implementación de diversos procedimientos que incluyan:
  - El manejo integral de los Residuos (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos).
  - Seguridad e Higiene en el trabajo (incluye implementación del Programa de Contingencias y Protección Civil).
  - Ahorro de recursos y energía.
  - Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames).
  - Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados.
  - Reglamento Interno de Protección Ambiental.
- Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto.
- Instalación de servicios sanitarios adecuados.
- Rehabilitación de sitios usados de forma provisional.
- Supervisión ambiental de obra.

Acciones para el Seguimiento y Aplicación de las Medidas de Mitigación

- Plan de Manejo y Vigilancia Ambiental.

Vinculación

En este sentido, con la implementación de cada una de las medidas y acciones ambientales se garantiza la protección y conservación de las especies de fauna que fueron identificadas y que se encuentran incluidas en los Apéndices de esta Convención, además de ello, se resalta que en ningún momento se contempla la extracción, aprovechamiento, ni el comercio de tales especies, por lo que no se contraviene a lo adoptado en este acuerdo internacional.

CONSULTA PÚBLICA

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

CONSULTA PÚBLICA

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CAPÍTULO IV

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

CONSULTA PÚBLICA

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 14
IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 15
IV.1.1 Delimitación de la región de estudio 15
IV.1.1.1 Criterios de delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 16
IV.1.1.2 Límites definitivos del Sistema Ambiental Regional (SAR) 32
IV.1.1.3 Delimitación del Área de Influencia (AI) 37
IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR) 39
IV.2.1 Medio abiótico 39
IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 40
IV.2.1.1.1 Tipos de clima 40
IV.2.1.1.2 Parámetros meteorológicos 41
IV.2.1.1.3 Fenómenos meteorológicos 44
IV.2.1.1.4 Cambio climático 46
IV.2.1.1.5 Calidad del aire 47
IV.2.1.2 Geología y Geomorfología 47
Geología 47
Geomorfología 53
IV.2.1.3 Edafología 62
IV.2.1.3.1 Tipos de suelo 62
IV.2.1.3.2 Estado de conservación del suelo 64
IV.1.1.4 Unidades de paisaje 71
IV.1.1.5 Hidrología 73
IV.1.1.5.1 Hidrología superficial 73

Cambio climático 100
IV.1.1.5.2 Hidrología subterránea 103
Acuífero Nogales 104
Acuífero Alisos 106
Acuífero Santa cruz 107
Acuífero Cocóspera 109
IV.2.2 Medio biótico 120
IV.2.2.1 Vegetación 120
IV.3.2.1.1 Caracterización de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR) .. 120
IV.3.2.1.2 Caracterización de la vegetación en el Área de Influencia (AI) y Área de Proyecto (AP) 133
IV.2.2.2 Fauna 185
Vertebrados silvestres 185
Invertebrados 232
IV.2.4 Análisis Retrospectivo del Sistema Ambiental Regional 234
IV.2.3 Medio socioeconómico 242
IV.2.3.1 Delimitación del área de estudio 242
IV.3.3.2 Antecedentes históricos 244
IV.3.3.3 Descripción socioeconómica de la población en el área de influencia del proyecto. 249
IV.3.3.4 Infraestructura 258
IV.3.3.5 Usos de suelo 259
IV.3.3.6 Actividades productivas 260
III.3.5. Paisaje 261
IV.2.4 Paisaje 265
IV.2.4.1 Calidad Paisajística 269
IV.2.4.2 Fragilidad 272
IV.2.4.2.1. Fragilidad del medio físico 273
IV.2.4.2.2 Fragilidad del medio biológico 278
IV.3 Diagnóstico Ambiental 283
Escenario de referencia vs emisiones futuras 284
Diagnóstico Ambiental Regional 296
IV.3.1. Descripción detallada de los componentes del sistema ambiental regional con base en indicadores 297

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional 302

Construcción de escenarios futuros 307

Resultados de la calidad ambiental actual en el escenario actual de acuerdo con los polígonos de las Unidades de Paisaje 308

Resultados de la calidad ambiental a corto plazo en el escenario actual de acuerdo con los polígonos delimitados 309

Resultados de la calidad ambiental a mediano plazo en el escenario actual de acuerdo con los polígonos delimitados 310

Resultados de la calidad ambiental a largo plazo en el escenario actual de acuerdo con los polígonos delimitados 311

IV.3.3. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SAR 313

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Resumen de las características de los componentes ambientales del SAR. 34
Tabla IV. 2. Superficie ocupada por tipo de clima en el SAR, el AI y el AP. 40
Tabla IV. 3. Parámetros meteorológicos de las estaciones 26115, 26045, 26262, 26259, 26062 y 26164. 42
Tabla IV. 4. Tipos de roca con presencia de PRM. Fuente: Elaboración propia. 53
Tabla IV. 5. Superficie ocupada por tipo de suelo en el SAR, el AI y el AP. 63
Tabla IV. 6. Superficie ocupada por tipo de degradación del suelo en el SAR, el AI y el AP. 65
Tabla IV. 7. Descripción de perfiles de suelo en el SAR, el AI y el AP. 66
Tabla IV. 8. Fotografías de perfiles de suelo en el SAR, el AI y el AP. 68
Tabla IV. 9. Coordenadas de perfiles de suelo analizados en el SAR, el AI y el AP. 70
Tabla IV. 10. Superficie ocupada por tipo de degradación del suelo en el SAR, el AI y el AP. 72
Tabla IV. 11. Valores de precipitación para diferentes periodos de retorno estación Imuris. 92
Tabla IV. 12. Uso de suelo y vegetación en la superficie del SAR. 121
Tabla IV. 13. Usos de suelo y tipo de vegetación estimados en el proyecto. 133
Tabla IV. 14 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo. 135
Tabla IV. 15. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación MKX del AI. 138
Tabla IV. 16. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación MKX del AI. 139
Tabla IV. 17. Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MKX del AI. 139
Tabla IV. 18 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MKX del AI. 140
Tabla IV. 19. Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MKX del AI. 141
Tabla IV. 20. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación MKX del AI. 141

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 21. Índices de diversidad del estrato herbáceo presentes en la vegetación MKX del AI. 141
Tabla IV. 22. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BG del AI. 142
Tabla IV. 23. Índices de diversidad del estrato arbóreo presentes en la vegetación BG del AI. 142
Tabla IV. 24. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BG del AI. 143
Tabla IV. 25. Índices de diversidad del estrato arbustivo presentes en la vegetación BG del AI. 143
Tabla IV. 26. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de BG del AI. 144
Tabla IV. 27. Índices de diversidad del estrato arbustivo presentes en la vegetación BG del AI. 145
Tabla IV. 28. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BQ del AI. 145
Tabla IV. 29. Índices de diversidad del estrato arbóreo presentes en la vegetación BQ del AI. 145
Tabla IV. 30. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BQ del AI. 146
Tabla IV. 31. Índices de diversidad del estrato arbustivo presentes en la vegetación BQ del AI. 147
Tabla IV. 32. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de BQ del AI. 147
Tabla IV. 33. Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación BQ del AI. 148
Tabla IV. 34. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presentes en la vegetación de BQ del AI. 149
Tabla IV. 35 Índices de diversidad del estrato herbáceo presentes en la vegetación BQ del AI. 149
Tabla IV. 36 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de PN del AI. 149
Tabla IV. 37 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de PN del AI. 150
Tabla IV. 38 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de PN del AI. 151
Tabla IV. 39 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación BQ del AI. 151
Tabla IV. 40 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de PN del AI. 152
Tabla IV. 41 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación BQ del AI.152
Tabla IV. 42 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MK del AI. 152
Tabla IV. 43 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación MK del AI...153

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 44 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MK del AI. 154
Tabla IV. 45 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MK del AI. 154
Tabla IV. 46 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MK del AI. 155
Tabla IV. 47 Índices de diversidad en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MK del AI. 155
Tabla IV. 48 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MK del AI. 156
Tabla IV. 49 Índices de diversidad en el estrato herbáceo presentes en la vegetación MK del AI. 156
Tabla IV. 50 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MDM del AI. 157
Tabla IV. 51 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MDM del AI. 157
Tabla IV. 52 Índices de diversidad en el estrato arbustivo presente en la vegetación MDM del AI. 158
Tabla IV. 53 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MDM del AI. 159
Tabla IV. 54 Índices de diversidad en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MDM del AI. 159
Tabla IV. 55 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MDM del AI. 160
Tabla IV. 56 Índices de diversidad en el estrato herbáceo presente en la vegetación MDM del AI. 161
Tabla IV. 57 Lista de especies resgitradas en el AI que se encuentran enlistadas en los apéndices de CITES y IUCN. 161
Tabla IV. 58 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MKX del AP. 162
Tabla IV. 59 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MKX del AP. 163
Tabla IV. 60 Índices de diversidad en el estrato arbustivo presente en la vegetación MKX del AP. 164
Tabla IV. 61 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MKX del AP. 164
Tabla IV. 62 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MKX del AP. 164
Tabla IV. 63 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MKX del AP. 165
Tabla IV. 64 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación MKX del AP. 165
Tabla IV. 65 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BG del AP. 166
Tabla IV. 66 Tabla IV. 67 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación BG del AP. 166

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 68 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BG del AP. 167
Tabla IV. 69 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación BG del AP. 167
Tabla IV. 70 Abundancia e índice de Shannon-Wiener del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de BG del AP. 168
Tabla IV. 71 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de BG del AP. 168
Tabla IV. 72 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BQ del AP. 169
Tabla IV. 73 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación BQ del AP. 169
Tabla IV. 74 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BQ del AP. 170
Tabla IV. 75 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación BQ del AP. 170
Tabla IV. 76 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de BQ del AP. 171
Tabla IV. 77 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación BQ del AP. 171
Tabla IV. 78 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de BQ del AP. 172
Tabla IV. 79 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación BQ del AP. 172
Tabla IV. 80 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de PN del AP.....173
Tabla IV. 81 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de PN del AP.....173
Tabla IV. 82 Abundancia e índice de Shannon-Wiener del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de PN del AP. 173
Tabla IV. 83 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación PN del AP.....174
Tabla IV. 84 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de PN del AP.....174
Tabla IV. 85 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación PN del AP. 174
Tabla IV. 86 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MK del AP. 175
Tabla IV. 87 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación MK del AP. 175
Tabla IV. 88 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MK del AP. 176
Tabla IV. 89 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MK del AP. 177
Tabla IV. 90 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MK del AP. 177
Tabla IV. 91 Índices de diversidad del el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MK del AP. 178

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 92 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MK del AP. 178
Tabla IV. 93 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación MK del AP. 179
Tabla IV. 94 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MDM del AP. 179
Tabla IV. 95 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MDM del AP. 180
Tabla IV. 96 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MDM del AP. 181
Tabla IV. 97 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MDM del AP. 182
Tabla IV. 98 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MDM del AP. 182
Tabla IV. 99 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación MDM del AP. 183
Tabla IV. 100 Lista de especies registradas en el AI que se encuentran enlistadas en los apéndices de CITES y IUCN. 185
Tabla IV. 101. Especies de fauna silvestre registradas a través de la activación de las cámaras trampa. 201
Tabla IV. 102. Distribución de las especies con algún tipo de estatus, a lo largo del Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental Regional (SAR). 206
Tabla IV. 103. Distribución de las especies registradas en campo a nivel de AP, AI y SAR según su tipo de distribución. 210
Tabla IV. 104. Especies de vertebrados registrados en campo que se encuentran en alguna categoría de conservación de acuerdo la IUCN. 211
Tabla IV. 105. Número de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad para los diferentes grupos de vertebrados silvestres muestreados a nivel de SAR, AI y AP. 216
Tabla IV. 106. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el tipo de vegetación de Agricultura de riego anual y semipermanente a nivel de AP. 218
Tabla IV. 107. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Matorral desértico micrófilo a nivel de AP. 219
Tabla IV. 108. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Pastizal natural a nivel de AP. 220
Tabla IV. 109. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para la Vegetación secundaria arbustiva de pastizal a nivel de AP. 221
Tabla IV. 110. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Bosque de mezquite a nivel de AP. 223
Tabla IV. 111. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el tipo de vegetación de Agricultura de riego anual a nivel de AP. 224

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 112. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para la Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino a nivel de AP. 225
Tabla IV. 113. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Pastizal cultivado a nivel de AP. 226
Tabla IV. 114. Características y registros de luciérnagas previos en los sitios de colecta dentro del Rancho Aribabi. 233
Tabla IV. 115. Ponderación de importancia de áreas de biodiversidad (Oliveira et al., 2019) .. 236
Tabla IV. 116. Ponderación para evaluar la integridad ecosistémica del Sistema Ambiental de Referencia 240
Tabla IV. 117. Localidades con mayor población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020. 250
Tabla IV. 118. Características económicas de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020. 251
Tabla IV. 119. Disponibilidad de bienes, servicios y acceso a las TICS. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 251
Tabla IV. 120. Escolaridad de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 251
Tabla IV. 121. Afiliación a servicios de salud. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 252
Tabla IV. 122. Discapacidad en la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 252
Tabla IV. 123. Localidades con mayor población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 253
Tabla IV. 124. Características económicas de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 254
Tabla IV. 125. Disponibilidad de bienes, servicios y acceso a las TICS. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 254
Tabla IV. 126. Escolaridad de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 254
Tabla IV. 127. Afiliación a servicios de salud. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 255
Tabla IV. 128. Discapacidad en la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 255
Tabla IV. 129. Localidades con mayor población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 256
Tabla IV. 130. Características económicas de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 257
Tabla IV. 131. Disponibilidad de bienes, servicios y acceso a las TICS. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 257
Tabla IV. 132. Escolaridad de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 257
Tabla IV. 133. Afiliación a servicios de salud. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 258

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 134. Discapacidad en la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 258
Tabla IV. 135. Clases de calidad. 268
Tabla IV. 136. Calidad ambiental en el SAR del Proyecto. 270
Tabla IV. 137. Calidad ambiental en el SAR del Proyecto. 273
Tabla IV. 138. Factores de Fragilidad Física 274
Tabla IV. 139. Escalas de fragilidad física. 275
Tabla IV. 140. Fragilidad física el SAR del Proyecto. 275
Tabla IV. 141. Variables indicadoras y escala de valores para el medio biológico. 279
Tabla IV. 142. Escala de valoración para la fragilidad del medio biológico. 280
Tabla IV. 143. Fragilidad biológica por comunidad vegetal en el AI y el AP. 280
Tabla IV. 144. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV. 281
Tabla IV. 145. Evaluación de la capacidad de absorción visual en el Área del Proyecto. 282
Tabla IV. 146. Capacidad de absorción visual del paisaje en el Área del Proyecto. 282
Tabla IV. 147. Resumen de los tipos de vegetación y usos de suelo por unidad de paisaje en el SAR de Estudio. 300
Tabla IV. 148. Calificación de la calidad ambiental en el escenario actual (sin proyecto). 306
Tabla IV. 149. Proyección de la Población a corto, mediano y largo plazo. 313

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa IV. 1 Ubicación del Proyecto con respecto a ecorregiones terrestres. 18
Mapa IV. 2 Ubicación del Proyecto con respecto a provincias fisiográficas. 20
Mapa IV. 3 Geología en la región donde se emplaza el Proyecto. 22
Mapa IV. 4 Hidrología en la región donde se emplaza el Proyecto. 24
Mapa IV. 5 Geomorfología en la región donde se emplaza el Proyecto. 25
Mapa IV. 6 Edafología en la región donde se emplaza el Proyecto. 27
Mapa IV. 7 Unidades de paisaje en la región donde se emplaza el Proyecto. 29
Mapa IV. 8 Vegetación y usos de suelo en la región donde se emplaza el Proyecto. 30
Mapa IV. 9 Microcuencas hidrográficas en la región donde se emplaza el Proyecto. 32
Mapa IV. 10 Sistema Ambienta Regional. 37
Mapa IV. 11 Área de Influencia. 39
Mapa IV. 12 Tipos del clima en el SAR, el AI y el AP. 41
Mapa IV. 13. Escalas de trabajo: SAR y Cuenca de influencia morfohidrológica. 48
Mapa IV. 14. Geología del SAR. 49
Mapa IV. 15. Geología en Microcuencas. 51
Mapa IV. 16. Geomorfología del SAR. 54
Mapa IV. 17. Geomorfología en la Cuenca de influencia morfohidrológica. 55
Mapa IV. 18. Mapa de susceptibilidad a PRM. 58
Mapa IV. 19 Tipos del suelo en el SAR, el AI y el AP. 64
Mapa IV. 20 Tipos de degradación del suelo en el SAR, el AI y el AP. 65
Mapa IV. 21 Sitios de muestreo de suelos en el SAR, el AI y el AP. 71
Mapa IV. 22 Tipos de paisaje en el SAR, el AI y el AP. 73
Mapa IV. 23. Ubicación del SAR en la región hidrológica administrativa II. 75

CONSULTA PÚBLICA

Mapa IV. 24. Ubicación de las regiones hidrológicas del SAR. 77
Mapa IV. 25. Ubicación de las cuencas principales dentro del SAR. 80
Mapa IV. 26. Ubicación de la cuenca Arroyo Nogales. 81
Mapa IV. 27. Ubicación de la cuenca Río Santa Cruz. 82
Mapa IV. 28. Cadenamientos sobre la cuenca Santa Cruz. 83
Mapa IV. 29. Ubicación de las microcuencas dentro del SAR. 89
Mapa IV. 30. Ubicación de las estaciones climatológicas. 90
Mapa IV. 31. Ubicación de los drenajes estudiados. 96
Mapa IV. 32. Acuíferos localizados dentro del SAR. 104
Mapa IV. 33. Extensión del acuífero de Nogales. 105
Mapa IV. 34. Extensión del acuífero Santa Cruz. 108
Mapa IV. 35. Ubicación de las muestras. 116
Mapa IV. 36. Uso de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional. 120
Mapa IV. 37. Ubicación de los 58 sitios de muestreo, en color rosa y naranja se marca la superficie de 400 m^2. 137
Mapa IV. 38. Ubicación del corredor de Islas de Cielo entre la Sierra Azul y Sierra Pinito con respecto al Área del Proyecto. 195
Mapa IV. 39. Corredores del Oso Negro Americano (*Ursus americanus*) identificados a nivel de SAR. 196
Mapa IV. 40. Corredores del Ocelote (*Leopardus pardalis*) identificados a nivel de SAR. 197
Mapa IV. 41. Corredores del Jaguar (*Phantera onca*) identificados a nivel de SAR. 198
Mapa IV. 42. Corredores del Puma (*Puma concolor*) identificados a nivel de SAR. 199
Mapa IV. 43. Corredores del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) identificados a nivel de SAR. 200
Mapa IV. 44. (A) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa. 202
Mapa IV. 45. (B) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa. 203
Mapa IV. 46. (C) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa. 204
Mapa IV. 47. D) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa. 205
Mapa IV. 48. Polígono de una posible distribución de la población de luciérnagas presentes dentro del Rancho Aribabi. Línea azul =trazo del tren, punto verde y rosa = punto de colecta. 233
Mapa IV. 49. Mapa de Importancia faunística y representación gráfica de los valores de riqueza de especies y endemismo, para las especies en general y los registros NOM-059-SEMARNAT-2010. 237
Mapa IV. 50. Mapa de Importancia florística y representación gráfica de los valores de riqueza de especies y endemismo, para las especies en general y los registros Nom-059 238
Mapa IV. 51. Mapa del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado. 239
Mapa IV. 52. Mapa de Integridad Ecosistémica del Sistema Ambiental de Referencia 241
Mapa IV. 53. Mapa de Integridad Ecosistémica Acotado a la Cuenca de Influencia Morfohidrológica. 242
Mapa IV. 54. Ubicación del Proyecto 243
Mapa IV. 55 Calidad ambiental en el SAR, el AI y el AP. 272
Mapa IV. 56 Fragilidad física en el SAR, el AI y el AP. 278
Mapa IV. 57. Mapa de cambios de temperatura mínima del periodo de 2040-2060 ssp585. 285
Mapa IV. 58. Mapa de cambios de temperatura máxima del periodo de 2040-2060 ssp585. 288
Mapa IV. 59. Mapa de precipitación del periodo de 1980-2009. 292

CONSULTA PÚBLICA

Mapa IV. 60. Mapa de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp370 293
Mapa IV. 61. Mapa de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp585 294
Mapa IV. 62. Mapa de cambios de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp370 295
Mapa IV. 63. Mapa de cambios de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp585 296

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1 Límite norte del SAR. 33
Figura IV. 2 Límite sur del SAR. 33
Figura IV. 3 Límite este del SAR. 34
Figura IV. 4 Límite oste del SAR. 34
Figura IV. 5 Gráfico de temperatura y precipitación en el SAR, el AI y el AP. 42
Figura IV. 6 Diagrama de velocidad y rosa de vientos de la estación meteorológica Nogales. 44
Figura IV. 7. Ubicación general del Proyecto (SEMANART,2010). 74
Figura IV. 8. Ubicación de las regiones hidrológicas del SAR (SEMANART,2010). 76
Figura IV. 9. Precipitación promedio mensual en cada estación. 91
Figura IV. 10. Periodos de retorno estación Ímuris. 92
Figura IV. 11. Diagrama que explica el escurrimiento (Chow, 1964 en Maderey Rascon, L. E., & Román, J., 2005). 93
Figura IV. 12. Perfiles de elevación de los drenajes aguas arriba cercanos a la presa Comaquito. 97
Figura IV. 13. Perfiles de elevación de los drenajes sobre el Arroyo Cocóspera. 98
Figura IV. 14. Perfiles de elevación de los drenajes sobre el Arroyo Cocóspera. 99
Figura IV. 15. Perfiles de elevación de los drenajes sobre el Arroyo Cocóspera. 99
Figura IV. 16. Variación de la temperatura promedio. 100
Figura IV. 17. Variación de la temperatura máxima. 101
Figura IV. 18. Variación de la temperatura mínima. 101
Figura IV. 19. Tendencia de la temperatura promedio. 102
Figura IV. 20. Eventos de precipitación diaria a partir de 1984. 103
Figura IV. 21. Sección hidrogeológica esquemática (tomada CONAGUA 2010a) 107
Figura IV. 22. Diagrama de Piper para las muestras en la zona de estudio, donde se observa el corrimiento de los resultados de la química de las muestras hacia la zona bicarbonatada – cálcica. 117
Figura IV. 23. Diagrama Schoeller para las muestras en la zona de estudio, donde se observan los resultados de la química de las muestras hacia la zona bicarbonatada y cálcica. 118
Figura IV. 24. Diagrama de Gibbs para las muestras en la zona de estudio. 119
Figura IV. 25. Diagrama de Mifflin para las muestras en la zona de estudio. 119
Figura IV. 26. Esquema representativo de los sitios de muestreo. 135
Figura IV. 27 Riqueza específica (S) y abundancia (N) presentes en los diferentes estratos agrupados de acuerdo con el tipo de vegetación registrada en campo para el AP. 184
Figura IV. 28. Comparación del número de especies de vertebrados terrestres en el estado de Sonora y los de presencia potencial en el Área de Influencia del Proyecto. 186
Figura IV. 29. Número de especies de vertebrados terrestres con algún estatus de protección de presencia potencial en el Área de Influencia del proyecto. 186

CONSULTA PÚBLICA

Figura IV. 30. Riqueza de faunística con presencia potencial en el SAR de acuerdo con órdenes, familias y especies. 187
Figura IV. 31. Número de especies de vertebrados terrestres endémicas y en alguna categoría de conservación según la IUCN y CITES presencia potencial en el Área de Influencia del proyecto. 189
Figura IV. 32. Número de especies, familias y ordenes de vertebrados silvestres registrados en el AP, AI y SAR del Proyecto 201
Figura IV. 33. Especies de vertebrados terrestres registradas durante los trabajos de campo catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 206
Figura IV. 34. Categorización de las abundancias para el grupo de la herpetofauna a nivel de SAR, AI y AP. 213
Figura IV. 35. Categorización de las abundancias para el grupo de las aves a nivel de SAR, AI y AP. 214
Figura IV. 36. Categorización de las abundancias para el grupo de los mamíferos a nivel de SAR, AI y AP. 214
Figura IV. 37. Curvas de acumulación de especies de los anfibios registradas a nivel de SAR, AI y AP. 229
Figura IV. 38. Curvas de acumulación de especies de los reptiles registradas a nivel de SAR, AI y AP. 230
Figura IV. 39. Curvas de acumulación de especies de las aves registradas a nivel de SAR, AI y AP. 231
Figura IV. 40. Curvas de acumulación de especies de los mamíferos registradas a nivel de SAR, AI y AP. 231
Figura IV. 41. Composición de la población. 250
Figura IV. 42. Composición de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 253
Figura IV. 43. Composición de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020 256
Figura IV. 44. Tendencia del Promedio de Temperatura Mínima 286
Figura IV. 45. Tendencia del Promedio de Temperatura Máxima. 289
Figura IV. 46. Tendencia del Promedio de Precipitación. 290
Figura IV. 47. Unidades de Paisaje en el SAR del Proyecto a las que se aplicó el análisis de calidad ambiental. 303
Figura IV. 48. Tendencia de la evolución de la calidad ambiental en las Unidades de Paisaje evaluadas en el SAR y Área del Proyecto pero bajo un ESCENARIO ACTUAL- SIN PROYECTO. 312

ÍNDICE DE FOTOS

Foto IV. 1. Procesos de remoción en masa localizados en campo dentro del acuífero Cocóspera 57
Foto IV. 2. Susceptibilidad baja a PRM (N30°57'10.18"; W110°35'43.16"). 59
Foto IV. 3. Susceptibilidad media a PRM (N31°7'50.85"; W110°41'3.11"). 60
Foto IV. 4. Susceptibilidad alta a PRM (N30°48'59.86"; W110°44'21.58"). 61
Foto IV. 5. Susceptibilidad alta a PRM (N30°50'31.84"; W110°40'55.05") 61

CONSULTA PÚBLICA

Foto IV. 6. Afluente del Arroyo Nogales. 84
Foto IV. 7. Evidencia de puntos de contaminación producidos por caídas de basura y aceite en cauces de agua superficial. 85
Foto IV. 8. Cauce principal del río Santa Cruz, cerca del inicio del tramo Ímuris-Hidalgo. 86
Foto IV. 9. Cauce principal del Arroyo Cocóspera, cerca de la presa. 88
Foto IV. 10. Drenaje característico de la zona cercano a la presa Comaquito cerca del cadenamiento 18+000. 97
Foto IV. 11. Surgencia de agua en el cauce del río Cocóspera. 111
Foto IV. 12. Medición por vadeo. 112
Foto IV. 13. Medición del ancho del cauce 113
Foto IV. 14. Vista panorámica de la vegetación MKX donde se observa ejemplares de ocotillo (*F. splendens*) 140
Foto IV. 15 Vista panorámica de la vegetación BG, se observa ejemplares de álamo (*P. fremontii*). 143
Foto IV. 16. Vista panorámicade la vegetación BQ, se observan ejemplares de mezquite (*N. laevigata*) y encinos. 146
Foto IV. 17 Lechuguilla (*A. palmeri*) especie endémica registrada en la vegetación BQ. 148
Foto IV. 18 Vista panorámica de la vegetación PN, se observa los diferentes estratos que lo componen y en el fondo se observa los mezquites (*N. laevigata*). 150
Foto IV. 19 Vista panorámica de lavegetación MK, se observa la dominancia de mezquite *(N. laevigata*) 153
Foto IV. 20 Vista panorámica de la vegetación MDM, se observan algunos ejemplares del estrato arbustivo 158
Foto IV. 21 Vista panorámica del MDM, se observa el saguaro (*C. gigantea*) especie amenazada conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. 160
Foto IV. 22 Vista panorámica de la vegetación MKX, se observan individuos de mezquite (*N. laevigata*) 163
Foto IV. 23 A) lechuguilla (*Agave palmeri*) especie endémica de México y B) cabeza de viejo (*Echinocereus rigidissimus)* enlistada en el apéndice II de CITES 165
Foto IV. 24 Vista panorámica de la vegetación BG, en el fondo se observan ejemplares de álamo (*Populus fremontii*). 167
Foto IV. 25 Vista panorámica de la vegetación BQ 170
Foto IV. 26 Vista panorámica de la vegetación MK, se observan ejemplares de mezquite (*N. laevigata*) 176
Foto IV. 27 Vista panorámica donde se observan los diferentes estratos presentes en la vegetación MDM. 180
Foto IV. 28 A) saguaro (*Carnegiea gigantea*) especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y B) cardenche de Sonora (*Cylindropuntia thurberi)* especie dominante en el grupo de cactáceas del MDM. 182

CONSULTA PÚBLICA

FUNDAMENTO JURÍDICO

El presente Capítulo se desarrolla de conformidad con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA una “Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región”. En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SAR donde se inserta el Proyecto.

El objetivo principal fue la delimitación del SAR, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Finalmente se presentan las tendencias del desarrollo y deterioro esperada en la región, traducido en un diagnóstico para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SAR. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso.

CONSULTA PÚBLICA

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

El Sistema Ambiental Regional (SAR), es la región de influencia de la superficie donde se pretende establecer un Proyecto, en la cual, interactúan de forma independiente el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema socioeconómico (incluido los aspectos culturales). De forma que, debido a las interrelaciones entre estos elementos, las alteraciones que sufra uno de ellos, puede derivar en perturbaciones a todos los demás. Por ende, la dinámica del sistema no es predecible mediante el análisis de sus partes por separado, sino que la estructura de este es lo que determina los resultados (Ritter et al., 2007; SEMARNAT, 2020).

En este contexto, en primera instancia, para el presente Proyecto y bajo el esquema de Evaluación de Impacto Ambiental, se delimitó el SAR bajo una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación, considerando que este se desarrolla en un sistema funcional estructurado jerárquicamente, formado por almacenes y flujos de materia y energía, que se manifiestan a distintas escalas temporales y espaciales (García, 2005; Mass & Martínez, 1990).

Sin embargo, resulta muy complejo establecer una superficie representativa, que permita analizar las características e interrelaciones de todos y cada uno de los componentes de un sistema que se encuentra en constante cambio (SAR) y que, al mismo tiempo posibilite la determinación de los impactos, restricciones y potenciales medidas ambientales y de aprovechamiento, resultado de la incidencia directa o indirecta de la ejecución del Proyecto en el ecosistema.

IV.1.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

Las actividades derivadas de las acciones para la reubicación de vías férreas a los recursos naturales son muy diversas. Tal es el caso del Proyecto en cuestión, el cual, al considerar acciones de despalme, desmonte, construcción de obras de drenaje y complementarias, entre otros, podría afectar y/o modificar las condiciones bióticas y abióticas de la superficie en la que se emplaza. De modo que, la aplicación de criterios técnicos, basados en información biblio-cartográfica y datos obtenidos en campo, es de suma relevancia para la definición del SAR, ya que esto permitirá la identificación de las posibles modificaciones a los componentes ambientales por la implementación de las distintas fases del Proyecto.

Por consiguiente, para la delimitación del SAR, mediante el uso del software para Sistemas de Información Geográfica (SIG) ArcGIS 10.5, se desarrolló el método de Regionalización Ecológica (Bocco *et al*., 1999), el cual mediante la sobreposición cartográfica de mapas temáticos e imágenes satelitales permite generar información concisa y sistematizada de los procesos geomorfológicos, la estructura, composición y dinámica de los suelos, el agua, la vegetación y los fenómenos naturales propios de la zona.

El método de Regionalización Ecológica está basado en la regionalización geomorfológica, la cual ha probado su utilidad en el manejo de recursos naturales. Por lo tanto, la definición de los límites de la región de influencia de un proyecto, bajo el enfoque geomorfológico permite

CONSULTA PÚBLICA

evidenciar los factores que influyen en la dinámica evolutiva de los paisajes (procesos de construcción y destrucción), entre los que se encuentran:

- Factores geográficos. El relieve se ve afectado por procesos estáticos (intemperismo), dinámicos (erosión) y de remoción en masa y factores como el clima y la dinámica hidrológica, los cuales actúan sobre este modificándolo y destruyendo sus irregularidades.
- Factores bióticos. El efecto de los seres vivos sobre el paisaje suele oponerse a los procesos del modelado, especialmente considerando la vegetación.
- Factores geológicos. La tectónica, el diastrofismo y la orogénesis son procesos constructivos y de origen endógeno que se oponen al modelado e interrumpen el ciclo geográfico.
- Factores antrópicos. La acción del hombre sobre el paisaje es muy variable, dependiendo de la actividad que se realice, en este sentido y como comúnmente pasa con el hombre es muy difícil generalizar, pudiendo incidir a favor o en contra de los procesos erosivos.

En este sentido, mediante la aplicación del método de Regionalización Ecológica, se clasificaron unidades relativamente homogéneas de acuerdo con varios criterios, representándolas en mapas y bases de datos geográficas, empleando leyendas jerárquicas. Por lo que, la delimitación del SAR preliminar de este proyecto fue de forma cualitativa, con base en los niveles de homogeneidad del paisaje, resultado del análisis cartográfico y de campo.

IV.1.1.1 Criterios de delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

En virtud de que la influencia del Proyecto es regional, se realizó una concepción sistémica de las grandes unidades ambientales y sus atributos, en donde cada unidad tiene una función ecológica distribuida en el espacio, y se consideraron las especificaciones de la obra. Por lo tanto, el establecimiento de los límites de la región de influencia del Proyecto cumple con los principios de la Ecología del Paisaje, que indican que se debe considerar el relieve, la geología, el clima, la vegetación y usos de suelo, la edafología y la hidrología, como referencia para la definición de unidades de planeación ambiental y territorial (Ortiz, et al., 1998; Mateo, 2002).

Por lo tanto, los niveles jerárquicos empleados para la delimitación del SAR fueron:

A. Zona.

Se define a partir de la correspondencia entre las grandes zonas climáticas y las estructuras geológicas mayores, además de considerar las regiones biogeográficas y procesos edáficos en general (SEMARNAT, 1988). De acuerdo con INEGI-CONABIO-INECC (2008), en México se tienen identificadas siete ecorregiones terrestres (ET), de las cuales, el Proyecto se emplaza entre las ET Elevaciones Semiáridas Meridionales y Desiertos de América del Norte.

- ET Elevaciones Semiáridas Meridionales.

CONSULTA PÚBLICA

Las elevaciones semiáridas representan el 11.76% de la superficie de México. Esta región limita al este y oeste con las regiones ecológicas Desiertos de América del Norte y Sierras Templadas, y al oeste con las ecorregiones Selvas Cálido-Secas. La vegetación natural característica, actualmente muy disminuida y alterada, consiste en pastizales y combinaciones de pastizal con matorrales y bosques en las zonas de transición. Algunas especies de pastos de esta región son: zacates navajita, zacate banderilla popotillo, arístida, galleta y zacatón. También pueden verse estratos como el mezquite, huizache y junípero, y en algunas regiones se pueden encontrar ejemplares como cazahuate o palo bobo (CONAVI, 2021).

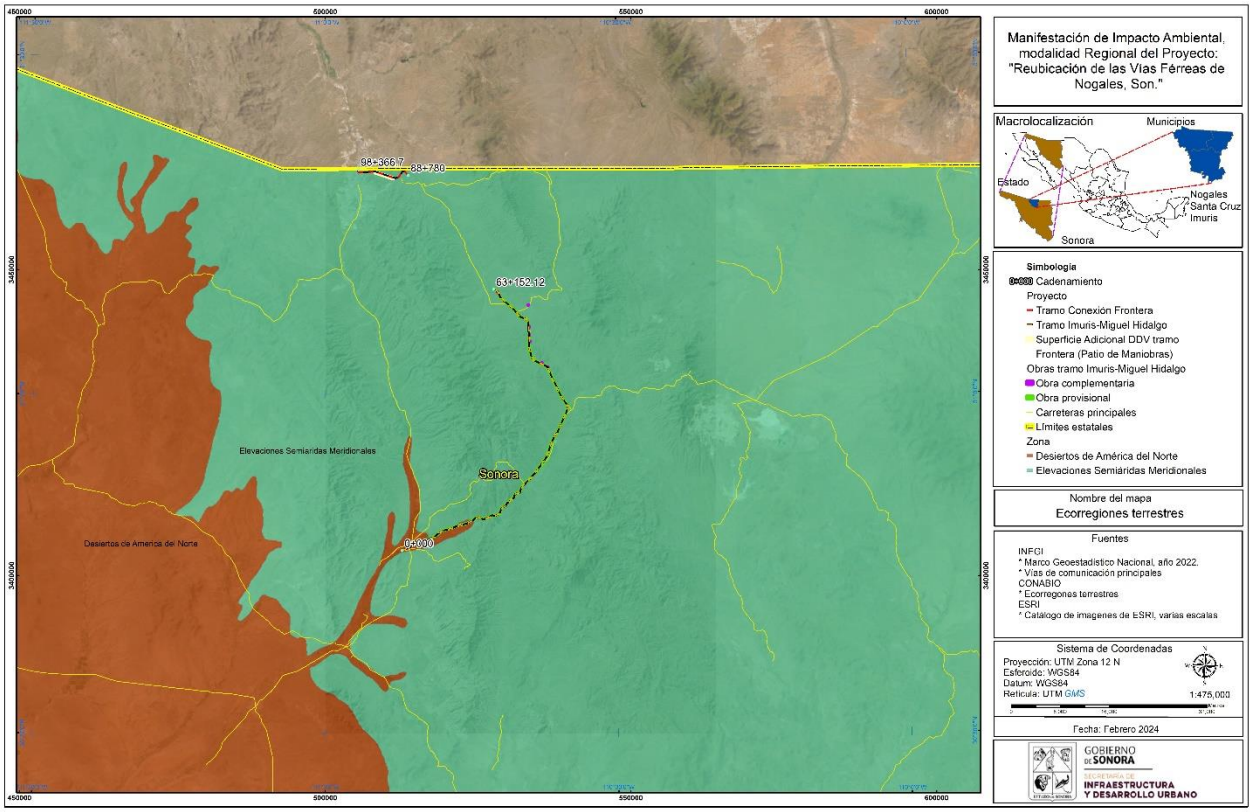
En esta región: el paisaje se compone de colinas, mesetas bajas, valles aluviales y planicies extensas; existen dos tipos principales de suelos: los moderadamente secos y profundos, y los someros y arcillosos; y el clima es semiárido (CONAVI, 2021).

- ET Desiertos de América del Norte.

Los Desiertos de América del Norte representan el 28.65% de la superficie de México. Esta región limita al este con las ecorregiones Elevaciones Semiáridas Meridionales y Selvas Cálido-Secas, y al oeste con la región ecológica California Mediterránea. La diversidad estructural de la vegetación del desierto es dominada por arbustos bajos como la gobernadora, el palo verde, el alquitrán, la jojoba; incluye varios tipos de cactáceas, como saguaro, cholla y agave. Las bajadas y las colinas presentan ocotillo, yuca, lechuguilla y nogales (CONAVI, 2021).

En esta región: el paisaje está formado por planicies con colinas, planicies con montañas y mesetas de alto relieve. Las fuerzas erosivas han provocado cañones, riscos y mesas. Los suelos de esta región son secos, por lo general, carecen de materia orgánica y de perfiles de suelo distintivos, son ricos en carbonato de calcio. El clima es desértico estepario, de árido a semiárido, con temperaturas extremas estacionales y precipitación promedio anual de 130 mm a 350 mm (CONAVI, 2021).

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 1 Ubicación del Proyecto con respecto a ecorregiones terrestres.
Fuente: Elaboración Propia con Base en INEGI *Et Al*. (2008).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

B. Provincia ecológica.

Es delimitada a partir de criterios fisiográficos y climáticos, representados por los patrones geomorfológicos de las estructuras geológico-orográficas (SEMARNAT, 1988). De acuerdo con INEGI (2001) el Proyecto se localiza entre las Provincias Fisiográficas (PF) Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte.

- PF Sierra Madre Occidental.

La provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental es el sistema montañoso más largo y continuo de los sistemas montañosos de México. Se extiende cerca de la costa occidental de la República Mexicana, con una dirección noreste-sureste, iniciando 50 km al sur del límite internacional con los Estados Unidos de América para terminar en el río Santiago en Nayarit y converger con el Eje Neovolcánico (INEGI, 2008). Limita al norte con Estados Unidos de América y la PF Sierras y Llanuras del Norte, al este con las PF Sierras y Llanuras del Norte y Mesa del Centro, al sur con la PF Eje Neovolcánico y al oeste con la PF Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacífico (INEGI, 2008).

En la porción norte la provincia está más separada de la costa (300 km), mientras que, en el sur reduce su anchura y se aproxima más al mar. Su altura media es de 2,250 msnm y por su

continuidad sirve de barrera occidental a la Mesa del Centro; sus alturas más pronunciadas pasan ligeramente los 3,000 msnm y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico (INEGI, 2008).

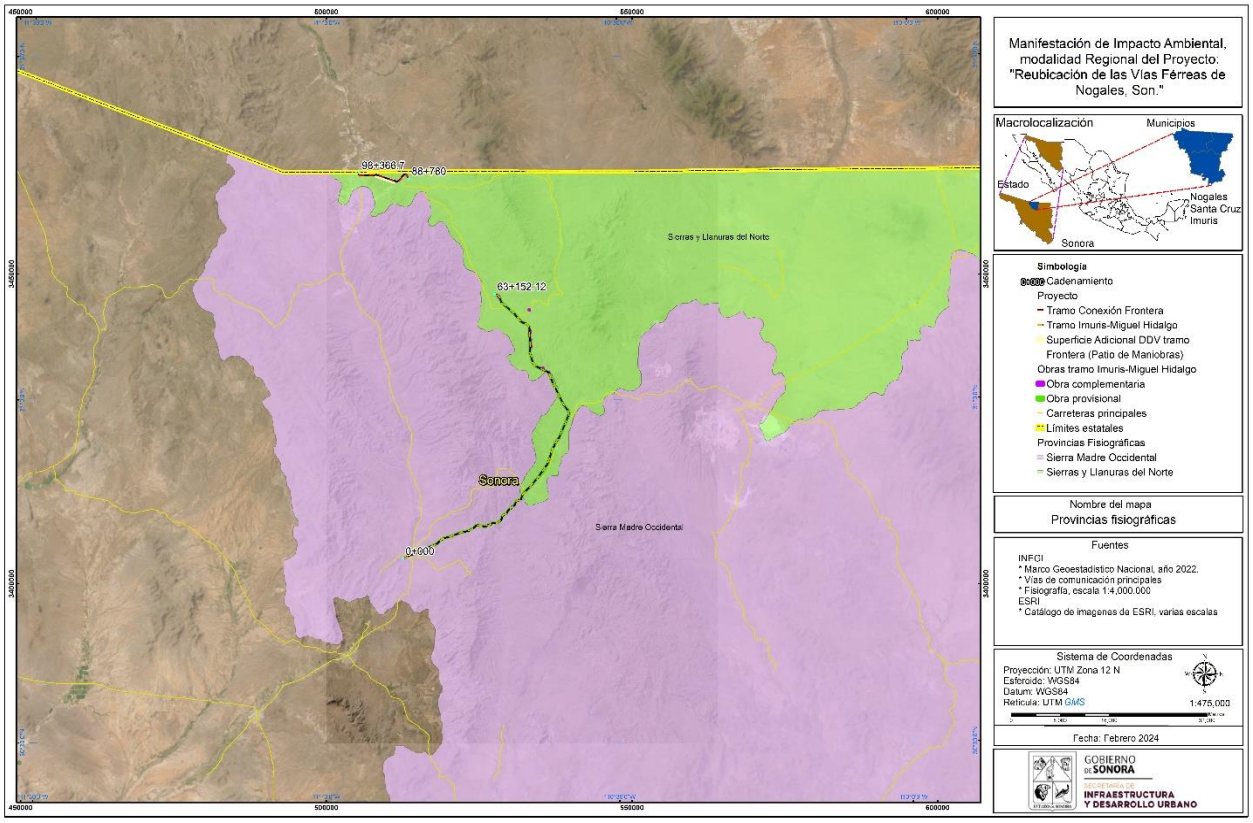
Esta provincia está formada en su mayor parte por rocas ígneas extrusivas. Originalmente era una gran meseta, pero millones de años de erosión crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas. La vegetación varía con la temperatura y la humedad. Predomina un clima templado, por lo que la vegetación de las tierras altas consiste fundamentalmente en bosques de pinos y robles. En algunas laderas expuestas a fuertes vientos, por encima de la zona de pinos, los bosques nublados contienen especies de hojas anchas perennifolias. Dado que la humedad se incrementa hacia el sur, la vegetación de las tierras bajas comprende un amplio abanico de especies, desde las desérticas del Norte hacia las tropicales del sur (INEGI, 2008).

- PF Sierras y Llanuras del Norte.

La provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte es una amplia área de llanos y sierras bajas que continúan en las planicies norteamericanas. Está limitada por la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Las sierras en esta provincia son bajas y abruptas con cierta orientación nor-noroeste a sursureste, separadas por grandes bajadas y llanuras con relleno aluvial; su drenaje es interno y se les conoce localmente como bolsones (INEGI, 2008).

En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez se encuentra uno de los campos de dunas más extensos de México, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca, así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao (INEGI, 2008).

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 2 Ubicación del Proyecto con respecto a provincias fisiográficas.
Fuente: Elaboración Propia con Base en INEGI *Et Al*. (2001).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

C. Ambiente morfogenético.

La definición de unidades territoriales en función del ambiente morfogenético implica la sobreposición cartográfica de capas temáticas e imágenes de satélite. Por ello, es necesario realizar un diagnóstico individual de los elementos que conforman el ambiente morfogenético (geología e hidrología) de la región geográfica en la que se localiza el Proyecto.

Geología

Con base en INEGI (2001), el Proyecto se emplaza entre las subprovincias fisiográficas (SF) Sierras y Valles del Norte y Llanuras y Médanos del Norte.

- SF Sierras y Valles del Norte.

La subprovincia fisiográficas Sierras y Valles del Norte se localiza al noreste del Estado de Sonora. Colinda con Estados Unidos de América al norte y las subprovincias fisiográficas Pie de la Sierra al Sur, Sierras y Cañadas del Norte al este y Sierras y Llanuras Sonorenses al oeste (INEGI, 2008).

Esta subprovincia está formada principalmente por sierras, que decrecen en altitud en dirección sur, interrumpidas por amplios valles paralelos con orientación norte sur. En las sierras dominan las rocas volcánicas ácidas, mientras que, en los valles dominan los materiales sedimentarios continentales, por donde fluyen los ríos Moctezuma y Bavispe, ambos afluentes del Yaqui, que escurren por los valles intermontanos (INEGI, 2008).

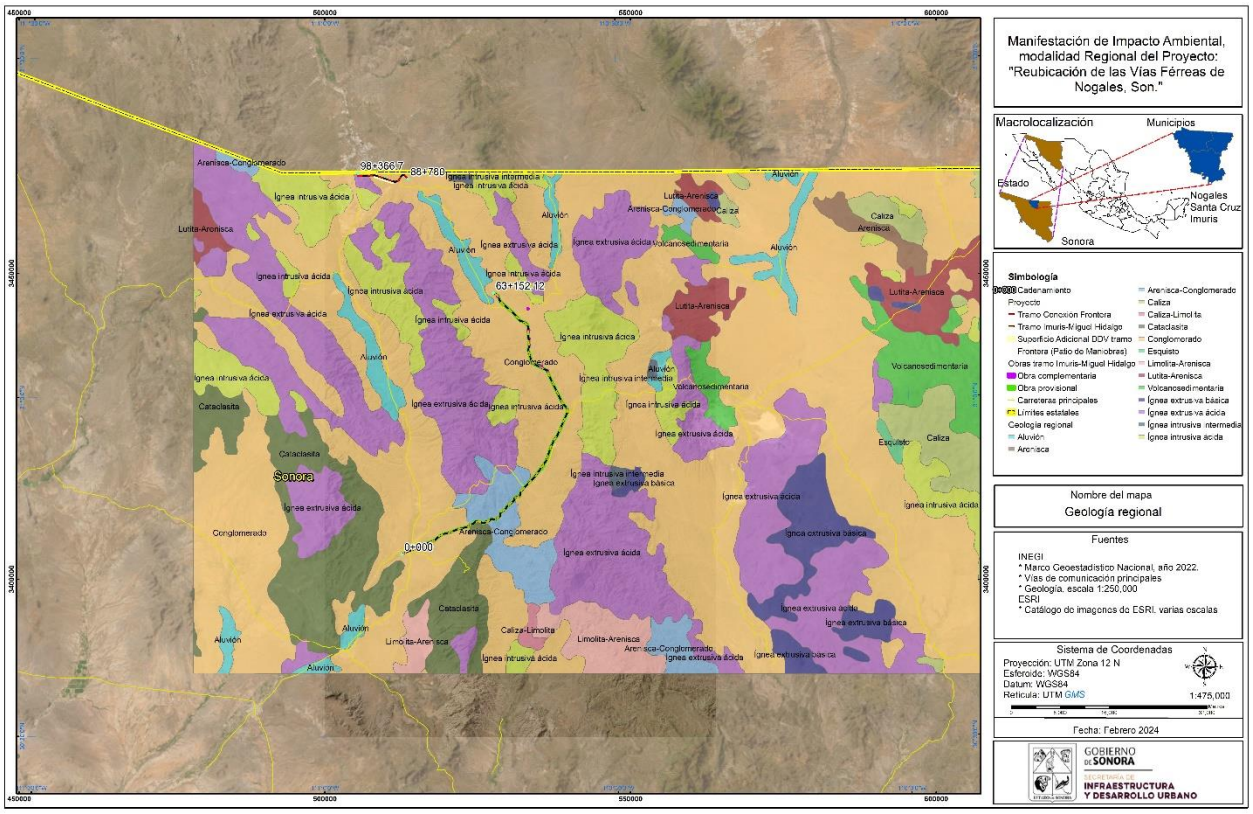
- SF Llanuras y Médanos del Norte.

La subprovincia fisiográfica Llanuras y Médanos del Norte se localiza al noroeste de la República Mexicana, entre los estados de Sonora y Coahuila. Colinda con Estados Unidos de América al norte y las subprovincias fisiográficas Del Bolsón de Mapimí, Sierras y Llanuras Tarahumaras, Sierras y Cañadas del Norte y Sierras y Valles del Norte al sur, y Sierras Plegadas del Norte al oeste (INEGI, 2008).

Esta subprovincia está formada por extensos valles aluviales entre los que se intercalan sierras, además de sistemas de topoformas denominados bajadas en el límite de la subprovincia con el estado de Coahuila. Predominan las rocas sedimentarias, principalmente conglomerados, aunque también se encuentran pequeños afloramientos de rocas intrusivas ácidas, como la sierra El Chivato. Surcan este territorio los ríos Punta de Agua y Cajón Bonito, afluentes del río Agua Prieta (INEGI, 2008).

En este sentido, en la región donde se emplaza el Proyecto predominan rocas ígneas extrusivas ácidas y básicas, materiales volcanoclásticos, rocas ígneas intrusivas ácidas e intermedias, areniscas, calizas, conglomerados, esquistos, limolitas, lutitas, cataclasitas y aluviones (INEGI, 2002).

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 3 Geología en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración Propia con Base en INEGI *Et Al.* (2002).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V

CONSULTA

Hidrología

De acuerdo con la regionalización hidrográfica de INEGI (2010), el Proyecto se emplaza entre las regiones hidrológicas (RH) 07-Río Colorado y 08-Sonora Norte, específicamente entre las cuencas hidrográficas (CH) Bacanora-Mejorada y Río Concepción-Arroyo Cocóspera.

- RH Río Colorado.

Se ubica en el noreste de la República Mexicana, donde ocupa una superficie de 10,025 km^2, de los cuales 4,767 km^2 pertenecen al Estado de Sonora (se interna pobre y aisladamente en las porciones norte, noreste y noroeste), que representan el 2.6% de la superficie estatal. La extensión de esta región hidrológica dentro de la entidad corresponde en su totalidad a la cuenca Bacanora-Mejorada (INEGI, 1990).

  - CH Bacanora-Mejorada.

Se ubica al noroeste de la República Mexicana, donde ocupa una extensión territorial de 4,919 km^2, de los cuales el 96.9% corresponde al Estado de Sonora. En la porción de la cuenca de la entidad, existe una precipitación media anual de 301 mm, donde la pendiente general se considera baja en el sector noroeste y de media a fuerte en el sector norte y noreste (INEGI, 1990).

La corriente superficial más importante es el Río Colorado, que tiene su origen en el interior de los Estados Unidos de América, donde condicionado por las presas Boulder y Davis, drena a territorio mexicano un volumen anual de 1 850 millones de m^3. En territorio nacional, el cauce mide 155 km hasta desembocar en el Golfo de California, con dirección general norte-sur y pendiente media de 0.032% (INEGI, 1990).

El uso de agua superficial es predominantemente agrícola, seguido por doméstico, pecuario e industrial. Con base en las características hidrológicas de la cuenca, el coeficiente de escurrimiento es de 7.2%, que relacionado con la precipitación de 1,434.9 millones de m^3/año, determinan un escurrimiento anual de 103.31 millones de m^3 (INEGI, 1990).

- RH Sonora Norte.

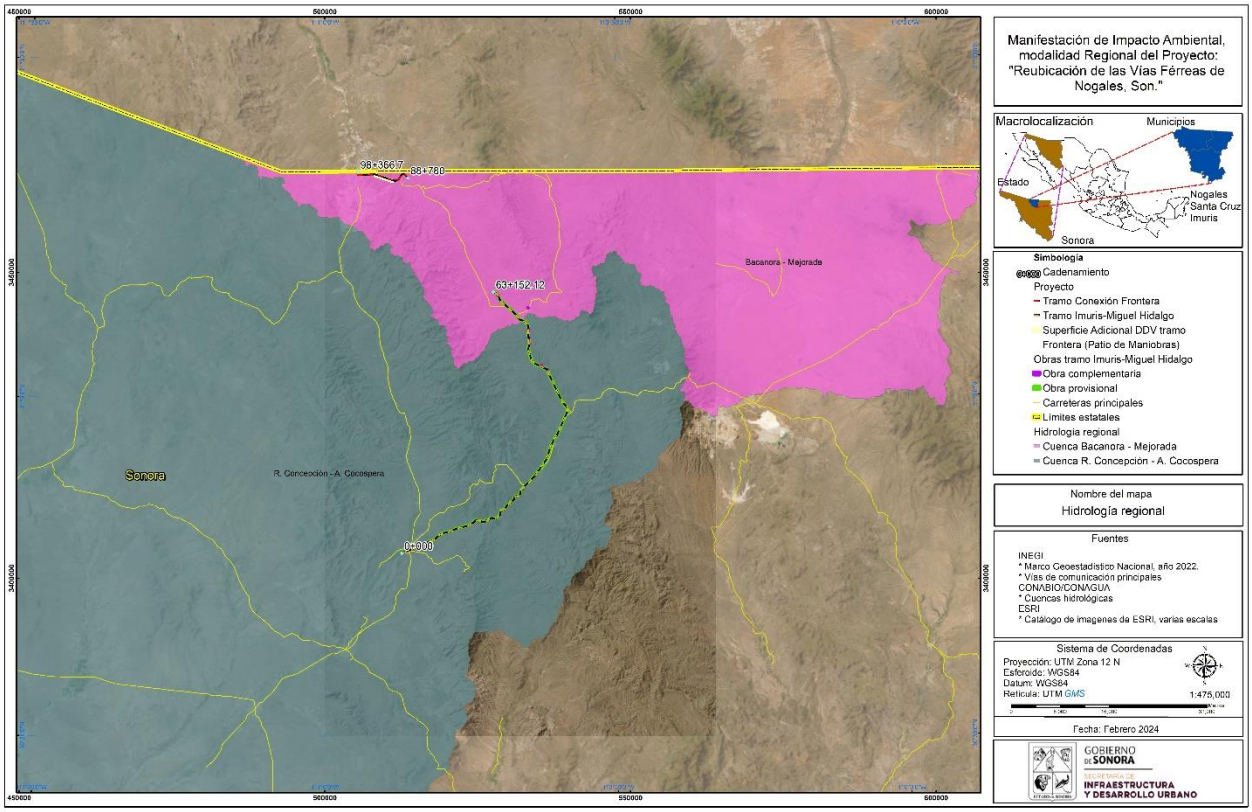
Se ubica al noroeste de la República mexicana, específicamente en el Estado de Sonora, donde ocupa una superficie de 54,857 km^2, que representan el 30.1% de la extensión territorial de dicho estado. Esta región hidrológica está conformada por las cuencas Río Concepción-Arroyo Cocóspera (donde se emplaza el Proyecto), Río San Ignacio y Otros, y Desierto de Altas-Río Bámori (INEGI, 1990).

  - CH Río Concepción-Arroyo Cocóspera.

Se sitúa al oeste del Estado de Sonora, donde ocupa una superficie de 8,127 km^2, con una precipitación media anual de 142 mm, donde la expresión morfológica define una pendiente general moderada a baja. Para el Estado de Sonora la precipitación corresponde a 1,154 millones de m^3 anuales con un coeficiente de escurrimiento de 3.6%, que generan 41.54 millones de m^3 drenados (INEGI, 1990).

Esta cuenca se encuentra conformada por múltiples corrientes de carácter intermitente, entre las que destaca el Río San Ignacio. El aprovechamiento de estos escurrimientos se lleva a cabo mediante la construcción de pequeños bordos de almacenamiento, los cuales son utilizados primordialmente para el desarrollo de actividades pecuarias (INEGI, 1990).

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 4 Hidrología en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración Propia con Base en INEGI *Et Al*. (2010).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

D. Paisaje geomorfológico.

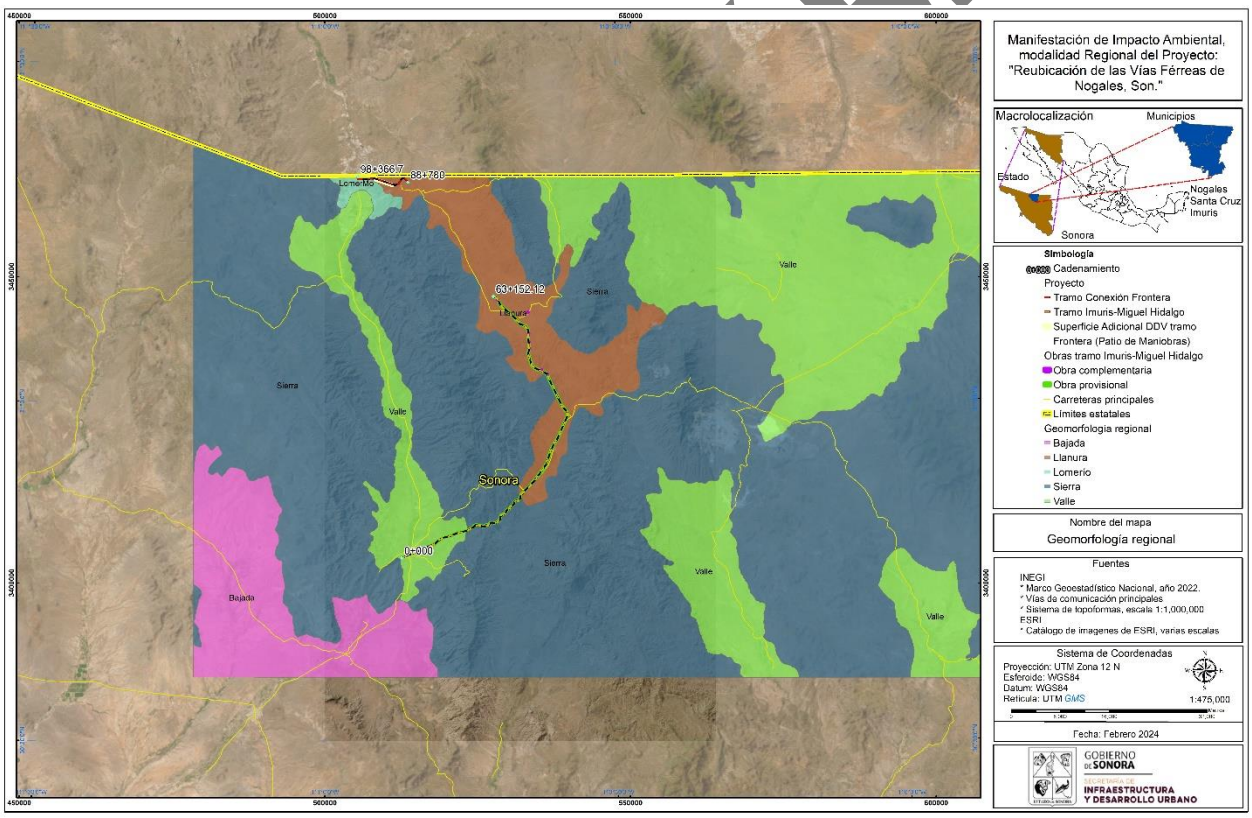
Este nivel corresponde a divisiones simples y homogéneas, regidas por un patrón de geoformas en donde el criterio edáfico es un factor auxiliar que permite la identificación de las repercusiones de la conjunción del sistema terrestre y el clima a través de los procesos pedogenéticos, permitiendo en muchos casos el entendimiento de la dinámica paisajística, ya que el suelo es resultado de las condiciones hidroclimáticas, geológicas y bióticas locales (Mateo, 2002). Por tal motivo, se estudiaron los aspectos geomorfológicos y edafológicos de la región.

Geomorfología.

De acuerdo con INEGI (2001), en la región donde se emplaza el Proyecto, se presentan cinco tipos de relieve:

- Sierra. Elevación natural del terreno, formada por rocas de orígenes diversos, caracterizada por una altitud mayor al entorno geográfico, que en términos de altitud relativa es mayor a 100 m (INEGI, 2001).

- Lomerío. Elevación natural del terreno, caracterizada por una altitud relativa mayor a 60 m e inferior a 100 m, y por el predominio de ladras con pendientes abruptas (escarpes), que puede estar interrumpida por llanuras (INEGI, 2001).
- Bajada. Superficie ligera muy ligeramente inclinada, generalmente compuesta por materia detrítico, que se extiende a la largo del pie de las cadenas montañosas hacia las planicies de nivel de base o cuencas intermontanas (INEGI, 2001; Hubp, 2011).
- Valle. Depresión natural de la superficie terrestre, estrecha y alargada, generalmente plana a muy ligeramente inclinada sin elevaciones o depresiones prominentes, generalmente ocupada por un río, que se localiza entre montañas u otras elevaciones topográficas (INEGI, 2001).
- Llanura. Superficie extensa de terreno plano a muy ligeramente inclinado, cuyo relieve no accidentes geográficos relevantes (sin elevaciones o depresiones prominentes) o apenas posee ligeras ondulaciones (INEGI, 20011).



Mapa IV. 5 Geomorfología en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

Edafología.

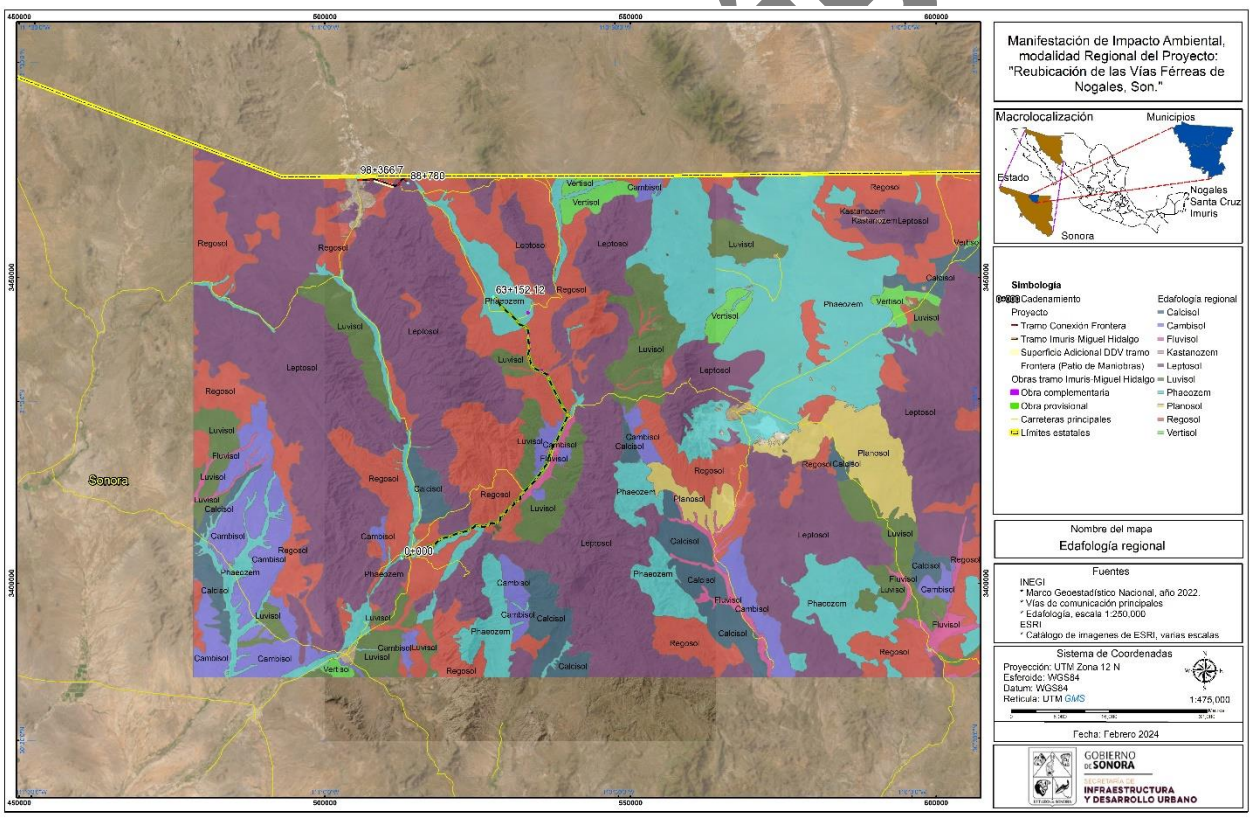
Con base en INEGI (2007), en la región donde se emplaza el Proyecto, se presentan diez tipos de suelo:

- Calcisol. Suelos con acumulación sustancial de carbonatos secundarios, que se desarrollan en tierras llanas a montañosas, de regiones áridas y semiáridas, a partir de depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases. La vegetación natural está dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros (FAO, 2014).
- Cambisol. Suelos con al menos la formación de un horizonte incipiente de diferenciación en el subsuelo, evidente por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato, que se en forman terrenos llanos a montañosos, en todos los climas, a partir de materiales de textura media y fina derivados de una amplia gama de rocas (FAO, 2014).
- Fluvisol. Suelos genéticamente jóvenes, con evidencias de estratificación y comúnmente, rasgos redoximórficos en la parte inferior del perfil, que se desarrollan en llanuras de ríos y abanicos aluviales, valles, depresiones lacustres y marismas donde no hay agua freática ni alto contenido de sales en el suelo superficial, en todas las zonas climáticas, a partir de depósitos recientes fluviales, lacustres y marinos (FAO, 2014).
- Kastanozem. Suelos pardos oscuros ricos en materia orgánica, que se forman en praderas planas y onduladas, de ambientes secos y continentales, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos, a partir de una amplia gama de materiales no consolidados. La vegetación natural corresponde a pastos cortos efímeros (FAO, 2014).
- Leptosol. Suelos muy delgados y extremadamente ricos en fragmentos gruesos, que se forman en terrenos en elevada o mediana altitud con fuerte pendiente topográfica, particularmente en áreas intensamente erosionadas, en todas las zonas climáticas, a partir de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina (FAO, 2014).
- Luvisol. Suelos con una diferenciación edafogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre una capa superior con un menor contenido y una capa subsuperficial con un mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y alta saturación de bases en alguna profundidad, que se forman en terrenos llanos o ligeramente inclinados, en regiones templadas frías y en regiones cálidas con marcadas estaciones secas y húmedas, a partir de una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciar y depósitos eólicos, aluviales y coluviales (FAO, 2014).
- Phaeozem. Suelos oscuros, ricos en materia orgánica, que se desarrollan en terrenos planos u ondulados, de clima cálido a frío con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque, a partir de materiales básicos como loess, till glaciar y otros no consolidados (FAO, 2014).

CONSULTA PÚBLICA

- Planosol. Suelos con un horizonte superficial de textura gruesa abruptamente sobre un horizonte subsuperficial denso y más fino, que se forman en áreas planas estacionalmente anegadas, que se forman en áreas planas estacional o periódicamente húmedas, en climas semiáridos y subhúmedos, a partir de depósitos aluviales y coluviales (FAO, 2014).
- Regosol. Suelos poco desarrollados que carecen de un horizonte mólico o úmbrico, que se desarrollan en todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes, a partir de cualquier material no consolidado de grano fino (FAO, 2014).
- Vertisol. Suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles, que se forman en depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas, a partir de sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas (FAO, 2014).

PÚBLICA



Mapa IV. 6 Edafología en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2007).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

E. Unidad de Paisaje.

El paisaje es la unidad más pequeña de estudio que considera las interacciones ambientales microrregionales, por lo que además de requerir criterios geomorfológicos y edáficos, requiere de componentes climáticos, litológicos, hidrológicos y de vegetación y usos de suelo, que permitan diferenciar unidades paisajísticas, como base para el desarrollo y la ejecución de planes, programas y proyectos dirigidos al mejoramiento de las condiciones de vida de la población bajo un entorno socio-ambiental relativamente homogéneo (Mateo, 2002).

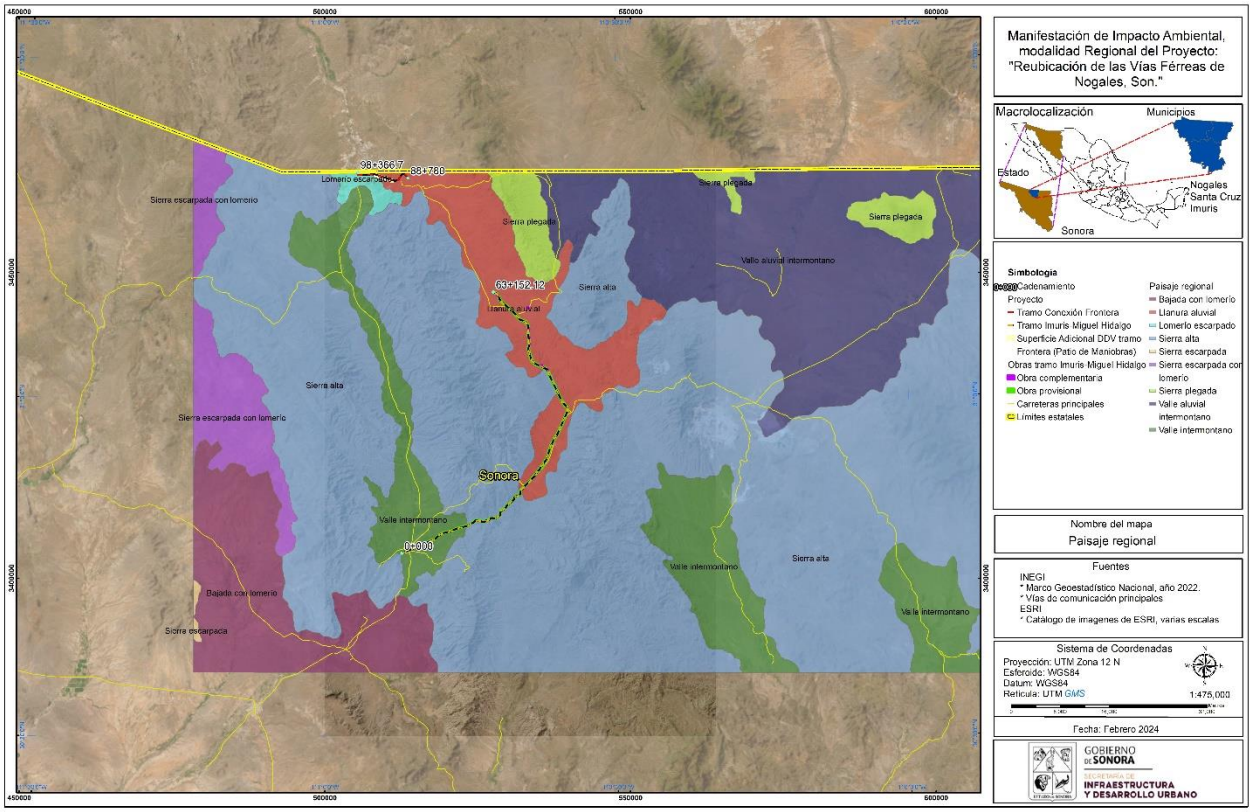
Por este motivo, se enlistan a continuación las unidades de paisaje, los tipos de vegetación y usos de suelo y las microcuencas presentes en la región donde se emplaza el Proyecto.

Unidades de Paisaje.

De acuerdo con INEGI (2001), en la región donde se emplaza el Proyecto, se presentan siete tipos de paisajes:

- Sierra alta
- Sierra escarpada
- Sierra escarpada con lomerío
- Sierra plegada
- Lomerío escarpado
- Bajada con lomerío
- Valle intermontano
- Valle aluvial intermontano
- Llanura aluvial

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 7 Unidades de paisaje en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

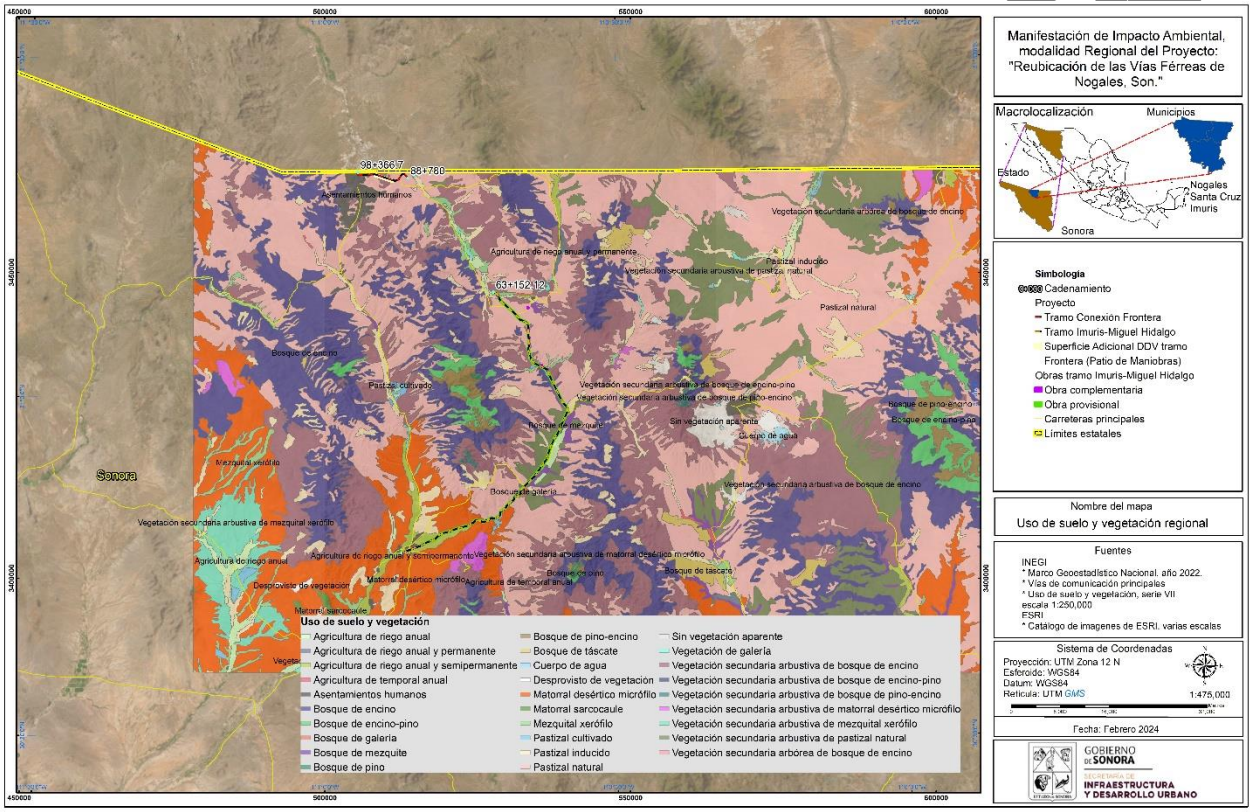
CONSULTA

Vegetación y usos de suelo.

De acuerdo con INEGI (Serie VII, 2021), en la región donde se emplaza el Proyecto, se presentan 20 tipos de usos de suelo y vegetación.

- Cuerpo de agua.
- Vegetación primaria, secundaria arbórea y secundaria arbustiva de bosque de encino.
- Vegetación primaria y secundaria arbustiva de bosque de encino-pino.
- Vegetación primaria de bosque de pino.
- Vegetación primaria y secundaria arbustiva de bosque de pino-encino.
- Vegetación primaria de bosque de galería.
- Vegetación primaria de bosque de mezquite.
- Vegetación primaria de bosque de táscate.
- Vegetación primaria y secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo.
- Vegetación primaria de mezquital xerófilo.
- Vegetación de galería.
- Vegetación primaria y secundaria arbustiva de pastizal natural.
- Pastizal inducido.

- Pastizal cultivado.
- Agricultura de temporal anual.
- Agricultura de riego anual.
- Agricultura de riego anual y permanente.
- Agricultura de riego anual y semipermanente.
- Sin vegetación aparente.
- Asentamientos humanos.



Mapa IV. 8 Vegetación y usos de suelo en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

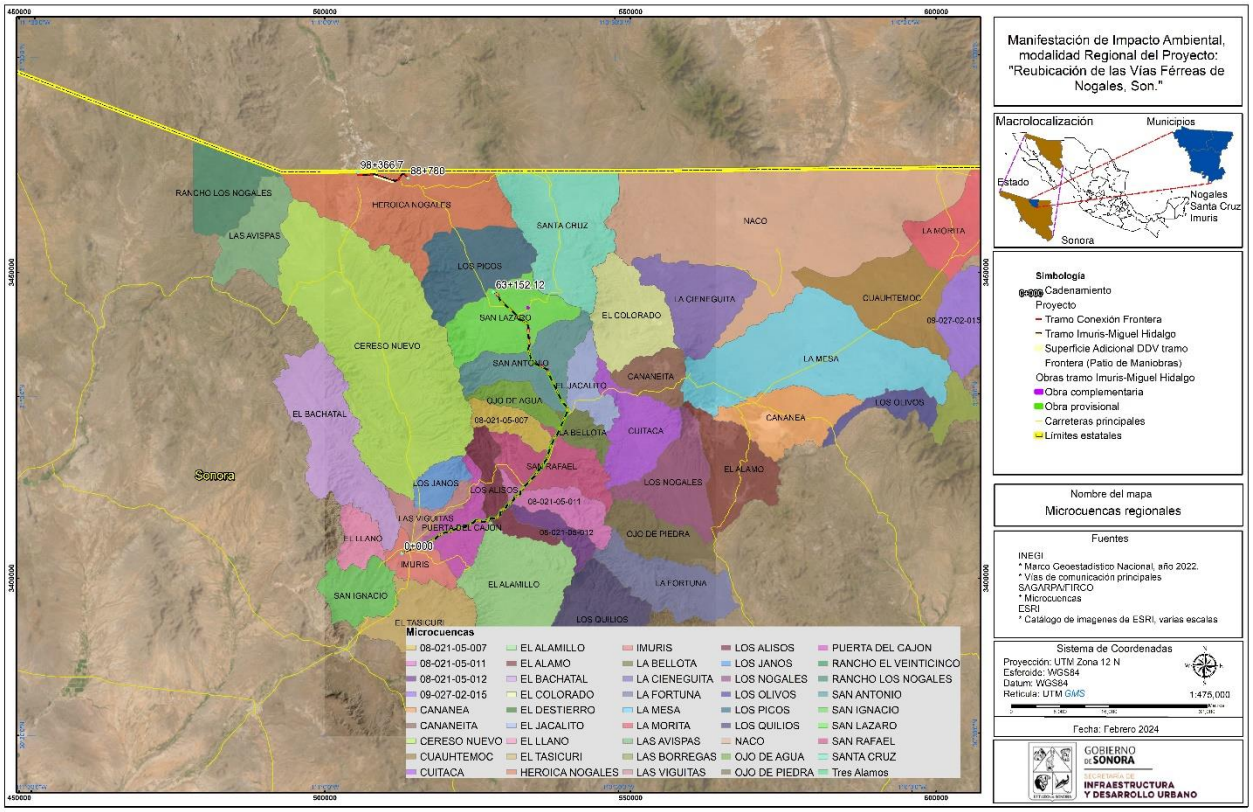
CONAGUA

Microcuencas hidrográficas.

- 08-021-05-07
- 08-021-05-11
- 08-021-05-12
- 09-027-02-15
- Cananea
- Cananeíta
- Cereso Nuevo
- Cuauhtémoc
- Cuitaca
- El Alamillo
- El Álamo
- El Bachatal
- El Colorado
- El Destierro
- El Jacalito
- El Llano
- El Tasicuri
- Heroica Nogales
- Ímuris
- La Bellota
- La Cieneguita

- La Fortuna
- La Mesa
  - La Morita
  - Las Avispas
  - Las Borregas
  - Las Viguitas
  - Los Alisos
  - Los Janos
  - Los Nogales
  - Los Olivos
  - Los Picos
  - Los Quilios
  - Naco
- Ojo de Agua
- Ojo de Piedra
- Puerta del Cajón
- Rancho El Veinticinco
- Rancho Los Nogales
- San Antonio
- San Ignacio
- San Lázaro
- San Rafael
- Santa Cruz
- Tres Álamos

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 9 Microcuencas hidrográficas en la región donde se emplaza el Proyecto.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

IV.1.1.2 Límites definitivos del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Como se determinó en el apartado anterior, se usaron distintos niveles de información que permitieron llegar a unidades más homogéneas, pero con sus particularidades como las unidades de paisaje y las microcuencas. Finalmente se pudieron establecer los límites del SAR del Proyecto como una gran unidad de estudio que se detallará a lo largo de este Capítulo.

Límites del SAR

- Norte. Límite Internacional entre Estados Unidos de América y Estados Unidos Mexicanos.
- Sur. Parteaguas entre las subcuencas Nogales, Río Sonora-Arispe y Río Bacanuchi; parteaguas entre las subcuencas Arroyo Cocóspera, Río San Miguel, Río Bacanuchi y Río de los Alisios; y parteaguas entre las microcuencas Ímuris, El Llano, 08-021-02-024 y El Tasicuri.
- Este. Parteaguas entre las subcuencas Nogales y Río Agua Prieta.

- Oeste. Parteaguas entre las subcuencas Nogales, Río Altar y Río de los Alisios; parteaguas entre las microcuencas Heroica Nogales y Rancho Los Nogales; parteaguas entre las microcuencas 08-021-02-010, Cereso Nuevo, Las Viguitas e Ímuris; parteaguas entre las microcuencas Ímuris, El Llano, San Ignacio y Tasicuri; parteaguas entre los cerros El Premio, El Cíbuta, El Tapiro, Pedregoso, Los Cuates, Los Bandidos, Ocotillo, El Rincón, los puertos orográficos El Caballo, Puerto Bonito y El Contrabando, y las mesetas Mesa de los Berrendos, El Angelito, Mesa Grande y El Pantano.



Figura IV. 1 Límite norte del SAR.
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

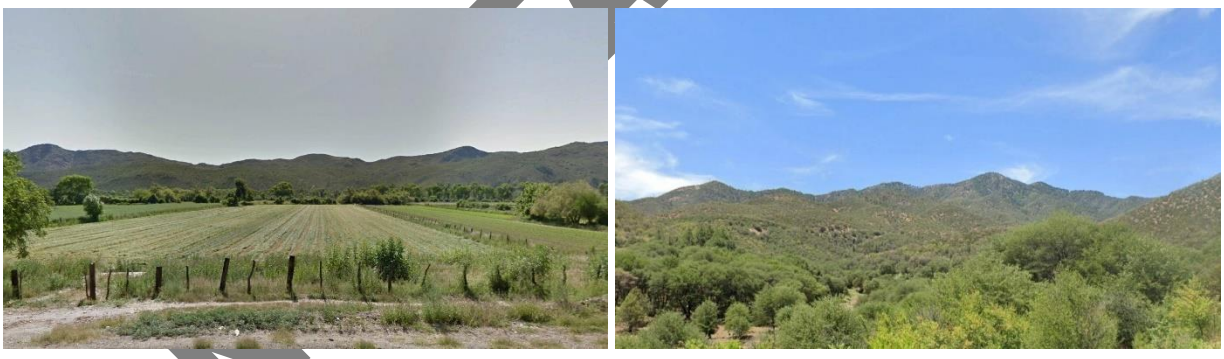


Figura IV. 2 Límite sur del SAR.
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

COPIA PÚBLICA



Figura IV. 3 Límite este del SAR.
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.



Figura IV. 4 Límite oste del SAR.
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA PÚBLICA

En este sentido, la superficie del SAR corresponde a 503,262.60 ha, con las características que se presentan en la Tabla IV.1.

Tabla IV. 1. Resumen de las características de los componentes ambientales del SAR.

Rasgo	Tipología	Superficie	
		Ha	%
Fisiografía-Provincia	Sierra Madre Occidental	244,261.63	48.54
	Sierras y Llanuras del Norte	258,874.32	51.44
	N/A	126.65	0.02
Fisiografía-Subprovincia	Sierras y Valles del Norte	266,772.63	53.01
	Llanuras y Medanos del Norte	236,362.68	46.97
	N/A	127.29	0.02
Geología			
Climatología	BS0hw(x') - Seco semicálido	20,171.26	4.01
	BS0kw(x') - Seco templado	47,090.00	9.36
	BS1hw(x') - Semiseco semicálido	23,727.38	4.71
	BS1kw(x') - Semiseco templado	411,842.14	81.83
	C(w0)(x') - Templado subhúmedo	305.93	0.06

Rasgo	Tipología	Superficie	
		Ha	%
	N/A	125.89	0.03
Vegetación y usos de suelo	Agricultura de riego anual	3,027.64	0.60
	Agricultura de riego anual y permanente	615.20	0.12
	Agricultura de riego anual y semipermanente	5,214.80	1.04
	Agricultura de temporal anual	261.74	0.05
	Asentamientos humanos	5,419.78	1.08
	Bosque de encino	67,425.66	13.40
	Bosque de encino-pino	7,325.69	1.46
	Bosque de galería	242.50	0.05
	Bosque de mezquite	2,989.41	0.59
	Bosque de pino	374.79	0.07
	Bosque de pino-encino	4,456.47	0.89
	Bosque de táscate	2,680.38	0.53
	Cuerpo de agua	579.89	0.12
	Matorral desértico micrófilo	25,414.63	5.05
	Mezquital xerófilo	2,770.53	0.55
	Pastizal cultivado	992.38	0.20
	Pastizal inducido	23,281.81	4.63
	Pastizal natural	226,498.65	45.01
	Sin vegetación aparente	1,987.57	0.39
	Vegetación de galería	1,070.61	0.21
	VSA de bosque de encino	302.84	0.06
	VSa de bosque de encino	75,836.46	15.07
	VSa de bosque de encino-pino	138.87	0.03
	VSa de bosque de pino-encino	616.05	0.12
	VSa de matorral desértico micrófilo	3,546.57	0.70
	VSa de pastizal natural	40,063.92	7.96
	N/A	127.77	0.03
Edafología	Calcisol	13,117.33	2.61
	Cambisol	11,149.19	2.22
	Fluvisol	2,015.51	0.40
	Kastanozem	232.07	0.05
	Leptosol	173,160.74	34.41
	Luvisol	42,554.70	8.46
	Phaeozem	124,043.70	24.65
	Planosol	275.40	0.05
	Regosol	121,389.76	24.12
	Vertisol	11,375.32	2.26
	N/A	3,498.88	0.79
Hidrología-Cuenca	R. Concepción - A. Cocóspera	222,284.10	44.17
	Bacanora - Mejorada	280,890.36	55.81
	N/A	88.14	0.02
Hidrología-Subcuenca	Nogales	280,887.79	55.81
	R. de los Alisios	67,247.68	13.36
	A. Cocóspera	155,036.42	30.81
	N/A	90.72	0.02
Hidrología-Microcuenca	08-021-05-007	5,848.18	1.16
	08-021-05-011	8,454.23	1.68
	08-021-05-012	4,760.09	0.95
	09-027-02-015	215.39	0.04
	Cananea	234.52	0.05
	Cananeíta	7,689.21	1.53

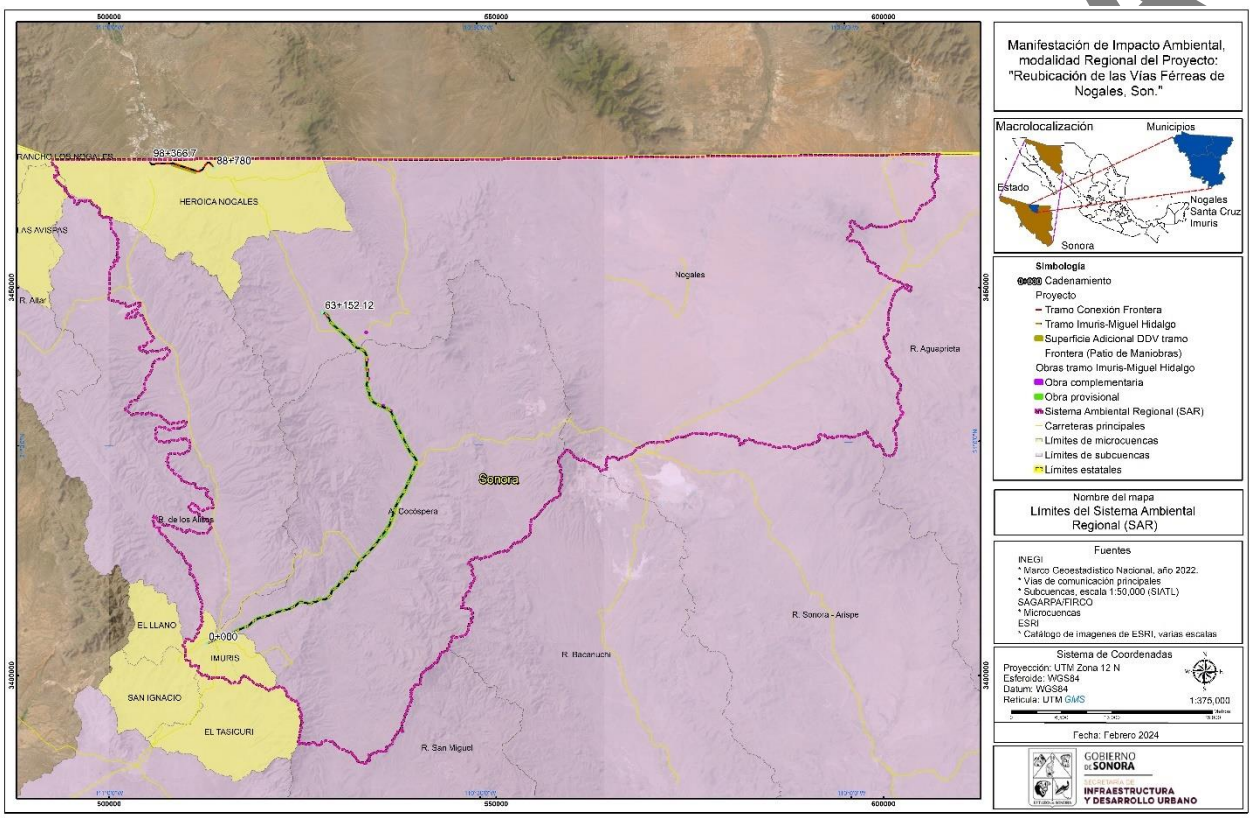
CONSULTA PÚBLICA

Rasgo	Tipología	Superficie	
		Ha	%
	Cereso Nuevo	53,937.76	10.72
	Cuauhtémoc	21,770.00	4.33
	Cuitaca	14,891.97	2.96
	El Alamillo	24,694.23	4.91
	El Álamo	3.11	0.00
	El Bachatal	111.66	0.02
	El Colorado	17,948.84	3.57
	El Destierro	12.67	0.00
	El Jacalito	7,249.51	1.44
	El Tasicuri	7.84	0.00
	Heroica Nogales	36,020.96	7.16
	Ímuris	6,014.69	1.20
	La Bellota	4,173.82	0.83
	La Cieneguita	18,356.65	3.65
	La Fortuna	0.45	0.00
	La Mesa	48,237.84	9.59
	La Morita	3,762.86	0.75
	Las Avispas	151.58	0.03
	Las Borregas	6.87	0.00
	Las Viguitas	5,353.47	1.06
	Los Alisos	8,170.79	1.62
	Los Janos	5,198.97	1.03
	Los Nogales	28.66	0.01
	Los Olivos	32.49	0.01
	Los Picos	19,330.65	3.84
	Los Quilios	34.13	0.01
	Naco	89,383.14	17.76
	Ojo De Agua	5,323.85	1.06
	Ojo De Piedra	5.52	0.00
	Puerta Del Cajón	9,048.07	1.80
	Rancho Los Nogales	0.03	0.00
	San Antonio	14,903.12	2.96
	San Lázaro	17,836.87	3.54
	San Rafael	13,523.25	2.69
	Santa Cruz	30,528.42	6.07
	Tres Álamos	6.23	0.00
Hidrología-Acuífero	Cocóspera	64,160.45	12.75
	Cuitaca	45,281.40	9.00
	Magdalena	47,071.63	9.35
	Nogales	11,875.37	2.36
	Río Agua Prieta	6,926.02	1.38
	Río Alisos	56,658.88	11.26
	Río Bacanuchi	1,448.29	0.29
	Río Bacoachi	1,439.64	0.29
	Río Frontera	1,002.95	0.20
	Río San Miguel	1,742.65	0.35
	Río San Pedro	171,228.59	34.02
	Río Santa Cruz	94,240.30	18.73
	N/A	186.41	0.04
Paisaje	Llanura aluvial	61,206.70	12.16
	Lomerío escarpado	3,788.68	0.75
	Sierra alta	236,332.95	46.96

CONSULTA PÚBLICA

Rasgo	Tipología	Superficie	
		Ha	%
	Sierra plegada	21,503.29	4.27
	Valle aluvial intermontano	149,864.63	29.78
	Valle intermontano	30,439.70	6.05
	N/A	126.65	0.03

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2001, 2002, 2007, 2010, 2021) y Sader (2002).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.



Mapa IV. 10 Sistema Ambienta Regional.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2002, 2007, 2010, 2021) y SEMARNAT (2015).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

IV.1.1.3 Delimitación del Área de Influencia (AI)

El área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del Proyecto (de sus obras o actividades) en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. La identificación de estos impactos en el Capítulo V es objetiva y cuantificable; para identificar el índice del Impacto.

En este sentido, a partir de la interpretación de resultados del trabajo de campo, así como de la evaluación de impactos y de la determinación de la significancia de estos, se realizó un proceso iterativo, que permitió ajustar las áreas de influencia preliminares obteniendo así áreas de

influencia definitivas por componente, grupos de componentes o medios, y finalmente, el área de influencia del Proyecto.

Por ello, para definir el AI para los diferentes componentes ambientales se tomaron como punto de referencia los escenarios más críticos de manifestación y trascendencia de los impactos ambientales identificados, siendo las afectaciones a la fauna, las determinantes para establecer el AI debido a la movilidad de las especies reportadas a nivel potencial e identificadas en campo.

En este sentido los criterios usados para determinar el AI fueron:

A. Polígono que delimita el Proyecto: Teniendo en cuenta que es el área en donde se pretenden realizar las obras civiles y otras actividades y donde se pueden manifestar impactos sobre los componentes establecidos.

B. El Proyecto y sus actividades, incluyendo su infraestructura asociada. El emplazamiento de la infraestructura del Proyecto y de sus obras asociadas, determina áreas a intervenir de manera directa, sobre las cuales puede preverse generación de impactos.

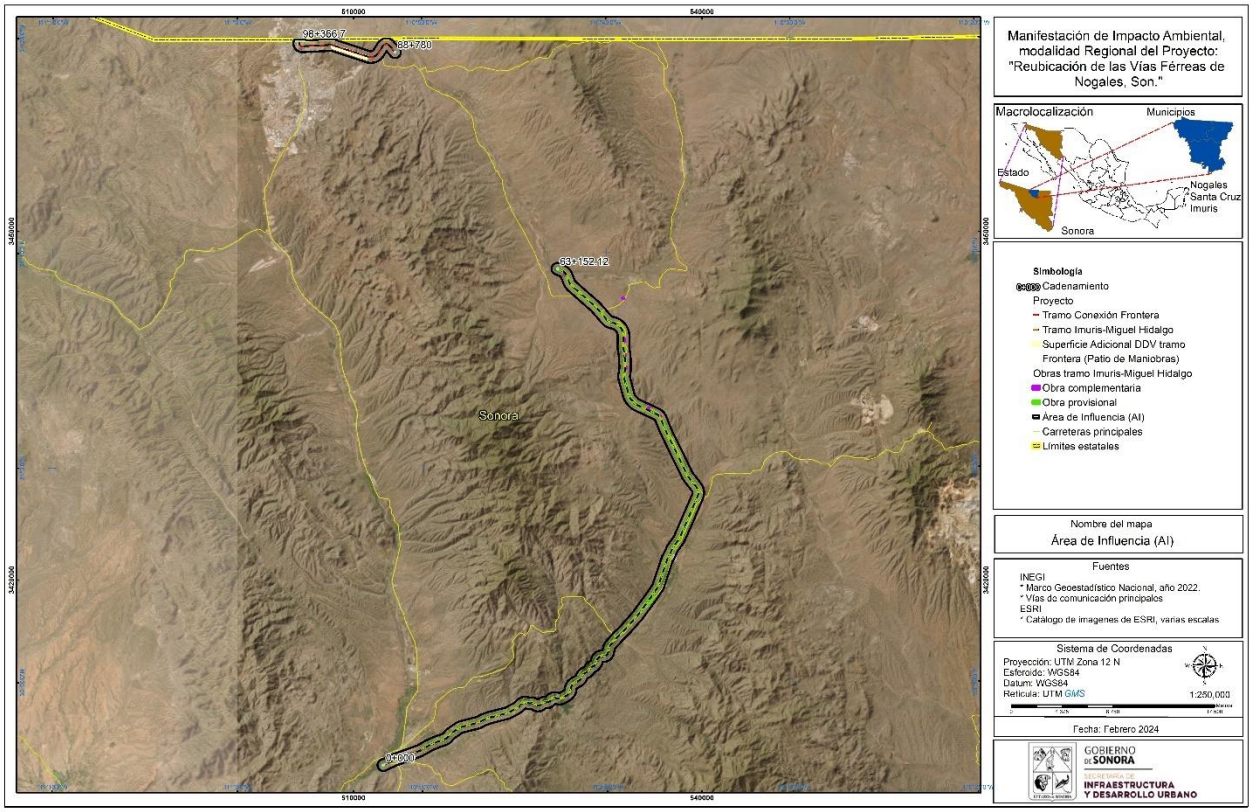
C. Las áreas previstas a ser intervenidas con el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (captaciones, vertimientos, ocupaciones de cauce, zonas de material de préstamo, emisiones atmosféricas), en donde pueden preverse impactos sobre los medios.

D. Los principales componentes del medio y sus unidades de análisis establecidas, así como la predicción de la trascendencia de los impactos.

E. La manifestación de los impactos ambientales significativos.

Finalmente, los límites del AI para el Proyecto corresponden a un buffer de 500 m a cada lado de la línea final del DDV del Proyecto, para contar con una superficie de 7,395.98 hectáreas.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 11 Área de Influencia.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2002, 2007, 2010, 2021) y SEMARNAT (2015).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

IV.2.1 MEDIO ABIÓTICO

Para la caracterización del Medio Abiótico, se emplearon los conjuntos de datos vectoriales referentes a fisiografía, geomorfología, geología, climatología, edafología e hidrología del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Asimismo, se consultaron las bases de datos de las normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua y la información referente a riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos naturales disponibles en el geoportal del Atlas Nacional de Riesgos integrado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

IV.2.1.1 CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

El clima, es el estado típico de la atmósfera en un lugar y tiempo determinados, es decir, la dinámica habitual del tiempo en una región y una expresión de la interacción de todos los elementos meteorológicos. Presenta una connotación espacial y una temporal: la primera, hace referencia a las condiciones atmosféricas obtenidas como promedio de muchas observaciones realizadas en un periodo extenso de tiempo, tomando en cuenta los valores extremos y la intensidad, periodicidad y frecuencia de estos; y la segunda, se refiere a la variabilidad en el sentido vertical y horizontal (Heuveldop et al, 1986; Rodríguez-Jiménez et al, 2004).

IV.2.1.1.1 Tipos de clima

De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales Unidades Climáticas, Continuo Nacional, Escala 1: 1 000 000 (INEGI, 2008), basado en el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana (1964), en el SAR predominan cinco tipos de clima:

BS0hw(x'). Seco, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frio menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.Lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

BS0kw(x'). Seco, templado, temperatura entre 12 °C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

BS1hw(x'). Semiseco, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frio menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

BS1kw(x'). Semiseco, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

C(w0)(x'). Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18|C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

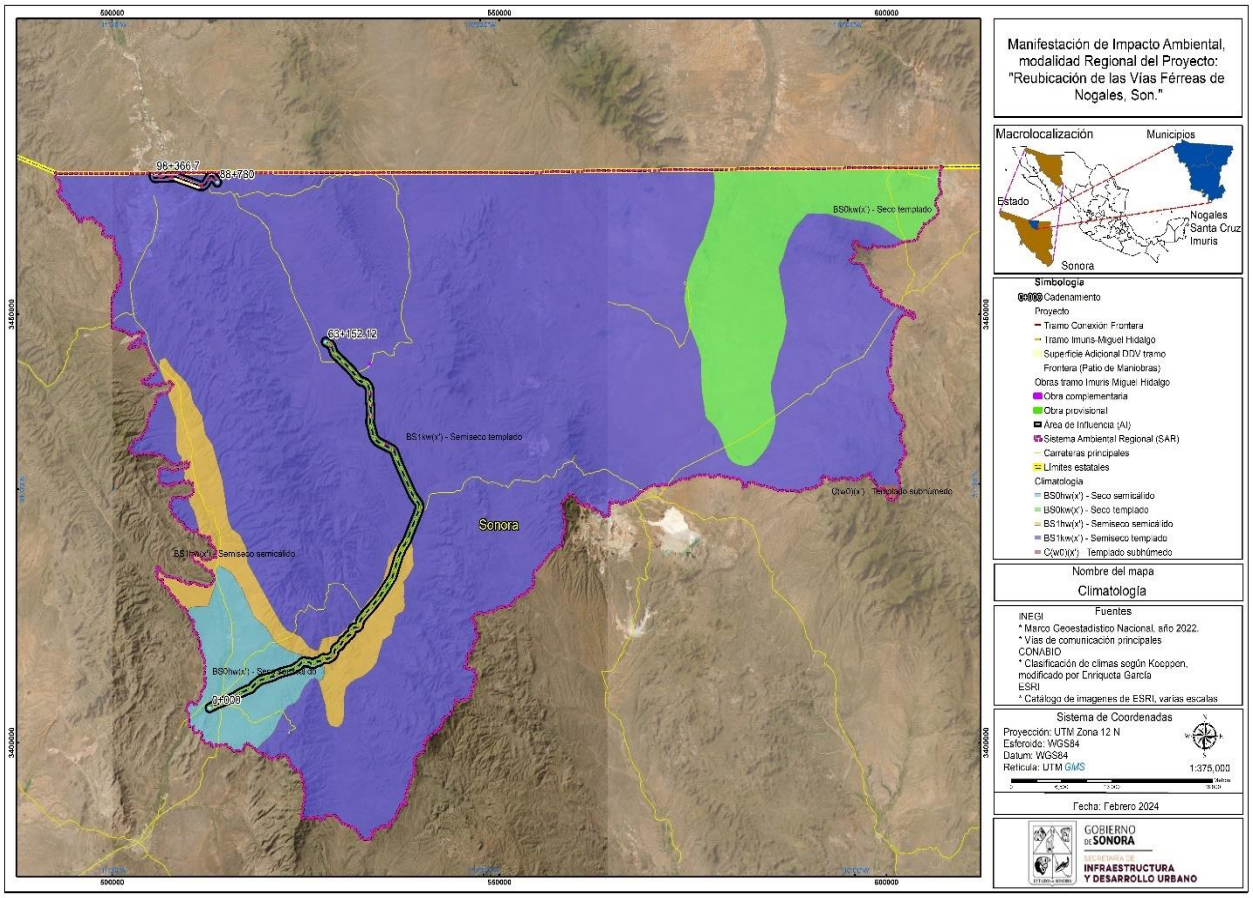
CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 2. Superficie ocupada por tipo de clima en el SAR, el AI y el AP.

Tipo de clima	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
BS0hw(x')	20,171.26	4.01	1604.36	21.69	94.32	21.61
BS0kw(x')	47,090.00	9.36	- - -	- - -	- - -	- - -
BS1hw(x')	23,727.38	4.71	1927.14	26.06	118.67	27.19
BS1kw(x')	411,842.14	81.83	3862.02	52.22	223.49	51.20
C(w0)(x')	305.93	0.06	- - -	- - -	- - -	- - -

Tipo de clima	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
N/A	125.89	0.03	2.46	0.03	- - -	- - -

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.



Mapa IV. 12 Tipos del clima en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2008).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONS

IV.2.1.1.2 Parámetros meteorológicos

Los parámetros meteorológicos representan las condiciones atmosféricas que determinan el clima de un lugar determinado en un periodo de tiempo representativo, entre los que destacan: temperatura, precipitación, viento, presión atmosférica, humedad relativa y radiación solar (Montealegre, 2000).

En este sentido, resulta fundamental el análisis de las condiciones específicas de los parámetros meteorológicos que determinan la configuración del clima en la región donde se emplaza el Proyecto, mediante la consulta y análisis de los parámetros meteorológicos registrados en la

estación meteorológica más cercana, que presenta características ambientales similares (topografía, altitud, usos de suelo, entre otras) y contiene datos para la normal climatológica 1981-2010: 26115-Ímuris (DGE), 26045-Ímuris (SMN), 26262-El Fresnal, 26259-Cumeral, 26062-Nogales (DGE) y 26164-Santa Cruz (FFCC).

Temperatura y precipitación. De acuerdo con los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas, en el SAR, el AI y el AP la temperatura media anual es de 18.6°C, con temperatura media máxima de 27.1°C en el mes de julio y temperatura media mínima de 10.6°C en el mes de enero; y llueve en 46.4 días, acumulando un total de 489.4 mm, con precipitación máxima de 110.8 mm en el mes de julio y precipitación mínima de 5.8 mm en el mes de mayo.

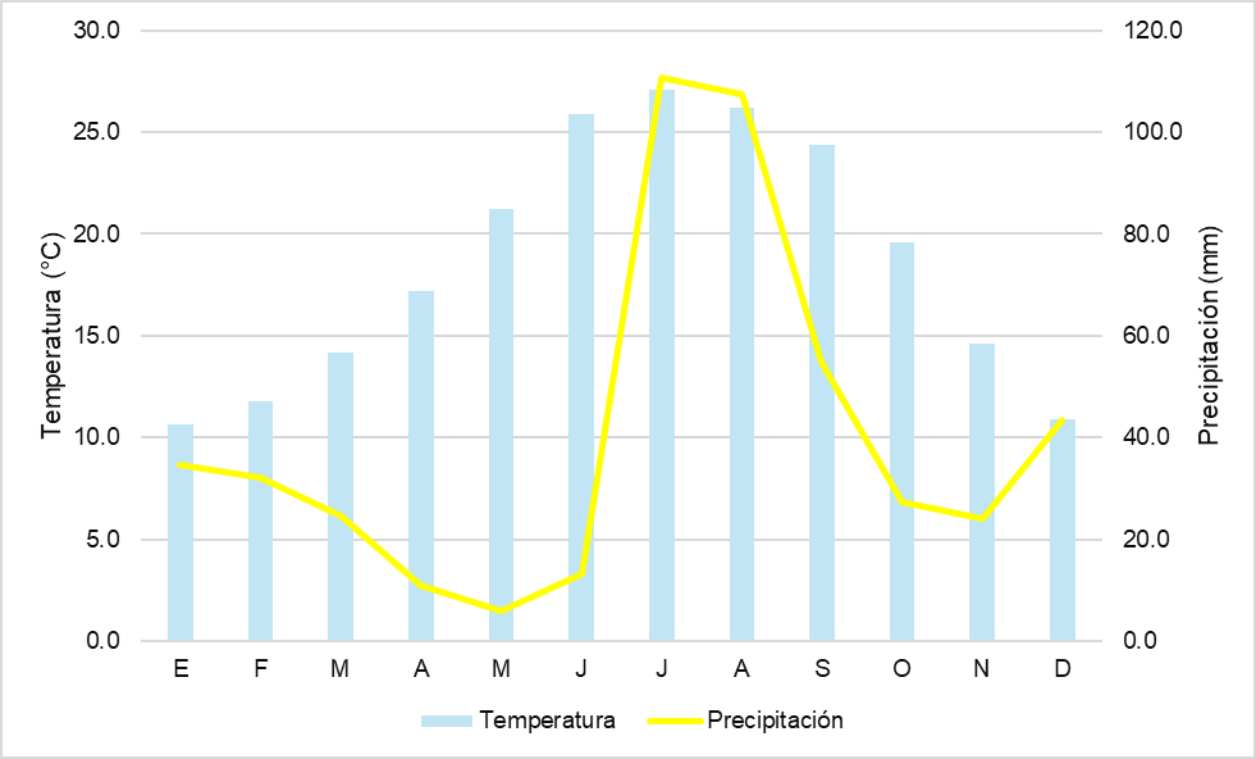


Figura IV. 5 Gráfico de temperatura y precipitación en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2024).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

Tabla IV. 3. Parámetros meteorológicos de las estaciones 26115, 26045, 26262, 26259, 26062 y 26164.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Estación: 26115 Ímuris (DGE). Latitud: 30°46'37" N. Longitud: 110°51'39" O. Altura: 846.0 msnm.													
T. máxima	20.6	21.4	24.2	28.4	32.7	37.3	35.9	34.7	34.1	30.0	24.9	20.6	28.7
T. media	11.5	12.5	14.7	17.9	21.9	26.7	28.1	27.4	25.5	20.3	15.0	11.4	19.4
T. mínima	2.5	3.6	5.1	7.5	11.1	16.0	20.3	20.0	16.9	10.6	5.1	2.3	10.1
Precipitación	32.9	36.2	22.0	10.9	3.4	14.3	105.6	99.8	60.3	24.4	21.5	41.9	473.2
D. lluvia	3.7	3.7	2.4	0.8	0.7	1.4	9.3	8.6	4.9	2.3	2.1	3.6	43.5
D. niebla	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.5

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
D. granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
Estación: 26045 Ímuris (SMN). Latitud: 30°47'00" N. Longitud: 110°51'00" O. Altura: 840.0 msnm.													
T. máxima	21.1	22.5	25.1	28.8	33.5	37.8	36.9	35.7	34.9	30.9	25.7	20.8	29.5
T. media	11.4	12.6	14.7	17.7	21.9	26.4	28.0	27.2	25.3	20.3	14.9	11.1	19.3
T. mínima	1.8	2.8	4.3	6.6	10.2	15.0	19.0	18.7	15.8	9.6	4.0	1.4	9.1
Precipitación	32.4	30.5	21.2	9.5	6.3	12.2	102.0	104.2	57.8	24.3	21.3	40.3	462.0
D. lluvia	3.6	3.1	2.5	0.7	0.9	1.5	9.5	8.6	5.3	2.2	1.6	3.3	42.8
D. niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D. granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Estación: 26262 El Fresnal. Latitud: 30°48'43" N. Longitud: 110°42'45" O. Altura: 1,003.0 msnm.													
T. máxima	19.9	21.1	24.1	27.8	32.2	37.0	36.0	34.8	34.1	29.7	24.2	20.1	28.4
T. media	11.2	12.5	14.9	17.8	22.0	27.0	28.0	27.2	25.5	20.3	14.6	11.3	19.4
T. mínima	2.4	3.8	5.7	7.8	11.9	17.0	20.0	19.6	16.9	10.8	5.1	2.4	10.3
Precipitación	36.4	35.3	26.3	9.9	5.3	11.4	107.9	92.7	53.9	24.5	24.7	46.3	474.6
D. lluvia	4.2	3.5	2.9	1.1	0.9	1.4	9.2	9.1	4.6	2.2	1.9	3.7	44.7
D. niebla	0.4	1.0	1.1	1.1	0.5	0.1	0.3	0.9	0.9	0.7	0.4	0.4	7.8
D. granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Estación: 26259 Cumeral. Latitud: 30°53'16" N. Longitud: 110°51'00" O. Altura: 929.0 msnm.													
T. máxima	19.9	21.2	24.8	28.3	33.2	37.8	37.3	35.6	34.0	29.7	26.2	21.3	29.1
T. media	11.0	11.7	14.3	17.5	21.4	26.3	27.4	26.2	24.0	19.4	15.3	11.4	18.8
T. mínima	2.1	2.3	3.8	6.7	9.6	14.8	17.6	17.0	14.2	9.4	4.7	1.5	8.6
Precipitación	43.4	37.3	26.3	10.8	6.5	14.2	117.0	123.8	61.6	32.1	24.4	53.2	550.6
D. lluvia	4.5	4.2	3.0	1.1	1.1	1.8	10.4	10.3	5.0	2.6	2.2	4.3	50.5
D. niebla	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0	0.1	1.5
D. granizo	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2
Estación: 26062 Nogales (DGE). Latitud: 31°19'07" N. Longitud: 110°56'45" O. Altura: 1,200.0 msnm.													
T. máxima	17.8	18.1	21.0	24.9	29.3	34.1	33.5	32.1	30.7	26.4	21.2	17.3	25.5
T. media	10.1	10.6	13.1	16.6	20.8	25.6	26.4	25.3	23.4	18.8	13.5	9.9	17.8
T. mínima	2.3	3.1	5.2	8.2	12.3	17.0	19.3	18.5	16.2	11.1	5.8	2.5	10.1
Precipitación	24.7	27.7	19.5	8.1	5.0	10.0	110.5	115.1	52.0	32.7	21.5	28.1	454.9
D. lluvia	3.5	3.5	2.6	1.4	1.2	1.6	10.1	9.9	4.8	2.6	2.6	3.5	47.3
D. niebla	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	1.2
D. granizo	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Estación: 26164 Santa Cruz (FFCC). Latitud: 31°13'42" N. Longitud: 110°35'36" O. Altura: 1,352.0 msnm.													
T. máxima	16.5	19.3	22.7	25.1	30	34.3	33.7	33.2	32	27.8	23.3	18.7	26.4
T. media	8.5	10.6	13.4	15.7	19.5	23.2	24.7	23.8	22.4	18.6	14.4	10.1	17.1
T. mínima	0.5	1.9	4.1	6.2	9	12	15.7	14.6	12.9	9.4	5.4	1.5	7.8
Precipitación	38.2	26	31.3	17.1	8.5	16.5	121.6	109.5	43.2	26.2	31.5	51.6	521.2
D. lluvia	4.1	3.6	3.6	1.5	1	2.2	10.6	11	3.6	2.4	2.2	3.7	49.5
D. niebla	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0	0.1	0.1	0	0.7
D. granizo	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.3	0	0	0	0	0.7

Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2024).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA PÚBLICA

Viento. Con base en los datos disponibles en la estación meteorológica automática Nogales, en el SAR, el AI y el AP, la velocidad media anual del viento oscila entre 12 a 28 km/h, que corresponde a brisa ligera a moderada (escala de Beaufort) con máxima de 38 a 50 km/h entre febrero y mayo. La mayor incidencia del viento es en dirección noreste, por ende, los vientos dominantes provienen del suroeste (Meteoblue Weather, 2023). No obstante, según la zonificación eólica de la CFE, disponible en Atlas Nacional de Riesgos publicado en el geoportal de CENAPRED (2024), en la región donde se emplaza el Proyecto, el peligro por la ocurrencia de vientos fuertes es moderado, con velocidades de 130 a 160 km/h.

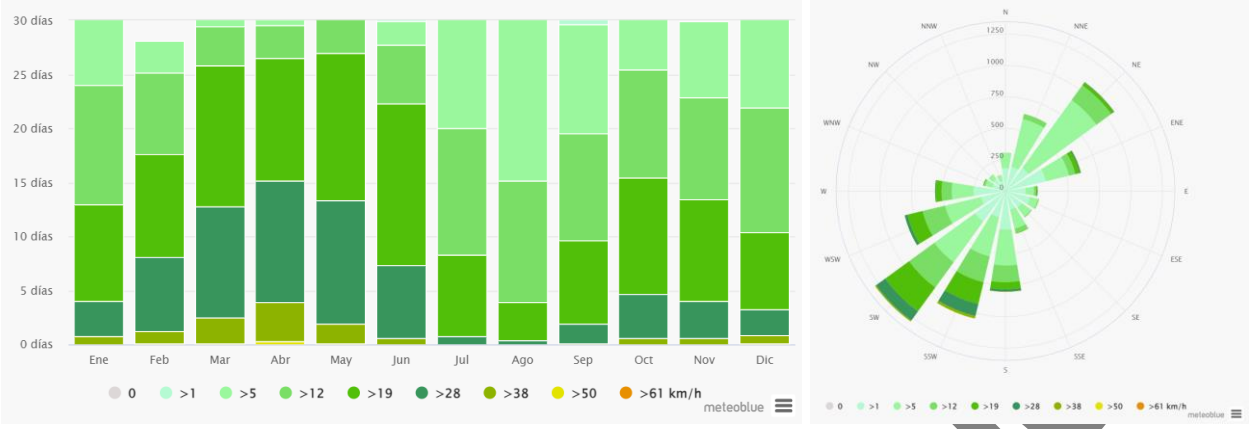


Figura IV. 6 Diagrama de velocidad y rosa de vientos de la estación meteorológica Nogales.
Fuente: Meteoblue Weather (2024).

Humedad relativa. De acuerdo con los datos registrados en la estación meteorológica Nogales, en un plazo de 90 días, la humedad relativa promedio en el SAR, el AI y el AP, es de 43.6% (CONAGUA, 2024).

Presión atmosférica. Con base en los datos registrados en la estación meteorológica Nogales, en un plazo de 90 días, la presión atmosférica promedio en el SAR, el AI y el AP, es de 894.8 hPa (CONAGUA, 2024).

Radiación solar. De acuerdo con los datos registrados en la estación meteorológica Nogales, en un plazo de 90 días, la radiación solar promedio en el SAR, el AI y el AP, es de 176.7 W/m^2 (CONAGUA, 2024).

IV.2.1.1.3 Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos son procesos de origen atmosférico, hidrológico y oceanográfico, que derivado de las condiciones de vulnerabilidad, pueden ocasionar efectos negativos en las esferas ambiental, económica y social cuando se presentan de manera extraordinaria. Sin embargo, cabe mencionar que, algunos de ellos tienen efectos benéficos, entre los cuales se encuentran: la recarga del manto acuífero, el mantenimiento de los niveles de agua en las presas, la mitigación de la sequía y la limpieza de ríos y arroyos, entre otros (Orozco & Guevara, 2011; CENAPRED, 2016).

De acuerdo con la zonificación realizada en el Atlas Nacional de Riesgos disponible en la plataforma en línea de CENAPRED (2024), el SAR solo presenta niveles relevantes de peligro por sequías, heladas, tormentas de nieve, ondas gélidas y ondas cálidas.

Sequías. Fenómeno hidrometeorológico que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar al ambiente, la economía y la sociedad (Campos, 1996; CENAPRED, 2002).

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la zonificación de CENAPRED (2022), el SAR presenta riesgo medio a alto por sequías con alto a muy alto, vulnerabilidad media a muy alta e intensidad muy basta. El déficit promedio de lluvia es de 20 a 30% con duración promedio de dos a tres años.

Tormentas de nieve. Las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones.

De acuerdo con la zonificación realizada en el Atlas Nacional de Riesgos disponible en el sitio en línea de CENAPRED (2024), el SAR presenta riesgo bajo a alto por tormentas de nieve con peligro bajo a medio.

Heladas. Las heladas corresponden a la disminución de la temperatura del aire a aun valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C (WMO, 1992). La cubierta de hielo es una de sus formas producida por la sublimación del vapor de agua sobre los objetos, ocurre cuando se presentan dichas temperaturas (Ascaso y Casals, 1986).

De acuerdo con la zonificación realizada en el Atlas Nacional de Riesgos disponible en el sitio en línea del CENAPRED (2024), el SAR se encuentra en un área con heladas mayor a 120 días por año, por lo que le corresponde un índice alto en la clasificación de heladas por municipio.

Ondas gélidas. Las ondas gélidas son periodos, usualmente de varios días, de temperaturas significativamente menores al promedio. La relevancia de las ondas gélidas, a pesar de que tienen efectos importantes en el medio ambiente y la producción agrícola, reside principalmente en sus efectos en la salud humana, en la que produce aumento en las infecciones respiratorias agudas e incluso congelamiento de la piel, hipotermia y enfermedades de tipo circulatorio.

De acuerdo con la zonificación presentada en el Atlas Nacional de Riesgo disponible en el geoportal del CENAPRED (2024), el SAR presenta riesgo bajo a alto por ondas gélidas con peligro alto a muy alto y temperatura mínima extrema de -12 a -18°C.

Ondas cálidas. Las ondas cálidas son periodos, usualmente de varios días, de temperaturas significativamente mayores al promedio. La relevancia de las ondas cálidas, a pesar de que tienen efectos importantes en el medio ambiente y la producción agrícola, reside principalmente en sus efectos en la salud humana, en la que produce desórdenes que ocasionan desde alteraciones menores, hasta intensificación de enfermedades respiratorias o del aparato digestivo o, incluso, el colapso de la capacidad del cuerpo de regular su temperatura. Los efectos en la salud de las ondas de calor pueden conducir a la muerte. Los ancianos y los niños pequeños son especialmente vulnerables.

De acuerdo con la zonificación disponible en el Atlas Nacional de Riesgos disponible en el geoportal del CENAPRED (2024), el SAR presenta riesgo muy bajo a alto por ondas cálidas con peligro muy alto y vulnerabilidad muy baja a media.

CONSULTA PÚBLICA

IV.2.1.1.4 Cambio climático

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2014), define el cambio climático como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima, que conlleva interacciones complejas y cambios en la probabilidad de impactos diversos como resultado del aumento de la temperatura, la alteración de la precipitación y la modificación de los patrones de sequías. La Ley General de Cambio Climático (DOF, 2020), complementa está definición, al señalar que, el cambio climático es la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) ha construido una serie de mapas referentes a vulnerabilidad al cambio climático, entre los que destacan: 1) exposición climática, grado de estrés climático sobre un sitio determinado, representado por los cambios en las condiciones climáticas o en la variabilidad climática; 2) sensibilidad climática, grado en el que un sistema es potencialmente modificado o afectado por un disturbio, interno, externo o un grupo de ellos; y, 3) capacidad adaptativa, potencial de un sistema de enfrentar los efectos del cambio climático, al potencial de implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos identificados (Monterroso *et al*., 2014).

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático, los municipios donde se emplaza el SAR no forman parte de los sitios más vulnerables ante los efectos del cambio climático, ya que, la exposición climática es media, la sensibilidad climática es muy baja a baja y la capacidad adaptativa es alta.

Asimismo, el INECC ha impulsado la actualización y la difusión de escenarios de cambio climático para el futuro cercano (2015-2039), intermedio (2045-2069) y lejano (2075-2099). Estos escenarios son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basados en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que puede ser utilizado como insumo para las simulaciones de los impactos. Es importante destacar que, un escenario no es un pronóstico climático, sino son una representación del clima a futuro, basada en Modelos de Circulación General de la Atmósfera (MCG). Los MCG son referidos durante un periodo histórico específico, brindan los elementos necesarios para reproducir procesos atmosféricos de importancia y se aplican a variables como temperatura y precipitación (INECC, 2017).

Con base en el MCG CNRMC-M5 (RCP 4.5), en la región donde se emplaza el SAR, los escenarios de temperatura y precipitación, son:

Para el futuro cercano: la temperatura media anual incrementará 1.19°C y la precipitación acumulada anual incrementará 3.55 mm.

Para el futuro intermedio: la temperatura media anual incrementará 2.15 °C y la precipitación acumulada anual disminuirá 31.72 mm.

Para el futuro lejano: la temperatura media anual incrementará 2.81°C y la precipitación acumulada anual disminuirá 63.28 mm.

CONSULTA PÚBLICA

IV.2.1.1.5 Calidad del aire

Con base en el Informe Nacional de Calidad del aire 2019 (INECC, 2021), el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Sonora, a cargo de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) estuvo conformado por cinco estaciones de monitoreo, de estas, la localizada en Nogales (dentro de los límites del SAR), únicamente cuenta con capacidad para la medición de partículas suspendidas (PM10).

En este sentido, los resultados de la evaluación de cumplimiento de la NOM indican lo siguiente (INECC, 2021):

- Las concentraciones de partículas PM10 registradas en Nogales rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). La concentración más alta como promedio de 24 horas fue de 157 µg/m^3, en tanto que el promedio anual fue de 44 µg/m^3. La primera equivale a 2.1 y la segunda a 1.1 veces el valor límite respectivo (75 y 40 µg/m^3). En 247 días se registró buena calidad del aire por PM10, 52 con calidad del aire aceptable, 50 con calidad del aire mala y 1 con calidad del aire muy mala. Los días con mayores concentraciones de este contaminante suelen ocurrir entre octubre y diciembre.

Por lo tanto, se puede señalar que, en Nogales predominan los días con buena calidad del aire por PM10, sin embargo, se incumple la norma de calidad del aire para este contaminante y ello ocurre con relativa frecuencia, pues en casi el 14% de los días del año se registran concentraciones que superan el límite normado de 24 horas (INECC, 2021).

IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

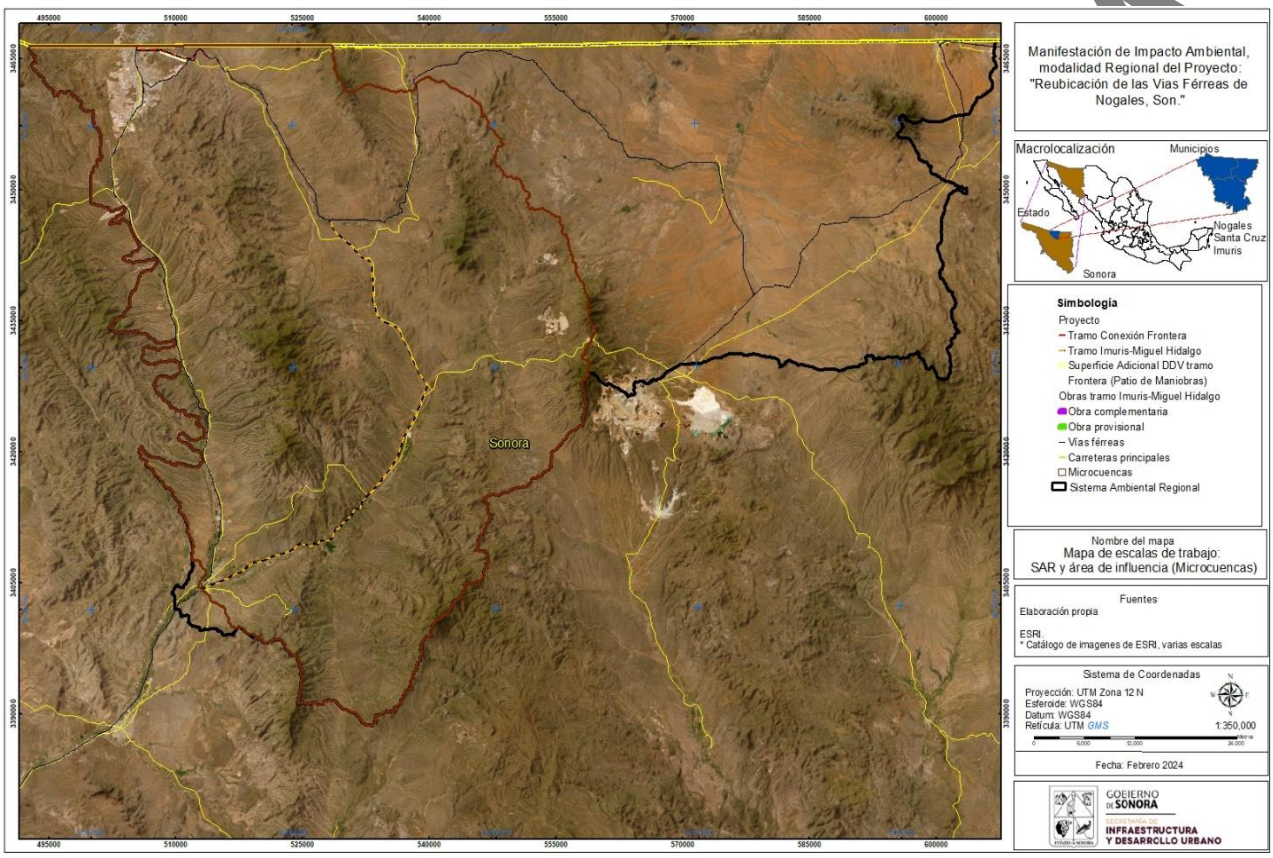
Geología

Sonora es uno de los estados más grandes de México; por su ubicación geográfica presenta una complejidad interesante de climas, topografía, vegetación, fauna, paisajes, etc. Sobre su geología, tiene una amplia distribución de formaciones rocosas, pendientes, altitudes, geoformas e influencia de procesos exógenos y endógenos que influyen en la configuración del relieve (Gutiérrez *et al.*, 2022), y que se articulan con el origen de los diferentes tipos de rocas y minerales. En relación con la geología y con la presencia de otras variables de índole topográfico, existe la presencia y ocurrencia de los PRM (procesos de remoción en masa) estos procesos se pueden originar a diversas escalas: puntual, local, regional, dependiendo básicamente de las condiciones del medio en el que ocurren. El colapso o la magnitud del mismo, está condicionado por las características que presenta la ladera como pueden ser el tipo y uso de suelo, la geología, la inclinación de la pendiente, la cercanía a ríos o caminos, la presencia de fallas y fracturas, las alteraciones antrópicas que haya en o cerca de la zona, etc. (Hernández-Moreno, 2010).

Dentro de los PRM y de acuerdo con CENAPRED, 2008, los mecanismos que generan la inestabilidad de laderas dan origen a algunas categorías particulares del tipo de proceso, como lo son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y expansiones o desplazamientos laterales, los cuales, dependiendo de su origen y de su comportamiento, pueden generar movimientos complejos. Esto toma mayor relevancia ya que de acuerdo con su composición, cada lugar puede ser susceptible de generar uno o más de estos tipos de PRM. Para este análisis se utilizarán dos

CONSULTA PÚBLICA

escalas de trabajo: el SAR (Sistema Ambiental Regional) que abarca parte de los municipios de Nogales, Ímuris, Santa Cruz, Naco, Cananea, Magdalena y Cucurpe y la Cuenca de influencia morfohidrológica que abarca parte de 15 microcuencas delimitadas por la CONAGUA, las cuales tienen influencia directa en la zona que forma parte del proyecto de la Reubicación de las Vías Férreas de Nogales, Sonora (Ver Mapa siguiente), y en este estudio tienen por nombre (Cuenca de influencia Morfohidrológica).



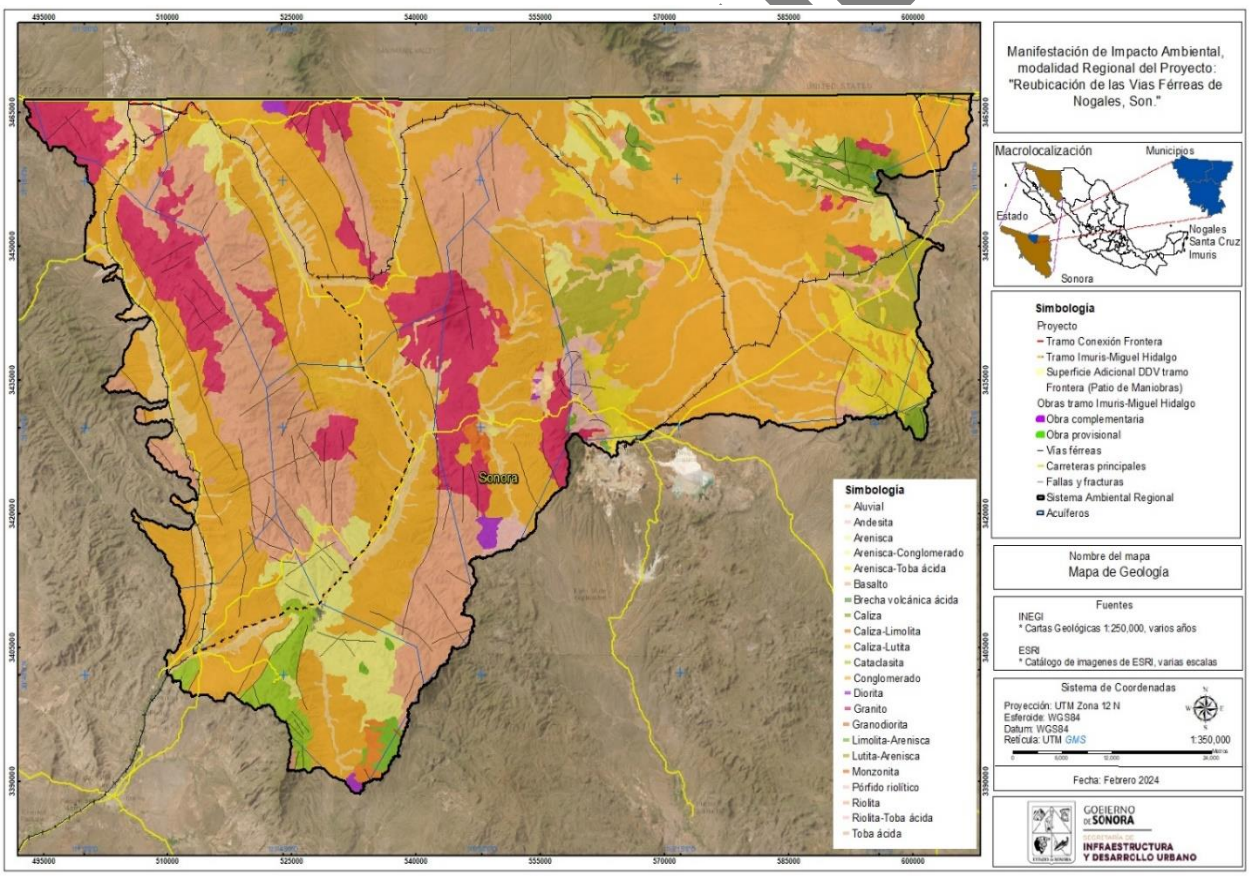
Mapa IV. 13. Escalas de trabajo: SAR y Cuenca de influencia morfohidrológica.

Para la caracterización geológica del SAR, se consideraron diversas fuentes de información cartográfica y documental como el Servicio Geológico Mexicano (SGM) y algunos reportes emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Del SGM, se utilizaron cuatro cartas geológicas escala 1:250,000 que cubren el área delimitada por el Sistema Ambiental Regional: Nogales (H12-2), Agua Prieta (H12-3), Cananea (H12-5) y Nacorazi (H12-6). Estas cartas fueron elaboradas entre los años 1981 y 1999, sin embargo, el contenido de las mismas se encuentra vigente debido a su temática. Dicha información se complementó mediante una serie de textos actualizados por parte de la Comisión Nacional del Agua; estos documentos refieren una serie de ordenamientos territoriales de los acuíferos presentes en el área de interés, polígonos que fueron utilizados únicamente como una guía y que pueden consultarse mediante el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (2024).

Con base a los reportes emitidos por la CONAGUA, 2023 dentro del SAR se identificaron 12 acuíferos (Cocóspera, Cuitaca, Magdalena, Nogales, Río Agua Prieta, Río Alisos, Río Bacanuchi, Río Bacoachi, Río Frontera, Río San Miguel, Río San Pedro y Río Santa Cruz) que servirán como referencia para la caracterización geológica de la zona (Mapa siguiente).

Dentro del SAR y de manera general, la litología se compone principalmente de rocas metamórficas, sedimentarias, ígneas extrusivas e intrusivas, mismas que interactúan en suelos tipo aluviales con rocas tipo andesitas, areniscas, areniscas-conglomerados, calizas, conglomerados, granitos, granodioritas, pequeñas intrusiones de limolitas y lutitas-areniscas, riolitas y tobas, principalmente. Las rocas más abundantes son las sedimentarias tipo conglomerado distribuidas en toda la zona de estudio, seguidas de las rocas ígneas intrusivas tipo granito localizadas predominantemente en la zona Noroeste en la cual hay una mayor presencia de fallas y fracturas geológicas; las rocas ígneas extrusivas tipo tobas acidas presentan sus principales afloramientos al Suroeste; mientras que las rocas sedimentarias de tipo arenisca-conglomerado se distribuyen mayormente en la zona suroeste del SAR colindando con las areniscas mencionadas anteriormente (Ver Mapa siguiente).

ÚBLICA



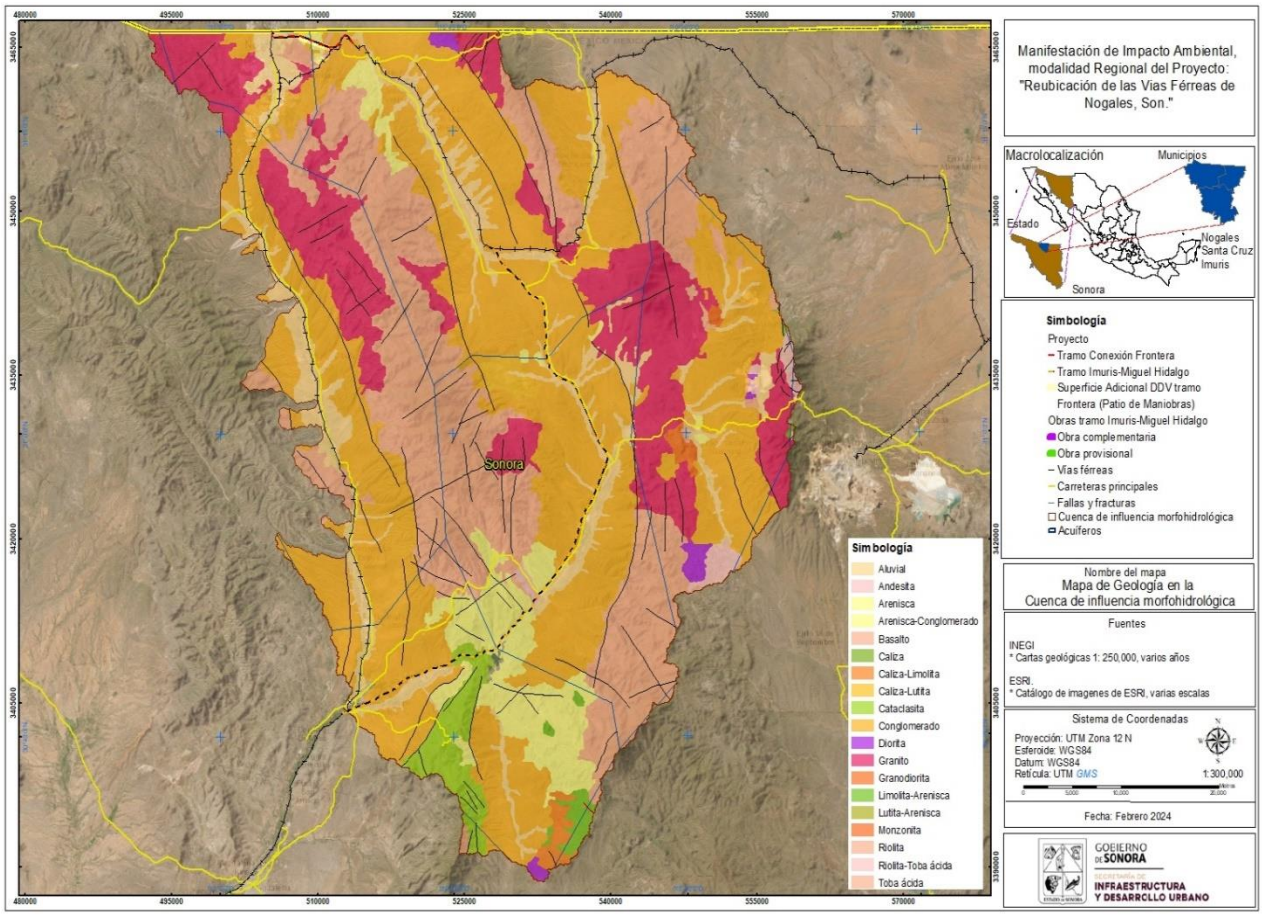
Mapa IV. 14. Geología del SAR.

Por su parte, al poniente de Cananea, emplazado al oriente de la Cuenca de influencia morfohidrológica, se localiza el acuífero Cuitaca, un área documentada con 10 unidades

litoestratigráficas representadas por rocas ígneas, volcánicas y sedimentarias (CONAGUA, 2023a). Los afloramientos más comunes en esta zona son el granito, sobre todo en las zonas altas del centro y el este, secuencias de rocas sedimentarias (arenisca, caliza, conglomerados) en la parte oriental del acuífero, depósitos de diorita, granodiorita, monzonita, basalto, andesita, lutita, toba ácida distribuidos al norte, centro y sur de esta área y suelos aluviales —en las zonas bajas— que consisten en materiales sueltos conformados por gravas, arenas, limos y arcillas como resultado de los procesos erosivos (Noguez, 2008). El acuífero Nogales y sus alrededores, en la parte noroccidental de la Cuenca de influencia morfohidrológica, se distinguen por afloramientos que datan del Jurásico y hasta la actualidad (CONAGUA, 2023b; SEDESOL, 2006), sobre todo rocas vulcano-sedimentarias de distinta naturaleza (granito, riolita, basalto, toba ácida, arenisca, conglomerados) que se depositaron sobre superficies aluviales (Mapa siguiente).

El acuífero Río Alisos se extiende desde el noroeste y por toda la franja occidental de la Cuenca de influencia morfohidrológica; presenta características parecidas a las Nogales en cuanto a su composición estratigráfica conformada por rocas ígneas, volcánicas y sedimentarias que datan del Jurásico y hasta la actualidad; estos afloramientos (granito, riolita, toba) se distribuyen en el centro y el norte del acuífero y presentan plegamientos que son provocados por el intenso fallamiento que afecta a dicha unidad y que se asocia con la actividad de un arco magmático continental (CONAGUA, 2023c; Rodríguez y Anderson, 2011). Por otra parte, existen secuencias de rocas vulcano-sedimentarias (riolita, conglomerados) en la zona noroeste que conforman un relieve topográfico de lomeríos y cerros poco elevados y una amplia zona de depósito de sedimentos (grava, arena, limo, arcillas) que se disponen sobre el cauce de los ríos y las planicies de inundación, por ejemplo, en el valle de Cibuta que se localiza en la parte central del acuífero. En lo que concierne al acuífero Río San Pedro, éste se emplaza al noreste de Cananea y está completamente fuera de la Cuenca de influencia morfohidrológica, sin embargo, sus dimensiones, su dinámica y los límites que comparte con los acuíferos Cuitaca y Río Santa Cruz implican que las obras puedan tener implicaciones ecológicas y que, por lo tanto, deba considerarse su caracterización geológica. A colación, los afloramientos del área tienen una génesis ígnea, sedimentaria y metamórfica, así como una distribución estratigráfica que se remonta al Precámbrico y hasta la actualidad (CONAGUA, 2023d). La parte occidental del acuífero tiene afloramientos ígneos (toba, riolita); por otra parte, los levantamientos dómicos —Sierra de Cananea, Sierra de los Ajos, Sierra de San Antonio— y sus cuencas adyacentes surgieron por una serie de secuencias vulcano-sedimentarias dominadas por formaciones rocosas diversas: toba, riolita, andesita, arenisca (Noguez, 2008). También, el valle que ocupa una extensa superficie del valle está cubierto por depósitos de conglomerados y material aluvial como producto de la acción erosiva de las corrientes de agua (CONAGUA, 2023d) (Ver Mapa siguiente).

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 15. Geología en Microcuencas.

En lo que corresponde al análisis del área focal del Proyecto, éste se dividió en torno a los acuíferos restantes: Río Santa Cruz (al norte), Cocóspera (al centro) y Magdalena (al sur). En el caso del acuífero Río Santa Cruz, éste tiene la particularidad de que su estratigrafía está constituida por rocas de naturaleza ígnea y sedimentaria que guardan complejas relaciones estructurales producto de una serie de eventos de deformación que produjeron extensos plegamientos (CONAGUA, 2023e). Por su parte, las unidades litoestratigráficas más notables se concentran en el área central del acuífero, donde hay intrusiones de granito que tienen contacto tectónico con unidades sedimentarias (arenisca, caliza, conglomerado, lutita) mal consolidadas; sobre la misma línea, las serranías que se localizan al norte y al sur (El Chivato, San Antonio, El Pinito) se caracterizan por presentar afloramientos de rocas volcánicas (riolita) que tienen contacto tectónico (local) con formaciones sedimentarias.

Cervera (2003) documentó una problemática alrededor de accidentes ferroviarios y el derramamiento de sustancias peligrosas en la región de Nogales, incluido el acuífero Río Santa Cruz debido a los materiales poco consolidados y los suelos aluviales presentes en el área de interés. Cervera (2003) explica que las vías ferroviarias de la empresa Ferronales recorren el cauce del río de forma paralela y que el mal estado de las vías ha ocasionado descarrilamientos

CONSULTA

y el vertido de sustancias, esto porque una característica geohidrológica fundamental del acuífero es su alta permeabilidad en tanto que la zona se constituye por depósitos aluviales y materiales poco consolidados y altamente permeables asociados con la erosión de las rocas; a su vez, la alta permeabilidad implica amplias posibilidades de que el subsuelo contenga agua y que esta pueda utilizarse para el consumo humano, sin embargo, un accidente como los que señala Cervera (2003) tiene mayores implicaciones en tanto que el agua no se mantiene estática y que puede desplazarse grandes distancias.

Por otra parte, el acuífero Cocóspera presenta una amplia variedad de unidades litológicas ígneas, sedimentarias y metamórficas que datan del Jurásico hasta el Holoceno; así como ocurrió en el acuífero Río Santa Cruz, los acontecimientos volcánico-plutónicos descritos derivaron en la formación de una unidad de rocas vulcano-sedimentarias de composición predominantemente ácida (toba, riolita, granito, andesita) presentes en las serranías que circundan el área (CONAGUA, 2023f). En la parte sureste afloran rocas sedimentarias clásticas conformadas por conglomerados y areniscas de la unidad llamada *Formación Cocóspera* (Servicio Geológico Mexicano, 2018). Otro acontecimiento importante sucedió en el Neógeno, cuando la región sufrió afectaciones por fallamientos tectónicos que dieron como resultado un sistema de fallas noroeste-sureste y la aparición de depresiones que se volvieron depósitos de sedimentos detríticos, de hecho, las rocas cuaternarias distribuidas ampliamente en el acuífero son conglomerados y, a su vez, relictos de depósitos de gravas y arenas. Cabe agregar que los sedimentos aluviales, aunque cubren un área menor, son depósitos de acarreo y relleno (arcillas, limos, arenas y gravas) no consolidados presentes en el causes de los arroyos y abanicos aluviales en las zonas bajas (CONAGUA, 2023f) (Mapa anterior).

Por último, el contexto geológico del acuífero Magdalena es bastante complejo en tanto que existen unidades litológicas ígneas, vulcano-sedimentarias, sedimentarias y metamórficas del Precámbrico y hasta la actualidad (Servicio Geológico Mexicano, 2007). Entre las rocas más antiguas destacan calizas y areniscas, afloramientos que representan remanentes de la alta actividad erosiva presente en la zona que ocupan la mitad del territorio y que, por ese mismo nexo, permiten vislumbrar una gran proporción del marco geológico del acuífero (CONAGUA, 2023g). Un aspecto notable alrededor del Río Magdalena, corriente donde confluye el arroyo Cocóspera (CONAGUA, 2023f), es su pasado cenozoico y las rocas de este periodo (riolita, toba) que llegan a mezclarse con sedimentos fluviales y aluviales y discurrir por diferentes arroyos hasta confluir en el Río Magdalena; sobre la misma línea, las rocas sedimentarias formadas por arenas, gravas, limos y arcillas constituyen la unidad geológica de mayor importancia y se distribuyen en depósitos aluviales, fluviales y erosionales que se evidencian a través de valles, terrazas excavadas que descienden hacia las planicies aluviales o como productos de desintegración —física, mecánica y PRM— que se depositan en cerros y sierras aledañas (CONAGUA, 2023g).

También se debe tener presente la geología del subsuelo vinculada con materiales del Cuaternario (gravas, arenas) que son producto de procesos de erosión-depósito y, a su vez, los materiales más importantes del Río Magdalena; éstos descansan parcialmente sobre depósitos clásticos menos permeables. En el caso del tramo Comaquito a Ímuris, esta zona se ubica entre dos depósitos clásticos que han conformado la aparición de terrazas en las márgenes del Arroyo Babasac; por otro lado, a la altura de Ímuris existe un afloramiento metamórfico (cataclasita)

CONSULTA PÚBLICA

ligado con el levantamiento del subsuelo (CONAGUA, 2023g) y que habría considerar dada la cercanía de las vías férreas (Mapa 3).

En última instancia, un aspecto que se articula con la presencia de conglomerados y suelos aluviales como parte de la geología del área de influencia implica considerar a los abanicos aluviales que constituyen una forma de relieve depositacional que se han consolidado al pie de un frente montañoso por influencia de las descargas de sedimentos arrastrados por el agua, materiales (arenas, limos, arcillas) que normalmente se acopian en la base, más plana de las laderas (Méndez *et al.*, 2016; Gómez, 1996); si bien, estos abanicos corresponden con zonas de transición entre áreas montañosos y llanas, su origen también está influenciado por actividad tectónica, fluctuaciones climáticas, vegetación, litología y topografía (Gómez, 1996).

En cuanto a la presencia de PRM, se identificaron 5 unidades litológicas que sobresalen del resto debido a que en esta se registraron más sitios con inestabilidad de laderas. Dichos procesos fueron identificados en campo y por medio de una revisión de imágenes de satélite de alta resolución del año 2023 (Tabla 1). Estos procesos se detallarán más adelante.

Tabla IV. 4. Tipos de roca con presencia de PRM. Fuente: Elaboración propia.

Origen de roca	Tipo de roca	Numero de PRM
Ígnea extrusiva	Toba ácida	27
Sedimentaria	Arenisca- conglomerado	15
Ígnea intrusiva	Granito	12
Sedimentaria	Conglomerado	12
Metamórfica	Cataclasita	6

Geomorfología

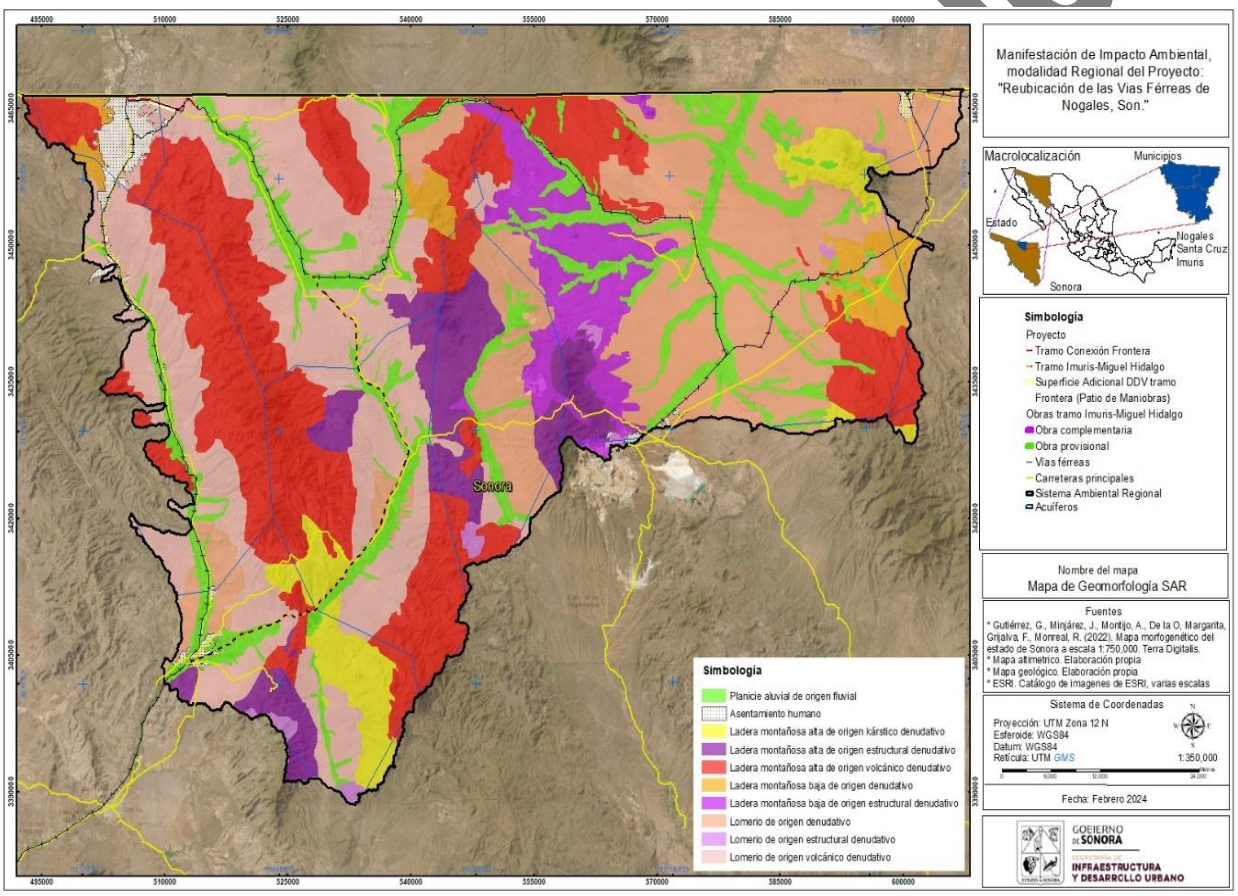
De acuerdo con Pedraza, J (1996), la Geomorfología es la ciencia que analiza las formas de la superficie terrestre, su génesis, dinámica, ecología y dinámica; por otra parte, una de las finalidades de esta ciencia corresponde con tratar de relacionar la litología y el arreglo geomorfológico a través de la interpretación de la génesis del terreno (Gutiérrez *et al.*, 2022).

Como base principal para el análisis geomorfológico del SAR, se utilizó la información del trabajo de Gutiérrez *et al.* (2022) quienes refieren los sistemas morfogenéticos en el estado de Sonora, que fueron delimitados según su origen geológico, el relieve y el grado de inclinación del terreno. Cabe señalar que para el presente trabajo, la inclinación del terreno no representa un factor crucial para determinar las variables geomorfológicas presentes en la zona. Según Hernández-Moreno (2011), la estabilidad de una ladera depende de otros factores que van más allá de la inclinación y, en ese sentido, subrayan que los agentes generadores del paisaje —endógenos, exógenos, naturales, antrópicos— tienen influencia sobre la formación actual del relieve.

Respecto al SAR, esta región se encuentra en la confluencia de dos provincias fisiográficas distintivas: las Sierras y Llanuras del Norte, y la Sierra Madre Occidental. Además, debido a su cercanía con la Llanura Sonorense en el suroeste, es esencial considerar la compleja disposición y morfología del relieve. Esta se caracteriza por la presencia de conjuntos montañosos orientados de noroeste a sureste, con laderas pronunciadas y signos evidentes de erosión, así como rampas

CONSULTA PÚBLICA

detríticas en su base (Cerón, 2019; INEGI, 2008). En cuanto a las dos provincias fisiográficas que atraviesan directamente el SAR, el área del noreste corresponde a las Sierras y Llanuras del Norte, donde las serranías —separadas por extensas llanuras— presentan una elevación moderada y una marcada inclinación. Por otro lado, la Sierra Madre Occidental, que atraviesa el occidente y el sur del SAR, se caracteriza por la presencia predominante de rocas ígneas extrusivas que originaron inicialmente una meseta extensa, pero que, debido a procesos erosivos, han dado forma a un paisaje de picos, cañones y barrancas imponentes (INEGI, 2008). La zona de transición entre estas provincias fisiográficas, que abarca el área de estudio y ejerce influencia sobre el corredor ferroviario de Ímuris, se extiende en dirección norte-sur desde las Sierras y Llanuras del Norte hasta adentrarse en la Sierra Madre Occidental (INEGI, 2008).

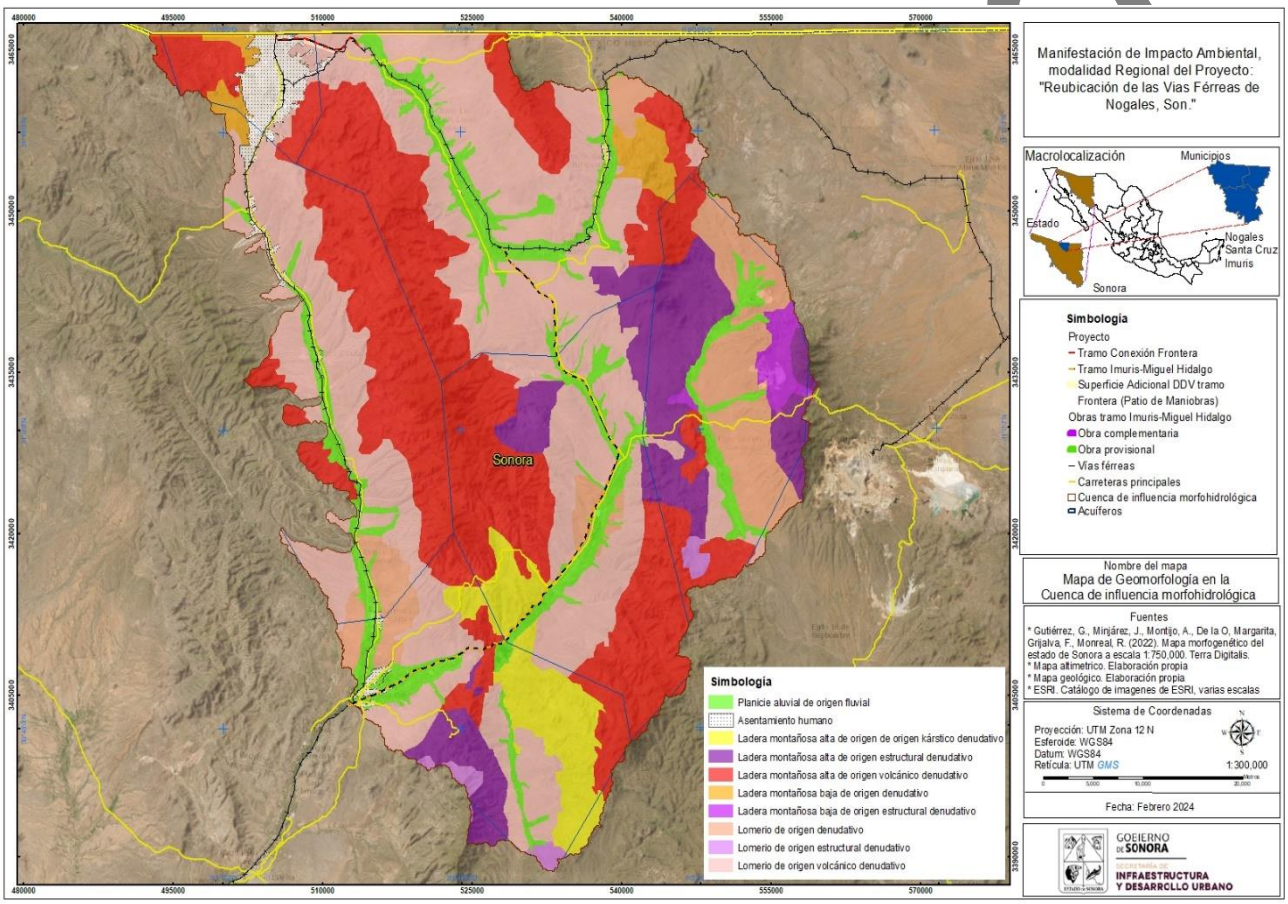


Mapa IV. 16. Geomorfología del SAR.

La zona noroeste del Mapa siguiente, hacia Nogales, se localiza una ladera montañosa de origen volcánico denudativo, es decir, bajo dominio de diferentes agentes erosivos; esta formación presenta un recorrido noroeste a sur-sureste hasta internarse por completo en la Cuenca de influencia morfohidrológica y está franqueada por una serie de lomeríos de origen volcánico denudativo. El sur-suroeste del SAR es bastante más complejo; si bien, una gran parte del eje Ímuris se instala sobre lomeríos de origen volcánico denudativo, planicies aluviales de origen fluvial y asentamiento humano (al sureste de Ímuris), otros sistemas que influyen en el tramo

ferroviario —debido a su proximidad o porque las vías cruzan directamente— son las laderas montañosas de origen volcánico, kárstico y estructural que tuvieron un origen denudativo. Finalmente, el área ubicada al norte-noreste de Cananea se caracteriza por la presencia de una extensa planicie aluvial de origen fluvial y lomeríos extensos de origen denudativo interrumpidos por una serie de laderas de origen volcánico y estructural denudativo.

Para poder describir con mayor detalle la geomorfología de la Cuenca de influencia morfohidrológica, se utilizará la información que manejan los reportes emitidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).



Mapa IV. 17. Geomorfología en la Cuenca de influencia morfohidrológica.

El acuífero Nogales está ligado con la Sierra Madre Occidental conformada por una extensa meseta volcánica afectada por grabens, zanjas o fosas tectónicas, y fallas que imposibilitan un paisaje homogéneo y seudo horizontal (CONAGUA, 2023b; Tarbuck y Lutgens, 2005). Un aspecto destacado del complejo volcánico inferior son sus formas de derrames y unidades piroclásticas que contrastan con la parte superior, dominada por su carácter ligeramente deformado y a fallado (CONAGUA, 2023b). El acuífero Río Alisos se localiza al poniente de la Cuenca de influencia morfohidrológica y se caracteriza por presentar nueve geoformas; entre las más notables, están las laderas montañosas (57%), lomeríos (30%) y planicies (11%)

compuestas por gravas, arenas, limos y arcillas (CONAGUA, 2023c). El resto del área está conformado por piedemonte (conglomerados) y áreas afectadas por actividades antrópicas asentadas sobre gravas, arenas, limos y arcillas (Ver Mapa anterior).

Hacia el oriente de la Cuenca de influencia morfohidrológica se encuentra el acuífero Cuitaca, donde convergen laderas montañosas altas y planicies como geoformas dominantes y, en menor proporción, laderas bajas y lomeríos. Las laderas montañosas se caracterizan por estar formadas de rocas volcánicas; a su vez, las gravas, arenas, limos y arcillas que originan las planicies y los lomeríos se componen de conglomerados; en líneas generales, la región está integrada por estructuras complejas, rocas ígneas y sedimentarias, valles que se originaron por fosas tectónicas —bloques de falla inclinados donde el lado más alto se liga con una topografía abrupta y el lado más bajo es una cuenta que se llena de sedimento— que resultaron en depósitos de una gran cantidad de material clástico que fueron acarreados desde las partes altas de las montañas (CONAGUA, 2023ª; Tarbuck y Lutgens, 2005). El relieve del acuífero Río San Pedro, emplazado fuera de la Cuenca de influencia morfohidrológica, se caracteriza por elevaciones de naturaleza mixta y forma irregular, sobre todo hacia la parte occidental, y por un complejo sistema fluvial que, a través de las precipitaciones y los escurrimientos, desgasta las rocas, las arrastra y deposita grandes volúmenes de sedimentos (CONAGUA, 2023d).

Respecto al análisis de la parte central de la Cuenca de influencia morfohidrológica, la Universidad de Sonora, la CONAGUA y la Comisión Internacional de Límites y Aguas (2011) describen que el acuífero Río Santa Cruz, hacia al norte, se caracteriza por su diversidad geomorfológica; entre las formaciones más notables se encuentran las planicies aluviales que siguen el curso hídrico principal, el piedemonte que bordea los lomeríos y terrenos escarpados que constituyen un bloque de montañas altas de origen volcánico. A colación, Vega, Cirett, De la Parra y Zavala (2011) señalan un aspecto importante que vincula las serranías, por ejemplo, la Sierra de San Antonio, hacia la parte norte del acuífero, con el recurso agua; al respecto, las partes altas dividen el área en varias cuencas que, aunque tienen pocas posibilidades de contener agua, la permeabilidad de la zona puede incrementarse por el intemperismo o donde haya fracturas (Ver Mapa Anterior).

En cuanto al acuífero Cocóspera, CONAGUA (2023f) describe la geomorfología de la zona y subraya tres rasgos geomorfológicos definidos. Primero, un macizo montañoso formado por toda una serie de sierras hacia la parte poniente y oriente; en segunda instancia, en la sección norte y noroeste se describe la presencia de mesetas y terrazas de forma plana y escalonadas que se originaron por el depósito de conglomerados y arenas. En tercer lugar, se documenta la presencia de un valle intermontano que se caracteriza por sus pendientes suaves hacia el cauce del río Cocóspera; la génesis de este valle son los depósitos fluviales y lacustres y también el material granular no consolidado del tamaño de arenas y limos. Por último, el acuífero Magdalena presenta una geomorfología por demás compleja, de hecho, se considera que debido a las características de su relieve se trata de una zona en una fase de madurez temprana dentro de su ciclo geomorfológico (Servicio Geológico Mexicano, 2007). En la parte norte de la Cuenca de influencia morfohidrológica, destacan las terrazas fluviales y de erosión a ambas márgenes del valle; estas formaciones se distinguen por ganar elevación conforme se acercan a los escarpes de las sierras interiores o a las elevaciones que circundan el valle (CONAGUA, 2023g). Este acuífero se puede categorizar como una subprovincia fisiográfica formada por un sistema de sierras de naturaleza

CONSULTA PÚBLICA

mixta y un sistema de valles formados por sedimentos clásticos paralelos que resaltan la evolución de los piedemonte a terrazas aluviales y, posteriormente, a cauces fluviales que son de suma importancia para la circulación del agua y los procesos implícitos (CONAGUA, 2023g). En este acuífero, la ocurrencia de PRM es alta debido a que los procesos exógenos, la litología y la topografía de la zona converger de tal manera que la inestabilidad de laderas es un proceso natural que se da aun sin la intervención humana o antrópica (Ver siguiente Foto).

}

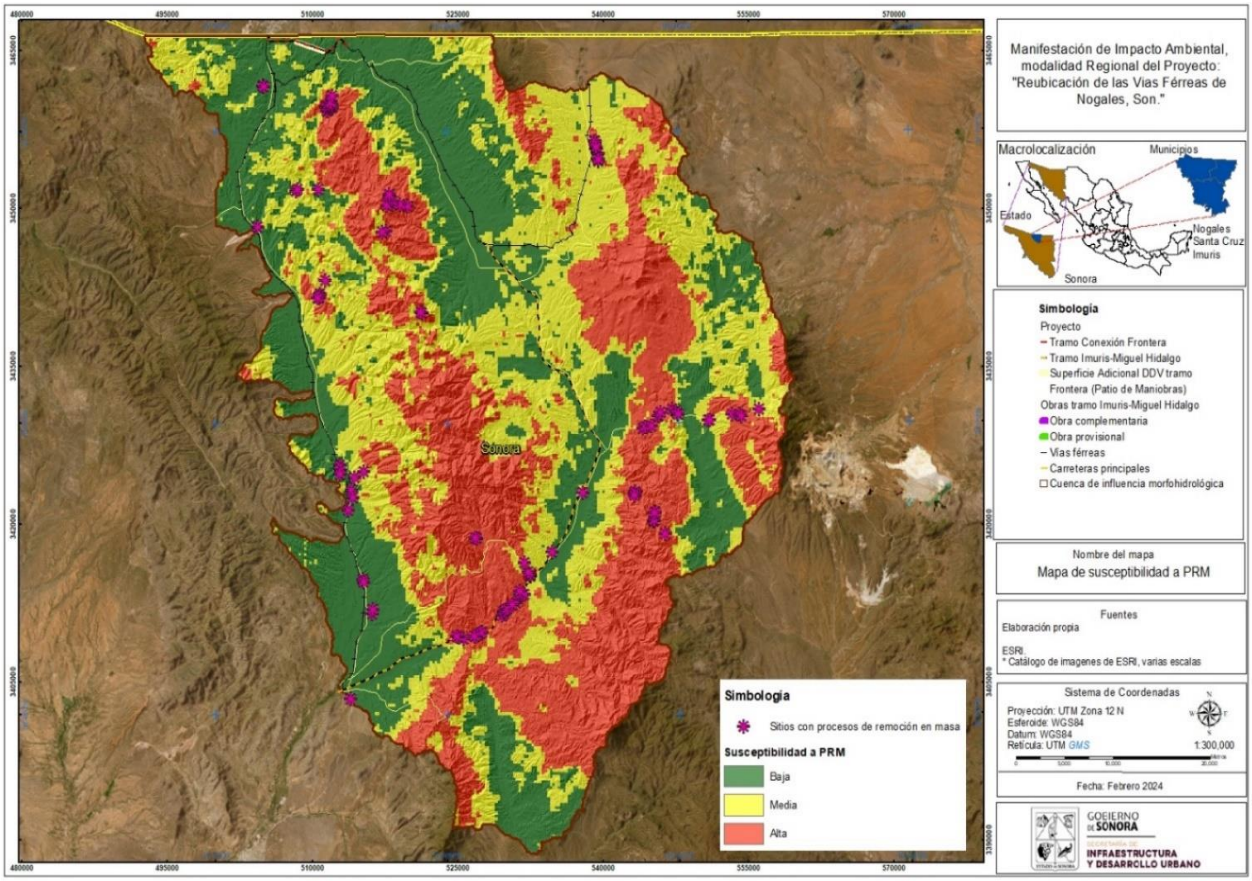


Foto IV. 1. Procesos de remoción en masa localizados en campo dentro del acuífero Cocóspera

IV.2.1.2.1 Modelo de Susceptibilidad a PRM

Como parte de las características geomorfológicas y topográficas de la zona, se realizó un modelo para determinar la ocurrencia de PRM en la Cuenca de influencia morfohidrológica. Este modelo se originó mediante el análisis de cinco variables que representan las características principales de la zona: grado de pendiente, susceptibilidad geológica a la ocurrencia de PRM, capacidad de drenaje en función de pendiente y cercanía al trazo del tren, orientación de las laderas en función de la humedad en estas y elevación en msnm. Cada una de estas variables fue ponderada por medio de la importancia que presenta en la zona de estudio, y el modelo resultante fue el plasmado en el Mapa siguiente.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 18. Mapa de susceptibilidad a PRM.
Fuente: Elaboración propia.

La susceptibilidad baja representada en color verde enmarca las zonas con pendientes menores de 10°, con litologías que, de acuerdo con el inventario de PRM elaborado con observaciones de campo y de gabinete, casi no presentaron evidencia de inestabilidad de laderas (de uno a cuatro casos por tipo de roca). En varias partes de este rango existen zonas con elevaciones de 821 a 1242 msnm. Dichas zonas se localizan principalmente, en las vías del tren que van de Ímuris a Nogales, en la parte de las vías del Tren que ya están construidas que comunican el Tramo Conexión Frontera con el Tramo Ímuris – Miguel Hidalgo, así como una parte de vías nuevas que va de Imuris a Cananea, del cadenamiento 0 + 400 al 11 + 300, y del cadenamiento 27 + 200 al 47 + 300. Cabe señalar que, aunque la probabilidad en esta zona es baja, los PRM pueden ocurrir debido a la naturaleza del relieve y sus interacciones con el ambiente y los factores naturales y antrópicos que influyen en él (Foto siguiente).

CONSULTA



Foto IV. 2. Susceptibilidad baja a PRM (N30°57'10.18"; W110°35'43.16").

La susceptibilidad media a PRM se localiza sobre todo en la primer parte de las obras ya construidas para el Proyecto, que van del cadenamiento 63 + 150 al 47 + 300 aproximadamente. La inestabilidad de laderas en estas zonas puede ser frecuente de no realizar trabajos de mitigación o de estabilización de laderas. Esta zona se caracteriza por tener una elevación de 1,243 a 1,537 msnm; con 5 a 9 PRM por litología de acuerdo con el inventario. Antes de su apertura para la construcción del tren, se encontraban laderas con pendientes entre 10° y 25°, actualmente, las pendientes de laderas excavadas para el paso del tren se encuentran entre 35° y 73° en las más inclinadas (Foto siguiente).

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 3. Susceptibilidad media a PRM (N31°7'50.85"; W110°41'3.11").

Por último, la susceptibilidad a procesos de remoción alta se localiza principalmente en la zona del rancho Aribabi y sus alrededores (cadenamiento 12+500 al 23+550). Cabe señalar que esta parte es la menos alterada ya que durante la visita a campo no existían trabajos de excavación, ni de alteración por maquinaria. Pese a esta situación, la zona fue la que registro mayor número de PRM con litologías con hasta 21 eventos. Las pendientes de esta zona tienen aproximadamente entre 25° a 66° de inclinación, con elevaciones de más de 2,000 msnm. En esta zona la capacidad hídrica de drenaje en función de la pendiente y su cercanía al trazo es alta, por lo que se deberá analizar a profundidad el impacto que las obras de reubicación de las vías del tren generaran en el ecosistema puntual de esta zona (Fotos siguientes).

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 4. Susceptibilidad alta a PRM (N30°48'59.86"; W110°44'21.58").



Foto IV. 5. Susceptibilidad alta a PRM (N30°50'31.84"; W110°40'55.05")

CONSULTA PÚBLICA

IV.2.1.3 EDAFOLOGÍA

El suelo es un compuesto de minerales, agua, gases y materia orgánica, derivados de la combinación de elementos bióticos y abióticos. Este recurso natural no renovable, es de gran importancia en los estudios ambientales, ya que entre sus funciones se encuentran: la regulación del clima y las inundaciones, la producción de alimentos y biomasa, el reciclaje de nutrientes, el sostenimiento de la biodiversidad, la retención de carbono, la purificación del agua y la reducción de contaminantes. Asimismo, juega un papel primordial en la regulación del ciclo hídrico, la degradación de contaminantes y el sostenimiento de actividades y construcciones humanas (Dobrovolsky & Nikitin, 1986,1990; FAO, 2015; Marañón & Madejón, 2016; Brady & Weil, 2017).

IV.2.1.3.1 Tipos de suelo

De acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, Escala 1: 250 000 (INEGI, 2007), en el SAR predominan diez tipos de suelo:

Calcisol. Suelos de textura fina, media y gruesa, caracterizados por una acumulación sustancial de carbonatos secundarios, que se desarrollan en tierras llanas a montañosas, de regiones áridas y semiáridas, a partir de depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases. La vegetación natural está dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros (FAO, 2014).

Cambisol. Suelos de textura media a gruesa, caracterizados por la presencia de al menos la formación de un horizonte incipiente de diferenciación en el subsuelo, evidente por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato, que se en forman terrenos llanos a montañosos, en todos los climas, a partir de materiales de textura media y fina derivados de una amplia gama de rocas (FAO, 2014).

Fluvisol. Suelos de textura gruesa, genéticamente jóvenes, con evidencias de estratificación y comúnmente, rasgos redoximórficos en la parte inferior del perfil, que se desarrollan en llanuras de ríos y abanicos aluviales, valles, depresiones lacustres y marismas donde no hay agua freática ni alto contenido de sales en el suelo superficial, en todas las zonas climáticas, a partir de depósitos recientes fluviales, lacustres y marinos (FAO, 2014).

Kastanozem. Suelos de textura media, pardos oscuros, ricos en materia orgánica, que se forman en praderas planas y onduladas, de ambientes secos y continentales, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos, a partir de una amplia gama de materiales no consolidados. La vegetación natural corresponde a pastos cortos efímeros (FAO, 2014).

Leptosol. Suelos de textura media a gruesa, muy delgados y extremadamente ricos en fragmentos gruesos, que se forman en terrenos en elevada o mediana altitud con fuerte pendiente topográfica, particularmente en áreas intensamente erosionadas, en todas las zonas climáticas, a partir de varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos del 20% (en volumen) de tierra fina (FAO, 2014).

CONSULTA PÚBLICA

Luvisol. Suelos de textura media a gruesa, caracterizados por una diferenciación edafogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre una capa superior con un menor contenido y una capa subsuperficial con un mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y alta saturación de bases en alguna profundidad, que se forman en terrenos llanos o ligeramente inclinados, en regiones templadas frías y en regiones cálidas con marcadas estaciones secas y húmedas, a partir de una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciar y depósitos eólicos, aluviales y coluviales (FAO, 2014).

Phaeozem. Suelos de textura media, oscuros, ricos en materia orgánica, que se desarrollan en terrenos planos u ondulados, de clima cálido a frío con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque, a partir de materiales básicos como loess, till glaciar y otros no consolidados (FAO, 2014).

Planosol. Suelos de textura media, con un horizonte superficial de textura gruesa abruptamente sobre un horizonte subsuperficial denso y de textura más fina, que se forman en áreas planas estacionalmente anegadas, que se forman en áreas planas estacional o periódicamente húmedas, en climas semiáridos y subhúmedos, a partir de depósitos aluviales y coluviales (FAO, 2014).

Regosol. Suelos de textura media a gruesa, poco desarrollados que carecen de un horizonte mólico o úmbrico, que se desarrollan en todas las zonas climáticas sin permafrost y a todas altitudes, a partir de cualquier material no consolidado de grano fino (FAO, 2014).

Vertisol. Suelos de textura fina a media, caracterizados por la presencia de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles, que se forman en depresiones y áreas planas a onduladas, principalmente en climas tropicales y subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con alternancia de marcadas estaciones secas y húmedas, a partir de sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a causa de la meteorización de rocas (FAO, 2014).

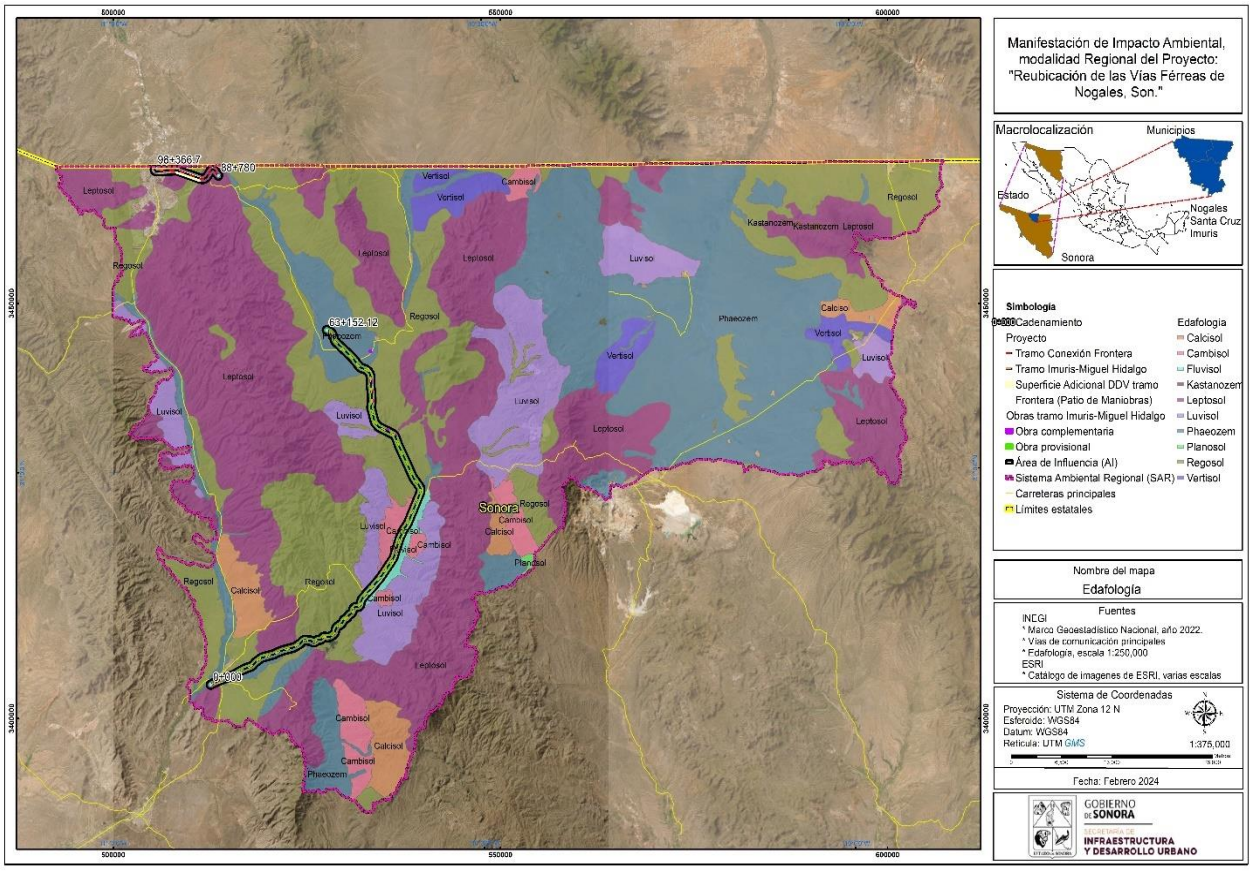
No aplica. Corresponde a cuerpos de agua o a superficies donde el conglomerado demográfico ha provocado el deterioro de las propiedades físicas, químicas y morfoestructurales del suelo.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 5. Superficie ocupada por tipo de suelo en el SAR, el AI y el AP.

Tipo de suelo	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Calcisol	13,117.33	2.61	- - -	- - -	- - -	- - -
Cambisol	11,149.19	2.22	782.43	10.58	67.12	15.38
Fluvisol	2,015.51	0.40	591.24	7.99	10.5	2.41
Kastanozem	232.07	0.05	- - -	- - -	- - -	- - -
Leptosol	173,160.74	34.41	803.47	10.86	36.68	8.4
Luvisol	42,554.70	8.46	121.33	1.64	7.92	1.81
Phaeozem	124,043.70	24.65	1,372.97	18.56	68.59	15.71
Planosol	275.40	0.05	- - -	- - -	- - -	- - -
Regosol	121,389.76	24.12	3,404.13	46.03	230.33	52.77
Vertisol	11,375.32	2.26	- - -	- - -	- - -	- - -
N/A	3,498.88	0.79	320.41	4.33	15.34	3.51

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI (2007).



Mapa IV. 19 Tipos del suelo en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración Propia Con Base En INEGI (2007).
Elaboración: Grupo Selome S.A. DE C.V.

CONSULTA

IV.2.1.3.2 Estado de conservación del suelo

La calidad del suelo está ligada a los procesos de degradación a los que se encuentran sujetas las entidades edáficas, los cuales son desencadenados por las actividades humanas que reducen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener ecosistemas, mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y preservar la salud humana (SEMARNAT, 2022).

En este sentido, con base en el Conjunto de Datos Vectoriales de Degradación del Suelo, Escala 1: 250 000 (SEMARNAT, 2004), en el SAR, el AI y el AP predominan tres tipos de degradación del suelo: degradación física por pérdida de la función productiva, erosión hídrica con pérdida del suelo superficial y erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento.

Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial. En el SAR se presenta en grado ligero, moderado y fuerte, y es provocado por el sobrepastoreo, la sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico, la deforestación y la remoción de la vegetación. Este proceso de degaste,

que sobre el suelo ejerce el agua en sus diversas formas de desplazamiento, movimiento o flujo, provoca la remoción de las capas superficiales del suelo y la pérdida de nutrientes.

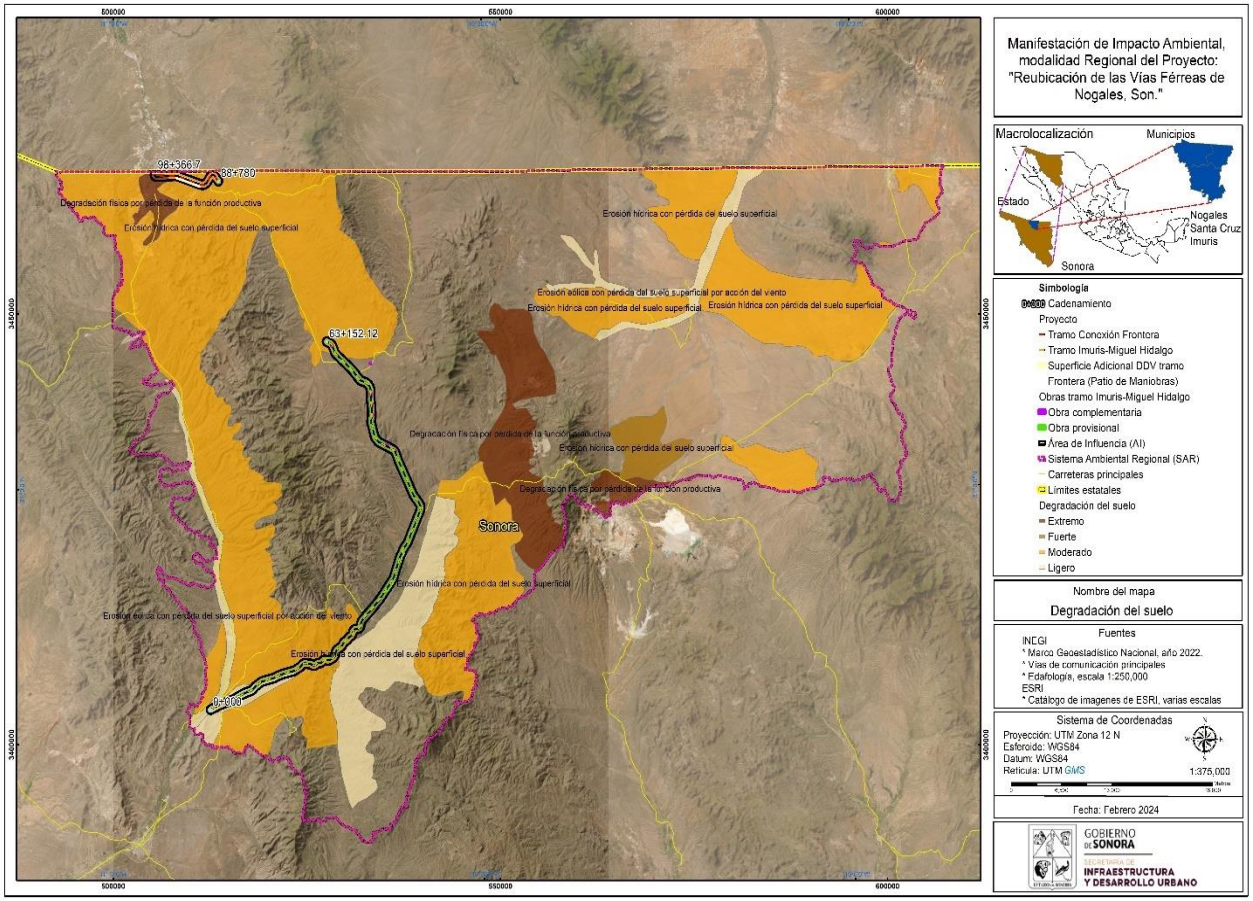
Erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento. En el SAR se presenta en grado ligero y es generada por el sobrepastoreo. Este proceso de desgaste, que sobre el suelo ejerce el viento, causa la remoción de las capas superficiales del suelo y la pérdida de nutrientes.

Degradación física por pérdida de la función productiva. En el SAR se presenta en grado extremo y es causada por la urbanización y las actividades industriales. Este proceso modifica la, modifica la estructura del suelo, disminuyendo su capacidad de retención de agua y su función como reservorio de semillas y nutrientes.

Tabla IV. 6. Superficie ocupada por tipo de degradación del suelo en el SAR, el AI y el AP.

Tipo de degradación	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Degradación física	21,884.13	4.35	197.13	2.67	11.53	4.35
Erosión hídrica	186360.77	37.03	2,469.98	33.40	153.56	32.11
Erosión eólica	11,482.62	2.28	912.82	12.34	43.89	2.28
N/A	283,535.076	56.34	3,816.06	51.60	227.50	61.26

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2004).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.



Mapa IV. 20 Tipos de degradación del suelo en el SAR, el AI y el AP.

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2004).
Elaboración: Grupo Selome S.A. DE C.V.

Sitios de muestreo

En el mes de diciembre se realizaron actividades de muestreo de suelos en campo. Para ello se recorrió el trazo del proyecto y se determinaron sitios de muestreo, con el fin de obtener las características de cada tipo de suelo presente en el AP y su equivalente en el AI y el SAR. Los parámetros analizados, corresponden a los señalados por Siebe *et al.* (2006) para la evaluación cualitativa de suelos en campo: profundidad y designación de horizontes, textura, pedregosidad, color, pH, materia orgánica, presencia de carbonato de calcio, humedad, estructura, estabilidad de agregados, porosidad, densidad aparente, densidad de raíces y presencia de cutanes, concreciones, manchas y/o cementación.

Con base en los datos obtenidos en campo, se puede señalar que tanto en el AP, el AI y el SAR, los suelos ocupados por actividades agropecuarias, presentan niveles de degradación variables, ya que el horizonte superficial se encuentra perturbado, con poca estructura (compactado), bajo contenido de materia orgánica, baja densidad de raíces y porosidad poco abundante; mientras que, en los sitios ocupados por macizos forestales, gracias a la presencia de la cobertura vegetal, los suelos presentan mayor calidad, al poseer una estructura más desarrollada, mayor contenido de materia orgánica, mayor densidad de raíces y porosidad más abundante.

Tabla IV. 7. Descripción de perfiles de suelo en el SAR, el AI y el AP.

Tipo	AP-AI	SAR
Cambisol	Suelos someros, color pardo pálido a pardo grisáceo oscuro, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía suave, y porosidad poco abundante. La textura es arcillo-arenosa, la estructura en forma de bloques angulares de tamaño mediano y desarrollo moderado a fuerte, y la pedregosidad es abundante (hasta 40% de gravas medianas y gruesas en el horizonte BC). La densidad de raíces varía de en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (baja) en el horizonte superficial.	Suelos someros, color pardo pálido a pardo, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste difuso y topografía ondulada, y porosidad poco abundante. La textura es arcillosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño moderado y desarrollo fuerte, y la pedregosidad es poco abundante (hasta 5% de piedras en el horizonte BW). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (moderada) en el horizonte superficial.
Fluvisol	Suelos someros, color pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo claro, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste difuso y topografía ondulada, y porosidad poco abundante. La textura es arcillosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es poco abundante (menor a 1% de gravas finas). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (alta) en el horizonte superficial.	Suelos someros, color pardo, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía ondulada, y porosidad poco abundante. La textura es arcillosa, la estructura en forma de bloques angulares de tamaño mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es moderadamente abundante (hasta 15% de gravas medianas y gruesas en el horizonte

CONSULTA PÚBLICA

Tipo	AP-AI	SAR
		Bt). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (poco) en el horizonte superficial.
Leptosol	Suelos muy someros, color pardo grisáceo a pardo grisáceo oscuro, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía quebrada, y porosidad poco abundante. La textura es arenosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño mediano a grande y desarrollo moderado, y la pedregosidad es abundante (hasta 40% de gravas medianas-gruesas y piedras). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (moderada) en el horizonte superficial.	Suelos muy someros, color pardo grisáceo, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste difuso y topografía quebrada, y porosidad moderadamente abundante. La textura es arenosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es abundante (hasta 40% de gravas medianas-gruesas y piedras). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (poco) en el horizonte superficial.
Luvisol	Suelos someros, color pardo claro a pardo grisáceo oscuro, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía quebrada, y porosidad poco a moderadamente abundante. La textura es areno-arcillosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino a mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es poco abundante (menor de 5% de gravas y piedras). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (poco) en el horizonte superficial.	Suelos someros, color pardo grisáceo, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía ondulada, y porosidad moderadamente abundante. La textura es arenosa, la estructura subangular en bloques de tamaño fino y desarrollo moderado, y la pedregosidad es poco abundante (menor a 1% de gravas y piedras). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (moderada) en el horizonte superficial.
Phaoezem	Suelos moderadamente profundos, color pardo, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía quebrada, y porosidad moderadamente abundante. La textura es arcillo-arenosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es poco abundante (menos de 5% de gravas y piedras). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (poco) en el horizonte superficial.	Suelos moderadamente profundos, color pardo grisáceo oscuro, uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste difuso y topografía irregular, y porosidad moderadamente abundante. La textura es arcillo-arenosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es poco abundante (menos de 5% de gravas y piedras). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (moderada) en el horizonte superficial.
Regosol	Suelos muy someros, color pardo claro a pardo grisáceo claro, uniformes en apariencia (en	Suelos muy someros, color pardo claro a pardo grisáceo claro,

CONSULTA PÚBLICA

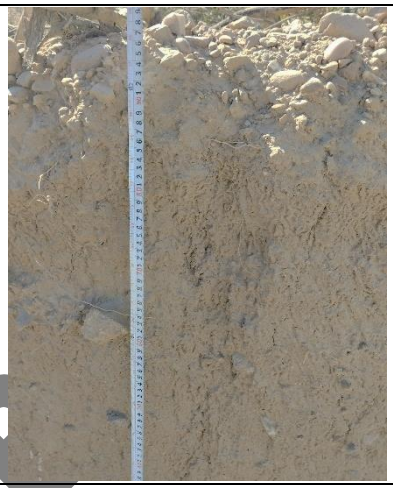
Tipo	AP-AI	SAR
	húmedo), con separación de contraste claro y topografía irregular, y porosidad poco abundante. La textura es areno-arcillosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y desarrollo débil, y la pedregosidad es muy abundante (mayor a 40% en el perfil). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (poco) en el horizonte superficial.	uniformes en apariencia (en húmedo), con separación de contraste claro y topografía irregular, y porosidad poco abundante. La textura es areno-arcillosa, la estructura en forma de bloques subangulares de tamaño mediano y desarrollo moderado, y la pedregosidad es muy abundante (mayor a 40% en el perfil). La densidad de raíces varía en función de la profundidad del horizonte, siendo más abundante (poco) en el horizonte superficial.

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

Tabla IV. 8. Fotografías de perfiles de suelo en el SAR, el AI y el AP.

AP	AI	SAR
Cambisol		
		
Fluvisol		
		

INFORMACIÓN PÚBLICA

AP	AI	SAR
Leptosol		
		
Luvisol		
		
Phaeozem		
		
Regosol		

AP	AI	SAR
		

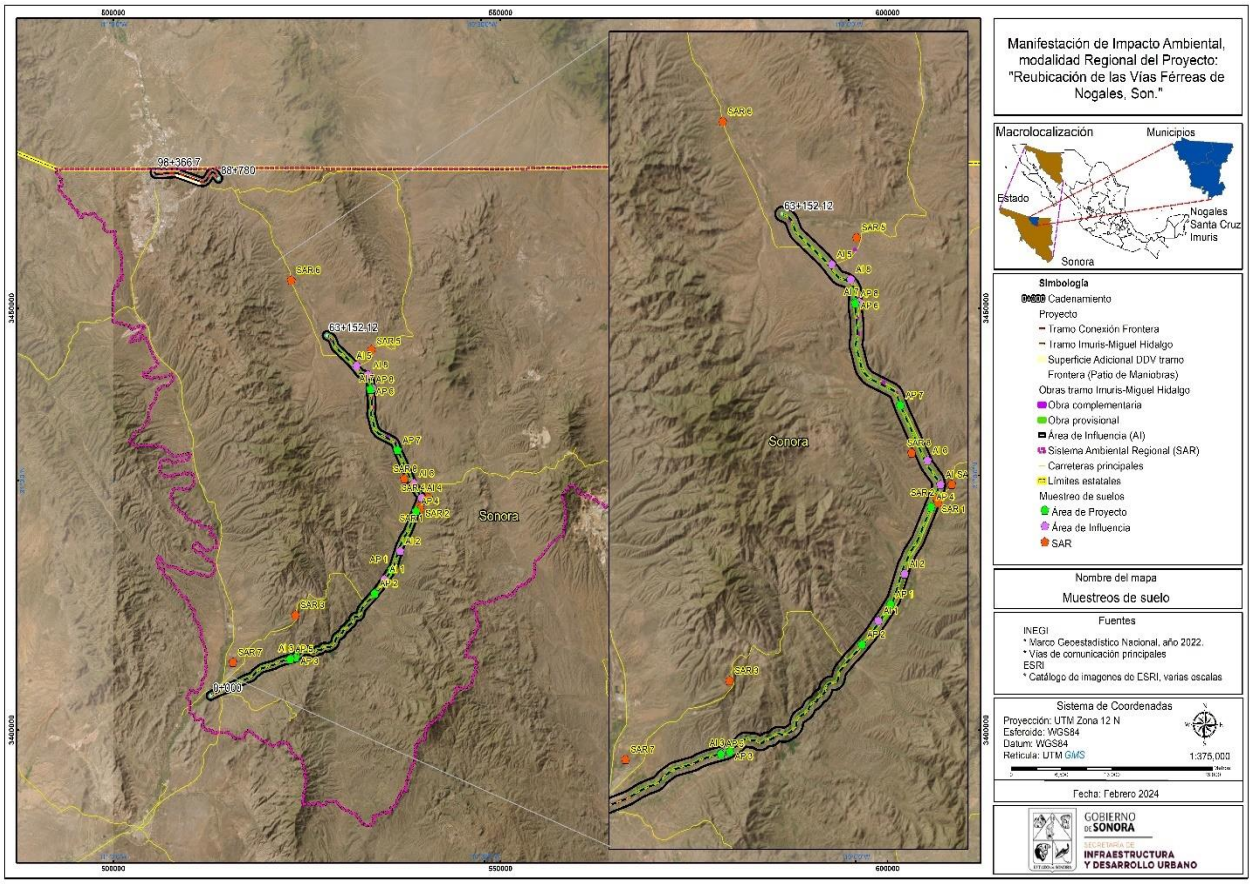
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

Tabla IV. 9. Coordenadas de perfiles de suelo analizados en el SAR, el AI y el AP.

Tipo de suelo	AP		AI		SAR	
	X_{UTM}	Y_{UTM}	X_{UTM}	Y_{UTM}	X_{UTM}	Y_{UTM}
Cambisol	535973.52	3419077.69	535032.35	3417907.06	539523.89	3426551.77
Fluvisol	533767.98	3416218.96	537047.65	3421235.61	539627.01	3426286.41
Leptosol	523534.00	3408617.00	522915.10	3408528.66	523513.22	3413651.35
Luvisol	539102.46	3425984.65	539837.53	3427568.47	540705.48	3427577.28
Phaeozem	522850.25	3408448.45	531419.55	3443210.14	533342.75	3445114.50
Regosol	533255.71	3440542.49	538833.44	3429286.92	522991.80	3453353.20
Regosol	536731.22	3433209.16	533531.80	3440540.40	515464.10	3408055.18
Regosol	533243.47	3440433.90	532893.52	3442134.52	537595.48	3429820.30

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. DE C.V.

CONSULTA PÚBL



Mapa IV. 21 Sitios de muestreo de suelos en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2023).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

IV.1.1.4 UNIDADES DE PAISAJE

De acuerdo con Mateo (2002), los paisajes son sistemas territoriales compuestos por elementos naturales y antropogénicos sujetos a condiciones sociales que los modifican. Es decir, se forman bajo la influencia de procesos naturales y la actividad modificadora de la sociedad humana, que se encuentran en constante interacción y desarrollo. Estos geocomplejos son partes de la superficie terrestre que se distinguen cualitativamente de las restantes, poseen límites naturales o antropo-naturales y tienen una definida integridad cualitativa.

Con base en el análisis paisajístico realizado, el SAR se emplaza en seis tipos de paisajes (INEGI, 2001, 2007, 2008, 2021):

Llanura aluvial. Superficie plana a muy ligeramente inclinada, sin elevaciones o depresiones prominentes, formada por sedimentos aluviales en clima semiseco semicálido a templado, con asentamientos humanos, agricultura de riego anual, pastizal cultivado,

pastizal inducido, pastizal natural, bosque de encino, bosque de galería, bosque de mezquite, mezquital xerófilo, matorral desértico micrófilo y sin vegetación aparente, sobre cambisoles, fluvisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems y regosoles.

Lomerío escarpado. Conjunto de lomeríos, con una altitud mayor al entorno geográfico, que en términos de altitud relativa es inferior a 100 m, caracterizado por la presencia de pendientes abruptas, en clima semiseco templado, con asentamientos humanos, pastizal natural y bosque de encino, sobre leptosoles y regosoles.

Sierra alta. Conjunto de montañas, con una altitud mayor al entorno geográfico, que en términos de altitud relativa es mayor a 100 m, en clima seco semicálido a templado subhúmedo, con asentamientos humanos, agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual, pastizal cultivado, pastizal inducido, pastizal natural, bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de galería, bosque de mezquite, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de táscate, mezquital xerófilo, matorral desértico micrófilo y sin vegetación aparente, sobre calcisoles, cambisoles, fluvisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, planosoles, regosoles y vertisoles.

Sierra plegada. Conjunto de montañas, con una altitud mayor al entorno geográfico, que en términos de altitud relativa es mayor a 100 m, caracterizada por la presencia de pliegues, en clima seco a semiseco templado, con agricultura de riego anual, pastizal inducido, pastizal natural, bosque de pino, bosque de pino-encino, matorral desértico micrófilo, vegetación de galería y sin vegetación aparente, sobre kastanozems, leptosoles, phaeozems y regosoles.

Valle aluvial intermontano. Depresión natural de la superficie terrestre, estrecha, alargada y plana a muy ligeramente inclinada, formada por sedimentos aluviales en clima seco a semiseco templado, con asentamientos humanos, agricultura de riego anual, pastizal cultivado, pastizal inducido, pastizal natural, bosque de encino, bosque de táscate, mezquital xerófilo, matorral desértico micrófilo, vegetación de galería y sin vegetación aparente, sobre calcisoles, cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles y vertisoles.

Valle intermontano. Depresión natural de la superficie terrestre, estrecha, alargada y plana a muy ligeramente inclinada, en clima seco semicálido a semiseco templado, con asentamientos humanos, agricultura de riego anual, pastizal cultivado, pastizal inducido, pastizal natural, bosque de encino, bosque de mezquite, matorral desértico micrófilo, vegetación de galería y sin vegetación aparente, sobre calcisoles, cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, planosoles y regosoles.

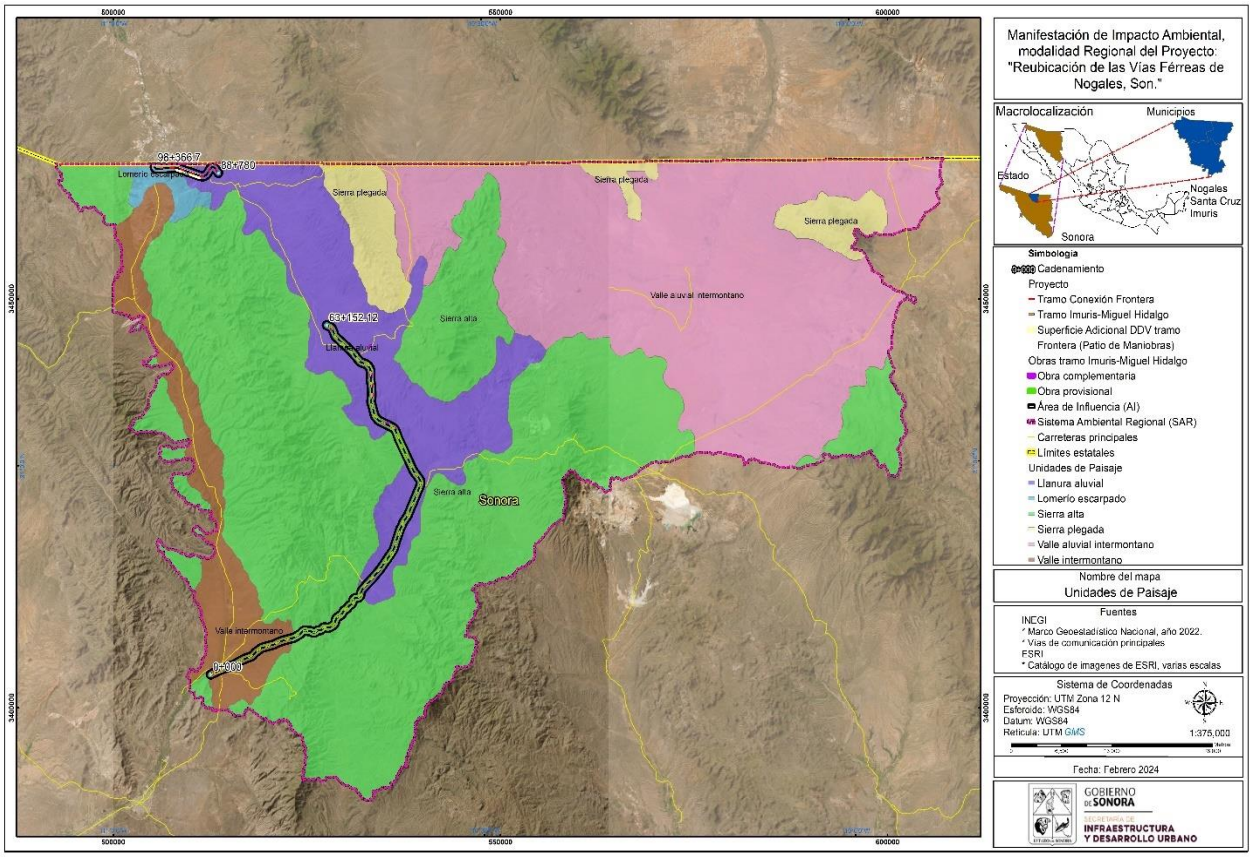
CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 10. Superficie ocupada por tipo de degradación del suelo en el SAR, el AI y el AP.

Tipo de paisaje	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Llanura aluvial	61,206.70	12.16	4,409.17	59.62	257.00	59.62
Lomerío escarpado	3,788.68	0.75	270.48	3.66	15.80	3.66
Sierra alta	236,332.95	46.96	1,519.54	20.55	93.37	20.55
Sierra plegada	21,503.29	4.27	- - -	- - -	- - -	- - -
Valle aluvial intermontano	149,864.63	29.78	- - -	- - -	- - -	- - -

Tipo de paisaje	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Valle intermontano	30,439.70	6.05	1,194.34	16.15	70.31	16.15
N/A	126.65	0.03	2.46	0.03	- - -	- - -

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2001).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.



Mapa IV. 22 Tipos de paisaje en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo (2001).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

.

IV.1.1.5 HIDROLOGÍA

IV.1.1.5.1 Hidrología superficial

Región Hidrológica administrativa del SAR

El gobierno de México estableció en el Diario Oficial de la Federación en el año 2007, bajo la responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el establecimiento de organismos de cuenca como unidades operativas encargadas de la administración del recurso hídricos, denominándolas regiones hidrológicas administrativas (SEMANART, 2010).

CONSULTA

Se establecieron trece regiones Administrativas (Figura siguiente) en toda la República Mexicana, siendo las que tienen mayor extensión las localizadas en el norte del país.

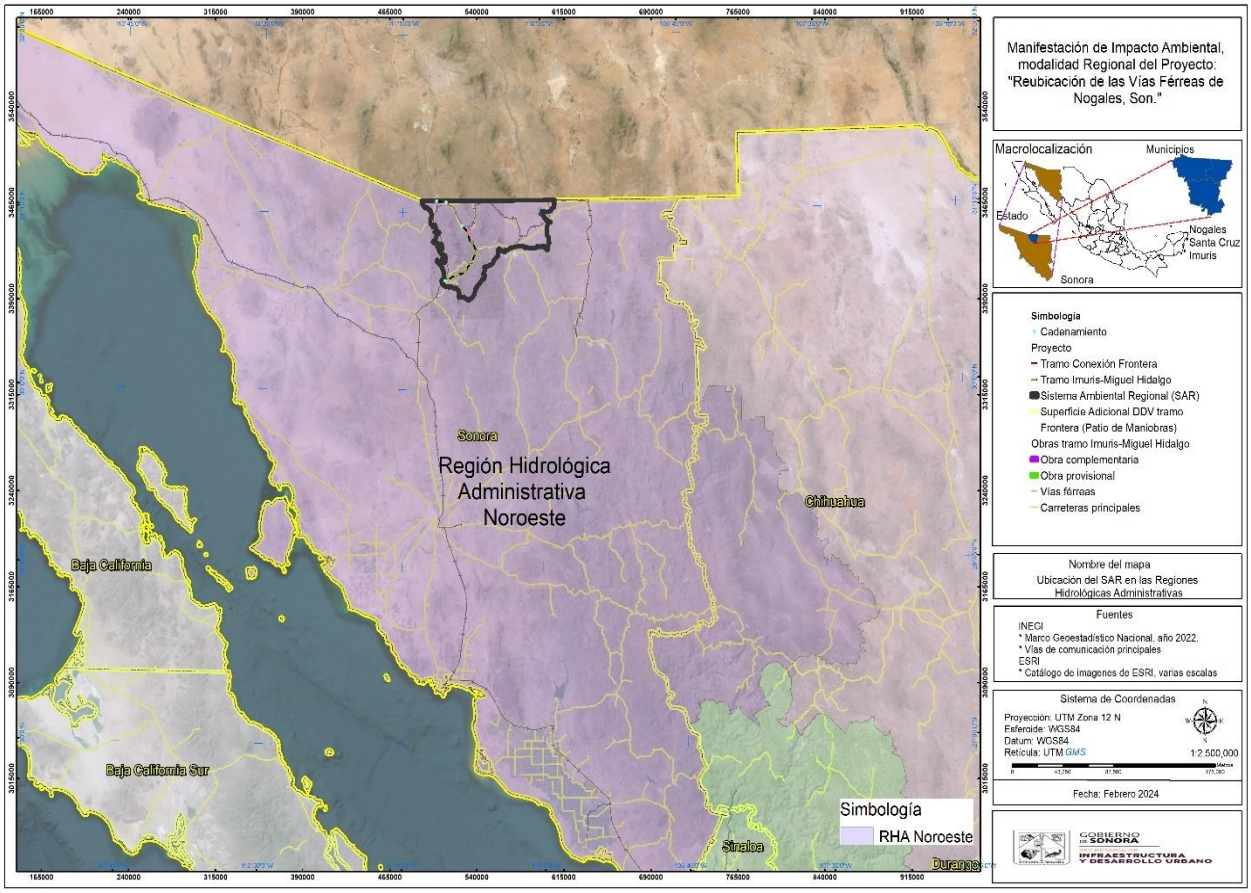


Figura IV. 7. Ubicación general del Proyecto (SEMANART,2010).

En el caso del SAR, su área completa se encuentra dentro de la Región Hidrológica Administrativa II. Región Noroeste, que abarca todo el estado de Sonora y regiones del estado de Chihuahua. Esta región comprende una superficie de 205, 218 km^2 y abarca más de 70 municipios.

En el Mapa a continuación, se muestra la ubicación del SAR dentro de la Región Administrativa.

CONSULTA



Mapa IV. 23. Ubicación del SAR en la región hidrológica administrativa II.

Regiones Hidrológicas del SAR

Dentro de cada Región Administrativa, se encuentran Regiones Hidrológicas, que se definen como unidades territoriales, en las cuales, características hidrológicas como las precipitaciones, escorrentías superficiales y flujos subterráneos convergen hacia un punto común, conocido como desembocadura y se conceptualiza como una entidad geográfica claramente delimitada que comparte características hidrológicas específicas.

Normalmente, una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas, por lo que sus límites, en general, son distintos a la división política de estados y municipios.

México se encuentra dividido en 37 regiones hidrológicas (Ver siguiente Figura) definidas por los grandes parteaguas del país (Principales sierras y cadenas montañosas), y al menos contienen una cuenca hidrográfica, que no es compartida con otra región hidrológica del país (SEMARNAT, 2010).

CONSULTA

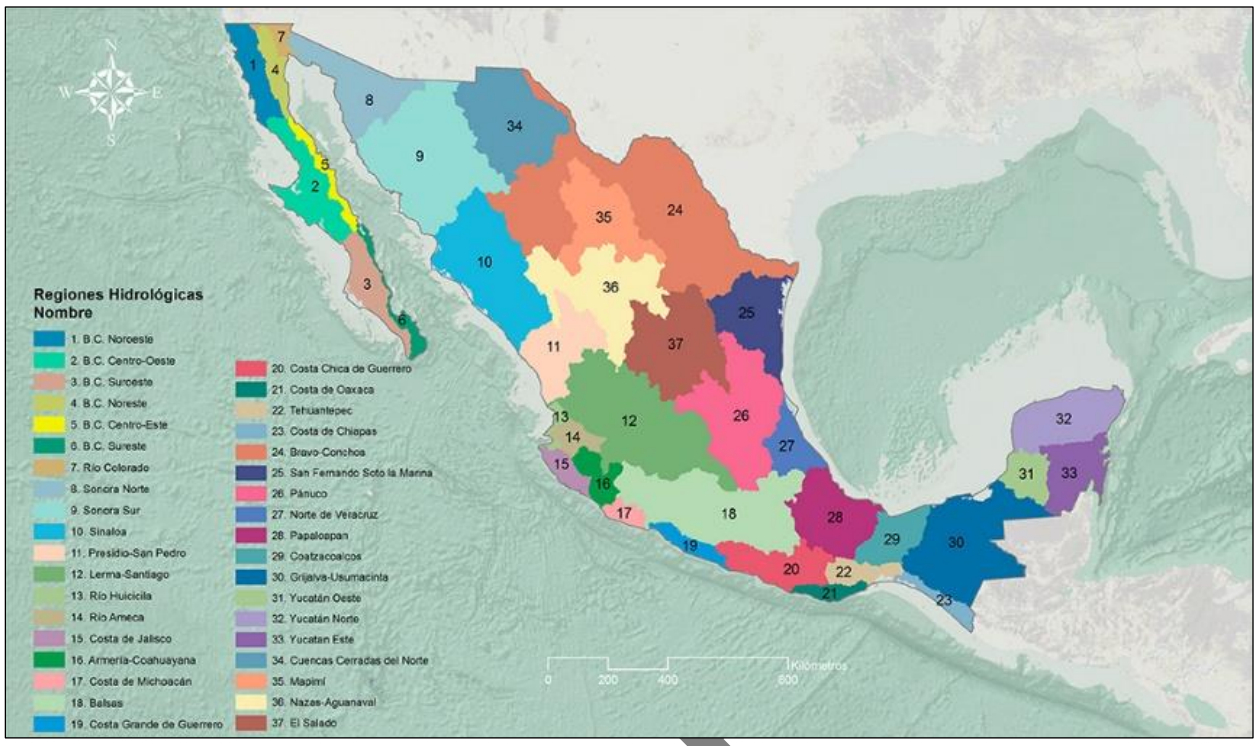
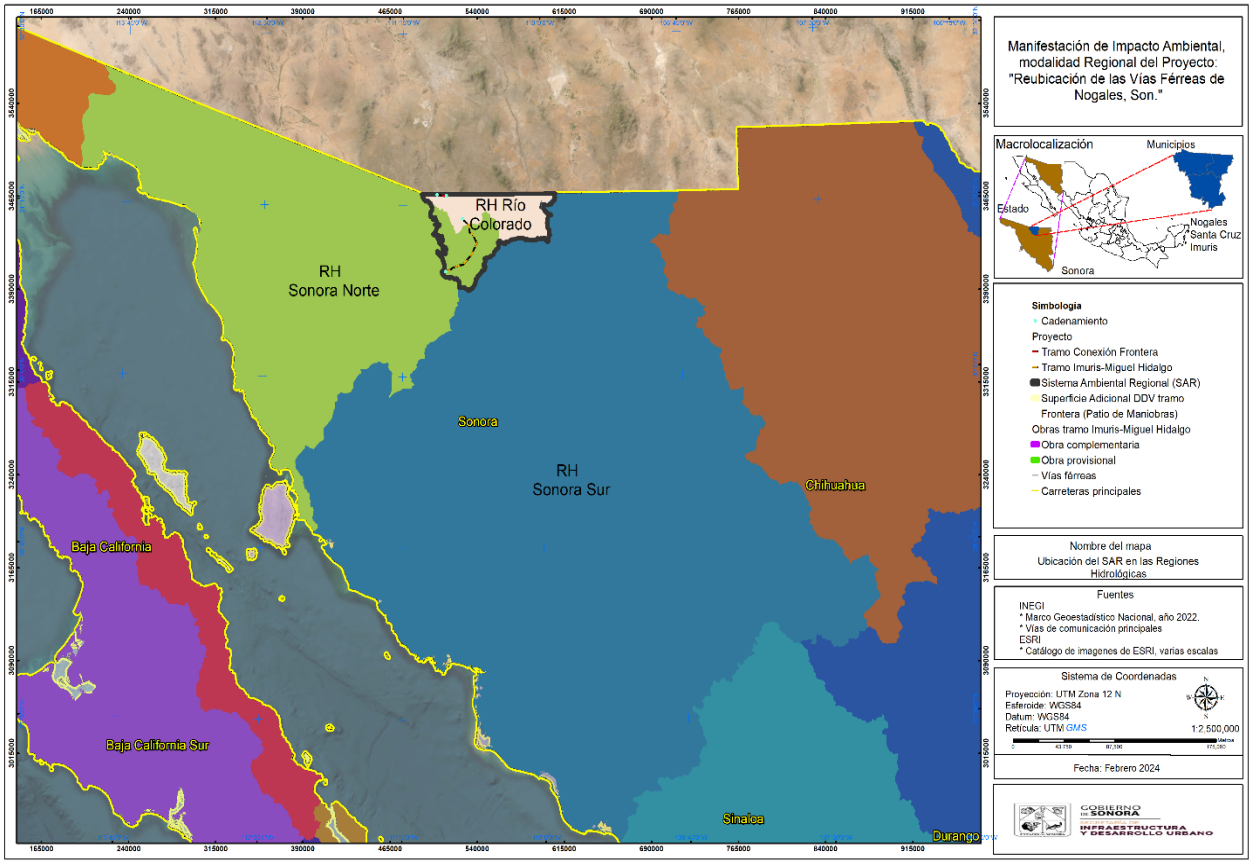


Figura IV. 8. Ubicación de las regiones hidrológicas del SAR (SEMANART,2010).

En el SAR en estudio, se localiza principalmente en 2 regiones hidrológicas y limitada por otra como se muestra en el Mapa a continuación.

- Región 8. Sonora Norte
- Región 7. Río Colorado.
- Región 9. Sonora Sur (limitante).

CONSULTA I



Mapa IV. 24. Ubicación de las regiones hidrológicas del SAR.

CONSULTA

Región hidrológica N° 9 Sonora Sur

Limita al SAR en su zona sur. Incluye las cuencas del Río Sonora y Río Yaqui (Pineda Pablos, et al., 2014) y sus afluentes en la región sur del estado. Entre otros ríos y arroyos relevantes se encuentran los afluentes del Río Sahuaripa, el Río Sonoyta, y el Río Bavispe. Esta cuenca es crucial para la agricultura y el suministro de agua en las comunidades del sur de Sonora. Los ríos mencionados contribuyen significativamente a la disponibilidad de agua en la región.

La región del Río Sonora se considera con nula disponibilidad de agua superficial, con valor de 0 Mm^3/año y tiene un caudal ecológico 10.943 Mm^3/año. Esta cuenca cuenta con dirección de flujo del río en dos direcciones NW al SE y NE al SW que se unen y confluyen al SW y cuenta con un volumen de agua comprometido aguas abajo de 90.32 Mm^3/año Esta cuenca no cuenta con ordenamiento superficial. El patrón de escurrimiento es dendrítico.

Si bien la región sólo limita el SAR en la zona sur, la desembocadura de las vertientes del norte, influyen en sus cauces ya mencionados, el afluente proveniente del Arroyo Cocóspera es la única fuente de flujo continuo en las vertientes al oeste de la región hidrológica, por lo que la contaminación o la disminución del gasto en el arroyo aguas arriba, afectaría la calidad y gasto en esta región, teniendo impactos en las actividades que dependen de ellos.

Región hidrológica N° 7 Río Colorado

Está constituida por terrenos correspondientes al río colorado. Al ser una cuenca transfronteriza, dentro del territorio mexicano corresponden el margen izquierdo, en el Estado de Sonora y margen derecho en Baja California, además del tramo final del río Colorado. Se constituye de dos cuencas principales, una localizada totalmente en Baja California y la otra casi en su totalidad en el Estado de Sonora, que es la que corresponde a la última parte del cadenamiento Frontera del proyecto.

Esta cuenca es fundamental para el suministro de agua en la región fronteriza. En la parte Poniente, fuera del SAR, El Río Colorado tiene un impacto significativo en la disponibilidad de agua en Sonora, hacia el Oriente, los cauces se encaminan en dirección norte, hacia terrenos correspondientes a E.U. Por lo que la contaminación superficial en las micro cuencas aguas arriba del río colorado (que se encuentran dentro del SAR) impactarían directamente la calidad de agua comprometida al tratarse de una región transfronteriza.

Esta región cuenta con tres micro cuencas: Arroyo Nogales, Río Santa Cruz y Río San Pedro, siendo la del Arroyo Nogales y Santa Cruz, las que se encuentran dentro del SAR. En consecuencia, el Cadenamiento Frontera, cruza los afluentes del río Santa Cruz y Nogales, lo que los hace puntos vulnerables a la contaminación producida por el proyecto, en caso de derrame accidental o malas prácticas de higiene y seguridad, especialmente en época de lluvias, donde el flujo de agua está presente en ambos cauces ver figura IV.4.

Región hidrológica N° 8 Sonora Norte

La región hidrológica Sonora Norte incluye la porción del Río Sonora y sus afluentes en la región norte del estado. Algunos ríos y arroyos relevantes pueden incluir el Río Magdalena, el Río Concepción, y el Río Bacanuchi. Tiene una superficie de 25 604 km^2, así como una precipitación media anual de 305 mm.

La Cuenca del Río Sonora Norte es vital para la agricultura y el suministro de agua en el norte de Sonora. La gestión sostenible del agua en esta cuenca es esencial para apoyar las actividades agrícolas y satisfacer las necesidades de las comunidades locales. Dentro de la zona de estudio se encuentran las cuencas del Arroyo Cocóspera y Río Magdalena. Siendo la cuenca del Arroyo Cocóspera la de mayor afectación dentro del trazo, ya que afecta directamente la zona de cultivo aguas abajo de la presa El Comaquito.

La cuenca de Arroyo Cocóspera se encuentra conformada por múltiples corrientes de carácter intermitente, que el trazo cruza perpendicularmente entre el cadenamiento 18+000 y 35+200. Por lo que se deberá hacer énfasis en el cuidado y mantenimiento de estos flujos naturales, mediante las obras de drenaje que contempla el Proyecto.

Un cuerpo de agua importante de esta cuenca es el vaso formado por la Presa El Comaquito. esta presa cuenta con una capacidad de almacenamiento de 31.2 millones de metros cúbicos, y para el año 2017 trabajaba con una capacidad del 17% (Romero – Othón, 2009). El agua de esta

CONSULTA PÚBLICA

presa es utilizada para riego, en las zonas aguas abajo de la presa, durante la época de estiaje, y es un punto de susceptible a contaminación, en caso de un accidente, que tenga por consecuencia el derrame de algún contaminante ocurrido a lo largo de su vaso o sobre el cauce Arroyo Cocóspera (cadenamiento 16+000 a 38+400), por tal motivo la implementación de buenas prácticas ambientales y el correcto manejo de sustancias es de gran importancia para evitar este impacto.

El uso más extendido del agua superficial (en su mayoría provenientes del Arroyo Cocóspera) en esta zona es el agrícola y en menor escala se tienen el doméstico, pecuario e industrial.

Cuencas y microcuencas

Dentro de cada región hidrológica, existen cuencas y microcuencas hidrológicas. Una cuenca hidrológica es una unidad superficial delimitada por el curso de un río y sus afluentes (ríos secundarios que alimentan el principal). Abarca desde la zona donde nace el río hasta el lugar donde desemboca (lagos, lagunas y/o mar). Las cuencas, en general, son delimitadas por cadenas de montañas.

Los criterios establecidos para la delimitación de las cuencas hidrográficas en México fueron establecidos en conjunto por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional del Agua y son:

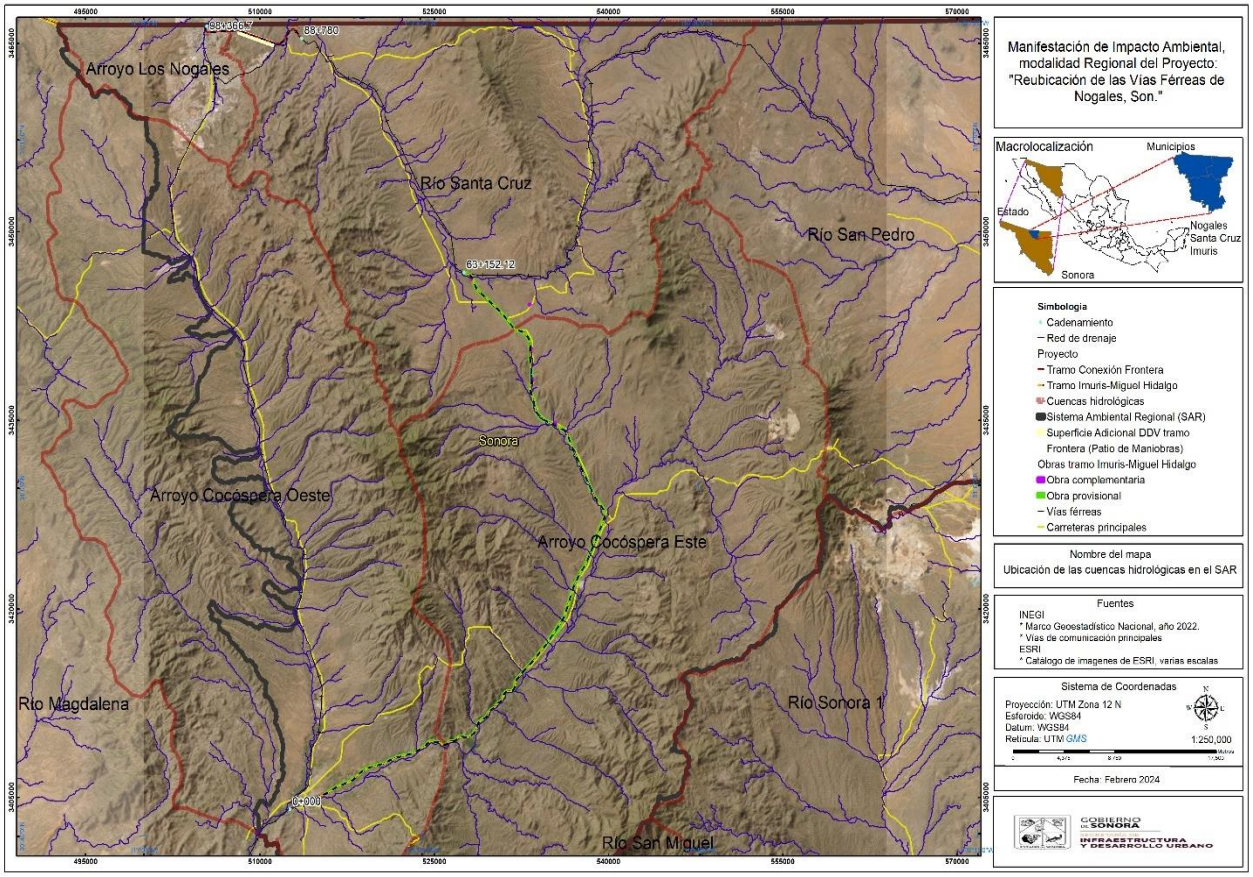
1. Las cuencas como unidades morfográficas se delimitaron únicamente por variables topográficas e hidrográficas, presentando consistencia y homogeneidad para todo el territorio nacional.

2. Se delimitaron a partir del tipo de desembocadura que presenta su sistema de cauces habiéndose identificado principalmente tres: exorreica, endorreica y arreica (SEMARNAT, 2010).

- **Endorreica**, todas las corrientes descargan hacia un cuerpo de agua interior.
- **Exorreica**, las corrientes confluyen y desembocan en el mar o un sistema lagunar costero.
- **Arreica**, no tiene salida hacia al mar ni tampoco drena hacia un cuerpo de agua colector.

Las cuencas hidrográficas son consideradas también como la unidad del territorio fundamental para la planeación y el manejo de los recursos naturales. Dentro del SAR, destacan tres cuencas hidrológicas. La cuenca hidrológica del Arroyo Cocóspera, la Cuenca del Río Santa Cruz y la Cuenca del Arroyo Nogales (ver Mapa IV.25) y lo limíta la cuenca Río San Pedro, Río Magdalena y Río Sonora.

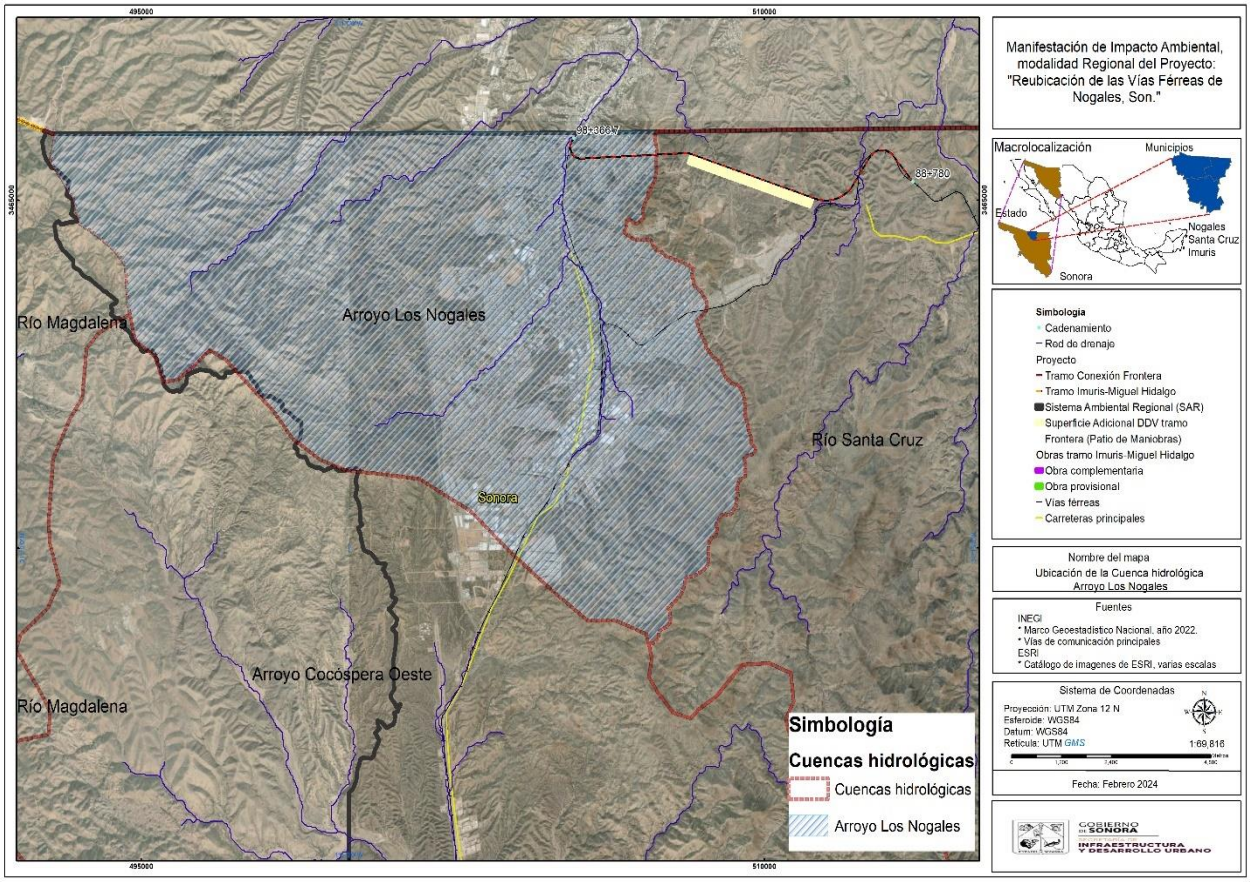
CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 25. Ubicación de las cuencas principales dentro del SAR.

CONSULTA

La **cuenca Arroyo Nogales** se considera con disponibilidad baja de agua superficial con valor de 2.230 Mm^3/año y tiene un caudal ecológico de 0.957 Mm^3/año (INEGI, 1993). Esta cuenca cuenta con dirección de flujo del río prácticamente de sur a norte y cuenta con un volumen de agua comprometido aguas abajo de 0.25 Mm^3/año. Esta cuenca no cuenta ordenamiento superficial. El patrón de escurrimiento es dendrítico está relacionado principalmente con las características del terreno, como la uniformidad en la resistencia a la erosión y la pendiente del suelo (CONAGUA, 2023b). En esta cuenca se ubica el final del Cadenamiento Frontera (Cad 98+363 – 93+000). La mayoría de los flujos superficiales no se ven afectados debido a los pocos escurrimientos que existen en esta zona de la cuenca, al diseño del proyecto en el cadenamiento (túnel) y la modificación que se existe a los patrones de escurrimientos naturales, que se han modificado debido al crecimiento de la zona urbana de la Ciudad de Nogales.



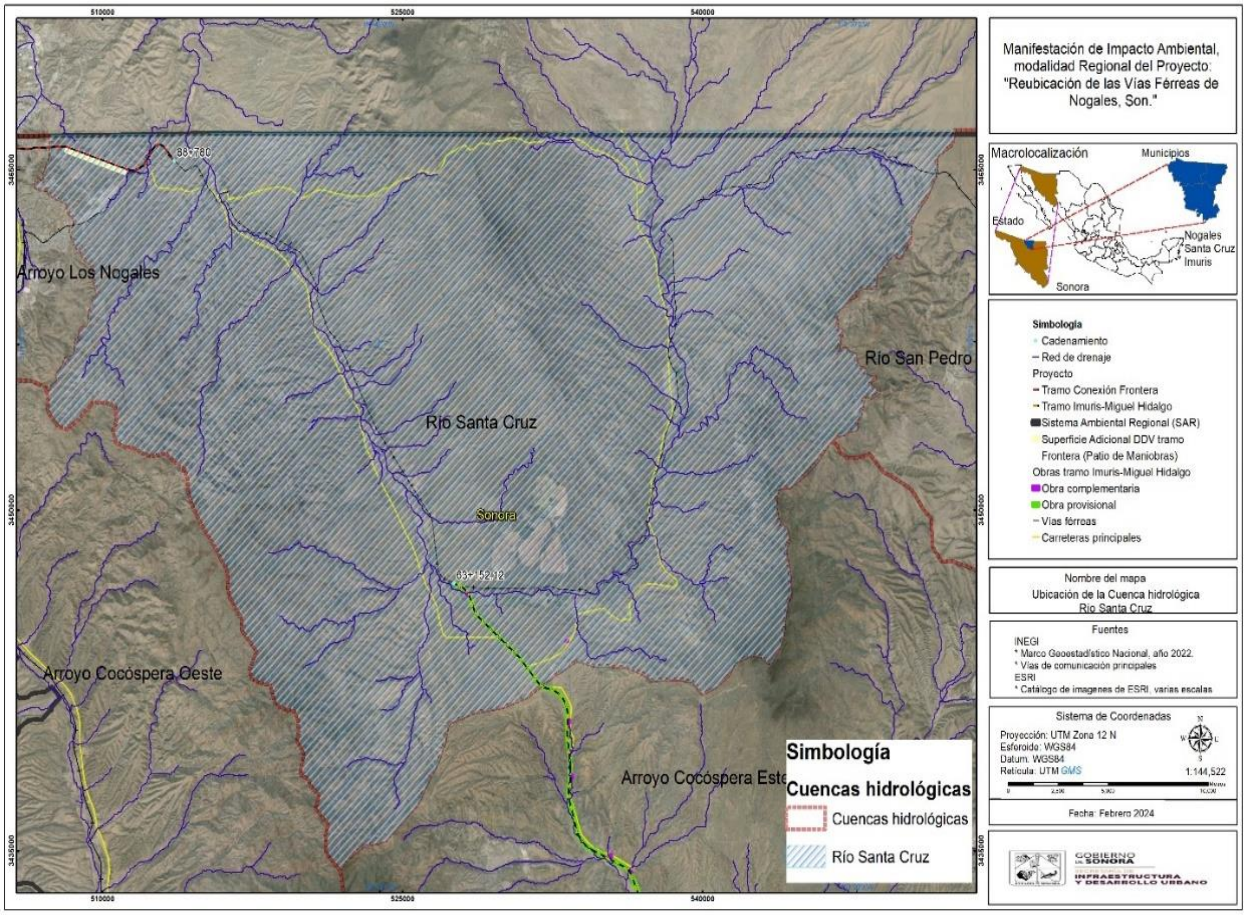
Mapa IV. 26. Ubicación de la cuenca Arroyo Nogales.

Las corrientes o flujos en esta cuenca son intermitentes, donde resalta el cauce de El Arroyo Nogales, de sección entre 1.0 y 7.0 m de ancho y 0.50 a .5 m de profundo, tiene una buena clasificación de sedimentos por el continuo flujo de agua durante la época de lluvias, aunque este se ha visto modificado por el crecimiento de la ciudad de Nogales.

La **cuenca Río Santa Cruz** se considera con disponibilidad de agua superficial con valor de 17 Mm^3/año y tiene un caudal ecológico de 5.472 Mm^3/año (INEGI, 1993). Esta cuenca cuenta con dirección de flujo del río que depende de la porción en análisis; del lado Este, el flujo es de norte a sur y la porción Oeste es SE a NW, hacia la frontera, y cuenta con un volumen de agua comprometido aguas abajo de 1.9 Mm^3/año.

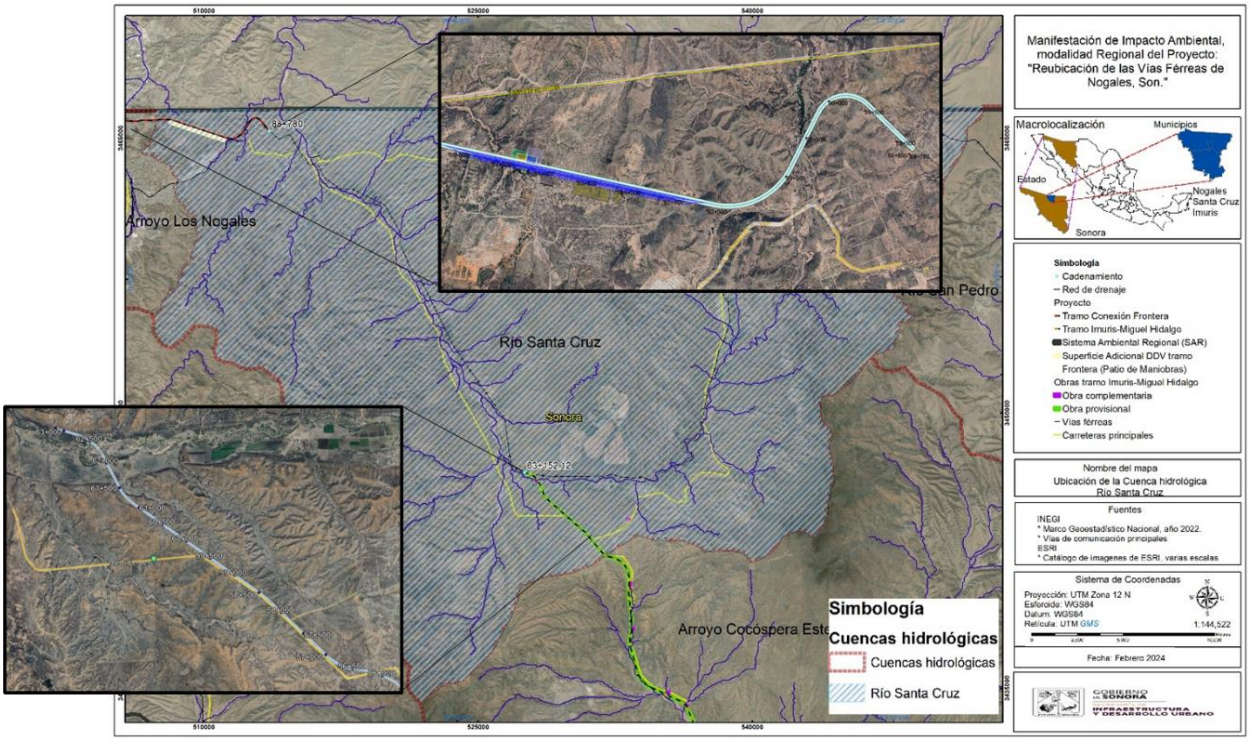
Esta cuenca no cuenta con ordenamiento superficial. El patrón de escurrimiento es dendrítico asociado a la topografía y materiales geológicos de la zona y el flujo es de tipo intermitente del lado mexicano. El proyecto impacta el comportamiento del flujo en dos regiones distintas de la cuenca. La parte norte, donde se encuentra el Cadenamiento Frontera, y la parte Centro - Sur de la cuenca, donde inicia el cadenamiento Ímuris.

CONSULTA



Mapa IV. 27. Ubicación de la cuenca Río Santa Cruz.

CONSULTA



Mapa IV. 28. Cadenamientos sobre la cuenca Santa Cruz.

En la parte norte del proyecto, donde se encuentra el Cadenamiento Frontera, el cauce es de agua residual, proveniente de la PTAR Lomas de Anza. En época de lluvias existe flujo continuo en esta zona, que, debido a la baja energía, el lecho en esta zona está constituido por arenas finas con minerales de cuarzo y feldespato .

En la Foto siguiente se muestra un ejemplo del cauce de aguas tratadas cerca del tramo. El flujo continuo proviene de la PTAR y cruza por debajo del trazo del proyecto.

Un derrame o la caída de aceites o combustibles pude contaminar todo el flujo de la cuenca ya que esta es una de las ramas principales de flujo del río Santa Cruz en su camino aguas abajo.

CONSULTA I



Foto IV. 6. Afluente del Arroyo Nogales.

En la Foto siguiente se muestran ejemplos de contaminación en uno de los cauces, cerca del cadenamiento 91+250.

CONSULTA



a) Pequeño cauce del puente de la ruta actual que en el Cadenamiento 91+250



b) Cauce en el Arroyo Cocóspera

Foto IV. 7. Evidencia de cauces por los que cruza el Proyecto en los que se deben aplicar acciones y medidas de protección y conservación.

En la parte norte del Cadenamiento Ímuris -Hidalgo, se encuentra la parte centro del Río Santa Cruz, en una de las zonas más llanas de la cuenca, donde convergen los flujos provenientes del Este con los del Oeste. En esta zona el cauce tiene una longitud medida de más de 25 m y es una zona que se vuelve susceptible a la contaminación en caso de derrames o accidentes con aceites o combustibles, ya que afectaría todo el cauce del río en su camino hacia el norte, donde se encuentran la mayor parte de sus aprovechamientos.

En la Foto siguiente se muestra una fotografía del cauce del río en esta zona, donde el río alcanza un ancho mayor a los 30 metros, debido a que se encuentra en una zona de valle. Los sedimentos son finos, lo que indica baja energía, debido a la poca pendiente. Por lo que un derrame en esta zona lo hace un punto de peligro, ya que la contaminación infiltraría al suelo arenoso, contaminando el agua y en el largo plazo al acuífero.

CONSULTA P



Foto IV. 8. Cauce principal del río Santa Cruz, cerca del inicio del tramo Ímuris-Hidalgo.

CONSULTA

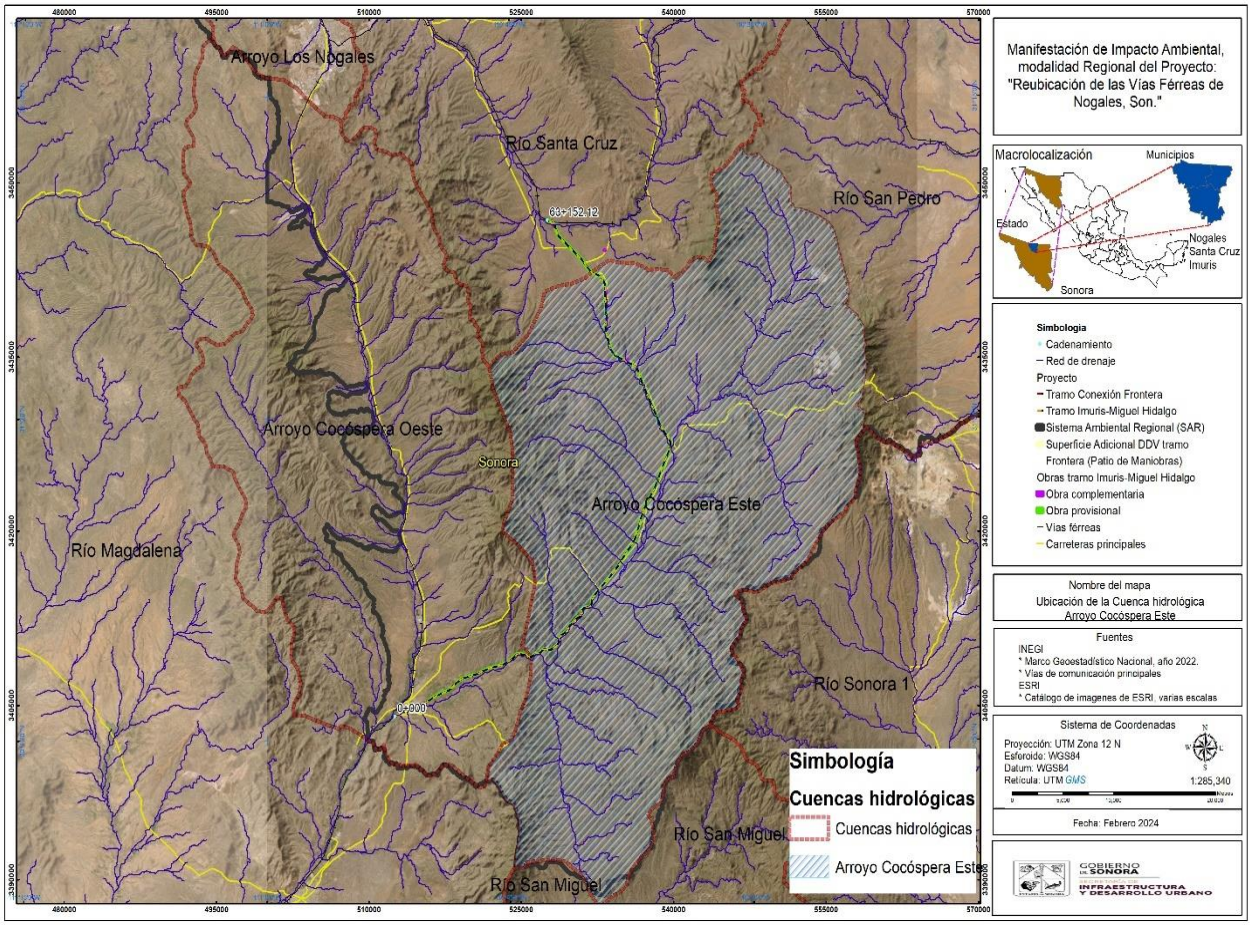
Por otro lado, el trazo cruza de manera perpendicular el parte aguas natural que se forma entre la cuenca del rio Santa Cruz y el Arroyo Cocóspera, interrumpiendo pequeños drenajes naturales que se forman en esta zona. Estos cauces deben redirigirse correctamente hacia el norte, en el área correspondiente de cada cuenca.

La **cuenca Arroyo Cocóspera** se considera con nula disponibilidad de agua superficial con valor de 0 Mm^3/año y tiene un caudal ecológico de 7.147 Mm^3/año. Esta cuenca tiene una dirección de flujo del río en dos direcciones NW al SE y NE al SW que se unen y confluyen al SW. El volumen de agua comprometido aguas abajo es de 40.3 Mm^3/año. Dicha cuenca, tienen un acuerdo de veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones para aprovechar aguas del Rio Asunción o Altar, decretada el 27 de octubre de 1948 (CONAGUA 2023a).

El patrón de escurrimiento es dendrítico, con flujo continuo todo el año, proveniente de pequeños manantiales que alimentan al Arroyo Cocóspera dentro de la reserva natural del Aribabi.

El arroyo Cocóspera recorre 15 kilómetros desde el noreste de la localidad del mismo nombre hasta el vaso de la presa El Comaquito. En su trayectoria mantiene una pendiente media de 0.004, con dirección general norte-sur, recibiendo como tributarios por la margen derecha los escurrimientos de los arroyos San Antonio, Los Chirriones, El Bolerío, El Alisal, El Apache y La

Sota. Por la margen izquierda sobresalen los arroyos La Loba, El Amole, La Bellota, La Jaula, El Durazno, El Batamote, Los Janos y El Tasca (CONAGUA 2015c).



Mapa 0.1. Ubicación de la cuenca Arroyo Cocóspera.

En la Foto a continuación se muestra el Arroyo Cocóspera aguas arriba de la presa El Comaquito.

En campo, se identificó evidencia del aporte del acuífero a el cauce del Arroyo Cocóspera en forma de pequeños borbollones y surgencias localizadas sobre el mismo cauce. Principalmente, cerca del cadenamiento 19+500 a 24+000 en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. Estas surgencias son vulnerables a obstruirse total o parcialmente durante las etapas de construcción y operación del proyecto. Además, de que el flujo es pequeño, y de poco gasto, lo que lo hace vulnerable a contaminación, producto de los desechos de obra o derrames de combustibles.

CONSULTA



Foto IV. 9. Cauce principal del Arroyo Cocóspera, cerca de la presa.

CONSULTA

Con menor influencia, al encontrarse fuera del trazo del tren esta la cuenca del Río San Pedro y Río Magndalena.

Por otro lado, en el mismo cadenamiento la distancia entre el arroyo es de pocas decenas de metros, lo que lo convuierte a una zona suceptible a la contaminación de los cauces secundarios durante toda la etapa de preparacion y construcción, así como en operación en caso de un accidente que propincie la caida de aceites, combustibles y demás elementos contaminantes.

La **cuenca Río San Pedro** se considera con disponibilidad de agua superficial con valor de 30.921 Mm^3/año y tiene un caudal ecológico de 17.88 Mm^3/año (INEGI, 1993). Esta cuenca cuenta con dirección de flujo del río SW a NE y cuenta con un volumen de agua comprometido aguas debajo de 3.59 Mm^3/año. Esta cuenca no cuenta ordenamiento superficial. El patrón de escurrimiento es dendrítico y no es cruzada por el trazo. La cuenca se encuentra dentro del SAR, pero no se encuentra dentro de la influencia hidrológica del trazo.

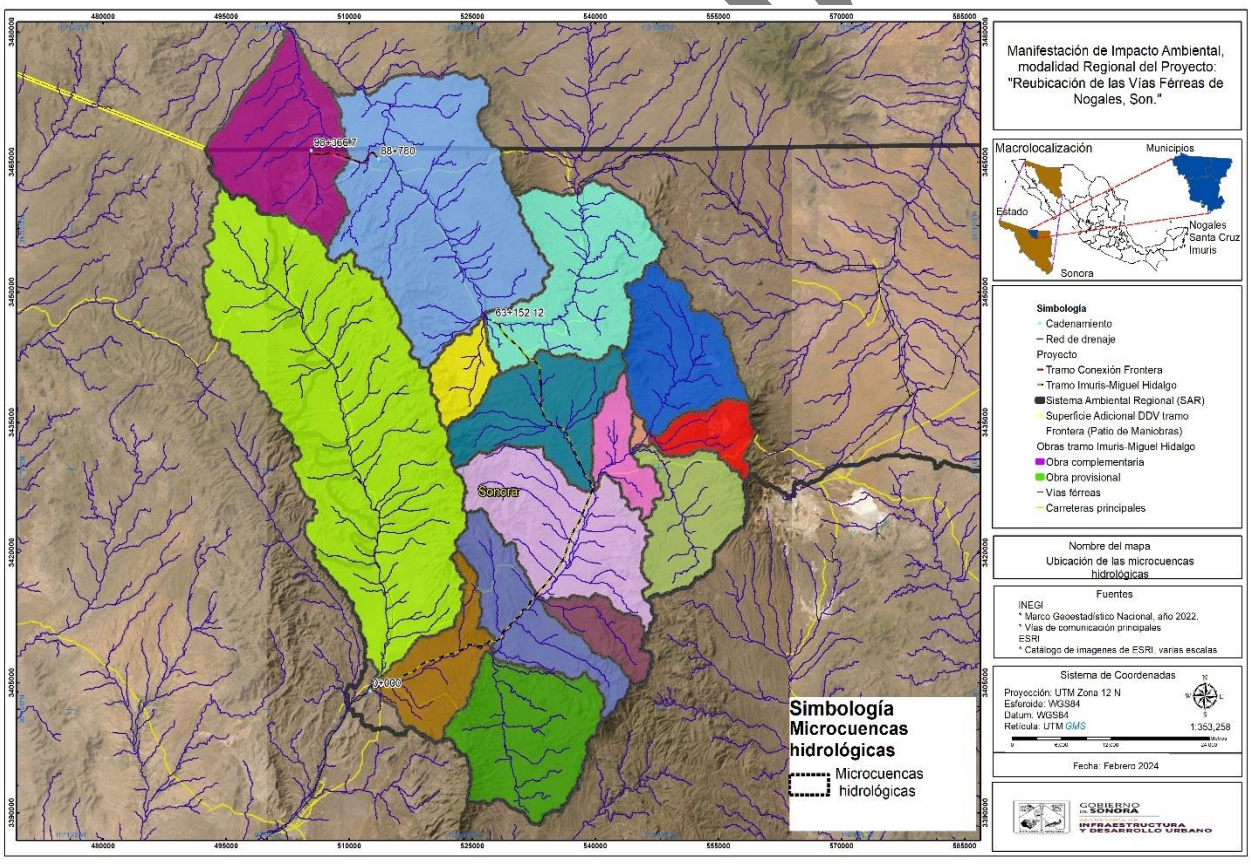
La **cuenca Río Magdalena** se considera con no disponibilidad de agua superficial con valor de 0 Mm^3/año y tiene un caudal ecológico 17.87 Mm^3/año (INEGI, 1993). Esta cuenca cuenta con dirección de flujo del río de NE al SW y cuenta con un volumen de agua comprometido aguas abajo de 20.17 Mm^3/año. Esta cuenca cuenta con veda por tiempo indefinido para el otorgamiento

de concesiones para aprovechar aguas del Rio Asunción o Altar, Sonora decretada el 27 de octubre de 1948. El patrón de escurrimiento es dendrítico. La cuenca se encuentra dentro del SAR, pero no se encuentra dentro de la influencia hidrológica del trazo, aunque la calidad del agua en su cauce natural durante la época de lluvias puede verse afectarse, en caso de contaminación en la cuenca Arroyo Cocóspera.

Por otro lado, se identificaron 16 microcuencas (Mapa siguiente), dentro de cada una de las regiones hidrológicas que el trazo cruza o tiene afectaciones, que se consideraran el área de influencia principal desde el punto de vista hidrológico. Una microcuenca, perteneciente al Arroyo Nogales, 3 son parte del sistema del río Santa Cruz, y 12 para el Arroyo Cocóspera antes de su intersección con las vertientes del río Magdalena. Cada una de estas microcuencas, tiene al menos un drenaje o zona de escurrimiento que influye al trazo o un afluente que el trazo cruza de manera perpendicular, modificando su escurrimiento. Cada microcuenca se describirá con mayor detalle en el programa

En cada una de estas microcuencas se caracterizaron los cauces que tienen influencia directa sobre el trazo, a través de la posible modificación del trazo o la vulnerabilidad de cada uno de los cauces (ver apartado de drenajes y escurrimientos en esta sección).

PÚBLICA



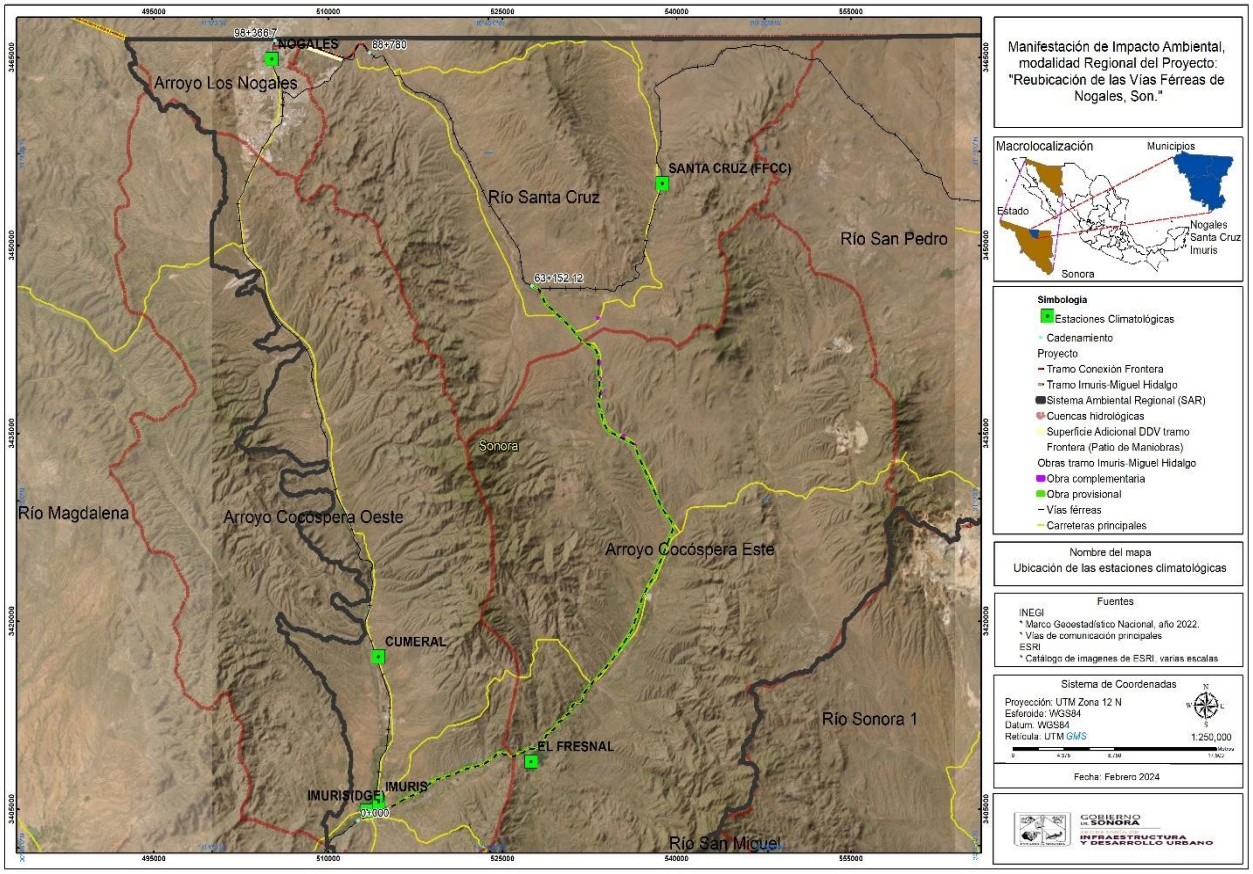
Mapa IV. 29. Ubicación de las microcuencas dentro del SAR.

Precipitación

De acuerdo con INEGI, la precipitación media estatal del estado de Sonora es aproximadamente de 350 mm anuales, sin embargo, el valor puede variar en regiones cerca de la línea de costa, y en zonas áridas, tierra adentro.

Para establecer los valores de precipitación dentro del SAR se analizaron las estaciones meteorológicas dentro del mismo, con información obtenida del Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA.

Existen seis estaciones en activo dentro del área del SAR con datos históricos a partir de 1968 y con valores actualizados hasta el 2018 (Mapa siguiente).



Mapa IV. 30. Ubicación de las estaciones climatológicas.

Con base a la información de cada estación, se obtuvieron los valores de precipitaciones promedio mensual, los cuales se presentan en la siguiente gráfica (Figura siguiente).

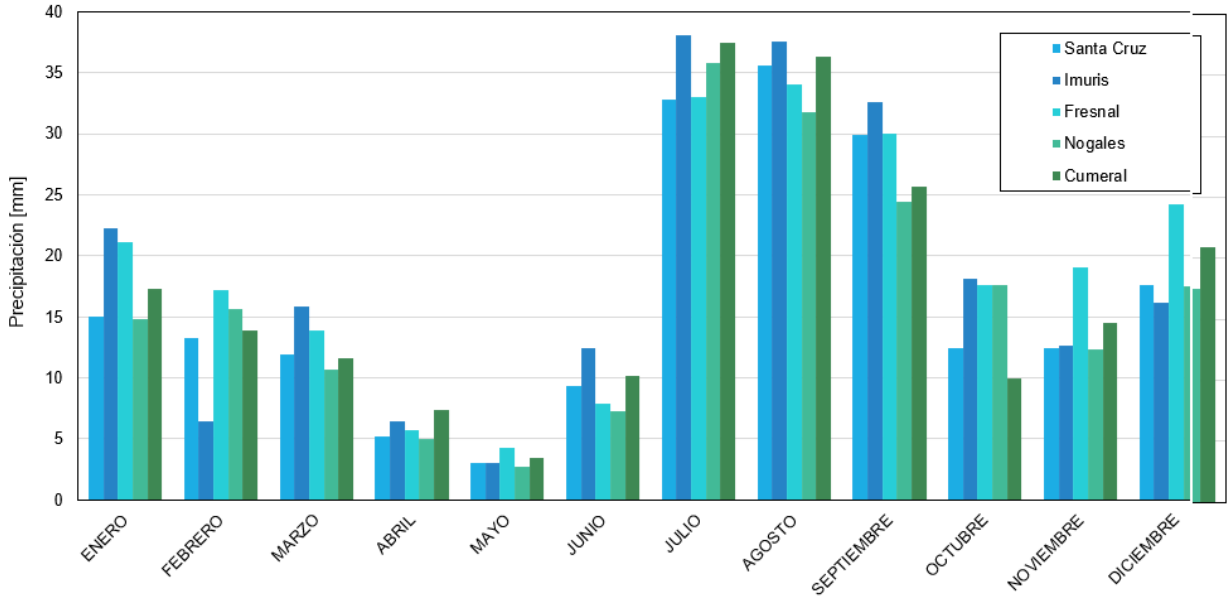


Figura IV. 9. Precipitación promedio mensual en cada estación.

Se observa una distribución de la precipitación uniforme dentro del SAR, con variaciones de entre 3.0 y 5.0 mm por estación. Los meses con mayor precipitación son los meses de julio, agosto y septiembre, con reducción en el mes octubre. Se presentan lluvias esporádicas durante junio, octubre y noviembre. En estos dos últimos meses, debido a la temporada de huracanes en el Golfo. Las precipitaciones marcadas en los meses de diciembre a marzo se deben al ingreso de frentes fríos y tormentas provenientes del norte.

Las precipitaciones máximas se encuentran entro los 100 y 130 mm, que representan aproximadamente el 50% de las precipitaciones totales promedio anual, y que corresponden a con periodos de retorno de más de 5 años.

Con base a las precipitaciones máximas diarias históricas reportadas en cada una de las estaciones se calcularon las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para cada una.

Un ejemplo de los valores obtenidos se presenta en la Tabla siguiente. Que corresponde a la estación Ímuris.

En la Figura siguiente se ilustran con graficas las magnitudes de cada IDF para diferentes periodos de retorno.

CONSULTA PU

Tabla IV. 11. Valores de precipitación para diferentes periodos de retorno estación Ímuris.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	**Duración en minutos**											
años	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**
2	42.46	27.70	21.57	18.07	15.75	14.07	12.80	11.79	10.96	10.27	9.68	9.18
5	60.02	39.15	30.49	25.54	22.26	19.89	18.09	16.66	15.49	14.52	13.69	12.97
10	77.97	50.86	39.61	33.18	28.91	25.84	23.50	21.64	20.13	18.86	17.78	16.86
25	110.21	71.89	55.99	46.89	40.87	36.52	33.21	30.59	28.45	26.66	25.14	23.82
50	143.18	93.40	72.74	60.92	53.09	47.45	43.15	39.74	36.96	34.63	32.66	30.95
100	186.02	121.34	94.51	79.15	68.98	61.65	56.06	51.63	48.02	45.00	42.43	40.21
500	341.59	222.82	173.55	145.35	126.67	113.21	102.94	94.81	88.17	82.63	77.91	73.84

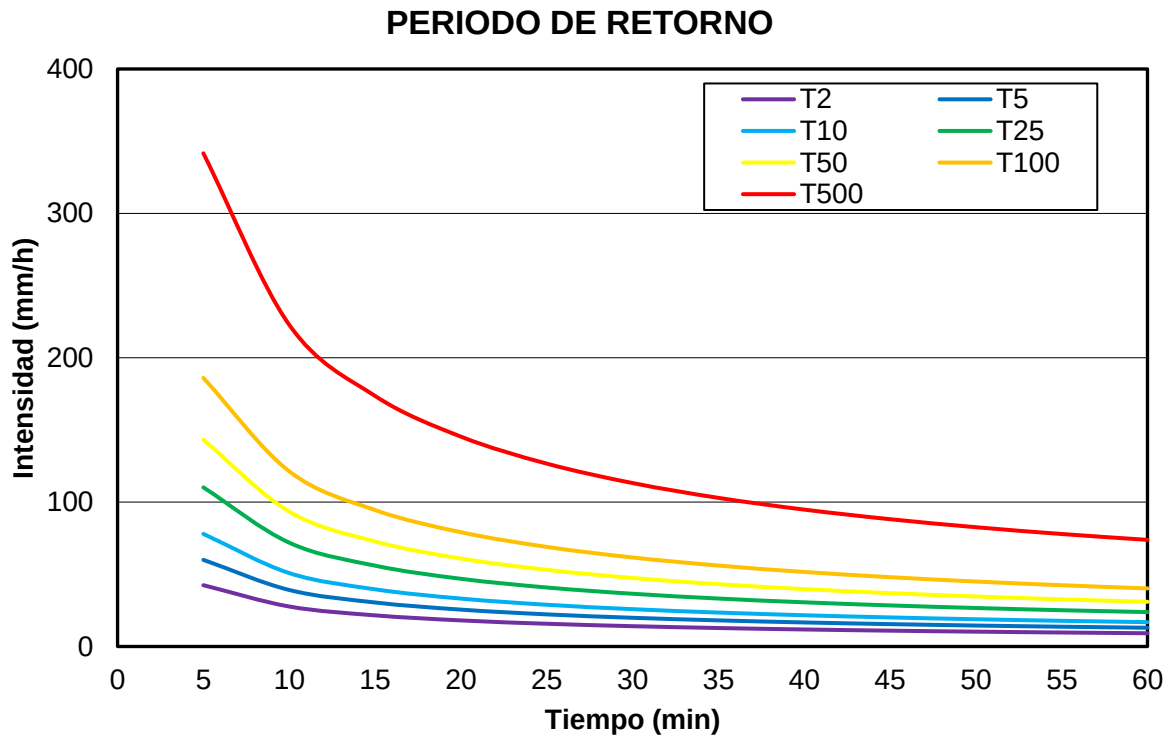


Figura IV. 10. Periodos de retorno estación Ímuris.

Para tiempos cortos de retorno, 2, 5 y 10 años, la intensidad es de menos de 100 con duraciones menores a los 10 minutos, que es consistente con los valores observados en la mayoría de las estaciones.

Para estaciones de periodo intermedio (25 y 50 años) la intensidad aumenta a más de 100 mm, pero con duraciones menores a 15 minutos.

Para periodos largos se presentan las precipitaciones con valores mayores a 150 mm, pero igualmente con duraciones menores a 20 mm

Estos datos indican que las lluvias se presentan de manera aislada, de poca duración, y con gran intensidad, lo que provoca avenidas torrenciales localizadas, principalmente en los drenajes con mayor pendiente, mayor profundidad y menor resistencia al flujo. En campo se encontró evidencia de direcciones de flujo de diferentes fuentes de avenidas con grados de energía diferenciado.

Drenajes y escurrimientos

El escurrimiento es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores. Dicho de otra manera, es el deslizamiento virgen o sin afectaciones del agua, que no ha sido afectado por obras artificiales hechas por el hombre, como puentes, caminos o carreteras, donde los flujos son intervenidos por obras de drenaje y cunetas (Félix Salas, 2009). De acuerdo con las partes de la superficie terrestre en las que se realiza el escurrimiento, éste se puede dividir en: superficial, subsuperficial y subterráneo.

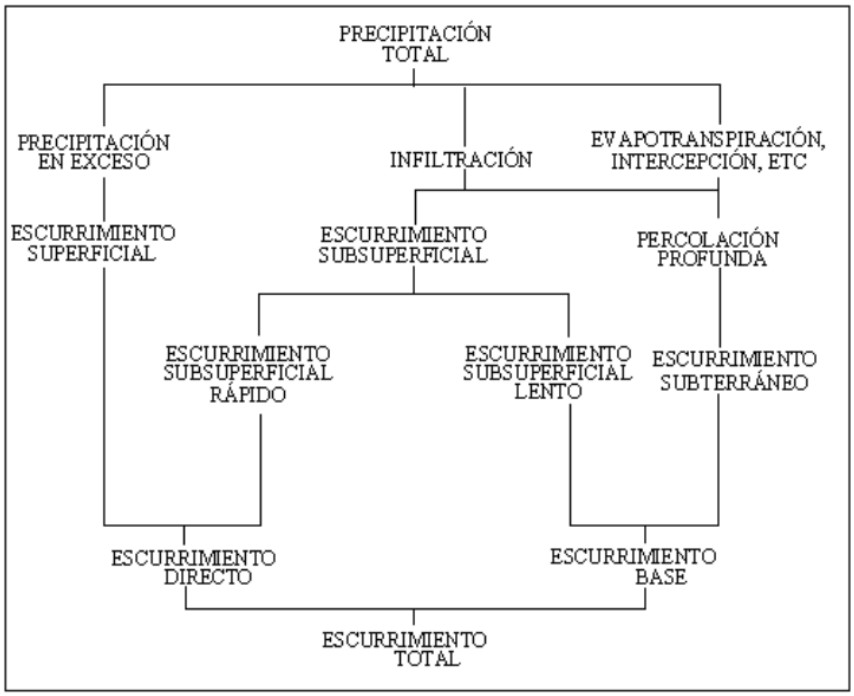


Figura IV. 11. Diagrama que explica el escurrimiento (Chow, 1964 en Maderey Rascon, L. E., & Román, J., 2005).

Se sabe que el escurrimiento que se produce en una cuenca dependerá de la condición de humedad antecedente (humedad que contiene el suelo en el instante en que se presenta una

CONSULTA PÚBLICA

tormenta). Para entender las afectaciones que puede tener una obra civil a un escurrimiento se debe entender que las afectaciones pueden ser tanto espaciales como temporales. Para ello, es necesario comprender en qué condiciones y ciclo el escurrimiento es modificado. Hoyt (1942) describe el ciclo del escurrimiento en cinco fases:

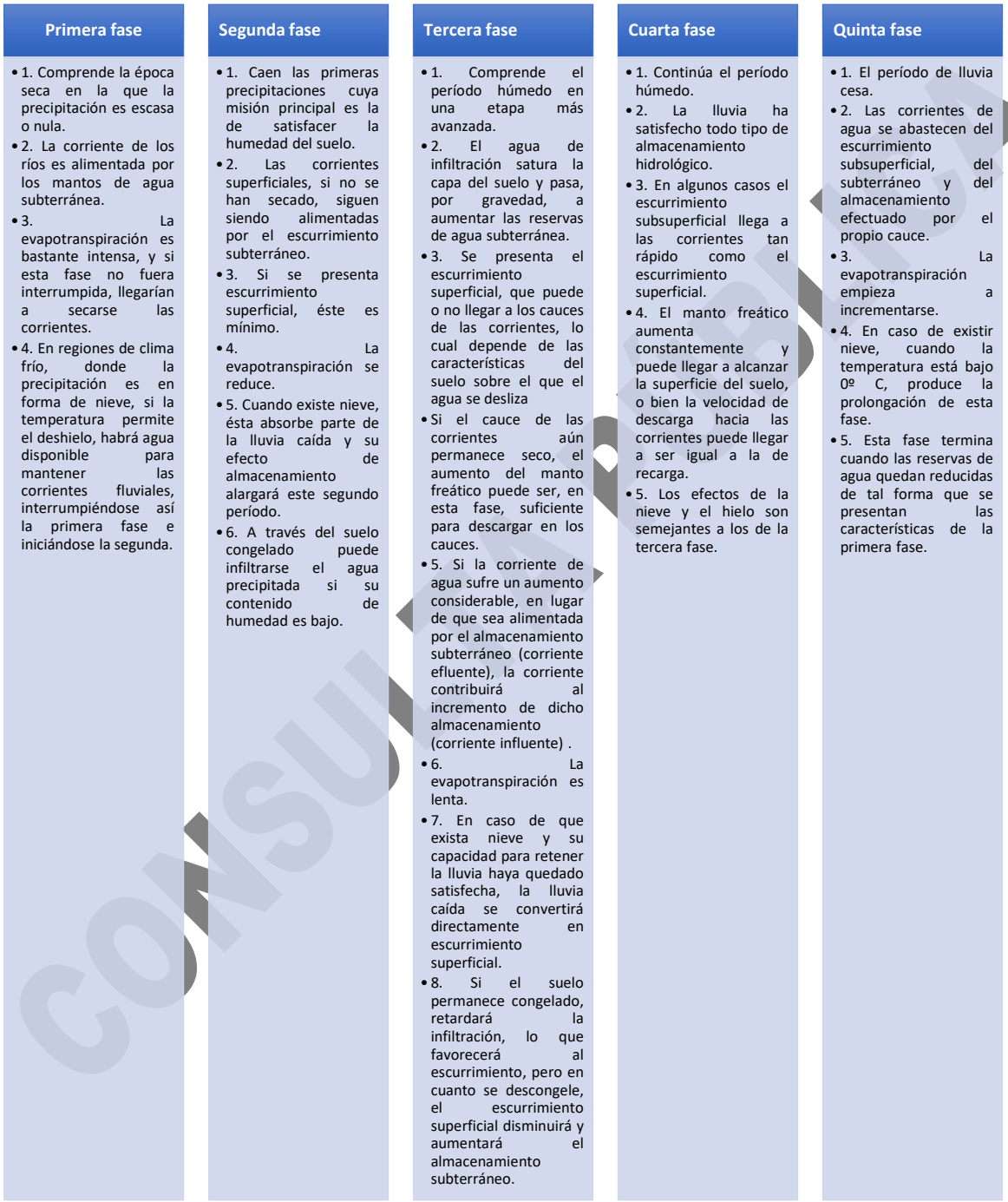


Figura 0.1. Diagrama que explica el escurrimiento (Chow, 1964)

Para el caso de las cuencas dentro del SAR, la primera fase es prolongada. Actualmente, solo la Cuenca Arroyo Cocóspera tiene flujos continuos naturales, mientras que en el río Santa Cruz, tiene flujos inducidos por la planta de tratamiento. Las partes altas, durante la temporada de secas, pueden tener una componente de recarga gracias a la acumulación de nieve debido a las heladas.

Para la fase dos, el clima árido de la región impide que las primeras precipitaciones generen escurrimientos considerables. Solo regiones como la parte baja de la cuenca de Arroyo Cocóspera tiene la suficiente vegetación e impermeabilidad de suelos para producir pequeños escurrimientos que se redirigen a las zonas de cultivo aguas debajo de la presa.

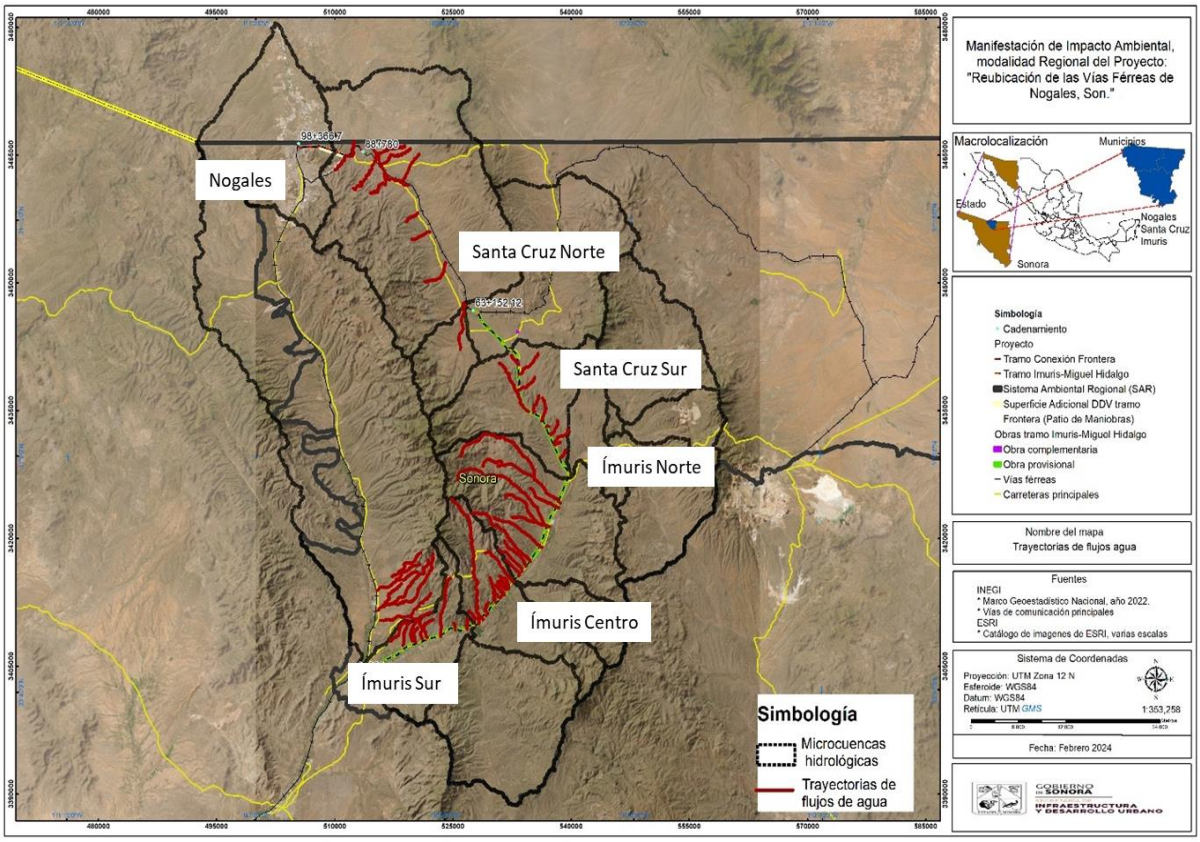
La tercera fase se encuentra entre los meses de julio y agosto, donde las zonas con poca capacidad de infiltración se encuentran saturadas y permiten escurrimientos. Esto sucede en la parte centro de la reserva Cocóspera y aguas debajo de la presa Comaquito, además de la parte oriente del río Santa Cruz, donde el río se encausa.

La cuarta fase es corta. Los escurrimientos son aislados y dependen de la conectividad entre las partes altas de la sierra y los valles que escurren en ambos sentidos del SAR (norte-sur y sur-norte). Actualmente, de acuerdo con los datos recabados por CONAGUA, se ve una disminución generalizada de los niveles freáticos, lo que ha indicado una menor tasa de recarga durante la época de lluvias.

Finalmente, durante la última fase, se presuriza un poco el acuífero debido a la recarga de este en zonas altas, dando un cauce mayor en el Arroyo Cocóspera. El cual fluye con mayor intensidad durante los últimos meses de año.

Para poder cuantificar y calificar la cantidad e intensidad de escorrentía se realizaron diversos perfiles de altitud en los drenajes que alimentan a los cauces principales de cada una de las cuencas.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 31. Ubicación de los drenajes estudiados.

En la Figura siguiente se presentan los perfiles de los drenajes que alimentan el principal afluente que baja de las zonas más altas hacia la presa El Comaquito (Ímuris Norte).

Los drenajes con mayor pendiente corresponden a los drenajes que provienen de las partes altas, aguas arriba de la Presa El Comaquito. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.**, resalta el perfil 4 que proviene de la parte más alta y con mayor pendiente. Al acercarse hacia las zonas bajas, los drenajes aminoran su pendiente, y ensanchan sus cauces, sin embargo, cerca del cadenamiento 18+000 y 19+000 los drenajes son de pendientes altas y con un arrastre considerable de material de distinto tamaño y características. (Ver Foto siguiente).

CONSULTA

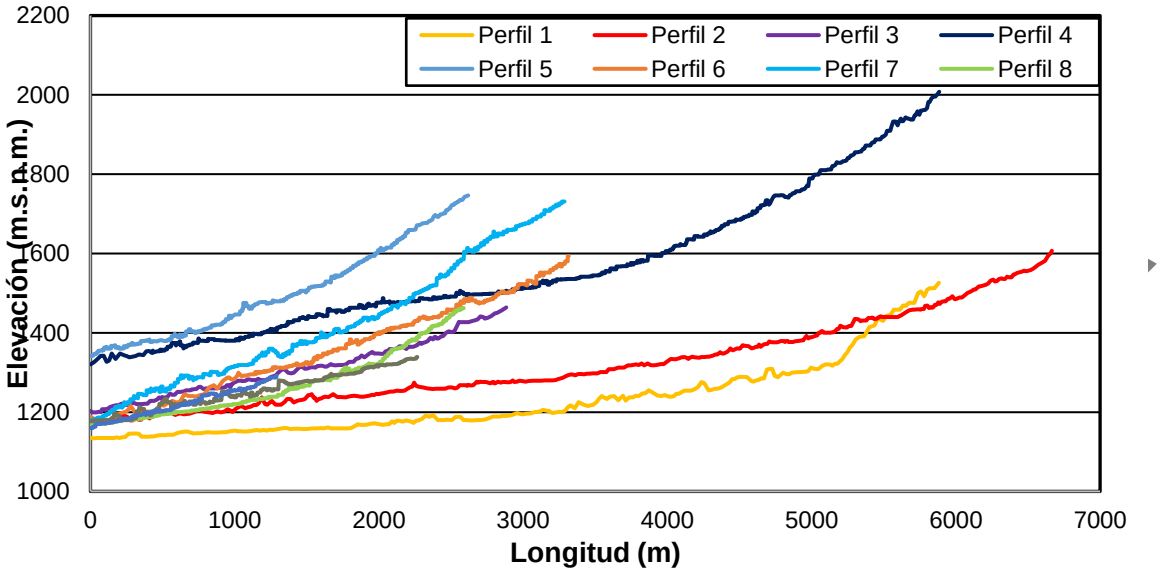


Figura IV. 12. Perfiles de elevación de los drenajes aguas arriba cercanos a la presa Comaquito.



Foto IV. 10. Drenaje característico de la zona cercano a la presa Comaquito cerca del cadenamiento 18+000.

Hacia el norte, aguas arriba de la presa (Ímuris Norte y Santa Cruz Sur, las pendientes y los drenajes aminoran su pendiente como se muestra en la gráfica siguiente donde las longitudes y altitudes con base al cauce de los drenajes que desembocan directamente en el Arroyo Cocóspera son menores. Los drenajes son cortos, algunos incomunicados por los caminos y senderos.

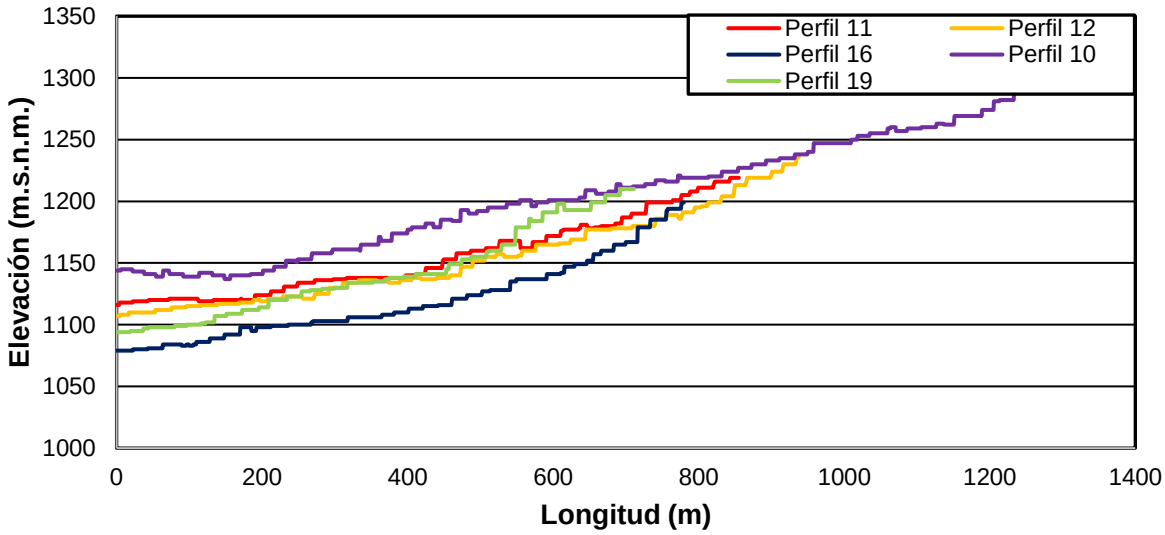


Figura IV. 13. Perfiles de elevación de los drenajes sobre el Arroyo Cocóspera.

Hacia el sur y centro del trazo Ímuris, los cauces y drenajes son más extensos, de pendiente suave, con longitudes de entre 1.5 a 4 km, con desniveles de 250 metros (Figura y Mapa siguiente).

CONSULTA

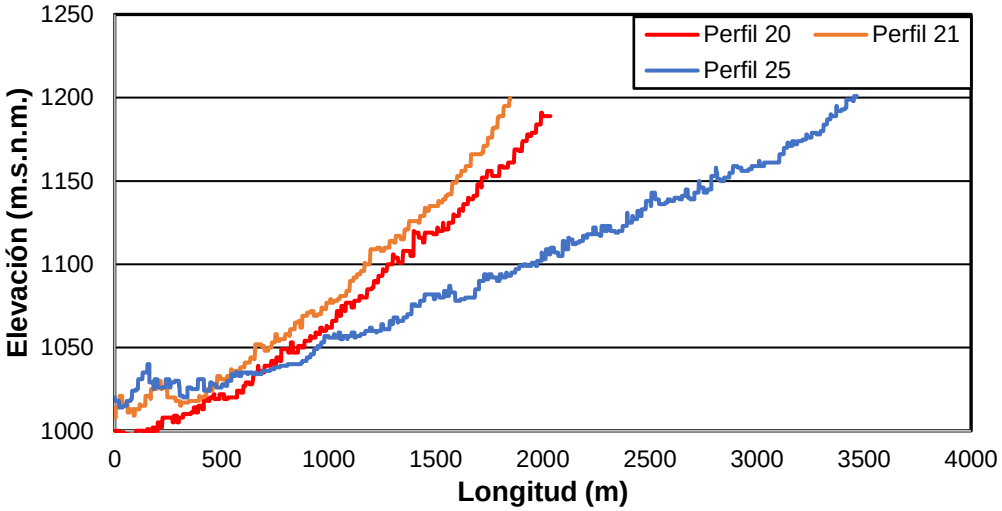


Figura IV. 14. Perfiles de elevación de los drenajes sobre el Arroyo Cocóspera.

Al norte del trazo Ímuris (Santa Cruz Sur), la diferencia de altitudes es más prominente, pero la longitud de los cauces aminora su energía, formando valles más extensos en la cercanía del cauce principal.

Estos cauces encaminan drenajes más pequeños, pero con pendiente más pronunciada, de entre 100 y 150 m (Figura siguiente), lo que incrementa su aporte en volumen de agua, pero llegan con menos energía al trazo del proyecto.

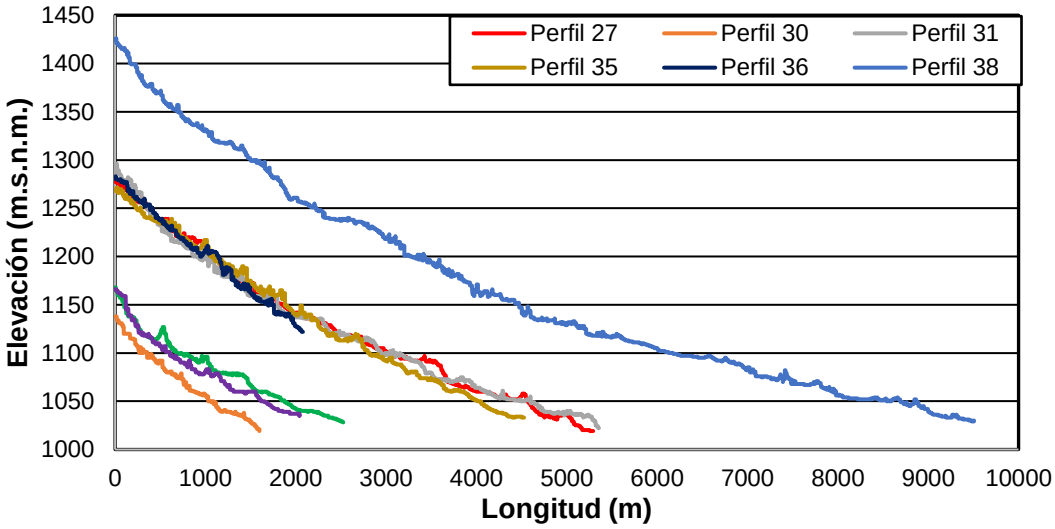


Figura IV. 15. Perfiles de elevación de los drenajes sobre el Arroyo Cocóspera.

Cambio climático

Las variables climáticas consideradas para establecer posibles cambios en el ciclo hidrológico dentro del SAR debido al Cambio climático en el área de influencia del proyecto, fue la temperatura promedio, temperatura máxima y mínima y precipitación.

Para la temperatura y precipitación, se analizaron los valores extremos de cada variable, obtenidos de la base de datos disponibles.

En la gráfica siguiente se presentan los valores promedio de temperatura registrados en el municipio de Ímuris, a partir de 1984, cerca del centro del trazo Ímuris-Hidalgo, sobre el Arroyo Cocóspera.

En rojo, se muestran los valores de temperatura promedio diarias que superaron los valores del Percentil P(95) y en azul los valores por debajo del percentil P(05), en otras palabras, se presentan los valores extremos de temperatura promedio registrados durante los últimos 40 años. Puede apreciarse un aumento en los días donde se alcanzan temperaturas promedio altas con mayor frecuencia, mientras que las temperaturas bajas promedio cada vez son menos recurrentes. Esto representa mayores periodos de evaporación y menos periodos donde pueda ocurrir la recarga de acuíferos en las zonas altas de cada una de las cuencas.

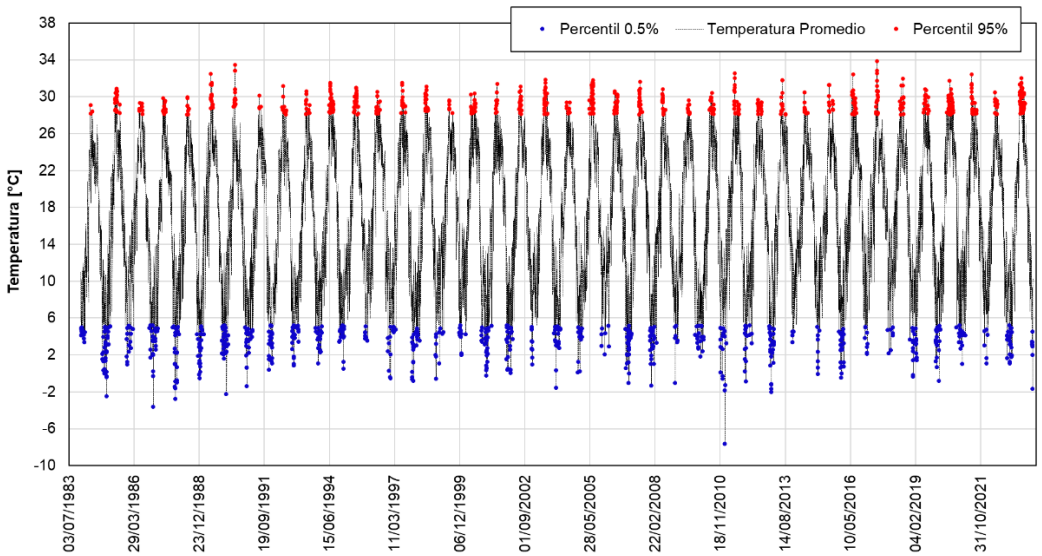


Figura IV. 16. Variación de la temperatura promedio.

Se realizó el mismo análisis para las temperaturas máximas diarias (Figura siguiente). Donde se observa que las temperaturas mayores a los 40 grados son más frecuentes a partir de los finales de los años 90, con años más calurosos, de manera más frecuente como lo fue el año 2015 y 2016.

PÚBLICA

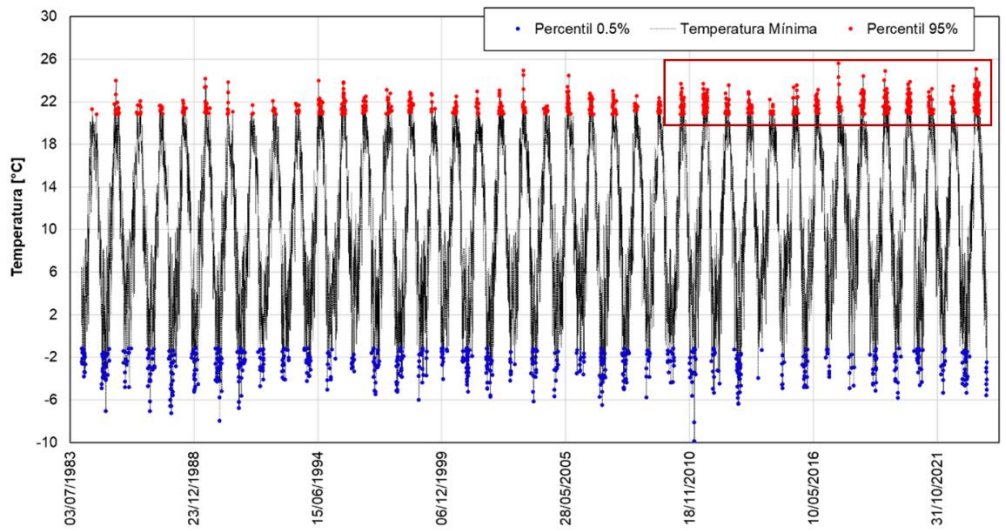


Figura IV. 17. Variación de la temperatura máxima.

Para las temperaturas mínimas diarias (Figura siguiente), existe un aumento de temperatura gradual, ya que las temperaturas menores de -6 se han dejado de presentar a partir de 2010, además de valores extremos menos frecuentes, lo que representa inviernos más cortos y menos intensos. Lo que impacta fuertemente a la formación de nieve en las partes altas de la sierra que recarga a los acuíferos de toda la zona de estudio.

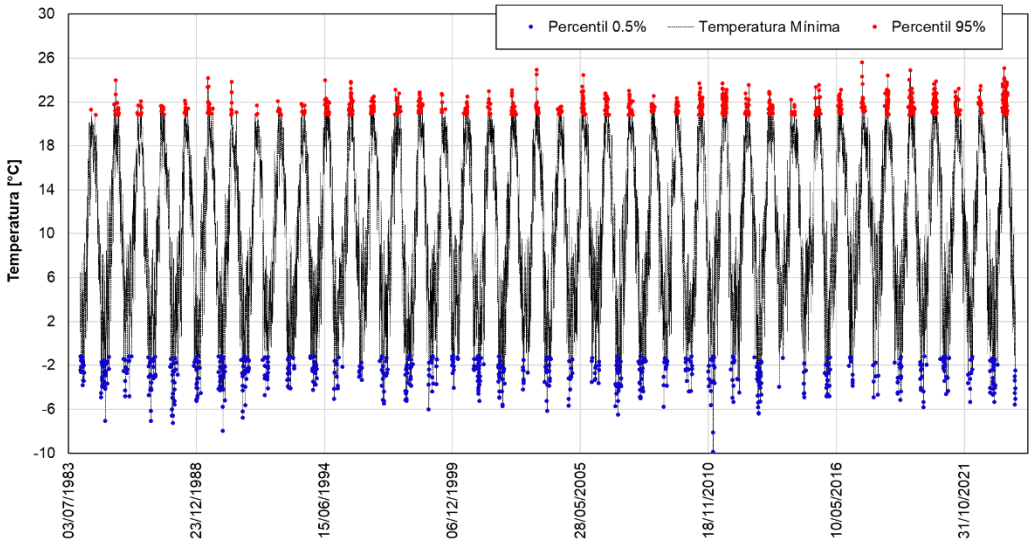


Figura IV. 18. Variación de la temperatura mínima.

En un análisis de tendencia (línea amarilla, Figura siguiente) sobre la temperatura promedio diaria, mostró un aumento de temperatura relativa de 1.8 grados, a partir de los registros de los años 80s.

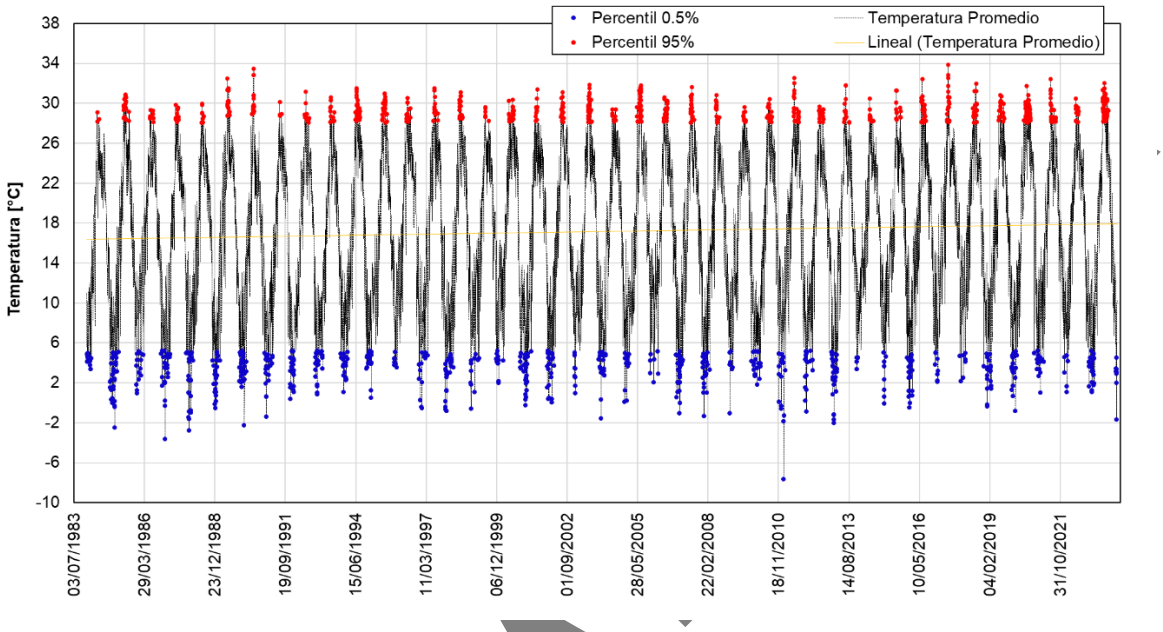


Figura IV. 19. Tendencia de la temperatura promedio.

Para los eventos de precipitación diaria (Figura siguiente), se encontró que las lluvias han aumentado en su intensidad a partir de los años 2000s, con lluvias que superan los 30 mm entre los años de 2015 a 2020. En los últimos tres años, esta tendencia se ha amortiguado, sin embargo, a diferencia de los años 80s y 90s, las precipitaciones han sido menos continuas y con mayor intensidad.

CONSULTA

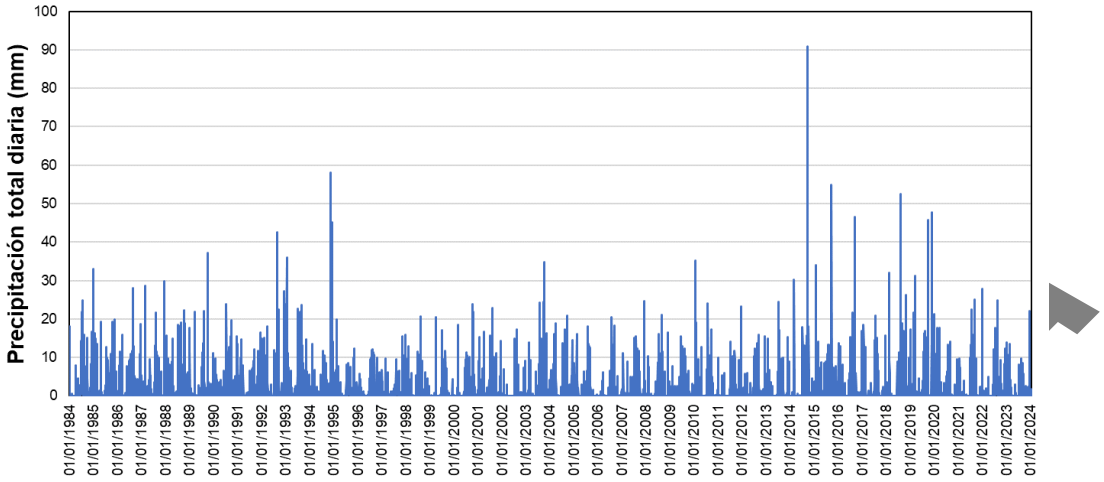


Figura IV. 20. Eventos de precipitación diaria a partir de 1984.

Estos cambios modificaran todo el sistema hidrológico de las cuencas, ya que habrá menos disponibilidad de agua superficial en el corto plazo, y una mayor tasa de recarga en cada uno de los acuíferos dentro del SAR en el mediano y largo plazo, que se traducirá en un descenso en los niveles piezométricos en toda el área y una menor calidad de agua. Estos patrones se harán evidentes en los acuíferos que se describen a continuación.

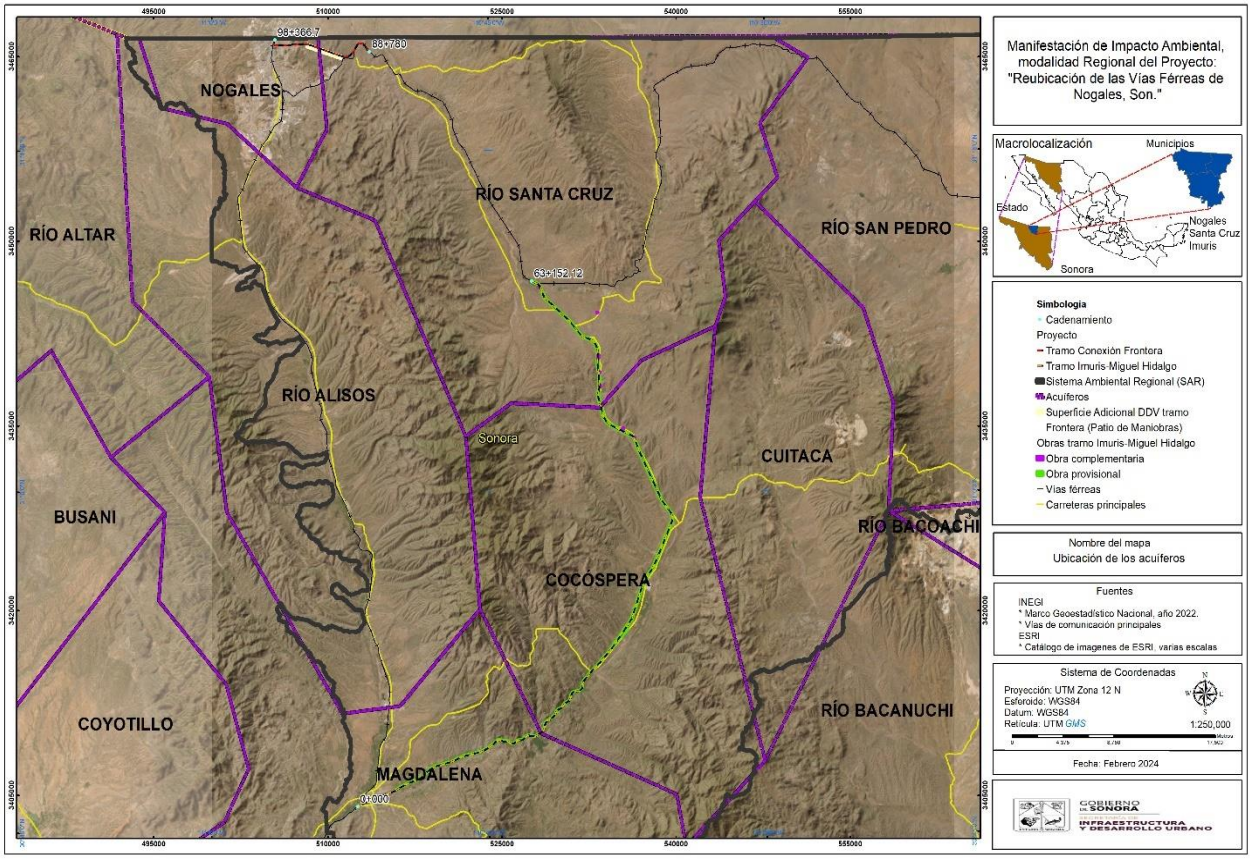
IV.1.1.5.2 Hidrología subterránea

El estado de Sonora cuenta una diversidad de variedad climatológica que se caracteriza por una topografía variada que incluye extensas llanuras, zonas montañosas y regiones áridas. Esta diversidad topográfica influye en la disponibilidad y recarga de los acuíferos.

La interacción entre las formaciones geológicas y la dinámica del ciclo hidrológico es esencial para comprender la hidrogeología de la región. Las temperaturas pueden llegar a más de 40°C y menores a 0°C en temporadas de invierno. La precipitación promedio anual es de 350 mm, que se ha visto reducida con el paso del tiempo por el cambio climático y afectando en la cantidad de agua que están presentes en los cauces de los ríos perenes, convirtiéndolos en ríos intermitentes. En este mismo sentido el incremento de la extracción de agua subterránea a través de los años ha favorecido la disminución de los niveles estáticos en las ciudades que están asentadas mayormente en cercanías a los cauces de los ríos.

Dentro del SAR los acuíferos a considerar son Nogales, Río Alisos, Río Santa Cruz, Magdalena y Cocóspera (Mapa siguiente).

CONSULTA PÚB

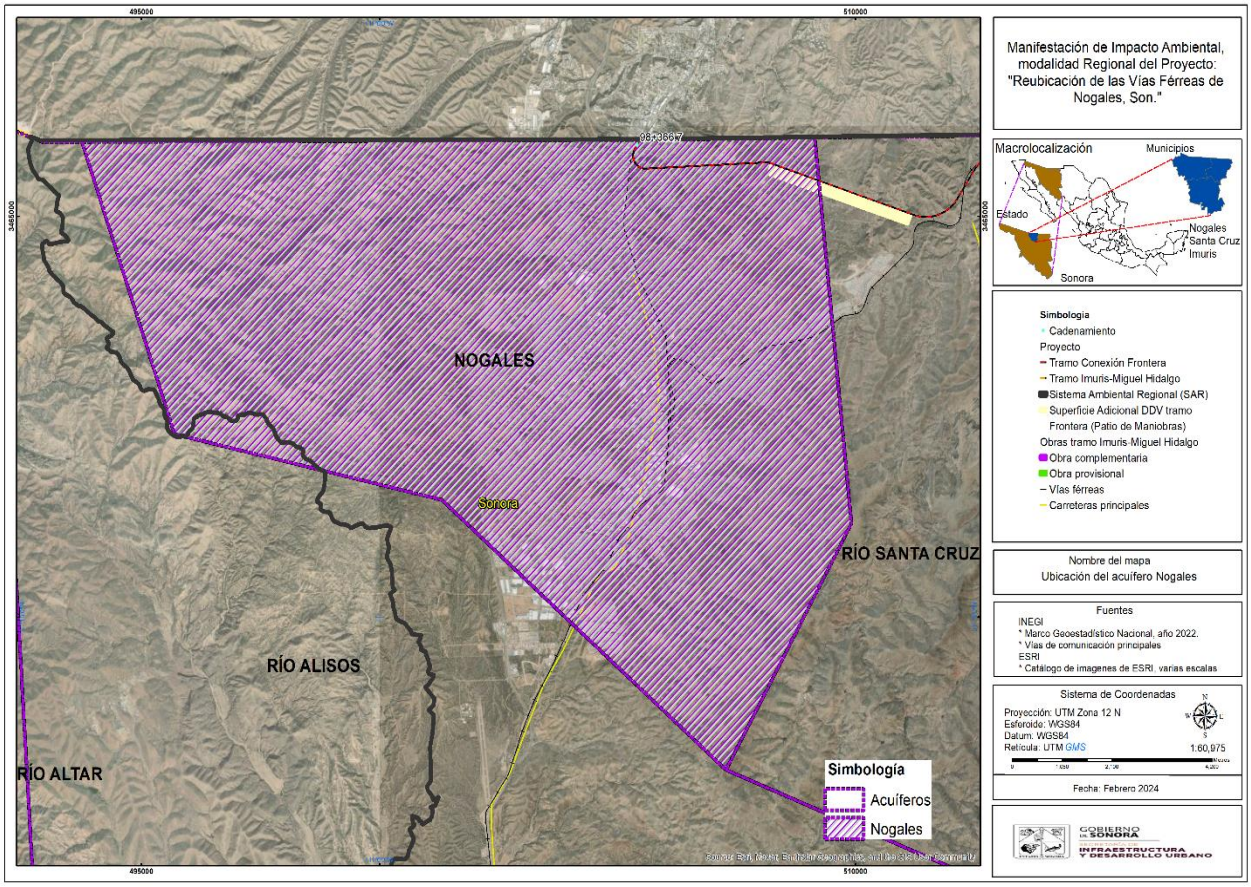


Mapa IV. 32. Acuíferos localizados dentro del SAR.

CONSULTA

ACUÍFERO NOGALES

El acuífero se encuentra en situación de veda desde el 25 de enero de 1961 y solo está limitado para el uso doméstico, industrial y riego (CONAGUA,2023b). Se encuentra por debajo del cadenamiento Frontera (Mapa siguiente), y cualquier aprovechamiento de agua concesionado para el uso de agua en las obras complementarias del proyecto influiría en la disponibilidad de agua en este acuífero.



Mapa IV. 33. Extensión del acuífero de Nogales.

El acuífero está constituido por sedimentos aluviales con un espesor de 30 m, que sobreyacen a las rocas intrusivas y metamórficas con espesores de 100 m. Estudios realizados han identificado a tres unidades hidrogeológicas que se describen a continuación:

- Unidad con conductividades hidráulicas moderada a buena. Son la mezcla de varias rocas y sedimentos recientes y del terciario como gravas, arenas, conglomerados no consolidados y algunas rocas volcánicas como derrames y tobas fracturadas.
- Unidad con baja conductividad hidráulica. Es considerado a las rocas graníticas del Cretácico que presenta fracturamiento superficial y el cual es de localización reducida.
- Unidad impermeable. Constituida por depósitos vulcano sedimentarios con alto contenido de arcilla que el flujo a través de ella sea lento.

En cuanto a las profundidades de los niveles estáticos presentes en la zona varían dependiendo de la zona que van de 5 a 75 metros, siendo los más profundos en donde se encuentra la roca granítica y más somera en los materiales granulares.

En cuanto a los parámetros hidráulicos los valores de coeficientes de almacenamientos reportados para zona son S=Sy = 0.14 considerando que el acuífero es libre. En cuanto a las

CONSULTA

conductividades las reportan en el orden de $3.33E^{-8}$ m/s para la zona no saturada (CODIPSA, 1995 en CONAGUA, 2023b).

El acuífero de acuerdo con el Balance de Aguas Subterráneas considera que en déficit con -.863 Mm^3/año.

Estudios realizados por la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) EN 1996 -1997 detecto contaminantes en aguas subterráneas someras como son el percloroetileno, nitratos, coliformes fecales, coliformes totales, hierro y manganeso en Nogales, Sonora y cruzando la frontera de Estados Unidos persisten los nitratos, percloroetileno y arsénico (CONAGUA, 2023b).

Este acuífero aporta la mayor parte del agua potable en la zona urbana de la ciudad de Nogales. por lo que no es recomendable su uso para fines del proyecto, ya que el acuífero no cuenta con disponibilidad para nuevas concesiones y la calidad de agua no es la adecuada, sin embargo, es la única alternativa de aprovechamiento para esta área.

ACUÍFERO ALISOS

El acuífero se encuentra en situación de veda desde el 19 de septiembre de 1978 y solo está limitado para el uso doméstico, industrial y riego, con el objetivo de conservación del manto acuífero (CONAGUA, 2010a).

El acuífero está constituido por sedimentos aluviales en la parte superior y rocas extrusivas e intrusivas con conductividad hidráulica secundaria derivada por fracturamiento (Figura siguiente). Estudios geofísicos realizados han identificado a cuatro unidades hidrogeológicas que se describen a continuación:

- Aluvión: son los depósitos superficiales, de escaso espesor, los cuales se encuentran cubriendo los cauces de los ríos y arroyos;
- Fluvial que comprende depósitos de arenas-arcillas, gravas-arenas y conglomerados,
- Vulcanosedimentaria de ambiente continental de composición relacionada a riolita-arenisca,
- Rocas graníticas una roca de baja o nula conductividad hidráulica

CONSULTA PÚBLICA

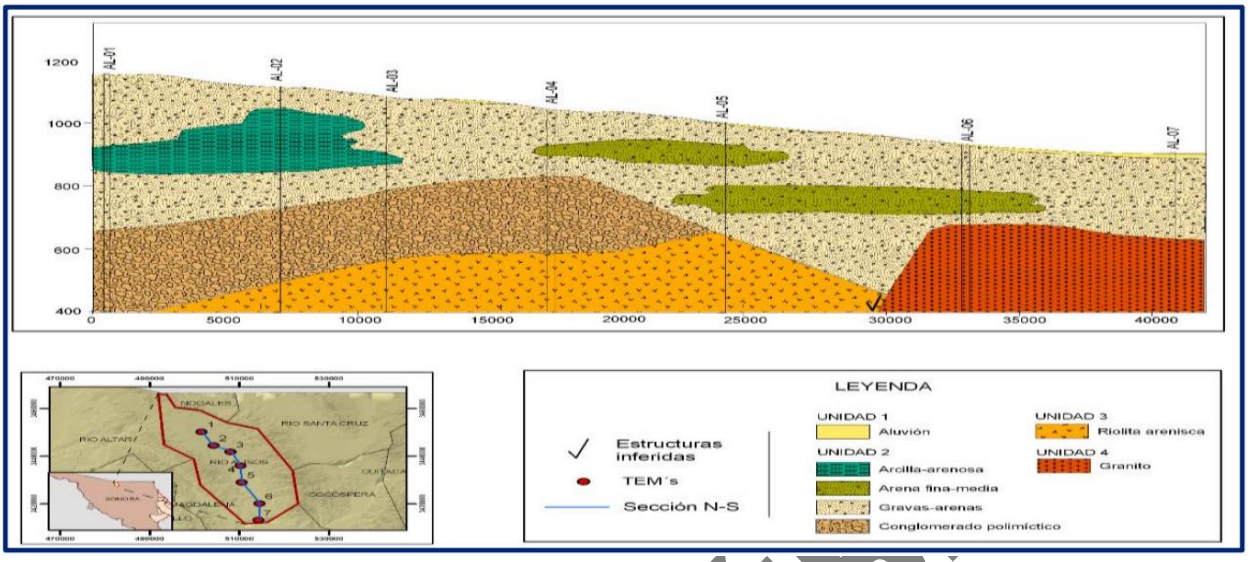


Figura IV. 21. Sección hidrogeológica esquemática (tomada CONAGUA 2010a).

En cuanto a las profundidades de los niveles estáticos presentes varían dependiendo de la zona que abarca desde los 5 a 82 metros. En la porción norte se encuentran las profundidades de 67 m a 82 m en las localidades de Cibuta y dentro del Aeropuerto Internacional de la ciudad Nogales. Y la mayor parte del acuífero presenta profundidades menores a 50 m y las profundidades que están cercanas al cauce del río las profundidades son menores a 10 m.

En estudios previos de conductividad hidráulica (K) en materiales aluviales varían de $9.27E^{-7}$ a $1.2E^{-3}$ m/s y en cuanto a los valores de Transmisividad (T) tienen un intervalo de $2.12\ E^{-2}$ a $7.85E^{-5}$ $m^{2/}s$.

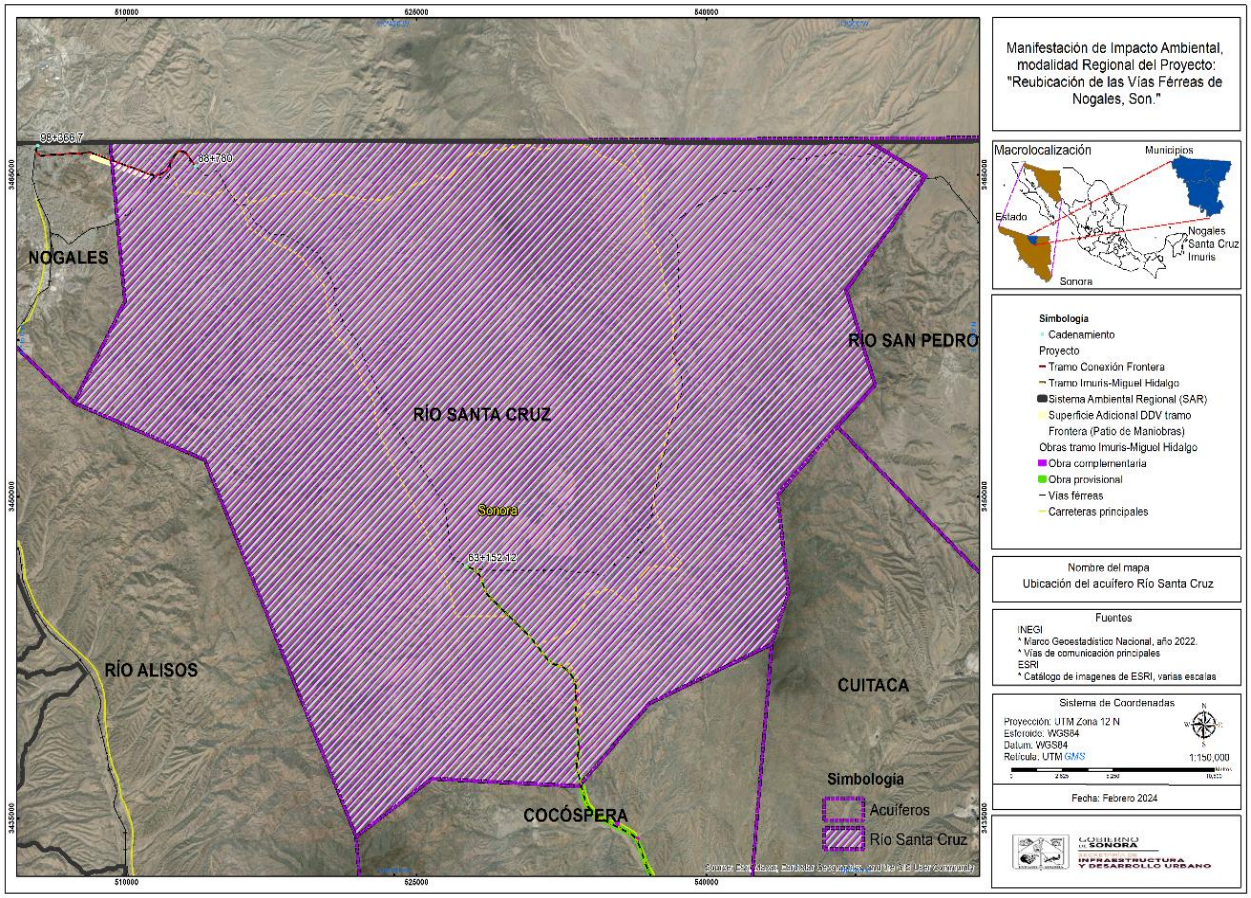
El acuífero de acuerdo con el Balance de Aguas Subterráneas considera con poca disponibilidad con 4.25 Mm^3/año.

Este acuífero se encuentra fuera del área de influencia del trazo de manera superficial, y no se observa que pueda afectar o ser afectado por las actividades del proyecto.

ACUÍFERO SANTA CRUZ

El acuífero (Mapa siguiente) se encuentra en situación de veda desde el 25 de enero de 1961 y solo está limitado para el uso doméstico, industrial y riego (CONAGUA, 2023a). La parte norte del tramo Imuris se encuentra sobre la zona de explotación del acuífero. Cualquier pluma de contaminación en esta zona afectaría la recarga del acuífero.

CONSULTA PÚB



Mapa IV. 34. Extensión del acuífero Santa Cruz.

El acuífero está constituido por sedimentos aluviales de arenas y gravas no consolidados de alta conductividad hidráulica con intercalación de sedimentos semiconsolidadas con lentes de arcilla (Figura siguiente). Estudios realizados han identificado a seis unidades hidrogeológicas que se describen a continuación:

- Unidad I. Sedimentos aluviales que son arenas y gravas producto de la erosión del cauce de arroyos y ríos. Conductividades hidráulicas altas.
- Unidad II. Son abanicos aluviales y fluviales de arenas y gravas, es considerada como el acuífero principal y su conductividad hidráulica es media a alta.
- Unidad III. Es la formación Bacaurit que es una secuencia de conglomerados, tobas riolíticas, riolitas, basaltos y arenisca con conductividad hidráulico-baja a media de acuerdo con el fracturamiento presente en las rocas.
- Unidad IV. Es una unidad con conductividades hidráulicas bajas asociadas a rocas andesíticas, tobas andesíticas y un cuerpo intrusivo.
- Unidad V. Está constituida areniscas de origen volcánica que tiene baja conductividad hidráulica e incrementa a conductividad hidráulica media a medida que esta secuencia presenta fracturas.

CONSULTA

- Unidad VI. Está asociada a un cuerpo intrusivo de composición dioritíca con variaciones de metadiorita, esta roca es considerada conductividad hidráulica baja.

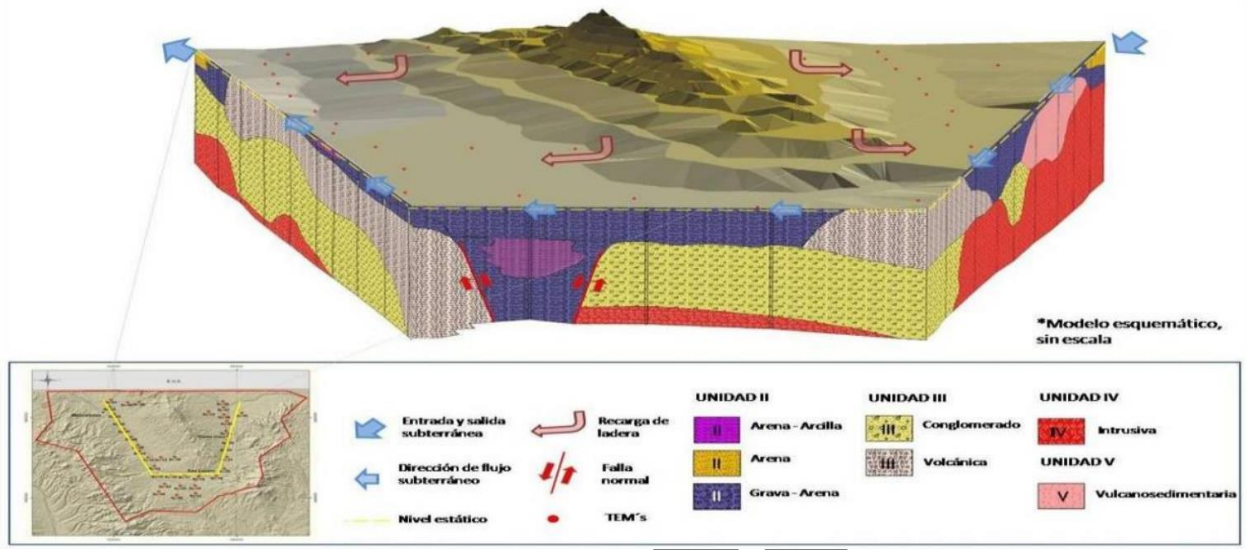


Figura 0.2. Modelo conceptual del acuífero Río Santa Cruz (tomada Conagua, 2023a).

En cuanto a las profundidades de los niveles estáticos presentes en la zona varían de 2 a 49 metros, los valores bajos se asocian al cauce del río.

En cuanto a los parámetros hidráulicos asociados a las conductividades hidráulicas interpretadas de pruebas de bombeo están entre los valores de $1.97E^{-4}$ a $5.65E^{-3}$ m/s relacionadas a sedimentos de arenas. En cuanto a la Transmisividad (T) es de $3.77E^{-1}$ a $3.68E^{-2}$ m^2/s.

El acuífero de acuerdo con el Balance de Aguas Subterráneas considera con poca disponibilidad ya que se cuenta con solo 2.20 Mm^3/año.

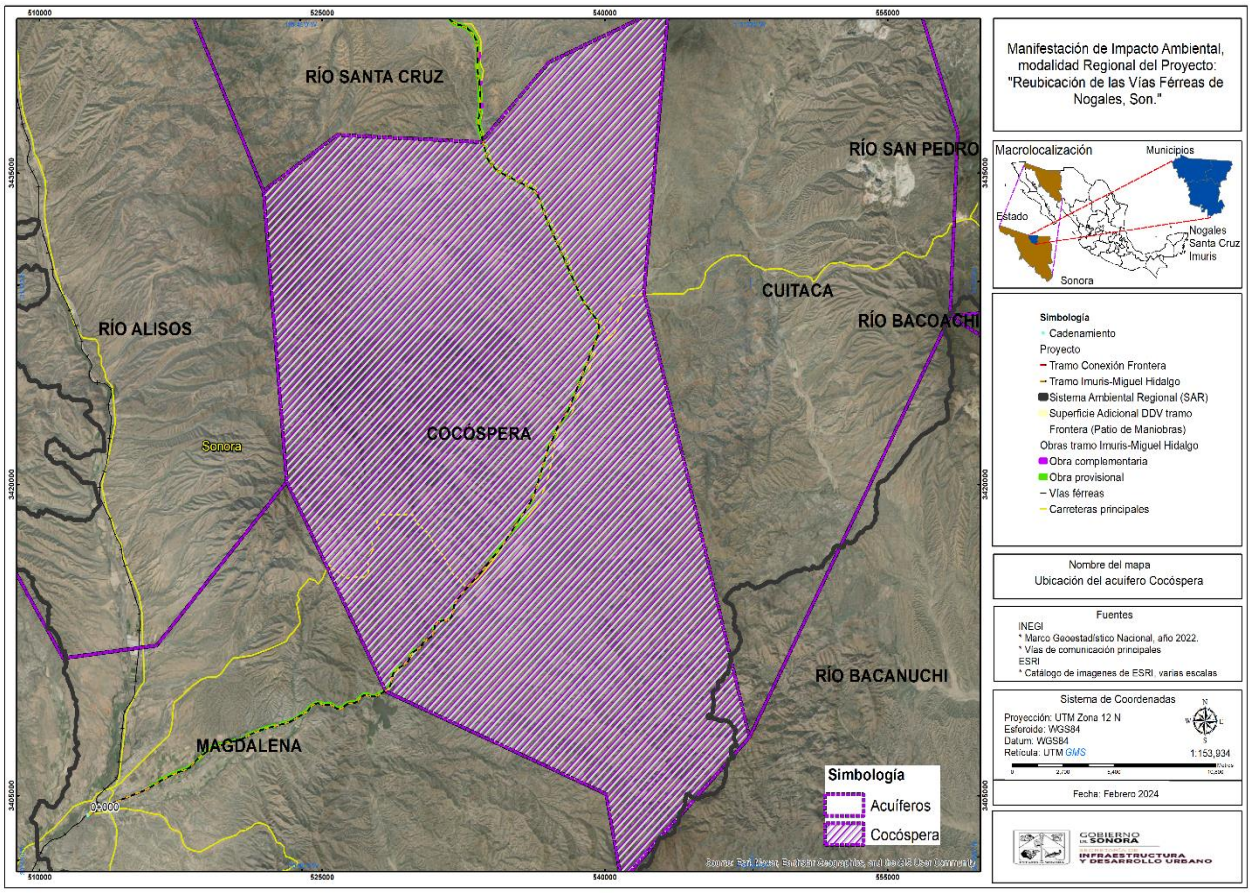
El acuífero puede tener afectaciones en caso de que existan plumas contaminantes al sur de la cuenca, producto de un derramamiento accidental durante la etapa operática del proyecto. Si bien, el trazo no se encuentra en la zona de recarga del acuífero, una posible infiltración en el lecho del río Santa Cruz, afectaría la calidad del agua, como sucede en la cuenca del Arroyo Nogales. De deberá apegar a las medidas de mitigación y protección que se contemplen para la presente MIA y para el Programa Ambiental denominado: Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación.

ACUÍFERO COCÓSPERA

El acuífero (Mapa siguiente) se encuentra en situación de veda por tres decretos de veda, el primero el 25 de enero de 1961; el segundo decreto el 19 de septiembre de 1978 y el tercero el 2 de junio de 1968 con el objetivo para la conservación de los mantos acuíferos del Estado y mejoramiento del control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamientos de las aguas

CONSULTA PÚ

del subsuelo en la zona y solo está limitado para el uso doméstico, industrial y riego (CONAGUA, 2010b). La parte sur del tramo Ímuris se encuentra sobre la zona. Cualquier pluma de contaminación en esta zona afectaría la recarga del acuífero.



Mapa 0.2. Extensión del acuífero Cocóspera.

El acuífero está constituido por sedimentos aluviales con un espesor de 15 a 50 metros y dependiendo de la zona hasta 60 m que constituyen el principal acuífero de la zona. Estudios realizados han identificado a tres unidades hidrogeológicas que se describen a continuación:

- Unidad con conductividades hidráulicas altas que son materiales granulares no consolidados de granulometría variada entre gravas hasta arcillas.
- Unidad II material rocoso fracturado con rocas areniscas y rocas volcánicas con conductividad media que favorece la infiltración en las zonas topográficamente altas.

En cuanto a las profundidades de los niveles estáticos presentes en la zona varían dependiendo de la zona que van de 4 a 25 m, siendo los más profundos en las cercanías del poblado El Amoles en la porción oriental del acuífero y las profundidades más someras en los poblados El Vadito y

El Aribabi en las porciones centro y suroeste del acuífero con traza principal del Arroyo de Cocóspera.

Los parámetros hidráulicos reportados para zona son las transmisividades interpretadas de 15 pruebas de nombre del 2009 en las localidades de Vicente Guerrero y Milpillas con un intervalo de 7.85 E^{-4} a 5.22E^{-2} m^2/s.

El acuífero de acuerdo con el Balance de Aguas Subterráneas considera una disponibilidad reducida con un valor de 6.65 Mm^3/año.

En campo, se encontró evidencia del aporte del acuífero a el cauce del Arroyo Cocóspera en forma de pequeños borbollones y surgencias localizadas sobre el mismo cauce. Principalmente, cerca del cadenamiento 19+500 a 24+000. En la Foto a continuación se presenta una de las surgencias ubicadas durante el trabajo de campo.



Foto IV. 11. Surgencia de agua en el cauce del río Cocóspera.

En la Foto a continuación se muestra el aforo por vadeo en el sitio de la surgencia.

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 12. Medición por vadeo.

CONSULTA PÚBLICA

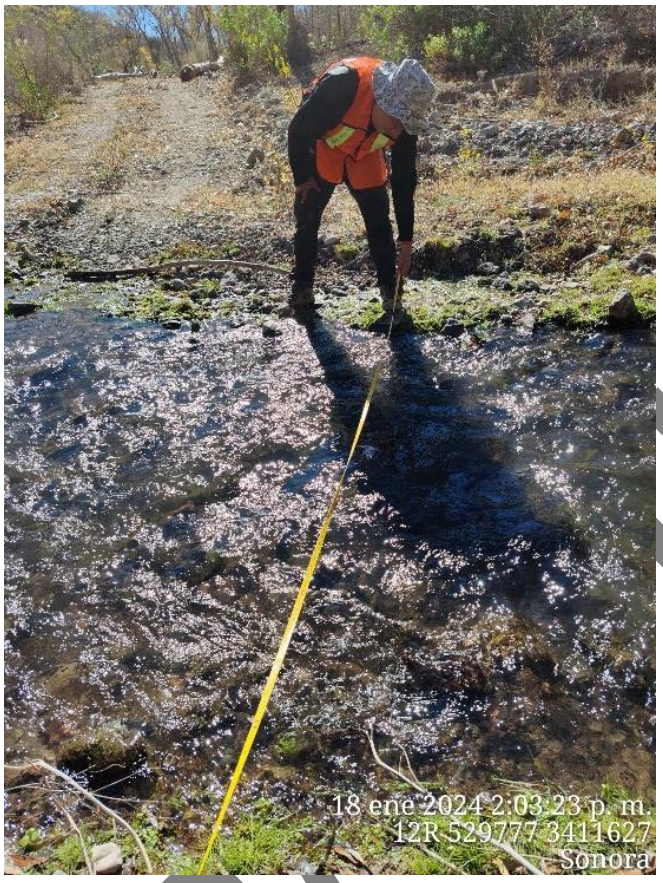


Foto IV. 13. Medición del ancho del cauce

Con base en los datos obtenidos de los aforos (Tabla siguiente) hechos aguas arriba y aguas abajo del borbollón, se pudo obtener un valor de aporte de aproximadamente 8 l/s. El valor puede variar debido a las irregularidades del río que provocan secciones irregulares de medición en el aforo.

Tabla 0.1. Valores obtenidos en campo.

Coordenada X	Coordenada Y	Datos
512271	3465513	Largo de aforo: 4 metros Ancho: ~2 metros Promedio velocidad: 3.978 s V=1.005 m/s
528792	3410754	Largo de aforo: 3 metros Ancho: ~2.9 metros Promedio velocidad: 4.2 s V=1.4 m/s

Se estima que existen más surgencias a lo largo del río ya que los valores de gasto en las diferentes secciones aumentan conforme se avanza aguas abajo sobre el lecho del arroyo.

CONSULTA PÚBLICA

Se encontró abundante mineral de mica en la surgencia, identificada como biotita (grupo de minerales), cuyo origen se infiere pertenece a la formación granítica, que es el basamento de los sedimentos de la zona. La comunicación de este tipo de borbollones en formaciones no sedimentarias suele ser por pequeñas “venas” o vetas de agua, que se comunican entre sí por medio de pequeñas fracturas. Estas vetas o venas suelen ser minúsculas y pueden cerrarse o disminuir su caudal de acuerdo con las fluctuaciones del nivel freático, la tectónica del lugar o los mismos sedimentos y partículas suspendidas del agua que fluye.

La interacción del acuífero y el agua superficial se vería fuertemente afectada en caso de que no se tomen las medidas adecuadas durante la etapa de construcción y operación.

Evolución química de las aguas subterráneas

La evolución del agua subterránea está regida por factores hidrogeológicos como conductividades hidráulicas de los sedimentos y rocas presentes en las cercanías, la combinación del flujo entre los mismos y su velocidad del agua a través de los mismos. La interacción entre el movimiento del agua a través de las rocas ya sea lento o rápido, nos da condiciones favorables para disolución de los minerales de las rocas, siendo con mayores concentraciones en un flujo lento en comparación a la de un flujo rápido.

El movimiento de las aguas subterráneas sigue un patrón en las zonas saturada, incrementándose los sólidos totales disueltos y la mayor presencia de iones mayores se encuentran presentes. Las zonas de recargas y las zonas superficiales de descarga de un mismo sistema presentan bajas concentraciones de sólidos totales disueltos en comparación al agua subterránea encontrada a mayor profundidad del mismo sistema (Freeze & Cherry, 1979).

La evolución normal de la composición del agua está acompañada con los cambios regionales de las especies de aniones dominantes:

Camino a través de un flujo →

$$HCO_3^- \rightarrow HCO_3^- + SO_4^{2-} \rightarrow SO_4^{2-} + HCO_3^- \rightarrow SO_4^{2-} + Cl^- \rightarrow Cl^- + SO_4^{2-} \rightarrow Cl^-$$

Incremento del tiempo →

Para grandes cuencas sedimentarias se encuentran tres zonas principales que están correlacionadas con la profundidad de estas (Domenico, 1972):

- ✓ La zona superficial caracterizada por agua de infiltración con aniones de HCO3- dominante y bajo contenido de sólidos totales disueltos.
- ✓ La zona intermedia con circulación menos activa de agua subterránea y mayor concentración de sólidos totales disueltos. Los sulfatos es el anión más dominante.
- ✓ La zona profunda se caracteriza por flujos de agua lentos, la alta solubilidad de los minerales está presente en esta zona. En esta zona hay alta concentración sólidos totales disueltos.
- ✓ Estas tres zonas no están correlacionadas con la distancia del traslado del agua o el tiempo del viaje, dado que en ciertas cuencas el tiempo varía en años hasta cientos de años.

CONSULTA PÚBLICA

La base de datos hidrogeoquímicos se deriva de la información de acceso libre proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a través de la serie de Conjuntos de Datos Vectoriales de la Carta de Aguas Subterráneas y Aguas Superficiales a una escala de 1:250,000, Serie I, en formato digital.

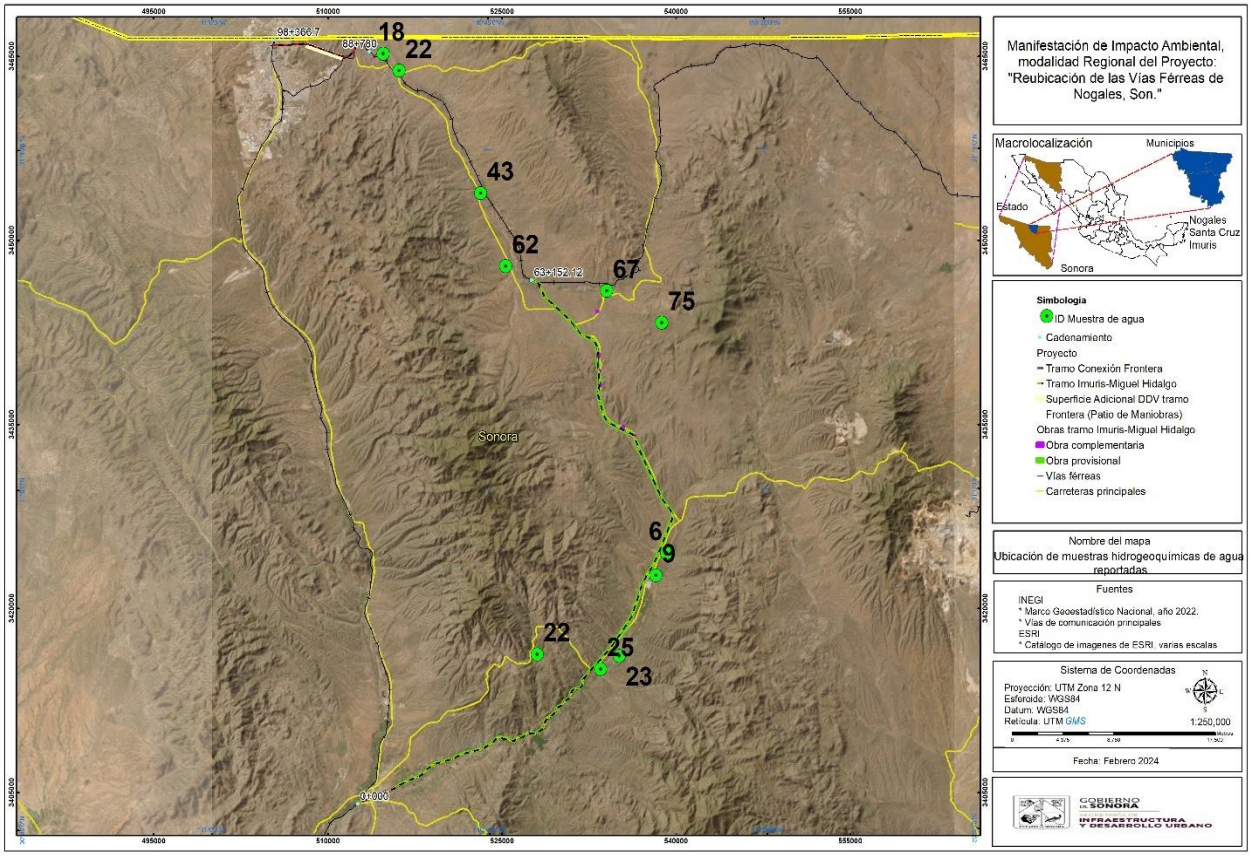
Esta información se centra en los datos vectoriales correspondientes a las aguas subterráneas y superficiales en la región cartográfica de Nogales y Cananea. Es de suma importancia señalar que estos datos remontan a la década de 1980. La base de datos en cuestión engloba información hidrogeoquímica que incluye la concentración de iones mayores expresada en miligramos por litro (mg/l), la temperatura medida en grados Celsius (°C), la relación de absorción de sodio (RAS), la conductividad eléctrica, entre otros parámetros de interés.

Se obtuvieron 13 datos hidrogeoquímicos históricos (años 1983 y 1984, Tabla 0.2 y Mapa siguiente) con los que se realizaron los gráficos de GIBS, Shoeller, Mifflin y Piper.

Tabla 0.2. Resultados de análisis hidro geoquímicos realizados en los años 1983 – 1984.

UTM_X	UTM_Y	ID de muestra	Obra	Ca	MG	NA	K	$CaCO_3$	RAS	PH	CE	SO_4	HCO_3	NO_3	CO_3	CL	Sólidos
514764.305	**3465250.208**	18	POZO	26	5.4	10.1	1.2	87.5	0.47	7.1	240.00	0.0	109.8	2.5	0.0	10.6	166
516128.759	**3463862.760**	22	POZO	48	7.6	29.0	1.2	151.5	1.02	7.7	430.00	41.3	170.8	0.0	0.0	17.7	316
523172.772	**3453878.633**	43	NORIA	21	5.8	14.5	1.2	76.5	0.72	7.3	200.00	20.6	73.2	5.0	0.0	14.2	156
525314.812	**3447925.642**	62	POZO	30	6.7	11.3	1.2	103.0	0.48	7.9	240.00	20.6	97.6	5.0	0.0	17.7	190
534013.711	**3445906.999**	67	POZO	44	7.6	31.7	1.9	141.5	1.16	8.1	440.00	0.0	189.1	2.5	6.0	28.4	311
538772.052	**3443307.494**	75	NORIA	58	18.2	26.0	3.9	221.0	0.76	7.0	590.00	83.0	201.3	3.7	0.0	21.3	415
539185.860	**3424533.621**	6	POZO	62	13.0	9.9	1.2	209.0	0.30	8.2	510.00	73.0	146.4	2.5	0.0	17.7	326
538266.668	**3422713.646**	9	POZO	32	17.8	16.6	1.9	154.0	0.58	7.9	430.00	83.0	91.5	2.5	0.0	14.2	260
528026.531	**3416275.680**	22	NORIA	26	4.3	6.7	1.6	83.0	0.32	7.8	230.00	11.0	91.5	2.5	0.0	7.1	151
535110.208	**3416146.709**	23	NORIA	63	14.1	38.6	1.3	308.0	0.56	7.9	750.00	145.9	213.5	2.5	12.0	21.3	512
533496.784	**3415069.619**	25	POZO	37	17.9	33.8	1.9	167.0	1.14	8.1	400.00	51.8	183.0	2.5	6.0	14.2	348

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 35. Ubicación de las muestras.

Con estos gráficos se estableció que las muestras de agua reportadas tienen una composición Bicarbonatada cálcica (Figuras siguientes) que indica que tiene poca interacción con el medio, ya que contienen pocos solidos totales disueltos y poco contenido de sales.

Las muestras de agua analizadas, de acuerdo con los diagramas, indican de manera general, que los flujos subterráneos son locales, pero no producto de la lluvia reciente, ya que en los Diagramas de Gibbs (Figura siguiente) es la interacción del agua con la roca e igualmente en el diagrama de Mifflin (Figura posterior) ya que contiene bajos contenidos de sales producto de la evolución del agua de acuerdo con la secuencia presentada anteriormente.

CONSULTA

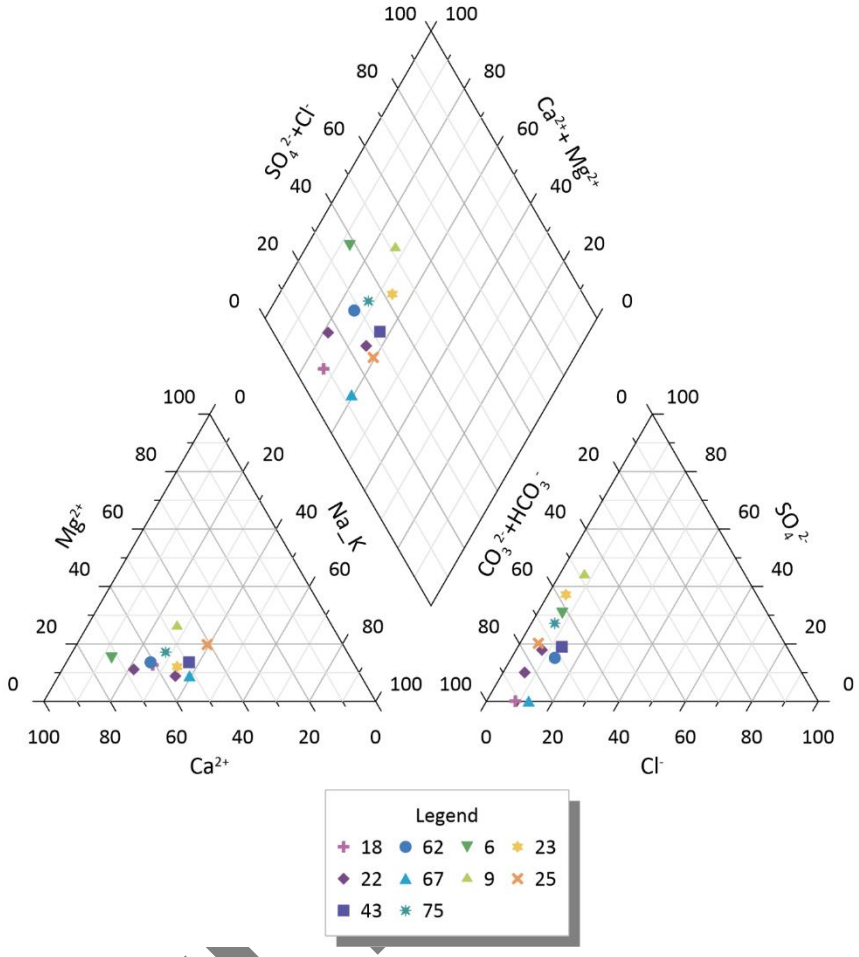


Figura IV. 22. Diagrama de Piper para las muestras en la zona de estudio, donde se observa el corrimiento de los resultados de la química de las muestras hacia la zona bicarbonatada – cálcica.

CONSULTA

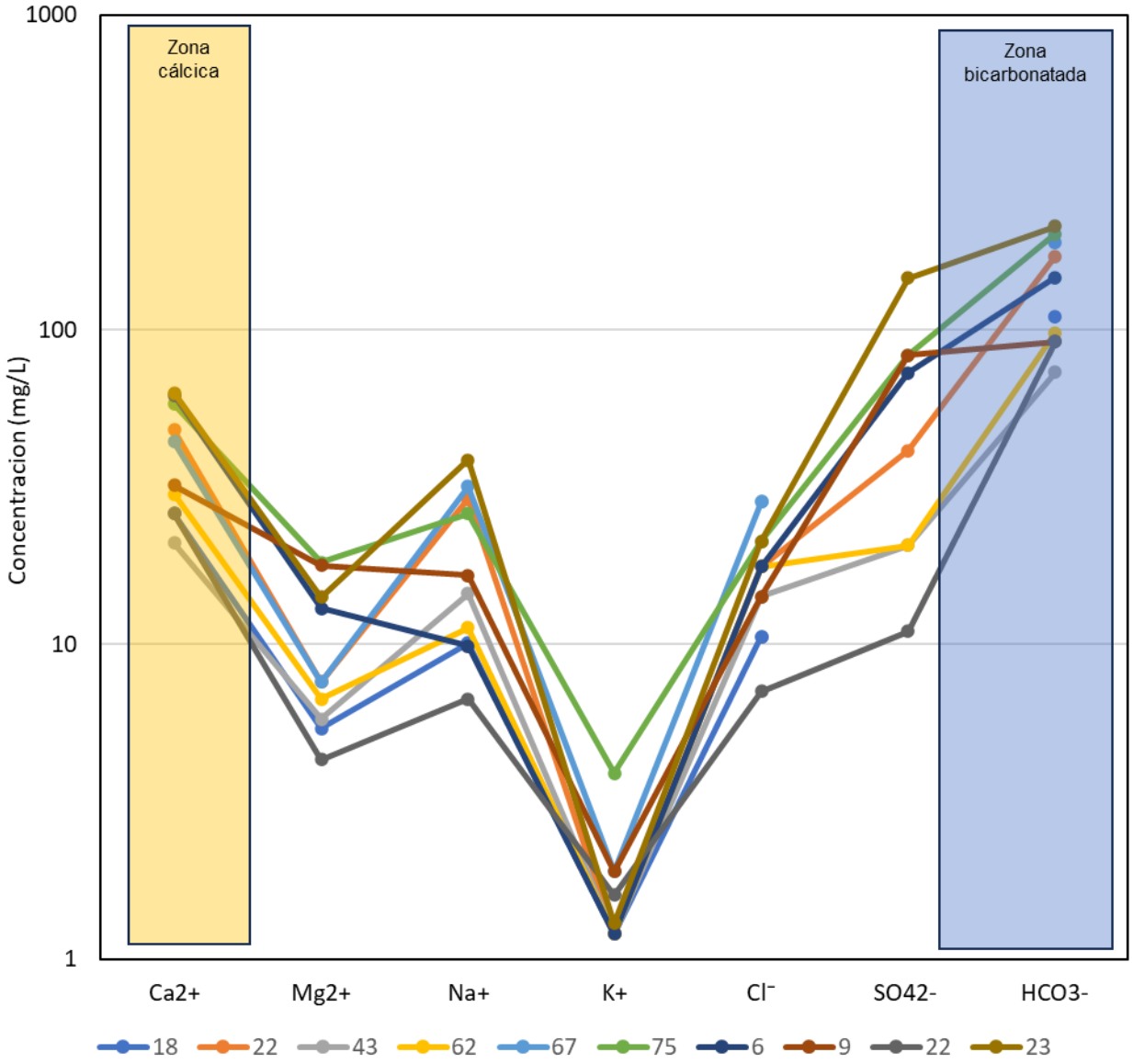


Figura IV. 23. Diagrama Schoeller para las muestras en la zona de estudio, donde se observan los resultados de la química de las muestras hacia la zona bicarbonatada y cálcica.

CON

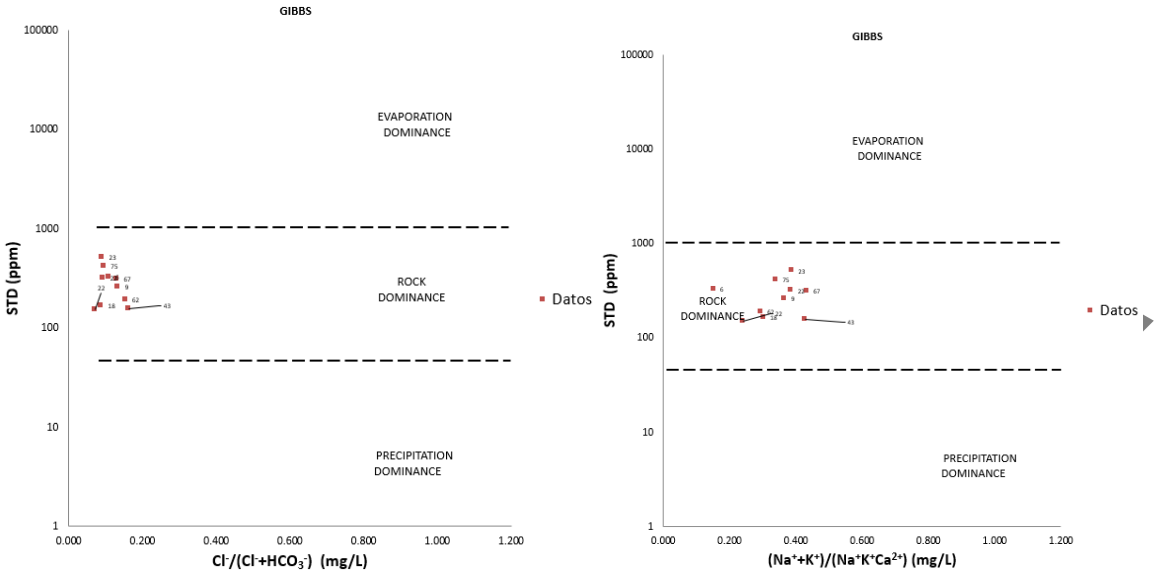


Figura IV. 24. Diagrama de Gibbs para las muestras en la zona de estudio.

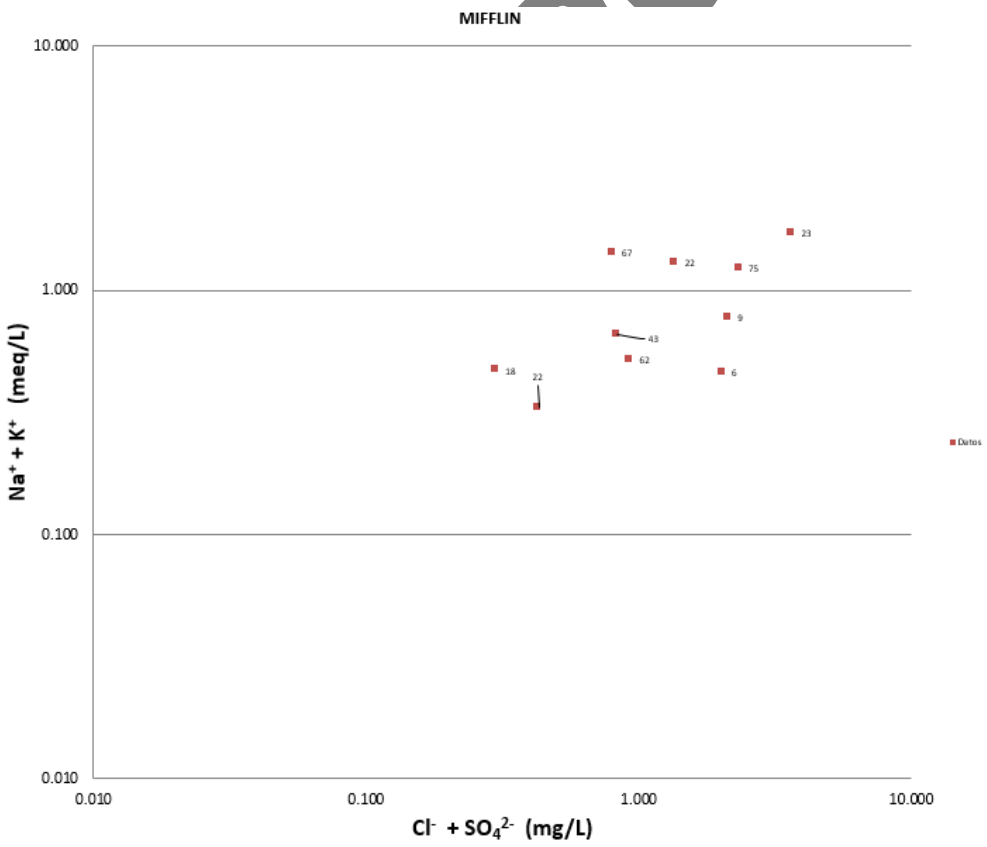


Figura IV. 25. Diagrama de Mifflin para las muestras en la zona de estudio.

La información anterior deberá cotejarse con una línea base nueva sobre calidad de agua y realizar un análisis de los cambios que ha sufrido el agua con el pasar de los años, y en caso de contaminación, establecer mecanismos y programas para su mitigación y remediación.

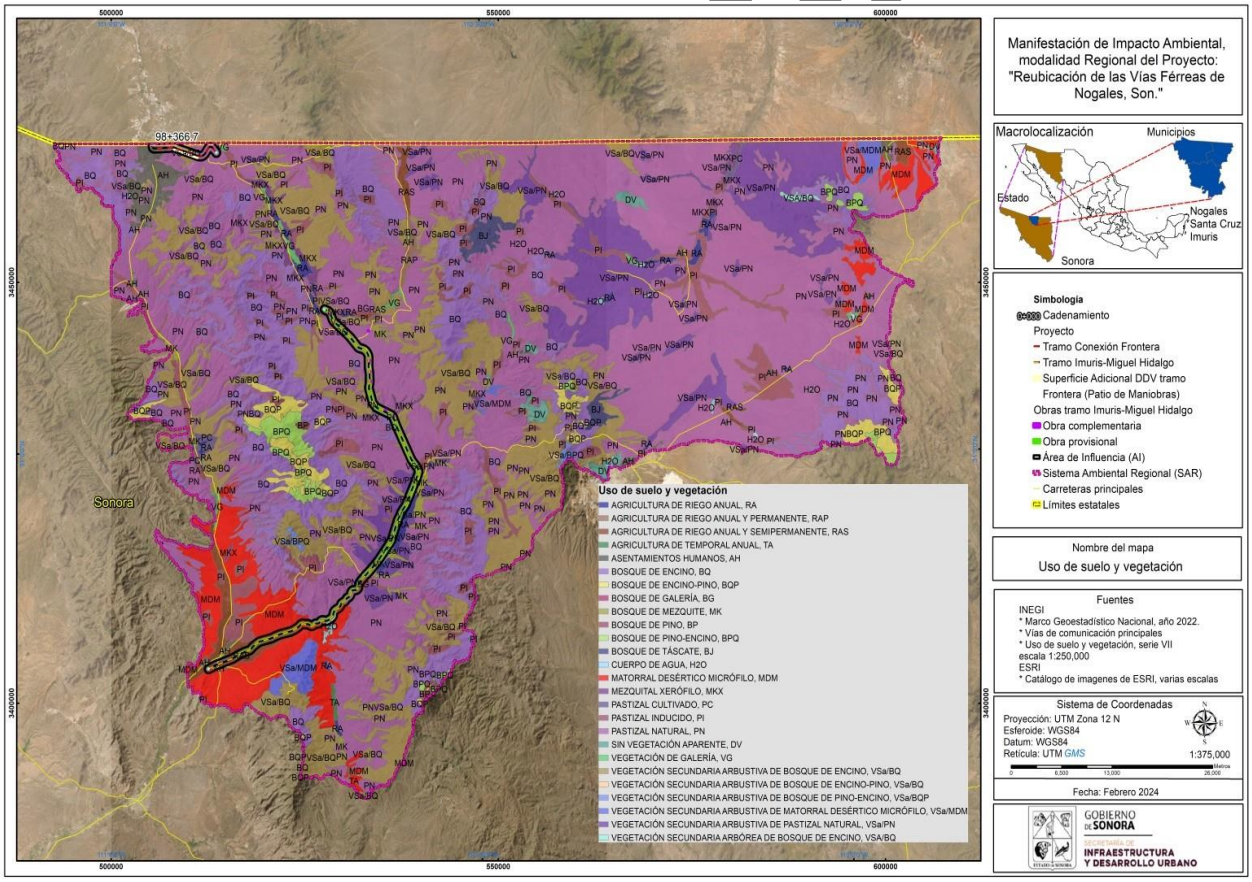
IV.2.2 MEDIO BIÓTICO

IV.2.2.1 VEGETACIÓN

IV.3.2.1.1 Caracterización de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

Para conocer el uso de suelo y tipo de vegetación que se desarrolla en el SAR se consultó la información cartográfica de uso de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía del 2017. A continuación, se presenta el mapa de los usos de suelo y vegetación inmersos en el SAR.

PÚBLICA



Mapa IV. 36. Uso de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional.

Con base a lo anterior, el SAR se encuentra inmerso en 26 diferentes usos de suelo y vegetación, con una superficie total de 503262.60 ha. El pastizal natural cubre con mayor porcentaje la superficie total del SAR representado con el 45%, seguido del bosque de encino y el matorral desértico micrófilo.

Tabla IV. 12. Uso de suelo y vegetación en la superficie del SAR.

Uso de suelo y vegetación	Clave	Sup m^2	Sup ha	Porcentaje (%) con respecto al SA
Agricultura De Riego Anual	RA	30276369.81	3027.64	0.60
Agricultura De Riego Anual Y Permanente	RAP	6151974.98	615.20	0.12
Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	RAS	52147943.59	5214.79	1.04
Agricultura De Temporal Anual	TA	2617377.26	261.74	0.05
Asentamientos Humanos	AH	54197686.71	5419.77	1.08
Bosque De Encino	BQ	674256474.66	67425.65	13.40
Bosque De Encino-Pino	BQP	73256943.86	7325.69	1.46
Bosque De Galería	BG	2424961.84	242.50	0.05
Bosque De Mezquite	MK	29894118.85	2989.41	0.59
Bosque De Pino	BP	3747902.17	374.79	0.07
Bosque De Pino-Encino	BPQ	44564655.11	4456.47	0.89
Bosque De Táscate	BJ	26803790.60	2680.38	0.53
Cuerpo De Agua	H2O	5798927.66	579.89	0.12
Matorral Desértico Micrófilo	MDM	254146073.82	25414.61	5.05
Mezquital Xerófilo	MKX	27705331.67	2770.53	0.55
Pastizal Cultivado	PC	9923763.89	992.38	0.20
Pastizal Inducido	PI	232818109.30	23281.81	4.63
Pastizal Natural	PN	2266266168.21	226626.62	45.03
Sin Vegetación Aparente	DV	19875688.68	1987.57	0.39
Vegetación De Galería	VG	10706115.30	1070.61	0.21
Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Encino	VSA/BQ	3028358.27	302.84	0.06
Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino	VSa/BQ	758363084.19	75836.31	15.07
Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino-Pino	VSa/BQP	1388703.25	138.87	0.03
Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Pino-Encino	VSa/BPQ	6160460.69	616.05	0.12
Vegetación Secundaria Arbustiva De Matorral Desértico Micrófilo	VSa/MDM	35465704.21	3546.57	0.70

A PÚBLICA

Uso de suelo y vegetación	Clave	Sup m^2	Sup ha	Porcentaje (%) con respecto al SA
Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Natural	VSa/PN	400639275.04	40063.93	7.96
TOTAL		**5,032,625,963.61**	**503262.60**	**100%**

A través de la Guía para la Interpretación Cartográfico de Uso del Suelo y Vegetación, se describe los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR.

- **Agricultura de Riego Anual (RA).** Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a parir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro (un pozo, por ejemplo) o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural. Se refiere anual cuando su ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

- **Agricultura de Riego Anual Y Permanente (RAP).** Tipo de agrosistema donde el suministro de agua utilizada para su desarrollo es obtenido por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, etcétera. Es anual cuando su ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo; y permanente cuando la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

- **Agricultura de Riego Anual y Semipermanente (RAS).** Son aquellos agrosistemas que utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, son identificados por poseer un ciclo vegetativo de un año para el caso del anual y el semipermanente se caracteriza por tener un ciclo vegetativo que dura entre dos y diez años.

- **Agricultura de Temporal Anual (TA).** Agrosistema donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. Por su temporalidad este tipo de agricultura se caracteriza por tener un ciclo vegetativoque dura solamente un año.

- **Asentamientos Humanos (AH).** Es un conglomerado demográfico en el que se consideran dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. Los asentamientos varían mucho en tamaño, tipo, ubicación, función, disposición, historia y composición, por lo regular consta de varias viviendas y otras estructuras como puentes, carreteras, calles y edificios. Normalmente se localizan cerca o en medio de zonas con recursos naturales.

- **Bosque de Encino (BQ).** Comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas de 4 hasta 30 m de altura, integradas por múltiples especies del género Quercus

CONSULTA PÚBLICA

(encinos, robles). Esta comunidad se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros. Principalmente en Sonora se observan especies como el encino capulincillo (*Quercus castanea*) y encino prieto (*Quercus emoryi*).

- **Bosque de Pino-Encino (BQP).** Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano. Se concentran entre los 1 200 y los 3 200m, alcanzan alturas de 8 a 35m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (Pinus spp.) y encino (Quercus spp.) pero con dominancia de pino. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes que se pueden encontrar en Sonora son pino chino (*Pinus leiophylla), P. engelmannii*, encino colorado (*Quercus castanea*), encino prieto (*Q. laeta*) y roble azul mexicano (*Q. oblongifolia*).

- **Bosque de Encino-Pino (BQP):** Comunidad vegetal similar al BPQ, pero con dominancia en Quercus.

- **Bosque de Pino (BP).** Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, se desarrollan en climas templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta. Las especie más comú en Sonora es el pino chino (*Pinus leiophylla*).

- **Bosque de Galería (BG).** Comunidad arbórea que forma franjas angostas de vegetación en los márgenes de los ríos o arroyos de gran parte del país, generalmente en sitios con climas templados a secos. Se desarrolla en zonas con condiciones favorables de humedad edáfica y sus especies pueden soportar inundaciones temporales e incluso invadir rápidamente áreas expuestas ribereñas. El estrato arbóreo dominante presenta alturas de 4 hasta más de 30 metros, con especies perennifolias, subcaducifolias o hasta caducifolias. Representados principalmente por sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) en el norte del país, así como de otras especies como sauces (*Salix spp*.), fresnos (*Fraxinus spp*.), álamos (*Populus spp*.), sicómoro aliso (*Platanus spp*.) y *Astianthus viminalis*.

- **Bosque de Táscate (BJ).** Comunidad vegetal que se encuentra en altitudes entre los 1 000 y 2 600m, con una temperatura media anual que va de los 12 a 22°C y una precipitación que fluctúa de los 200 a los 1 200mm. El bosque está conformado por árboles con hojas en forma de escama (escuamifolios) del género Juniperus conocido como táscate, enebro o cedro. Tienen una altura promedio de 8 a 15m, y están siempre en contacto con los bosques de encino, pino-encino, selva baja caducifolia y matorrales de zonas áridas. Las especies más comunes y de

CONSULTA PÚBLICA

mayor distribución en estos bosques son *Juniperus deppeana*, *J. arizonica*, *J. coahuilensis* y algunas especies del género Quercus y Pinus.

- **Cuerpo de Agua (H2O).** Es cualquier extensión que se encuentran en la superficie terrestre (ríos y lagos) o en el subsuelo (acuíferos, ríos subterráneos); tanto en estado líquido, como sólido (glaciares, casquetes polares); tanto naturales como artificiales (embalses) y pueden ser de agua salada o dulce.

- **Bosque de Mezquite (MK).** Comunidad arbórea dominada por árboles espinosos, principalmente mezquites (*Prosopis velutina*) que se desarrolla en suelos aluviales de fondo de valle y depresiones en las planicies, donde el manto freático se mantiene a poca profundidad, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas. Son árboles espinosos de 5 a 10 m de altura en condiciones de humedad, pero en condiciones de aridez se desarrolla como arbusto. Es común encontrar esta comunidad mezclada con otros elementos como huizache (*Acacia spp*.), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium spp*.) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*).

- **Matorral Desértico Micrófilo (MDM).** La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20%; la altura varía de 0.5 a 1.5 m. La especie Larrea y Ambrosia constituyen del 90 a 100% de la vegetación en áreas de escaso relieve (INEGI, 2017). Algunas especies características de este tipo de vegetación son el ocotillo (*Fouquieria splendens*), huizache (*Acacia occidentalis*), mezquite (*Prosopis velutina*), tepeguaje (*Lysiloma watsonii*), en este tipo de vegetación se observan algunos elementos crassiacaules como el Sahuaro (*Carnegiea gigantea)*, y algunos elementos aislados del género Cylindropuntia y Coryphantha.

- **Mezquital Xerófilo (MKX).** Se presenta en noroeste del país, en forma discontinua entra en Tamaulipas y parte de los estados de Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí. Los tipos de climas predominantes son BW muy seco, BS secos la temperatura máxima es de 45.8°C y la temperatura mínima de -3°C, la precipitación media anual de 100 hasta 700 mm. Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2300 m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis laevigata*, *Acacia spp*, *Opuntia sp*, *Ferocactus sp*, *Condalia correllii*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Jatropha sp*. y *Bouteloua spp*.

- **Pastizal Cultivado (PC).** Los pastizales cultivados se establecen como resultado de la introducción intencional de pastos en una región, necesitan labores de cultivo y manejo para su establecimiento y mantenimiento. Los pastos que suelen formar parte de estas asociaciones son dominados por especies exóticas y tienen como fin la producción de forraje para la ganadería. Entre los géneros de pastos exóticos utilizados más comúnmente en Sonora se encuentran Cenchrus, Digitaria, Pennisetum y Panicum. Estos pastizales forman los llamados potreros.

CONSULTA PÚBLICA

- **Pastizal Natural (PN).** Comunidad dominada por especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. La extensa zona de pastizales naturales penetra en el territorio mexicano en forma de una angosta cuña que corre sobre el Altiplano a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental desde el noroeste de Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato e incluye también el extremo noreste de Sonora. Esta franja ocupa una porción de transición entre los bosques por un lado y los matorrales xerófilos por el otro. Además, consiste en comunidades vegetales dominadas por gramíneas que constituyen clímax climático y representa en México la zona más importante de pastizales naturales.

El pastizal natural se desarrolla en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea. En altitudes entre 1 100 y 2 500 m, aunque en Sonora pueden descender hasta los 450 m. Los pastizales presentan alturas de 20 a 70 cm, sin embargo, debido al intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda.

Predominan las especies del género Bouteloua, principalmente *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, predomina *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*. Con menor frecuencia *Bouteloua rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: *B. eriopoda* y *Bouteloua scorpioides*; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas *a B. gracilis*.

- **Pastizal Inducido (PI).** Surge cuando la vegetación original es eliminada, apareciendo como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación, puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o en áreas que se incendian con frecuencia. Entre los géneros a que pertenecen las gramíneas dominantes son: Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum. Esta comunidad es común ver zonas donde la vegetación original en las partes altas estaba compuesta de Matorral Desértico Micrófilo y en las partes bajas de los lomeríos o de planicie se componía de mezquital (con algunos elementos de huizache).

- **Sin vegetación Aparente (DV).** Área donde no es visible o detectable alguna comunidad vegetal. Se incluyen los eriales, depósitos litorales, bancos de ríos y aquellas áreas donde algún factor ecológico no permite o limita el desarrollo de a cubierta vegetal como falta de suelo, elevado nivel de salinidad o sodicidad y climas extremos (muy fríos o muy áridos).

- **Vegetación de Galería (VG).** Comunidades arbustivas, ocasionalmente con elementos subarbóreos, se desarrollan en los márgenes de los ríos y arroyos, siempre bajo condiciones de humedad. Se localizan en zonas de climas templados a secos, con amplios rangos en los valores de temperatura, humedad y altitud. En este tipo de vegetación predomina generalmente un solo

CONSULTA PÚBLICA

estrato arbustivo, que fisonómicamente puede presentar el aspecto de matorral denso o espaciado, con altura entre 1 y 2m y constituido por elementos usualmente perennifolios. Entre otros géneros que pueden observar se encuentran *Baccharis, Chilopsis, Senecio, Acacia, Mimosa, Salix*, y mezquites (*Prosopis sp*.).

- **Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Encino (VSA/BQ).** Comunidad vegetal similar al BQ, descrito anteriormente, sin embargo, es secundaria debido a que se ha visto afectada por las actividades antropogénicas o naturales, surge una comunidad diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea. En esta comunidad predomina el estrato arbóreo.

- **Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino (VSa/BQ).** Presenta las mismas características de la VSA/BQ pero en esta comunidad predomina el estrato arbustivo.

- **Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino-Pino (VSa/BQP).** Comunidad vegetal que se desarrolla igual que BQP, sin embargo, presenta alteración en la vegetación primaria por factores antropogénicos o naturales, desarrollándose una vegetación secundaria. En esta vegetación predomina el estrato arbustivo.

- **Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Pino-Encino (VSa/BPQ).** Comunidad vegetal con las mismas características a la vegetación anterior, pero con especies predominantes de Pino.

- **Vegetación Secundaria Arbustiva De Matorral Desértico Micrófilo (VSa/MDM).** Comunidad vegetal con las características descritas anteriormente como MDM, sin embargo por actividades del hombre y/o naturales, la vegetación primaria se vio alterada desarrollando una vegetación secundaria. Predomina el estrato arbustivo.

- **Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Natural (VSa/PN).** Comunidad vegetal similar al PN descrito anteriormente, pero la vegetación primaria es afectada por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea. Predomina el estrato arbustivo.

Descritos los usos de suelo y vegetación presentes en el SAR, se procedió a la consulta de la plataforma digital Enciclovida donde integra datos que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a reunido a través del Sistema Nacional de Información (SNIB) la cual concentra un compendio de datos de flora reportados para todo el país, al realizar la consulta particular para el SAR se obtuvo un listado potencial que a continuación se presenta.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3. Listado potencial de especies florísticas presentes en la Región del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Achatocarpaceae	*Phaulothamnus spinescens*	Bachata	Nativa	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Amaranthaceae	*Alternanthera caracasana*	Verdolaga cimarrona	Nativa	-
Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Quintonil tropical	Nativa	-
Anacardiaceae	*Rhus virens*	Capulín	Nativa	-
Anacardiaceae	*Schinus molle*	Pirul	Exótica	-
Anacardiaceae	*Toxicodendron radicans*	Hiedra venenosa	Nativa	-
Araliaceae	*Aralia humilis*	Aralia	Nativa	-
Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Sotol de desierto	Nativa	-
Asparagaceae	*Nolina microcarpa*	Soyate cortadillo	Nativa	-
Asteraceae	*Bidens alba*	Acahual blanco	Nativa	-
Asteraceae	*Adenophyllum anomalum*	Mirasol chiquito	Endémica, Nativa	-
Asteraceae	*Bidens bigelovii*	Acetilla	Nativa	-
Asteraceae	*Trixis californica*	Guillermito	Nativa	-
Asteraceae	*Conyza canadensis*	Arrocillo	Nativa	-
Asteraceae	*Pseudognaphalium canescens*	Manzanilla del río	Nativa	-
Asteraceae	*Ambrosia confertiflora*	Estafiate	Nativa	-
Asteraceae	*Ambrosia cordifolia*	Chicurilla	Nativa	-
Asteraceae	*Brickellia coulteri*	Estrellita	Nativa	-
Asteraceae	*Lagascea decipiens*	Confiturilla grande	Nativa	-
Asteraceae	*Erigeron delphinifolius*	Árnica	Nativa	-
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Chamiso	Nativa	-
Asteraceae	*Erigeron divergens*	Árnica	Nativa	-
Asteraceae	*Chaetopappa ericoides*	Rose Heath	Nativa	-
Asteraceae	*Symphyotrichum expansum*	Estrella salada	Nativa	-
Asteraceae	*Senecio flaccidus*	Hierba de San Juan de dios	Nativa	-
Asteraceae	*Porophyllum gracile*	Hierba de venado	Nativa	-
Asteraceae	*Ageratina paupercula*	Santa Rita	Nativa	-
Asteraceae	*Thymophylla pentachaeta*	Limoncillo	Nativa	-
Asteraceae	*Zinnia peruviana*	Gallito de monte	Nativa	-
Asteraceae	*Guardiola platyphylla*	Planta apache	Nativa	-
Asteraceae	*Lasianthaea podocephala*	Pionilla	Nativa	-
Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius*	Azomiate	Nativa	-
Asteraceae	*Baccharis sarothroides*	Romerillo	Nativa	-
Asteraceae	*Xanthium strumarium*	Abrojo	Nativa	-
Asteraceae	*Baccharis thesioides*	Raíz de popote	Nativa	-

CONSULTA PÚBLICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Asteraceae	*Acourtia thurberi*	Cola de zorra	Nativa	-
Bignoniaceae	*Tecoma stans*	Timboco	Nativa	-
Brassicaceae	*Sisymbrium irio*	Mostacilla	Exótica	-
Bromeliaceae	*Tillandsia cretacea*	Bromelia	Endémica,Nativa	-
Bromeliaceae	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	Nativa	-
Cactaceae	*Ferocactus emoryi*	Biznaga barril del desierto de Sonora	Nativa	-
Cactaceae	*Coryphantha recurvata*	Biznaga partida de espinas curvas	Nativa	-
Cactaceae	*Escobaria vivipara*	Estrella de la tarde	Nativa	-
Cactaceae	*Opuntia decumbens*	Nopal de culebra	Nativa	-
Cactaceae	*Opuntia engelmannii*	Nopal Cuijo	Nativa	-
Cactaceae	*Echinocereus fendleri*	Alicoche de Nuevo México	Nativa	-
Cactaceae	*Opuntia gosseliniana*	Nopal morado	Nativa	-
Cactaceae	*Mammillaria grahamii*	Biznaga chollo chico	Nativa	-
Cactaceae	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china	Nativa	-
Cactaceae	*Opuntia macrocentra*	Nopal violáceo	Nativa	-
Cactaceae	*Opuntia microdasys*	Nopal cegador	Nativa	-
Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus*	Cabeza de viejo	Nativa	-
Cactaceae	*Mammillaria wrightii*	Biznaga	Nativa	-
Cactaceae	*Cylindropuntia thurberi*	Cardenche de Sonora	Nativa	-
Cactaceae	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	Nativa	A
Cannabaceae	*Celtis caudata*	Capulincillo	Nativa	-
Cannabaceae	*Celtis pallida*	Acebuche	Nativa	-
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Nativa	-
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	Nativa	-
Convolvulaceae	*Evolvulus alsinoides*	Pico de pájaro	Nativa	-
Convolvulaceae	*Evolvulus arizonicus*	Arizona ojos azules	Nativa	-
Convolvulaceae	*Ipomoea longifolia*	Alcaparra	Nativa	-
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	Nativa	-
Cucurbitaceae	*Apodanthera undulata*	Calabaza hedionda	Nativa	-
Cucurbitaceae	*Cucumis melo*	Melón	Exótica	-
Cucurbitaceae	*Cucurbita digitata*	Calabacilla	Nativa	-
Cucurbitaceae	*Cucurbita foetidissima*	Calabacilla loca	Nativa	-
Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	Sabino	Nativa	-

CONSULTA PÚBLICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Cupressaceae	*Juniperus coahuilensis*	Junípero	Nativa	-
Cupressaceae	*Taxodium mucronatum*	Ahuhuete	Nativa	-
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	Nativa	-
Ericaceae	*Arbutus arizonica*	Madroño norteño	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Manihot rubricaulis*	NA	Endémica,Nativa	-
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus angustidens*	Mala mujer	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Jatropha cardiophylla*	Sangre de grado	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Acalypha papillosa*	NA	Endémica,Nativa	-
Euphorbiaceae	*Tragia laciniata*	Sonoita noseburn	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Tragia nepetifolia*	Ortiguilla	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia arizonica*	Hierba de la golondrina	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia capitellata*	Golondrina	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la golondrina	Nativa	-
Euphorbiaceae	*Croton sonorae*	Vara blanca	Nativa	-
Fabaceae	*Acacia constricta*	Vara prieta	Nativa	-
Fabaceae	*Acacia farnesiana*	Acacia	Nativa	-
Fabaceae	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	Nativa	-
Fabaceae	*Acacia occidentalis*	Tesota	Nativa	-
Fabaceae	*Mimosa biuncifera*	Garabatillo	Nativa	-
Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	Garároa	Nativa	-
Fabaceae	*Lysiloma watsonii*	Tepehuaje	Nativa	-
Fabaceae	*Prosopis velutina*	Mesquite terciopelo	Nativa	-
Fabaceae	*Acaciella angustissima*	Guajillo	Nativa	-
Fabaceae	*Havardia mexicana*	Palo chino	Endémica,Nativa	-
Fabaceae	*Phaseolus acutifolius*	Frijol tépari	Nativa	-
Fabaceae	*Parkinsonia florida*	Palo verde azul	Nativa	-
Fabaceae	*Coursetia glandulosa*	Palo dulce	Nativa	-
Fabaceae	*Senna hirsuta*	Cuajillo	Nativa	-
Fabaceae	*Chamaecrista nictitans*	Guajito	Nativa	-
Fabaceae	*Senna occidentalis*	Candelilla chica	Nativa	-
Fabaceae	*Crotalaria pumila*	Chipil	Nativa	-
Fabaceae	*Zornia reticulata*	Hierba de la víbora	Nativa	-
Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo	Nativa	-

CONSULTA PÚBLICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Dalea versicolor*	Trebol de la pradera	Nativa	-
Fabaceae	*Phaseolus vulgaris*	Frijol	Nativa	-
Fabaceae	*Astragalus wootonii*	Cebollín	Nativa	-
Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	Nativa	-
Fagaceae	*Quercus emoryi*	Encino prieto	Nativa	-
Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	Nativa	-
Juglandaceae	*Juglans major*	Nogal Cimarrón	Nativa	A
Malvaceae	*Malvastrum bicuspidatum*	Tuchi	Nativa	-
Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita	Nativa	-
Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Tlalamate	Nativa	-
Malvaceae	*Waltheria indica*	Tapacola	Nativa	-
Meliaceae	*Melia azedarach*	Árbol del paraíso	Exótica-Invasora	-
Menispermaceae	*Cocculus diversifolius*	Uva trepadora	Nativa	-
Nyctaginaceae	*Commicarpus scandens*	Bejuco de la araña	Nativa	-
Oleaceae	*Fraxinus gooddingii*	Fresnillo	Nativa	-
Oleaceae	*Fraxinus velutina*	Fresno terciopelo	Nativa	-
Orobanchaceae	*Castilleja tenuiflora*	Garañona	Nativa	-
Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	Nativa	-
Plantaginaceae	*Penstemon barbatus*	Muicle	Nativa	-
Plantaginaceae	*Penstemon parryi*	Campanita del desierto	Nativa	-
Platanaceae	*Platanus wrightii*	Sicómoro de Arizona	Nativa	-
Poaceae	*Eriochloa acuminata*	Hierba de copa	Nativa	-
Poaceae	*Aristida adscensionis*	Pasto	Nativa	-
Poaceae	*Bouteloua aristidoides*	Navajita aguja	Nativa	-
Poaceae	*Urochloa arizonica*	Pasto de Arizona	Nativa	-
Poaceae	*Bouteloua barbata*	Navajita	Nativa	-
Poaceae	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo plateado	Nativa	-
Poaceae	*Eragrostis barrelieri*	Hierba de amor mediterránea	Exótica	-
Poaceae	*Digitaria californica*	Zacate punta blanca	Nativa	-
Poaceae	*Bouteloua chondrosioides*	Navajita morada	Nativa	-
Poaceae	*Eragrostis cilianensis*	Zacate apestoso	Exótica-Invasora	-
Poaceae	*Digitaria ciliaris*	Pasto pangola	Exótica	-
Poaceae	*Echinochloa colona*	Arroz del monte	Exótica	-

CONSULTA PÚBLICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Poaceae	*Bouteloua curtipendula*	Banderilla	Nativa	-
Poaceae	*Eragrostis curvula*	Amorseco curvado	Exótica-Invasora	-
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Gallitos	Exótica-Invasora	-
Poaceae	*Leptochloa dubia*	Zacate gigante	Nativa	-
Poaceae	*Muhlenbergia dumosa*	Carricillo	Endémica,Nativa	-
Poaceae	*Bouteloua eludens*	Navajita Santa Rita	Nativa	-
Poaceae	*Elymus elymoides*	Triguillo desértico	Nativa	-
Poaceae	*Muhlenbergia emersleyi*	Cola de zorra	Nativa	-
Poaceae	*Sorghum halepense*	Alpiste africano	Exótica	-
Poaceae	*Bouteloua hirsuta*	Grama	Nativa	-
Poaceae	*Panicum hirticaule*	Panizo cauchin	Nativa	-
Poaceae	*Digitaria insularis*	Plumerillo café	Nativa	-
Poaceae	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Nativa	-
Poaceae	*Tripsacum lanceolatum*	Maicero	Nativa	-
Poaceae	*Muhlenbergia microsperma*	Zacate	Nativa	-
Poaceae	*Polypogon monspeliensis*	Cola de zorra	Exótica-Invasora	-
Poaceae	*Eragrostis pectinacea*	Hierba de amor púrpura	Nativa	-
Poaceae	*Eragrostis pilosa*	Amorseco piloso	Exótica	-
Poaceae	*Aristida purpurea*	Tres aristas curvado	Nativa	-
Poaceae	*Bouteloua radicosa*	Navajita morada	Endémica,Nativa	-
Poaceae	*Bouteloua repens*	Navajita rastrera	Nativa	-
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	Exótica-Invasora	-
Poaceae	*Digitaria sanguinalis*	Pata de gallo	Exótica-Invasora	-
Poaceae	*Aristida schiedeana*	Tres barbas abierto	Nativa	-
Poaceae	*Muhlenbergia sinuosa*	Muhlenbergia sinuosa	Nativa	-
Poaceae	*Trachypogon spicatus*	Barba larga	Nativa	-
Poaceae	*Muhlenbergia tenuifolia*	Zacate espinilla	Nativa	-
Poaceae	*Aristida ternipes*	Aceitilla	Nativa	-
Poaceae	*Chloris virgata*	Barbas de indio	Nativa	-
Poaceae	*Polypogon viridis*	Cola de ardilla eurasiática	Exótica	-

CONSULTA PÚBLICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
Poaceae	*Paspalum virletii*	NA	Nativa	-
Poaceae	*Sporobolus wrightii*	Zacatón grande	Nativa	-
Poaceae	*Cenchrus spinifex*	Zacate abrojo de la costa	Nativa	-
Polygonaceae	*Eriogonum abertianum*	Flor de borrego	Nativa	-
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	Exótica	-
Rhamnaceae	*Ceanothus buxifolius*	Guazapol	Endémica,Nativa	-
Rhamnaceae	*Sarcomphalus obtusifolius*	Garrapatilla	Nativa	-
Rosaceae	*Prunus serotina*	Capulín	Nativa	-
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	Nativa	-
Salicaceae	*Salix bonplandiana*	Ahuejote	Nativa	-
Salicaceae	*Salix taxifolia*	Palo de agua	Nativa	-
Salicaceae	*Populus fremontii*	Álamo	Nativa	-
Sapindaceae	*Cardiospermum corindum*	Bejuco tronador	Nativa	-
Sapindaceae	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	Nativa	-
Sapindaceae	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	Nativa	-
Sapotaceae	*Sideroxylon occidentale*	Bebelama	Endémica,Nativa	-
Sapotaceae	*Sideroxylon lanuginosum*	Coma	Nativa	-
Scrophulariaceae	*Buddleja sessiliflora*	Hierba de tepozán	Nativa	-
Solanaceae	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo sudamericano	Exótica	-
Solanaceae	*Solanum houstonii*	Mala mujer	Endémica,Nativa	-
Solanaceae	*Datura lanosa*	Toloache del noroeste	Endémica,Nativa	-
Solanaceae	*Solanum nigrescens*	Hierba mora	Nativa	-
Talinaceae	*Talinum paniculatum*	Quelite de monte	Nativa	-
Verbenaceae	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Nativa	-
Zygophyllaceae	*Larrea tridentata*	Gobernadora	Nativa	-
Zygophyllaceae	*Kallstroemia grandiflora*	Pelagallina	Nativa	-

CONSULTA PÚBLICA

En el SAR se reporta un total de 238 especies de las cuales 205 son nativas, 13 endémicas, 12 exóticas y 8 exóticas e invasoras. Predomina la familia Poaceae con 49 especies, seguido del Asteraceae (37 especies) y Fabaceae (30 especies). Sólo dos especies se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de amenazadas (A) que son el saguaro (*Carnegia gigantea*) y el nogal cimarrón (*Juglans major*).

IV.3.2.1.2 Caracterización de la vegetación en el Área de Influencia (AI) y Área de Proyecto (AP)

Para conocer la vegetación que se desarrolla en el AI y AP se consultó la capa temática presentada por el INEGI en la serie VII (INEGI, 2017). Ambas superficies se desarrollan en 14 usos de suelo y vegetación.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla los diferentes usos de suelo y vegetación presentes en el proyecto. Se marca en verde a la vegetación preponderantemente forestal y en blanco la vegetación no forestal.

Tabla IV. 13. Usos de suelo y tipo de vegetación estimados en el proyecto.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Tramo Conexión Frontera			
AH	Asentamientos Humanos	21,759.62109	2.176
PN	Pastizal Natural	262,273.6938	26.227
VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino	654,736.9122	65.474
	Total	938,770.2271	93.877
Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo			
Clave	**Uso de suelo y vegetación**	**Superficie (m^2)**	**Superficie (ha)**
RA	Agricultura De Riego Anual	88,882.38414	8.888
RAS	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	747,830.3619	74.783
AH	Asentamientos Humanos	1,725.075352	0.173
H2O	Cuerpo De Agua	70,237.56702	7.024
PC	Pastizal Cultivado	39,706.61284	3.971
PI	Pastizal Inducido	544,534.6075	54.453
BQ	Bosque De Encino	78.61870644	0.008
BG	Bosque De Galería	344,531.7292	34.453
MK	Bosque De Mezquite	83,402.53251	8.340
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	207,535.5732	20.754
MKX	Mezquital Xerófilo	17,960.58365	1.796
PN	Pastizal Natural	957,252.4685	95.725
VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino	728,150.4132	72.815
VSa/PN	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Natural	1,126,533.018	112.653
	Total	4,958,361.546	495.836
	Total ambos tramos	**5,897,131.773**	**589.713**

Lo anterior en el DDV sin contar las Obras Provisionales

CONSULTA PÚBLICA

Como se observa en la tabla, en el AP se verán afectados diferentes usos de suelo y vegetación con una superficie de 589.713 ha. Se desmontará vegetación forestal con una superficie de 438.246 ha, por lo tanto, se propondrán las adecuadas medidas de mitigación para minimizar los impactos generados por las actividades del proyecto hacia la vegetación.

Dado lo anterior, para dimensionar la afectación los individuos florísticos a lo largo de los tramos, así como las especies a afectar, se emplearon visitas al sitio utilizando las siguientes metodologías:

a) Número de transectos de muestreo

Se realizaron 58 sitios de muestreo de los cuales 29 pertenecen al AP y 29 al AI.

b) Dimensiones de los transectos y estratificación de la vegetación

El tipo de muestreo fue de forma circular, considerando una superficie de 400 m^2 con un radio de 11.28 metros, esto para evaluar la información dasométrica del estrato arbóreo (dosel primario o alto), rosetófilas, cactáceas y epífitas según sea el caso. Para el estrato arbóreo se se consideraron aquellos ejemplares con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 7.5 centímetros criterio establecido a partir de las características de la vegetación existente en los polígonos forestales.

En lo referente a la evaluación de la información dasométrica del estrato arbustivo, se delimitó un subsitio de 100 m^2 con un radio de 5.64 metros, este subsitio se delimitó en el interior del sitio principal, el cual, reflejó la composición florística del estrato medio (arbustos). En este subsitio se consideraron aquellos individuos con un diámetro normal inferior a 7.5 centímetros, considerando que la medición se realizó a una altura de 1.3 metros sobre el nivel del suelo, sin considerar alturas.

Finalmente, se estableció otro subsitio de 1 m^2 de forma cuadrada con dimensiones de 1 metro por 1 metro, tomando sus dimensiones a partir del centro de la unidad de muestreo principal, ayudando a evaluar el dosel bajo, principalmente herbáceas y renuevos. Se consideraron aquellos ejemplares que presentaran tallos no leñosos y plántulas con una altura inferior a los 50 centímetros.

CONSULTA PÚBLICA

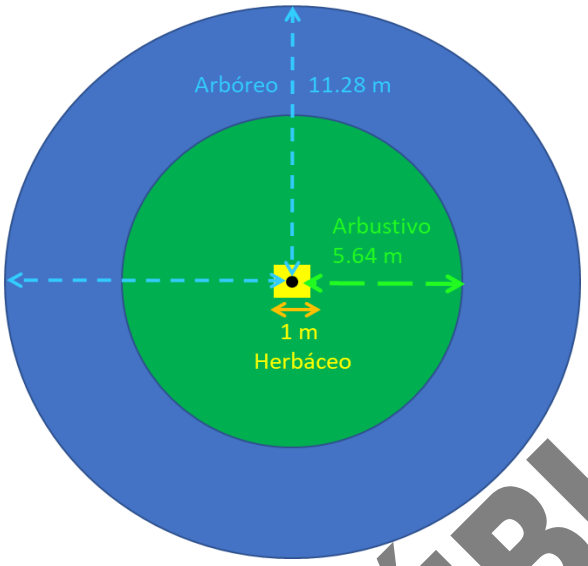


Figura IV. 26. Esquema representativo de los sitios de muestreo.

c) Georreferenciación de la vegetación

La ubicación de los transectos se registró por medio de la toma de coordenadas UTM Datum WGS84 georreferenciando el punto centro de los 400 m^2. Se presenta las coordenadas de referencia de los sitios levantados y mapa de ubicación.

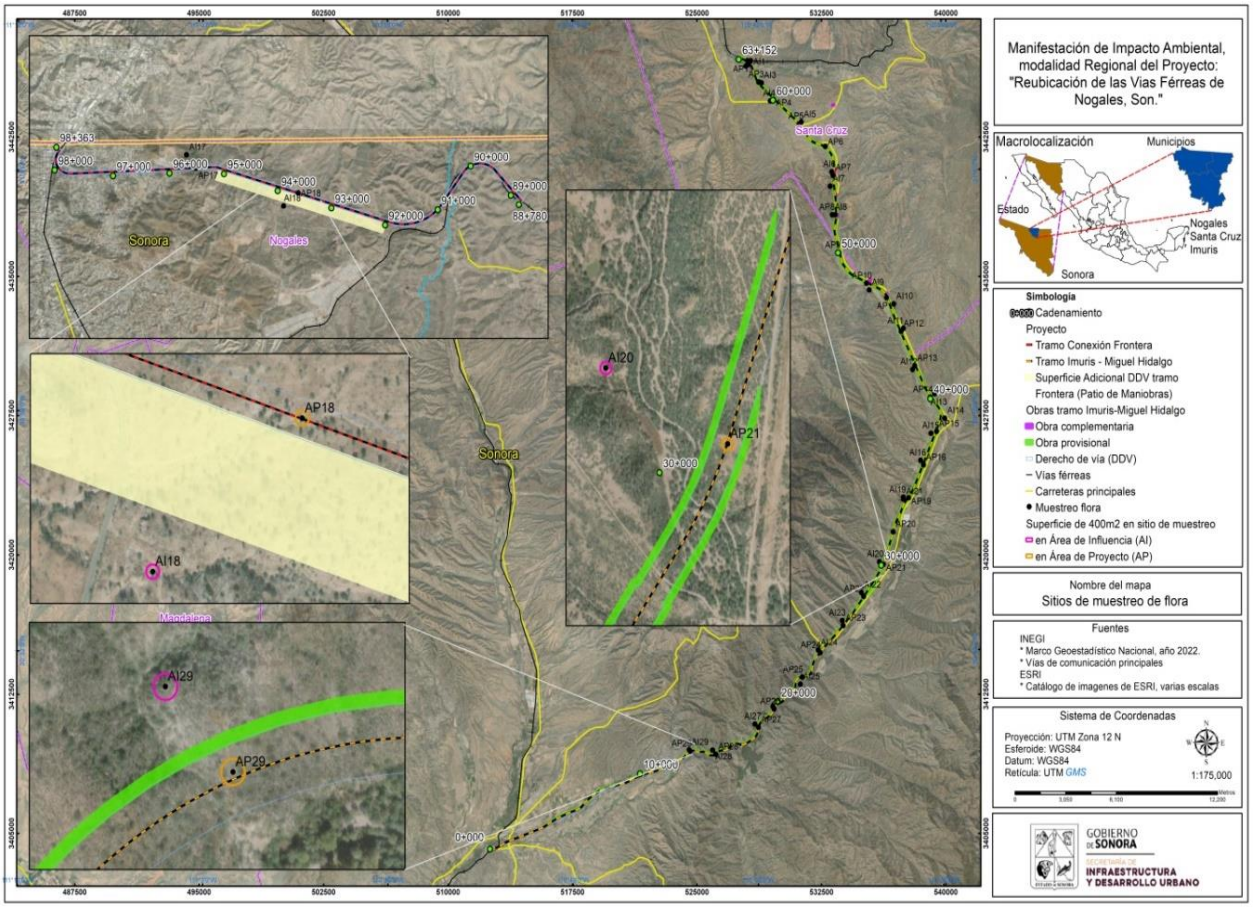
Tabla IV. 14 Coordenadas UTM de los sitios de muestreo.

Sitios	Coordenadas			Sitios	Coordenadas	
	UTM **X**	UTM **Y**			UTM **X**	UTM **Y**
AP1	528042	3446608		AI1	528239	3446612
AP2	528127	3446428		AI2	527956	3446322
AP3	528717	3445465		AI3	528889	3445415
AP4	529618	3444529		AI4	529421	3444448
AP5	531151	3443212		AI5	531286	3443309
AP6	532739	3442000		AI6	533130	3440635
AP7	533203	3440443		AI7	533028	3439850
AP8	533342	3438315		AI8	533153	3438312
AP9	533564	3436239		AI9	535389	3434269
AP10	535219	3434623		AI10	536861	3433517
AP11	536428	3433849		AI11	537445	3432197
AP12	537308	3432043		AI12	538002	3429986
AP13	538124	3430184		AI13	539330	3428675
AP14	539070	3428494		AI14	539933	3427362
AP15	539440	3426651		AI15	539103	3426550

CONSULTA PÚBLICA

Sitios	Coordenadas			Sitios	Coordenadas	
	UTM **X**	UTM **Y**			UTM **X**	UTM **Y**
AP16	538656	3424842		AI16	538479	3425094
AP17	507807	346622		AI17	507645	3466266
AP18	509621	3465564		AI18	509361	3465326
AP19	537759	3423076		AI19	537445	3423098
AP20	536827	3421241		AI20	537445	3423098
AP21	536244	3419492		AI21	537453	3423007
AP22	535054	3417756		AI22	534919	3417976
AP23	533811	3416193		AI23	533757	3416463
AP24	532428	3414733		AI24	532308	3414879
AP25	531350	3413417		AI25	531238	3413027
AP26	529654	3411697		AI26	529578	3411826
AP27	528714	3410718		AI27	528498	3410890
AP28	526136	3409269		AI28	525943	3409482
AP29	524594	3409427		AI29	524530	3409499

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 37. Ubicación de los 58 sitios de muestreo, en color rosa y naranja se marca la superficie de 400 m².

CONSULTA

d) Evaluación de la diversidad

Con los registros obtenidos durante el muestreo de campo, se obtuvieron parámetros estructurales como densidad para todas las especies. Esta medida se expresa como el número de individuos registrados y con base en esta densidad, se realizaron los cálculos que a continuación se describen:

- ***Índice de Shannon (H´)***

El Índice de Shannon contempla la cantidad de especies presentes en un área determinada (riqueza específica) y la abundancia relativa de estas especies, su estimación se realiza mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$H´=S/(i=1)\ pi\ In\ pi$$
$$pi=ni/N$$

Dónde:

H´= Índice de diversidad Shannon
pi= Abundancia relativa de la especie i
S= Riqueza de especies
ln= Logaritmo natural
N= Número de total de individuos de todas las especies
n= Número de individuos por cada especie

- ***Índice de Pielou o equidad (J)***

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$J = H´/(H´max)$$

Dónde:

J= Índice de Pielou o equitatividad
H´= Índice de diversidad de Shannon
H max= Logaritmo natural de la riqueza (S)

IV.3.2.1.3 Resultados

Área de Influencia

Los resultados obtenidos en campo de los 29 sitios de muestreo en el AI, dio un registro de 19 familias florísticas con un total de 68 especies y 2,146 individuos de diferentes estratos, desarrollándose en seis tipos de vegetación: bosque de galería, bosque de encino, bosque de mezquite, matorral desértico micrófilo, mezquital xérofilo y pastizal natural.

A continuación, se describe los diferentes estratos observados agrupados de acuerdo con el tipo de vegetación registrada, así como su riqueza e índice de diversidad.

- **Mezquital xerófilo (MKX)**

Estrato arbóreo

Está representado sólo por la especie *Neltuma laevigata* conocida anteriormente como *Prosopis laevigata* con un total de 23 individuos. Esta especie presenta diferentes usos como: alimento para el ganado, alimentación humana, como bebida fermentada y en vainas, uso de la madera para leña, entre otros.

Tabla IV. 15. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación MKX del AI.

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	23	Nativa	-	LC	-	1	0.00
Riqueza específica	**1**	**23**	-	**-**	**-**	**-**	**1**	**0.00**

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo presentó una riqueza específica de cuatro especies nativas del sitio con un total de 50 individuos y una distribución de 0.82, lo que significa que no todas las especies son igual de abundantes, mostrando dominancia el garabatillo (*Mimosa biuncifera*). Para esta comunidad el cálculo del índice de Shannon dio un resultado de 1.14, lo que indica que el estrato arbustivo es bajo de diversidad.

Todas las especies registradas son de amplia distribución y ninguna se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El ocotillo (*Fouquieria splendens*) es considerada como "planta mágica" por la capacidad de sobrepasar largas temporadas de sequías y dejar caer sus hojas conforme la humedad del suelo reduce, teniendo una fenología como planta seca y muerta, y las recupera en cuestión de días después del aumento de la húmeda. Sus flores en primavera coinciden con la migración de colibríes hacia el norte a través de áreas desérticas, y se ha confirmado que existe una correlación positiva con la polinización de estas aves (Nevárez-Pardo *et al.,* 2021).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 16. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación MKX del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	13	Nativa	-	-	-	0.26	0.35
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	1	Nativa	-	LC	-	0.02	0.08
Fouquieria splendens	Ocotillo	13	Nativa	-	-	-	0.26	0.35
Mimosa biuncifera	Garabatillo	23	Nativa	-	-	-	0.46	0.36
Riqueza específica	**4**	**50**	**-**		**-**	**-**	**1.00**	**1.14**

Tabla IV. 17. Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MKX del AI.

Riqueza específica (S)	4
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.14
Diversidad máxima (H max)	1.39

Equidad (J)	0.82
Diferencia diversidad	0.25



Foto IV. 14. Vista panorámica de la vegetación MKX donde se observa ejemplares de ocotillo (*F. splendens*).

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Este grupo presenta una riqueza de seis especies con una abundancia de 16 individuos y una equidad de 0.86, lo que indica que no todas las especies son igual de abundantes. La comunidad vegetativa es baja en diversidad presentando un valor de 1.54. Se reporta la lechuguilla (*Agave palmeri*) como especie endémica de México con un registro de tres individuos, esta especie sólo se registra en los estados de Sonora y Chihuahua. *A. palmeri* es importante para los murciélagos nectarívoros debido que se alimentan del nectar que produce la flor de este ejemplar.

Ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 18 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MKX del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Agave palmeri	Lechuguilla	3	Endémica	-	LC	-	0.2	0.31
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	2	Nativa	-	LC	II	0.1	0.26
Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	1	Nativa	-	LC	-	0.1	0.17

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Echinocereus rigidissimus	Cabeza de viejo	2	Nativa	-	LC	II	0.1	0.26
Mammillaria heyderi	Biznaga china	1	Nativa	-	LC	II	0.1	0.17
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	7	Nativa	-	LC	II	0.4	0.36
Riqueza específica	**6**	**16**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1**	**1.54**

Tabla IV. 19. Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MKX del AI.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.54
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.86
Diferencia diversidad	0.25

Estrato herbáceo

En la vegetación mezquital xerófilo, se registra dos especies herbáceas con una abundancia de siete individuos. Presenta una baja diversidad de especies (H=1.10) donde casi todas las especies son igual de abundantes (J= 0.98).

Todas las especies son de amplia distribución, dos son nativas ruderales y una es exótica e invasora conocida comúnmente como pasto africano rosado (*Melinis repens*).

Tabla IV. 20. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación MKX del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ambrosia confertiflora	Estafiate	2	Nativa	-	-	-	0.3	0.36
Tetramerium nervosum	Corrimiento	3	Nativa	-	-	-	0.4	0.36
Melinis repens	Pasto africano rosado	2	Exótica e invasora	-	-	-	0.3	0.36
Riqueza específica	**2**	**7**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.08**

Tabla IV. 21. Índices de diversidad del estrato herbáceo presentes en la vegetación MKX del AI.

Riqueza específica (S)	3

CONSULTA PÚBLICA

Índice de Shannon-Weiner (H)	1.08
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.98
Diferencia diversidad	0.02

- **Bosque de Galería (BG)**

Estrato arbóreo

Los resultados obtenidos en campo en el AI con vegetación de galería para el estrato arbóreo, nos índica una riqueza de tres especies nativas con una abundancia de cuatro individuos. Es un sitio donde presenta una diversidad baja conforme al índice de Shannon, debido que muestra un valor por debajo de las dos unidades (H= 1.04) y una diversidad máxima 1.10, indicando que el estrato arbóreo está a punto de obtener su máxima diversidad. Con respecto al cálculo de equidad, nos indica que todas las especies son igual de abundantes (J= 0.95).

Tabla IV. 22. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BG del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Populus fremontii	Álamo	1	Nativa	-	LC	-	0.25	0.35
Neltuma laevigata	Mezquite	1	Nativa	-	LC	-	0.25	0.35
Salix gooddingii	Sauce norteño	2	Nativa	-	LC	-	0.50	0.35
Riqueza específica	**3**	**4**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.04**

Tabla IV. 23. Índices de diversidad del estrato arbóreo presentes en la vegetación BG del AI.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.04
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.95
Diferencia diversidad	0.06

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 15 Vista panorámica de la vegetación BG, se observa ejemplares de álamo (*P. fremontii*).

Estrato arbustivo

Presenta una riqueza de tres especies nativas con un total de cinco individuos donde todas las especies son igual de abundantes (J= 0.96). Es un sitio con una baja diversidad (H= 1.05), donde el estrato arbustivo está a punto de llegar a su máxima diversidad (Hmax= 1.10). Las especies registradas son de amplia distribución y no se encuentran en ninguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 24. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BG del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ambrosia monogyra	Jejego	2	Nativa	-	-	-	0.40	0.37
Baccharis salicifolia	Batamote	2	Nativa	-	LC	-	0.40	0.37
Celtis pallida	Acebuche	1	Nativa	-	-	-	0.20	0.32
Riqueza específica	**3**	**5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.05**

Tabla IV. 25. Índices de diversidad del estrato arbustivo presentes en la vegetación BG del AI.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.05
Diversidad máxima (H max)	1.10

CONSULTA PÚBLICA

Equidad (J)	0.96
Diferencia diversidad	0.04

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo está representado por tres especies con un total de 25 individuos. Presenta una diversidad baja con H'= 0.44 y una equidad de 0.40, lo que nos indica que no todas las especies son igual de abundantes, siendo la especie dominante *Cynodon dactylon*. Esta es una de las especies exóticas más comunes en México, se distribuye ampliamente en zonas de disturbio.

Tabla IV. 26. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de BG del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Amaranthus palmeri	Quintonil	1	Nativa	-	-	-	0.04	0.13
Cynodon dactylon	Gallitos	22	Exótica	-	-	-	0.88	0.11
Stachys coccinea	Mirto	2	Nativa	-	-	-	0.08	0.20
Riqueza específica	**3**	**25**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.44**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 27. Índices de diversidad del estrato arbustivo presentes en la vegetación BG del AI.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.44
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.40
Diferencia diversidad	0.66

- **Bosque de encino (BQ)**

Estrato arbóreo

En la vegetación bosque de encino, el estrato arbóreo presenta una riqueza de seis especies nativas con una abundancia de 61 individuos. De acuerdo con el índice de Shannon el estrato presenta una baja diversidad de especies presentando un valor por debajo de las dos unidades (H'=1.32). Presenta una equidad de 0.74 lo que nos indica que no todas las especies son igual de abundantes. La especie más representativa es el mezquite (*N. laevigata*), seguido del encino prieto (*Quercus emoryi*) y enebro de Arizona (*Juniperus arizonica*). Esta última especie presenta una distribución restringida debido a que es originaria del desierto de Sonora.

Ninguna especie se encuentra catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 28. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BQ del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Juniperus arizonica	Enebro de Arizona	12	Nativa	-	LC	-	0.20	0.32
Parkinsonia praecox	Palo brea	1	Nativa	-	LC	-	0.02	0.07
Neltuma laevigata	Mezquite	29	Nativa	-	LC	-	0.48	0.35
Quercus emoryi	Encino prieto	14	Nativa	-	LC	-	0.23	0.34
Quercus oblongifolia	Roble azul mexicano	4	Nativa	-	LC	-	0.07	0.18
Quercus toumeyi	Toumey aok	1	Nativa	-	DD	-	0.02	0.07
Riqueza específica	**6**	**61**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.32**

Tabla IV. 29. Índices de diversidad del estrato arbóreo presentes en la vegetación BQ del AI.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.32
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.74

CONSULTA PÚBLICA

Diferencia diversidad	0.47



Foto IV. 16. Vista panorámicade la vegetación BQ, se observan ejemplares de mezquite (*N. laevigata*) y encinos.

Estrato arbustivo

Estrato representado con cinco especies nativas con un total de 101 individuos, es un ecosistema con baja diversidad de especies conforme a Shannon presentando un valor de 0.96, sin embargo, le falta para llegar a su máxima diversidad. Confome al índice de Pielou nos indica que no todas las especies son igual de abundantes, donde vara blanca (*Croton sonorae*) es la especie más representativa con 52 individuos, seguido de garabatillo (*Mimosa biuncifera*). Ambos ejemplares son de amplia distribución.

Ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 30. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BQ del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Baccharis sarothroides	Romerillo	1	Nativa	-	-	-	0.01	0.05
Celtis pallida	Acebuche	4	Nativa	-	-	-	0.04	0.13
Croton sonorae	Vara blanca	52	Nativa	-	-	-	0.51	0.34

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Dalea bicolor	Engorda cabras	2	Nativa	-	LC	-	0.02	0.08
Mimosa biuncifera	Garabatillo	42	Nativa	-	-	-	0.42	0.36
Riqueza específica	**5**	**101**	**-**	-	-	-	**1.00**	**0.96**

Tabla IV. 31. Índices de diversidad del estrato arbustivo presentes en la vegetación BQ del AI.

Riqueza específica (S)	5
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.96
Diversidad máxima (H max)	1.61
Equidad (J)	0.60
Diferencia diversidad	0.65

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Presenta una riqueza de seis especies con una abundancia de 48 individuos, de las cuales dos especies son endémicas (*Agave palmeri* y *Yucca madrensis*) de México, es decir, sólo se encuentran en México y no se distribuyen en otro País. Ambas especies se distribuyen sólo en Sonora y Chihuahua.

Con respecto al índice de Shannon reflejan una baja diversidad (H'=1.47) y una equidad de 0.82 lo que nos indica que no todas las especies son igual de abundantes. La especie más representativa con 20 individuos es *Y. madrensis* seguido de *Nolina microcarpa*.

Tabla IV. 32. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de BQ del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NO-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Agave palmeri	Lechuguilla	4	Endémica	-	-	-	0.08	0.21
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	4	Nativa	-	LC	II	0.08	0.21
Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	1	Nativa	-	LC	-	0.02	0.08
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	13	Nativa	-	-	-	0.27	0.35
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	6	Nativa	-	LC	II	0.13	0.26

CONSULTA PUBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NO-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre Oriental	20	Endémica	-	-	DD	0.42	0.36
Riqueza específica	**6**	**48**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.47**

Tabla IV. 33. Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación BQ del AI.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.47
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.82
Diferencia diversidad	0.32



Foto IV. 17 Lechuguilla (*A. palmeri*) especie endémica registrada en la vegetación BQ.

COPIA PÚBLICA

Estrato herbáceo

Representado por seis especies herbáceas de distribución nativa con un total de 34 individuos. El sitio es bajo en diversidad (H´= 1.21) donde no todas las especies son igual de abundantes, la especie representativa es la aceitilla (*Aristida ternipes*) con 21 ejemplares.

Las especies identificadas son de amplia distribución, se desarrollan generalmente en sitios perturbados. Ningun espécimen se encuentra bajo en alguna categoría de riesgo.

Tabla IV. 34. Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presentes en la vegetación de BQ del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NO-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Aristida ternipes	Aceitilla	21	Nativa	-	-	-	0.62	0.30
Bouteloua curtipendula	Banderilla	5	Nativa	-	-	-	0.15	0.28
Bouteloua repens	Navajita rastrera	2	Nativa	-	-	-	0.06	0.17
Muhlenbergia rigens	Liendrilla de venado	1	Nativa	-	-	-	0.03	0.10
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	4	Nativa	-	-	-	0.12	0.25
Tetramerium nervosum	Corrimiento	1	Nativa	-	-	-	0.03	0.10
Riqueza específica	**6**	**34**	Nativa	-	-	-	**1.00**	**1.21**

Tabla IV. 35 Índices de diversidad del estrato herbáceo presentes en la vegetación BQ del AI.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.21
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.67
Diferencia diversidad	0.59

- **Pastizal natural (PN)**

Estrato arbóreo

En este ecosistema sólo se registró para el estrato arbóreo una especie con una abundancia de 36 individuos. *N. laevigata* es una especie nativa de amplia distribución, no se encuentra registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 36 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de PN del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	36	Nativa	-	LC	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**36**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 18 Vista panorámica de la vegetación PN, se observa los diferentes estratos que lo componen y en el fondo se observa los mezquites (*N. laevigata*).

Estrato arbustivo

Al igual que el estrato arbóreo sólo se identificó una especie representada por *Mimosa biuncifera* con una abundancia de 33 individuos. Este ejemplar presenta una amplia distribución y se ha utilizado en proyectos de restauración debido a que puede ser nodriza de diversas especies de cactáceas.

Tabla IV. 37 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de PN del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Mimosa biuncifera	Garabatillo	33	Nativa	-	LC	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**33**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

En este grupo se identificaron cinco especies con un total de 21 individuos. Ninguna especie se encuentra bajo ninguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, CITES cataloga a *Opunti engelmanni* y *O. macrocentra* en el apéndice II, lo que significa que no son especies que se encuentran en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse para evitar su extinción.

Con respecto a los valores de los índices, de acuerdo con Shannon el sitio presenta una diversidad baja con un valor de 0.87. El índice de equidad nos indica que no todas las especies

CONSULTA PÚBLICA

son igual de abundantes (J=0.54) donde *Y. madrensis* es la especie más representativa con un total de 16 individuos la cual presenta una distribución endémica, como se mencionó anteriormente, esta especie sólo se distribuye en Sonora y Chihuahua.

Tabla IV. 38 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de PN del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	2	Nativa	-	LC	-	0.10	0.22
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	1	Nativa	-	-	-	0.05	0.14
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	1	Nativa	-	LC	II	0.05	0.14
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	1	Nativa	-	LC	II	0.05	0.14
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre Oriental	16	Endémica	-	-	DD	0.76	0.21
Riqueza específica	**5**	**21**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.87**

Tabla IV. 39 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación BQ del AI.

Riqueza específica (S)	5
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.87
Diversidad máxima (H max)	1.61
Equidad (J)	0.54
Diferencia diversidad	0.74

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

En la vegetación de Pastizal natural se registró tres especies del estrato herbáceo con una abundancia de 24 individuos, todos de distribución nativa. Es un sitio con baja diversidad (H´= 0.62) encontrándose a la mitad de su diversidad máxima, donde no todas las especies son igual de abundantes (J= 0.56). La especie representativa es *B. repens*, es de amplia distribución y particularmente se desarrolla en sitios perturbados.

Tabla IV. 40 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de PN del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ambrosia confertiflora	Estafiate	1	Nativa	-	-	-	0.04	0.13
Bouteloua repens	Navajita rastrera	19	Nativa	-	-	-	0.79	0.18
Sporolobus sp.	Zacatón	4	Nativa	-	-	-	0.17	0.30
Riqueza específica	**3**	**24**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.62**

Tabla IV. 41 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación BQ del AI.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.62
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.56
Diferencia diversidad	0.48

- **Bosque de Mezquite (MK)**

Estrato arbóreo

Los resultados obtenidos en campo para el bosque de mezquite dio una riqueza de cinco especies arbóreas de distribución nativa con un total de 402 individuos. Ninguna especie se encuentra en alguna categoría de riesgo. El índice de Shannon está por debajo de las dos unidades (H'= 0.77) lo que nos indica que el sitio es bajo en diversidad, encontrándose a la mitad de su máxima diversidad, además presenta una equidad de 0.48 demostrando que no todas las especies son igual de abundantes.

La especie más representativa es *N. laevigata* con un total de 295 individuos.

Tabla IV. 42 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MK del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Acacia greggii	Tepame	5	Nativa	-	-	-	0.01	0.05
Celtis reticulata	Palo blanco	21	Nativa	-	LC	-	0.05	0.15
Juniperus arizonica	Enebro de Arizona	1	Nativa	-	LC	-	0.00	0.01

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	295	Nativa	-	LC	-	0.73	0.23
Sapindus saponaria	Jaboncillo	80	Nativa	-	LC	-	0.20	0.32
Riqueza específica	**5**	**402**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.77**

Tabla IV. 43 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación MK del AI.

Riqueza específica (S)	5
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.77
Diversidad máxima (H max)	1.61
Equidad (J)	0.48
Diferencia diversidad	0.84



Foto IV. 19 Vista panorámica de lavegetación MK, se observa la dominancia de mezquite *(N. laevigata*).

COPIA PÚBLICA

Estrato arbustivo

Con respecto al estrato arbustivo el bosque de mezquite presenta 14 especies nativas con amplia distribución en México y una abundancia de 251 individuos. El sitio presenta una baja diversidad de especies (H'=1.46) donde no todos los ejemplares son igual de abundantes (J=0.55).

La especie representativa es garabatillo (*M. biuncifera*) con un total de 149 individuos.

Tabla IV. 44 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MK del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Abutilon abutiloides	Colotahue	13	Nativa	-	-	-	0.05	0.15
Acacia constricta var. vernicosa	Chaparro prieto	1	Nativa	-	-	-	0.00	0.02
Aloysia gratissima	Vara dulce	11	Nativa	-	-	-	0.04	0.14
Baccharis pteronioides	Carátacua	1	Nativa	-	-	-	0.00	0.02
Baccharis thesioides	Raíz de popote	1	Nativa	-	-	-	0.00	0.02
Berberis sp.	-	4	-	-	-	-	0.02	0.07
Brickellia coulteri	Estrellita	2	Nativa	-	-	-	0.01	0.04
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	2	Nativa	-	-	-	0.01	0.04
Celtis pallida	Acebuche	6	Nativa	-	-	-	0.02	0.09
Condalia correllii	Madera de serpiente de Correll	35	Nativa	-	-	-	0.14	0.27
Fouquieria splendens	Ocotillo	1	Nativa	-	-	-	0.00	0.02
Mimosa biuncifera	Garabatillo	149	Nativa	-	-	-	0.59	0.31
Phaulothamnus spinescens	Bachata	3	Nativa	-	LC	-	0.01	0.05
Sarcomphalus obtusifolius	Garrapatilla	22	Nativa	-	LC	-	0.09	0.21
Riqueza específica	**14**	**251**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.46**

Tabla IV. 45 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MK del AI.

Riqueza específica (S)	14
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.46
Diversidad máxima (H max)	2.64
Equidad (J)	0.55
Diferencia diversidad	1.18

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Grupo representado por 9 especies con un total de 357 individuos. De acuerdo con el índice de Shannon el sitio es bajo en diversidad presentando un valor por debajo de las dos unidades (H'=0.80), sin embargo, puede llegar a una máxima diversidad de 2.20. Presenta una equidad de 0.37 reflejando que no todas las especies son igual de abundantes.

A pesar de ser un sitio bajo en diversidad, presenta dos especies endémicas y siete se encuentran en el apéndice II de CITES lo que indica que estos ejemplares se debe controlar su comercio para evitar su extinción.

La especie más representativa es *Opuntia macrocentra* con un total de 275 individuos.

Tabla IV. 46 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MK del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Agave palmeri	Lechuguilla	12	Endémica	-	LC	-	0.03	0.11
Coryphantha recurvata	Biznaga partida de espinas curvas	1	Nativa	-	LC	II	0.00	0.02
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	3	Nativa	-	LC	II	0.01	0.04
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	55	Nativa	-	LC	II	0.15	0.29
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	1	Nativa	-	LC	II	0.00	0.02
Mammillaria heyderi	Biznaga china	5	Nativa	-	LC	II	0.01	0.06
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	1	Nativa	-	LC	II	0.00	0.02
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	275	Nativa	-	LC	II	0.77	0.20
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre Oriental	4	Endémica	-	-	DD	0.01	0.05
Riqueza específica	**9**	**357**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.80**

Tabla IV. 47 Índices de diversidad en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MK del AI.

Riqueza específica (S)	9
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.80
Diversidad máxima (H max)	2.20
Equidad (J)	0.37
Diferencia diversidad	1.39

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

Representado por una riqueza de seis especies nativas de México, de amplia distribución con un total de 63 individuos. Ningún ejemplar se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El sitio conforme al estrato herbáceo es bajo en diversidad (H'=1.31) donde no todas las especies son igual de abundantes. La especie más representativa es *Ambrosia confertiflora* con 34 individuos, es una maleza de rápido crecimiento y amplia distribución, se desarrolla principalmente en bordes de canales de riego y drenaje, orillas de caminos y potreros.

Tabla IV. 48 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MK del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Amaranthus palmeri	Quintonil	1	Nativa	-	-	-	0.02	0.07
Ambrosia confertiflora	Estafiate	34	Nativa	-	-	-	0.54	0.33
Bouteloua curtipendula	Banderilla	11	Nativa	-	-	-	0.17	0.30
Eragrostis sp.	Pasto	2	Nativa	-	-	-	0.03	0.11
Sporolobus sp.	Zacatón	5	Nativa	-	-	-	0.08	0.20
Tetramerium nervosum	Corrimiento	10	Nativa	-	-	-	0.16	0.29
Riqueza específica	**6**	**63**	Nativa	-	-	-	**1.00**	**1.31**

Tabla IV. 49 Índices de diversidad en el estrato herbáceo presentes en la vegetación MK del AI.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.31
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.73
Diferencia diversidad	0.49

CONSULTA PÚBLICA

- **Matorral Desértico Micrófilo (MDM)**

Estrato arbóreo

Representado sólo por Mezquite (*N. laevigata*) con una abundancia de 35 individuos, esta especie no se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 50 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MDM del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	35	Nativa	-	LC	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**35**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

Estrato arbustivo

Ecosistema representado por 19 especies arbustivas con 345 individuos. Presenta un índice de Shannon de 2.26 lo que nos indica que en la vegetación de MDM el estrato arbustivo presenta una diversidad promedio y cerca de alcanzar su máxima diversidad. La equidad da un valor de 0.77 lo que nos indica que no todas las especies son igual de abundantes.

La especie más representativa con 89 individuos es *Parthenium tomentosum*, seguido de *Mimosa distachya* (61 individuos). *P. tomentosum* es endémica de México con una distribución restringida.

Ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 51 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MDM del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Abutilon abutiloides	Colotahue	1	Nativa	-	-	-	0.003	0.02
Acacia constricta var. vernicosa	Chaparro prieto	5	Nativa	-	-	-	0.014	0.06
Brickellia coulteri	Estrellita	20	Nativa	-	-	-	0.058	0.17
Bursera fagaroides	Torote	2	Nativa	-	LC	-	0.006	0.03
Celtis pallida	Acebuche	3	Nativa	-	-	-	0.009	0.04
Condalia correllii	Madera de serpiente de Correll	4	Nativa	-	-	-	0.012	0.05
Coursetia glandulosa	Palo dulce	2	Nativa	-	LC	-	0.006	0.03
Croton sonorae	Vara blanca	34	Nativa	-	-	-	0.099	0.23
Dodonaea viscosa	Chapulixtle	1	Nativa	-	LC	-	0.003	0.02
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	43	Nativa	-	LC	-	0.125	0.26
Fouquieria splendens	Ocotillo	15	Nativa	-	-	-	0.043	0.14

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Jatropha dioica	Sangre de drago	36	Nativa	-	LC	-	0.104	0.24
Lippia sp.	-	2	-	-	-	-	0.006	0.03
Mimosa biuncifera	Garabatillo	7	Nativa	-	-	-	0.020	0.08
Mimosa distachya	Uña de gato	61	Nativa	-	-	-	0.177	0.31
Parthenium tomentosum	Ciguapa	89	Endémica	-	LC	-	0.258	0.35
Phaulothamnus spinescens	Bachata	7	Nativa	-	LC	-	0.020	0.08
Sarcomphalus obtusifolius	Garrapatilla	2	Nativa	-	LC	-	0.006	0.03
Tecoma stans	Timboco	11	Nativa	-	LC	-	0.032	0.11
Riqueza específica	**19**	**345**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.000**	**2.26**

Tabla IV. 52 Índices de diversidad en el estrato arbustivo presente en la vegetación MDM del AI.

Riqueza específica (S)	19
Índice de Shannon-Weiner (H)	2.26
Diversidad máxima (H max)	2.94
Equidad (J)	0.77
Diferencia diversidad	0.69



Foto IV. 20 Vista panorámica de la vegetación MDM, se observan algunos ejemplares del estrato arbustivo.

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Grupo representado por seis especies nativas del sitio con una abundancia de 162 individuos, presenta una distribución de 0.35 lo que significa que no todas las especies son igual de abundantes. Para esta comunidad el cálculo del índice de Shannon mostró un resultado de 0.63 lo que indica que la diversidad de especies es baja.

Se registra a *Carnegiea gigantea* como especie amenazada (A), protegida por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Este espécimen se distribuye casi en su totalidad en el desierto sonorense, es de lento crecimiento, puede llegar a medir hasta 25 metros de altura y se han registrado ejemplares de hasta 300 años.

La especie representativa es *Cylindropuntia thurberi* con una abundancia de 139 individuos, esta planta se registra en Sonora y Sinaloa, es utilizada como planta medicinal.

Todas las especies se encuentran en el apéndice II de CITES y en preocupación menor (LC) de acuerdo con la IUCN.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 53 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MDM del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Carnegiea gigantea	Saguaro	4	Nativa	A	LC	II	0.02	0.09
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	139	Nativa	-	LC	II	0.86	0.13
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	4	Nativa	-	LC	II	0.02	0.09
Mammillaria grahamii	Biznaga chollo chico	5	Nativa	-	LC	II	0.03	0.11
Mammillaria heyderi	Biznaga china	7	Nativa	-	LC	II	0.04	0.14
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	3	Nativa	-	LC	II	0.02	0.07
Riqueza específica	**6**	**162**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.63**

Tabla IV. 54 Índices de diversidad en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MDM del AI.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.63
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.35

Diferencia diversidad	1.16



Foto IV. 21 Vista panorámica del MDM, se observa el saguaro (*C. gigantea*) especie amenazada conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estrato herbáceo

Dentro del ecosistema matorral desértico micrófilo se encuentra el estrato herbáceo con un total de tres especies de pastos y una abundancia de 43 individuos. Es un ecosistema con baja diversidad de especies herbáceas (H'=1.04) y una equidad de 0.95 lo que nos indica que casi todas las especies son igual de abundantes.

Estos pastos son de amplia distribución, nativas del sitio y ninguno se encuentra bajo alguna categoría de riesgo.

Tabla IV. 55 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MDM del AI.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Bouteloua barbata	Navajita	21	Nativa	-	-	-	0.49	0.35
Bouteloua curtipendula	Banderilla	9	Nativa	-	-	-	0.21	0.33
Eragrostis sp.	Pasto	13	Nativa	-	-	-	0.30	0.36
Riqueza específica	**3**	**43**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.04**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 56 Índices de diversidad en el estrato herbáceo presente en la vegetación MDM del AI.

Riqueza específica (S)	**3**
Índice de Shannon-Weiner (H)	**1.04**
Diversidad máxima (H max)	**1.10**
Equidad (J)	**0.95**
Diferencia diversidad	**0.06**

Especies prioritarias

En general, el AI presenta especies prioritarias para la conservación, las cuales se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010, enlistadas en la UICN, así como especies endémicas.

Entre las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra el saguaro (*Carnegiea gigantea*) enlistada como amenazada (A). Esta cactácea se desarrolla en la vegetación de matorral desértico micrófilo, es una especie de distribución restringida ya que en México sólo se distribuye en el desierto de Sonora.

Se registran tres especies endémicas: ciguapa (*Parthenium tomentosum*), lechuguilla (*Agave palmeri*) y yuca de la sierra madre oriental (*Yucca madrensis*).

Con respecto al comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES), enlista especies en apéndices para su protección ante la explotación excesiva, en el caso del AI se encuentran enlistadas las cactáceas en el apéndice II, lo que significa que son especies que no necesariamente están amenazadas de extinción, pero podrían llegar a estarlo si no se controla de manera estricta su comercio. Mismas especies se encuentran en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en la categoría de preocupación menor (LC).

A continuación, se enlista las especies enlistadas en el CITES.

Tabla IV. 57 Lista de especies resgitradas en el AI que se encuentran enlistadas en los apéndices de CITES y IUCN.

Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	IUCN
Cactaceae	Carnegiea gigantea	Saguaro	II	LC
Cactaceae	Coryphantha recurvata	Biznaga partida de espinas curvas	II	LC
Cactaceae	Cylindropuntia imbricata	Cardenche	II	LC
Cactaceae	Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	II	LC
Cactaceae	Echinocereus rigidissimus	Cabeza de viejo	II	LC
Cactaceae	Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	II	LC
Cactaceae	Mammillaria grahamii	Biznaga chollo chico	II	LC
Cactaceae	Mammillaria heyderi	Biznaga china	II	LC

CONSULTA PÚBLICA

Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	IUCN
Cactaceae	Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	II	LC
Cactaceae	Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	II	LC
Cactaceae	Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	II	LC

Además, el 86% de las especies registradas son nativas del sitio la mayoría de amplia distribución.

Área del Proyecto

Los resultados obtenidos en campo de los 29 sitios de muestreo en el AP, dió un registro de 20 familias florísticas con un total de 55 especies y 2357 individuos de diferentes estratos que se desarrollan en seis tipos de vegetación: bosque de galería, bosque de encino, bosque de mezquite, matorral desértico micrófilo, mezquital xérofilo y pastizal natural.

A continuación, se describe los diferentes estratos observados agrupados de acuerdo con el tipo de vegetación registrada, así como su riqueza e índice de diversidad.

- **Mezquital Xerófilo (MKX)**

Estrato arbóreo

El ecosistema de mezquital xerófilo está representado por una especie del estrato arbóreo nombrado comúnmente mezquite (*Neltuma laevigata*), se registra una abundancia de 66 individuos. Esta planta es de amplia distribución y es considerado un recurso natural importante para las zonas áridas y semiáridas, debido a los diferentes usos, tales como: alimento para el ganado (hojas y vainas); alimentación humana en forma de harinas, bebidas fermentadas y en vainas; la madera es utilizada para leña, entre otros usos.

Tabla IV. 58 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MKX del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	66	Nativa	-	LC	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**66**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 22 Vista panorámica de la vegetación MKX, se observan individuos de mezquite (*N. laevigata*).

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo está representado por tres epecies nativas, con un total de 72 individuos. Es una comunidad vegetal con baja diversidad de especies (H'= 1.09) muy cerca de llegar su máxima diversidad (Hmax=1.10), presenta una equidad de 0.99 lo que nos indica una abundancia similar entre las especies registradas, es decir, no hay dominancia.

Ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de riesgo.

De acuerdo con Rangel Gutiérrez (2019), el garabatillo (*Mimosa biuncifera*) presenta un valor económico, cultural y en ocasiones medicinal, permite formar islas de fertilidad para diversas especies de cactáceas, lo que lo hace importante en proyectos de restauración ecológica.

Tabla IV. 59 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MKX del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	20	Nativa	-	-	-	0.28	0.36
Fouquieria splendens	Ocotillo	28	Nativa	-	-	-	0.39	0.37
Mimosa biuncifera	Garabatillo	24	Nativa	-	-	-	0.33	0.37
Riqueza específica	**3**	**72**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.09**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 60 Índices de diversidad en el estrato arbustivo presente en la vegetación MKX del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.09
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.99
Diferencia diversidad	0.01

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Grupo que presenta una riqueza de tres especies con una abundancia de siete individuos. Se registra una especie endémica de México conocida comúnmente como lechuguilla (*Agave palmeri*), se distribuye en Sonora y Chihuahua. Esta comunidad vegetal con respecto a las cactáceas y rosetófilas presenta una baja diversidad donde casi todas las especies son igualmente abundantes. Ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, dos especies se encuentran en el apéndice II de CITES.

Tabla IV. 61 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MKX del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Agave palmeri	Lechuguilla	4	Endémica	-	LC	-	0.57	0.32
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	2	Nativa	-	LC	II	0.29	0.36
Echinocereus rigidissimus	Cabeza de viejo	1	Nativa	-	LC	II	0.14	0.28
Riqueza específica	**3**	**7**					**1.00**	**0.96**

Tabla IV. 62 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MKX del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.96
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.87
Diferencia diversidad	0.14

CONSULTA PÚBLICA

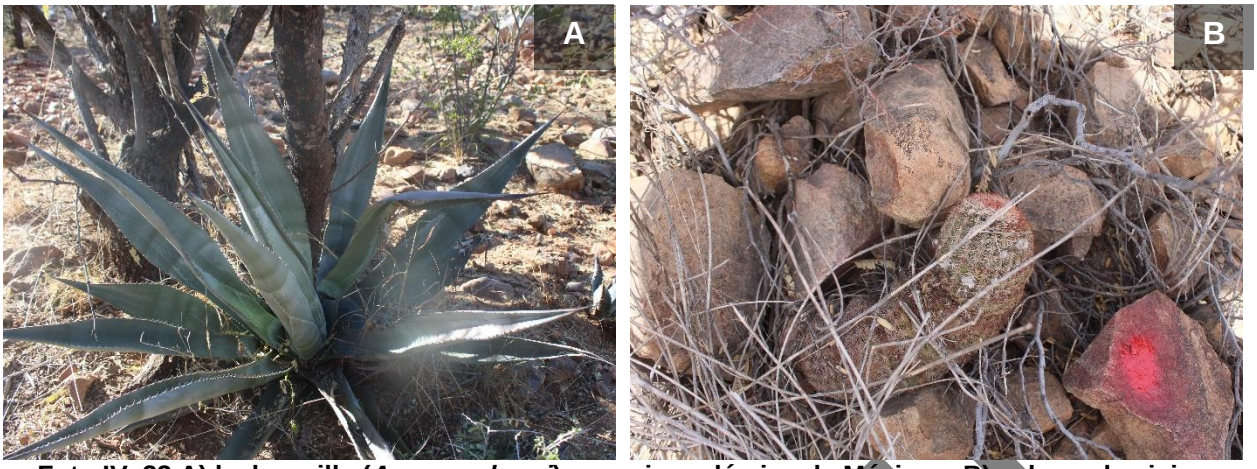


Foto IV. 23 A) lechuguilla (*Agave palmeri*) especie endémica de México y B) cabeza de viejo (*Echinocereus rigidissimus)* enlistada en el apéndice II de CITES.

Estrato herbáceo

Se registra dos especies herbáceas con una abundancia de seis individuos. Es un estrato bajo en diversidad donde se registra una especie nativa y una exótica e invasora, esta última representada por *Melinis repens*. Esta especie es nativa de África que se ha distribuido en diferentes estados de México invadiendo vegetación natural, sobre todo matorrales xerófilos.

Tabla IV. 63 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MKX del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ambrosia confertiflora	Estafiate	4	Nativa	-	-	-	0.67	0.27
Melinis repens	Pasto africano rosado	2	Exótica e invasora	-	-	-	0.33	0.37
Riqueza específica	**2**	**6**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.64**

Tabla IV. 64 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación MKX del AP.

Riqueza específica (S)	2
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.64
Diversidad máxima (H max)	0.69
Equidad (J)	0.92
Diferencia diversidad	0.06

CONSULTA PÚBLICA

Bosque de Galería (BG)

Estrato arbóreo

En el AP el bosque de galería está representado por tres especies arbóreas con una abundancia de seis individuos. Estos ejemplares son nativos del sitio y no se encuentra en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Conforme al índice de Shannon presenta un valor de 0.87 lo que nos indica que es un estrato bajo en diversidad y presenta una equidad de 0.79, donde no todas las especies son igual de abundantes.

Tabla IV. 65 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BG del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Populus fremontii	Álamo	1	Nativa	-	LC	-	0.17	0.30
Neltuma laevigata	Mezquite	4	Nativa	-	LC	-	0.67	0.27
Salix gooddingii	Sauce norteño	1	Nativa	-	LC	-	0.17	0.30
Riqueza específica	**3**	**6**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.87**

Tabla IV. 66 Tabla IV. 67 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación BG del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.87
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.79
Diferencia diversidad	0.23

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 24 Vista panorámica de la vegetación BG, en el fondo se observan ejemplares de álamo (*Populus fremontii*).

Estrato arbustivo

Estrato representado por dos especies nativas con una abundancia de 31 individuos. Conforme al índice de Shannon, presenta un valor de 0.14 indicándonos los sitios muestreados presentan baja diversidad de especies arbustivas. Además, presenta una equidad de 0.21 lo que nos indica que no todas las especies son igual de abundantes, esto se refleja con *Ambrosia monogyra*, especie representativa con un total de 30 individuos.

Tabla IV. 68 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BG del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ambrosia monogyra	Jejego	30	Nativa	-	-	-	0.97	0.03
Baccharis salicifolia	Batamote	1	Nativa	-	LC	-	0.03	0.11
Riqueza específica	**2**	**31**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.14**

Tabla IV. 69 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación BG del AP.

Riqueza específica (S)	2
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.14
Diversidad máxima (H max)	0.69
Equidad (J)	0.21

CONSULTA PÚBLICA

Diferencia diversidad	0.55

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Sólo se observó un nopal violáceo (*Opuntia macrocentra*) perteneciente a la familia Cactaceae, se encuentra registrado en la lista roja de la UICN en la categoría de preocupación menor (LC) y en el apéndice II de CITES, esta última se enlistan las especies que no necesariamente se encuentran amenazadas de extinción, pero podrían llegar a estarlo si no se controla estrictamente su comercio.

Tabla IV. 70 Abundancia e índice de Shannon-Wiener del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de BG del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	1	Nativa	-	LC	II	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

Estrato herbáceo

Se registró tres individuos de pasto conocido como zacatón, perteneciente al género Sporolobus.

Tabla IV. 71 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de BG del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Sporolobus sp.	Zacatón	3	-	-	-	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

En general, el bosque de galería se caracteriza por presentar dominancia del estrato arbóreo, principalmente cuando se encuentra en zonas conservadas o no perturbadas por actividades del hombre. Razón por la cual, no se desarrollan estratos arbustivos o herbáceos pertenecientes a especies ruderales, o si bien se desarrollan, presentan una baja diversidad y abundancia. Por esta razón, la riqueza de los estratos arbustivos, herbáceos y cactáceas fue baja.

CONSULTA PÚBLICA

- **Bosque de Encino (BQ)**

Estrato arbóreo

Ecosistema donde el estrato arbóreo está representado por tres especies nativas con una abundancia de 69 individuos. Presenta una diversidad baja representado con H'= 0.97, y una diversidad máxima de 1.10. Muestra una equidad cercana a una unidad, lo que indica que casi todas las especies son igual de abundantes. La especie más representativa es *Neltuma laevigata* seguida de *Quercus emoryi*.

Tabla IV. 72 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de BQ del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Juniperus arizonica	Enebro de Arizona	9	Nativa	-	LC	-	0.13	0.27
Prosopis laevigata	Mezquite	36	Nativa	-	LC	-	0.52	0.34
Quercus emoryi	Encino prieto	24	Nativa	-	LC	-	0.35	0.37
Riqueza específica	**3**	**69**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.97**

Tabla IV. 73 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación BQ del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.97
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.89
Diferencia diversidad	0.13

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 25 Vista panorámica de la vegetación BQ.

Estrato arbustivo

Sitio donde se registra tres especies arbustivas nativas, con una abundancia de 20 individuos. El índice de Shannon nos indica un estrato bajo en diversidad, el cual presenta una equidad de 0.72 donde no todas las especies son igual de abundantes. La especie dominante es *Mimosa biuncifera* con un total de 13 individuos.

Los ejemplares registrados son especies de amplia distribución en México.

Tabla IV. 74 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de BQ del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Baccharis sarothroides	Romerillo	1	Nativa	-	-	-	0.05	0.15
Celtis pallida	Acebuche	6	Nativa	-	-	-	0.30	0.36
Mimosa biuncifera	Garabatillo	13	Nativa	-	-	-	0.65	0.28
Riqueza específica	**3**	**20**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.79**

Tabla IV. 75 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación BQ del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.79
Diversidad máxima (H max)	1.10

CONSULTA PÚBLICA

Equidad (J)	0.72
Diferencia diversidad	0.31

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Grupo que muestra una riqueza específica de cuatro diferentes especies con una abundancia de 36 individuos. Presenta una distribución de 0.65, lo que singifica que no todas las especies son igual de abundantes, presentando una dominancia de la yuca (*Yucca madrensis*) con un total de 25 individuos.

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo es de 1.39, presenta un índice de Shannon de 0.90 lo que indica que este grupo está cerca de alcanzar su máxima diversidad.

Se observan dos especies endémicas de México que son la lechuguilla (*Agave palmeri*) y yuca (*Y. madrensis)*, ambas con distribución restringida registrándose sólo en Sonora y Chihuahua.

Tabla IV. 76 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de BQ del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Agave palmeri	Lechuguilla	5	Endémica	-	LC	-	0.14	0.27
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	1	Nativa	-	LC	II	0.03	0.10
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	5	Nativa	-	-	-	0.14	0.27
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre Oriental	25	Endémica	-	-	DD	0.69	0.25
Riqueza específica	**4**	**36**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.90**

Tabla IV. 77 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación BQ del AP.

Riqueza específica (S)	4
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.90
Diversidad máxima (H max)	1.39
Equidad (J)	0.65
Diferencia diversidad	0.49

Estrato herbáceo

La composición florística del estrato herbáceo corresponde a cuatro especies nativas con una abundancia de 22 individuos. La diversidad máxima para este estrato es de 1.39, mientras que el

CONSULTA PÚBLICA

H’ obtenida es de 1.23, lo que nos indica que este estrato está a punto de obtener su diversidad máxima.

Presenta una equidad de 0.88, indicando que donde no todas las especies son igual de abundantes, siendo la banderilla (*Bouteloua curtipendula*) la especie dominante. Esta planta es de amplia distribución, se utiliza como alimento para el ganado, se cultiva como planta ornamental y para el control de la erosión del suelo.

Tabla IV. 78 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de BQ del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Bouteloua barbata	Navajita	5	Nativa	-	-	-	0.23	0.34
Bouteloua curtipendula	Banderilla	11	Nativa	-	-	-	0.50	0.35
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	3	Nativa	-	-	-	0.14	0.27
Tetramerium nervosum	Corrimiento	3	Nativa	-	-	-	0.14	0.27
Riqueza específica	**4**	**22**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.23**

Tabla IV. 79 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación BQ del AP.

Riqueza específica (S)	4
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.23
Diversidad máxima (H max)	1.39
Equidad (J)	0.88
Diferencia diversidad	0.16

CONSULTA PÚBLICA

- **Pastizal Natural (PN)**

Estrato arbóreo

Comunidad vegetal representado por 17 individuos arbóreos de la especie *Neltuma laevigata*, con alturas de hasta 4 metros. Es una planta nativa de amplia distribución, no se encuentra en ninguna categoría de riesgo.

Tabla IV. 80 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de PN del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	17	Nativa	-	LC	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**17**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

Estrato arbustivo

Comunidad vegetal representado por un individuo arbustivo de la especie *Mimosa biuncifera*. Es una planta nativa de amplia distribución.

Tabla IV. 81 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de PN del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Mimosa biuncifera	Garabatillo	1	Nativa	-	-	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Comunidad vegetal con una riqueza específica de tres especies nativas del sitio con una abundancia de cuatro individuos. El cálculo de diversidad máxima para este grupo es de 1.10 con un H' de 1.04, lo que nos indica que falta poco para alcanzar su máxima diversidad. El valor de equidad nos refiere que todas las especies presentan una abundancia similar.

Ninguna de las especies registradas se encuentra bajo alguna categoría de riesgo.

Tabla IV. 82 Abundancia e índice de Shannon-Wiener del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de PN del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	2	Nativa	-	LC	II	0.50	0.35
Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	1	Nativa	-	LC	-	0.25	0.35
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	1	Nativa	-	-	-	0.25	0.35

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Riqueza específica	**3**	**4**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.04**

Tabla IV. 83 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación PN del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.04
Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.95
Diferencia diversidad	0.06

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceo

Estrato que presenta una riqueza de tres especies con un total de 12 individuos, ninguna enlistado en alguna categoría de riesgo. Estrato bajo de diversidad (H'= 0.96) donde no todas las especies son igual de abundantes.

La especie dominante es la pajita tempranera (*Setaria macrostachya*), gramínea nativa de amplia distribución y de importancia forrajera.

Tabla IV. 84 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de PN del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Bouteloua barbata	Navajita	2	Nativa	-	-	-	0.17	0.30
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	7	Nativa	-	-	-	0.58	0.31
Sporolobus sp.	Zacatón	3	-	-	-	-	0.25	0.35
Riqueza específica	**3**	**12**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.96**

Tabla IV. 85 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación PN del AP.

Riqueza específica (S)	3
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.96

Diversidad máxima (H max)	1.10
Equidad (J)	0.87
Diferencia diversidad	0.14

- **Bosque de Mezquite (MK)**

Estrato arbóreo

En el área del proyecto la vegetación de bosque de mezquite presenta una riqueza de cuatro especies arbóreas con una abundancia de 532 individuos. El índice de Shannon muestra un valor de 0.98, lo que nos indica que es un estrato de baja diversidad a pesar de presentar una alta abundancia, pero es bajo por el número de especies.

El valor de equidad es de 0.71 lo que nos muestra que no todas las especies son igual de abundantes, confirmándolo con la presencia de especies dominantes como el mezquite (*Neltuma laevigata*) que presenta una abundancia de 316 individuos, seguido de jaboncillo (*Sanpindus saponaria*) con 159 individuos.

Tabla IV. 86 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MK del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Acacia greggii	Tepame	33	Nativa	-	-	-	0.06	0.17
Celtis reticulata	Palo blanco	24	Nativa	-	LC	-	0.05	0.14
Neltuma laevigata	Mezquite	316	Nativa	-	LC	-	0.59	0.31
Sapindus saponaria	Jaboncillo	159	Nativa	-	LC	-	0.30	0.36
Riqueza específica	**4**	**532**	-	-	-	-	**1.00**	**0.98**

Tabla IV. 87 Índices de diversidad del estrato arbóreo presente en la vegetación MK del AP.

Riqueza específica (S)	4
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.98
Diversidad máxima (H max)	1.39
Equidad (J)	0.71
Diferencia diversidad	0.40

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 26 Vista panorámica de la vegetación MK, se observan ejemplares de mezquite (*N. laevigata*).

CONSULTA PÚBLICA

Estrato arbustivo

Estrato que presenta una riqueza específica de 10 especies nativas del sitio con una abundancia de 178 individuos. De acuerdo con el índice de Shannon, el estrato presenta una baja diversidad presentando un valor por debajo de las dos unidades (H'=1.62), con una diversidad máxima de 2.30, indicando que el estrato arbustivo está a la mitad de su máxima diversidad.

Con respecto a la equidad presenta un valor de 0.70 lo que nos indica que no todas las especies son igual de abundantes, siendo la especie dominante el garabatillo (*Mimosa biuncifera*). Esta planta es de amplia distribución utilizada para cercas vivas, como leña, para forraje, entre otros usos.

Tabla IV. 88 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MK del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Abutilon abutiloides	Colotahue	10	Nativa	-	-	-	0.06	0.16
Aloysia gratissima	Vara dulce	3	Nativa	-	-	-	0.02	0.07
Baccharis thesioides	Raíz de popote	1	Nativa	-	-	-	0.01	0.03
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	4	Nativa	-	-	-	0.02	0.09
Celtis pallida	Acebuche	12	Nativa	-	-	-	0.07	0.18

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Condalia correllii	Madera de serpiente de Correll	29	Nativa	-	-	-	0.16	0.30
Fouquieria splendens	Ocotillo	2	Nativa	-	-	-	0.01	0.05
Mimosa biuncifera	Garabatillo	80	Nativa	-	-	-	0.45	0.36
Phaulothamnus spinescens	Bachata	3	Nativa	-	LC	-	0.02	0.07
Sarcomphalus obtusifolius	Garrapatilla	34	Nativa	-	LC	-	0.19	0.32
Riqueza específica	**10**	**178**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.62**

Tabla IV. 89 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MK del AP.

Riqueza específica (S)	10
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.62
Diversidad máxima (H max)	2.30
Equidad (J)	0.70
Diferencia diversidad	0.69

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Grupo representado por siete especies con una abundancia de 358 individuos. El índice de Shannon muestra un valor de 0.75 donde nos indica que es un grupo con baja diversidad, además presenta una equidad de 0.39 demostrando que no todas las especies son igual de abundantes. Como especie dominante se reporta el nopal de cuijo (*Opuntia engelmannii*), especímen nativo con registro de 274 individuos de amplia distribución.

Se reporta una especie endémica representada por la lechuguilla (*Agave palmeri*).

Tabla IV. 90 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MK del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Agave palmeri	Lechuguilla	10	Endémica	-	LC	-	0.03	0.10
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	9	Nativa	-	LC	II	0.03	0.09
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	1	Nativa	-	LC	II	0.00	0.02
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	1	Nativa	-	LC	II	0.00	0.02

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Mammillaria heyderi	Biznaga china	1	Nativa	-	LC	II	0.00	0.02
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	274	Nativa	-	LC	II	0.77	0.20
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	62	Nativa	-	LC	-	0.17	0.30
Riqueza específica	**7**	**358**	**-**	**-**	**-**		**1.00**	**0.75**

Tabla IV. 91 Índices de diversidad del el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MK del AP.

Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.75
Diversidad máxima (H max)	1.95
Equidad (J)	0.39
Diferencia diversidad	1.20

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo del bosque de mezquite presenta una riqueza de cinco especies con una abundancia de 66 individuos. El estrato es bajo en diversidad presentando un valor de 1.04, cerca de llegar a su máxima diversidad. La equidad presenta un valor de 0.65, esto nos indica que no todas las especies son igual de abundantes siendo el estafiate (*Ambrosia confertiflora*) la especie dominante con un total de 40 individuos. El estafiate es una planta ruderal, es decir, se desarrolla en sitios muy alterados por las actividades humanas como en bordes de caminos, terrenos baldíos, etc.

En general, las especies herbáceas registradas son de amplia distribución, nativas del sitio y consideradas como malezas en México.

Tabla IV. 92 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato herbáceo presente en la vegetación de MK del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Ambrosia confertiflora	Estafiate	40	Nativa	-	-	-	0.61	0.30
Bouteloua curtipendula	Banderilla	9	Nativa	-	-	-	0.14	0.27
Lepidium virginicum	Lentejilla de campo	1	Nativa	-	-	-	0.02	0.06

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Sporolobus sp.	Zacatón	1	-	-	-	-	0.02	0.06
Tetramerium nervosum	Corrimiento	15	Nativa	-	-	-	0.23	0.34
Riqueza específica	**5**	**66**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**1.04**

Tabla IV. 93 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación MK del AP.

Riqueza específica (S)	5
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.04
Diversidad máxima (H max)	1.61
Equidad (J)	0.65
Diferencia diversidad	0.57

- **Matorral Desértico Micrófilo (MDM)**

Estrato arbóreo

En la vegetación de matorral desértico micrófilo sólo se registró una especie arbórea, representada por el mezquite (*N. laevigata*) con una abundancia de 41 individuos. Esta especie es nativa del sitio con una amplia distribución en México.

Tabla IV. 94 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo presente en la vegetación de MDM del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Neltuma laevigata	Mezquite	41	Nativa	-	LC	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**41**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

CONSULTA PÚBLICA



Foto IV. 27 Vista panorámica donde se observan los diferentes estratos presentes en la vegetación MDM.

Estrato arbustivo

Comunidad vegetal donde se desarrolla el estrato arbustivo con una riqueza de 17 especies y una abundancia de 467 individuos. Presenta un índice de Shannon con valor de 2.18 que significa un valor normal o promedio en cuestión de diversidad, una equidad de 0.77 donde no todas las especies son igual de abundantes. El espécimen dominante con un total de 112 individuos lo representa sangre de drago (*Jatropha dioca*), seguido de ciguapa (*Parthenium tomentosum*), vara blanca (*Croton sonorae*) y colotahue (*Abutilon abutiloides*).

La especie *P. tometosum* es endémica de México, sólo se registra en Sonora y Chihuahua, es una planta de zonas desérticas altamente resistente a la sequía.

Tabla IV. 95 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el estrato arbustivo presente en la vegetación de MDM del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Abutilon abutiloides	Colotahue	70	Nativa	-	-	-	0.194	0.32
Brickellia coulteri	Estrellita	10	Nativa	-	-	-	0.028	0.10
Bursera fagaroides	Torote	1	Nativa	-	LC	-	0.003	0.02
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	3	Nativa	-	-	-	0.008	0.04
Celtis pallida	Acebuche	2	Nativa	-	-	-	0.006	0.03

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Coursetia glandulosa	Palo dulce	8	Nativa	-	LC	-	0.022	0.08
Croton sonorae	Vara blanca	74	Nativa	-	-	-	0.205	0.32
Dodonaea viscosa	Chapulixtle	1	Nativa	-	LC	-	0.003	0.02
Eysenhardtia orthocarpa	Palo dulce	12	Nativa	-	LC	-	0.033	0.11
Fouquieria splendens	Ocotillo	23	Nativa	-	-	-	0.064	0.18
Jatropha dioica	Sangre de drago	112	Nativa	-	LC	-	0.310	0.36
Lippia sp.	-	17	-	-	-	-	0.036	0.12
Mimosa biuncifera	Garabatillo	4	Nativa	-	-	-	0.011	0.05
Mimosa distachya	Uña de gato	18	Nativa	-	-	-	0.050	0.15
Parthenium tomentosum	Ciguapa	89	Endémica	-	LC	-	0.191	0.32
Phaulothamnus spinescens	Bachata	15	Nativa	-	LC	-	0.042	0.13
Tecoma stans	Timboco	8	Nativa	-	LC	-	0.022	0.08
Riqueza específica	**17**	**467**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.000**	**2.18**

Tabla IV. 96 Índices de diversidad del estrato arbustivo presente en la vegetación MDM del AP.

Riqueza específica (S)	**17**
Índice de Shannon-Weiner (H)	**2.18**
Diversidad máxima (H max)	**2.83**
Equidad (J)	**0.77**
Diferencia diversidad	**0.66**

CONSULTA PÚBLICA

Grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas

Grupo conformado por una riqueza específica de seis especies nativas y una abundancia de 339 individuos. De acuerdo con el valor que arrojó el índice de Shannon, indica que es una comunidad con baja diversidad, encontrándose a la mitad de su máxima diversidad.

Presenta una equidad de 0.53 lo que significa que no todas las especies presentan la misma abundancia, desarrollando así especies dominantes como el cardenche de Sonora (*Cylindropuntia thurberi*) con una abundancia de 246 individuos.

Además, se registra a *Carnegiea gigantea* como especie amenazada (A), protegida por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y enlistada en el apéndice II de CITES. Este espécimen se distribuye casi en su totalidad en el desierto sonorense, es de lento crecimiento, puede llegar a medir hasta 25 metros de altura y se han registrado ejemplares de hasta 300 años.

Tabla IV. 97 Abundancia e índice de Shannon-Wiener en el grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación de MDM del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Carnegiea gigantea	Saguaro	7	Nativa	A	LC	II	0.02	0.08
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	246	Nativa	-	LC	II	0.73	0.23
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	37	Nativa	-	LC	II	0.11	0.24
Mammillaria grahamii	Biznaga chollo chico	36	Nativa	-	LC	II	0.11	0.24
Mammillaria heyderi	Biznaga china	7	Nativa	-	LC	II	0.02	0.08
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	6	Nativa	-	LC	II	0.02	0.07
Riqueza específica	**6**	**339**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.94**

Tabla IV. 98 Índices de diversidad del grupo de cactáceas, epífitas y rosetófilas presentes en la vegetación MDM del AP.

Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Weiner (H)	0.94
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad (J)	0.53
Diferencia diversidad	0.85



Foto IV. 28 A) saguaro (*Carnegiea gigantea*) especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y B) cardenche de Sonora (*Cylindropuntia thurberi)* especie dominante en el grupo de cactáceas del MDM.

Estrato herbáceo

COPIA PÚBLICA

Sólo se registró la aceitilla (*Aristida ternipes*) con un total de tres individuos, esta es una especie nativa ampliamente distribuida en la República Mexicana, habita principalmente en sitios perturbados.

Tabla IV. 99 Índices de diversidad del estrato herbáceo presente en la vegetación MDM del AP.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia 5 sitios	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	pi	Índice de Shannon-Wiener
Aristida ternipes	Aceitilla	3	Nativa	-	-	-	1.00	0.00
Riqueza específica	**1**	**3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**1.00**	**0.00**

En resumen, el AP se desarrolla en vegetación forestal con una superficie de 438.245 ha la cual se verá afectada por las actividades del proyecto. En campo se corroboró la información y el proyecto se desarrolla en seis tipos de vegetación: mezquital xérofilo, bosque de galería, bosque de encino, pastizal natural, bosque de mezquite y matorral desértico micrófilo. En electrónico en formato Excel se puede consultar la Base de Datos de Vegetación, en el Anexo IV.1.

Se registra dos comunidades vegetales con mayor riqueza específica (S) y abundancia (N) los cuales son: bosque de mezquite representado por 26 especies con un total de 1134 individuos y matorral desértico micrófilo con 25 especies y una abundancia de 850 individuos.

Las seis comunidades vegetales se observan conservadas con poco grado de perturbación, esto se refleja en las especies donde el 89% son nativas en su mayoría de amplia distribución, sólo se registró una especie exótica e invasora y nueve especies herbáceas consideradas ruderales, es decir, se desarrollan en sitios perturbados como orillas de caminos.

En la siguiente figura se resume el número de especies e individuos en los diferentes estratos observados dentro de los seis tipos de vegetación presentes en el área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

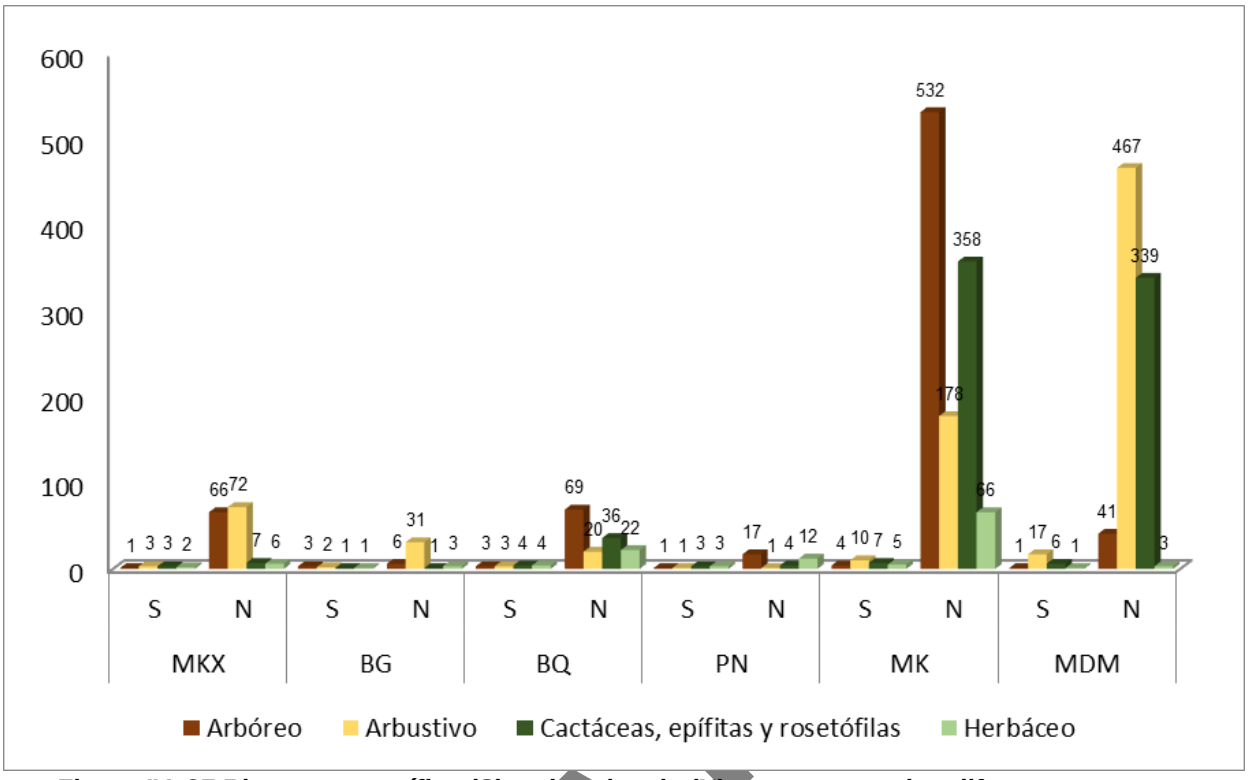


Figura IV. 27 Riqueza específica (S) y abundancia (N) presentes en los diferentes estratos agrupados de acuerdo con el tipo de vegetación registrada en campo para el AP.

CONSULTA

Especies prioritarias del AP

El AP presenta especies prioritarias para la conservación, las cuales se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010, enlistadas en la UICN, así como especies endémicas.

Sólo una especie se encuentra amenazada (A) y protegida por las leyes mexicanas (NOM-059-SEMARNAT-2010), representada por el saguaro (*Carnegiea gigantea*). Esta cactácea se desarrolla en la vegetación de matorral desértico micrófilo, es una especie de distribución restringida ya que en México sólo se distribuye en el desierto de Sonora.

Se registran tres especies endémicas: ciguapa (*Parthenium tomentosum*), lechuguilla (*Agave palmeri*) y yuca de la sierra madre oriental (*Yucca madrensis*).

Con respecto al comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES), enlista especies en apéndices para su protección ante la explotación excesiva, en el caso del AP se encuentran enlistadas las cactáceas en el apéndice II, lo que significa que son especies que no necesariamente están amenazadas de extinción, pero podrían llegar a estarlo si no se controla de manera estricta su comercio. Estas mismas especies se encuentran en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en la categoría de preocupación menor (LC).

Tabla IV. 100 Lista de especies registradas en el AI que se encuentran enlistadas en los apéndices de CITES y IUCN.

Familia	Nombre científico	Nombre común	CITES	IUCN
Cactaceae	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	II	LC
Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	II	LC
Cactaceae	*Cylindropuntia thurberi*	Cardenche de Sonora	II	LC
Cactaceae	*Echinocereus rigidissimus*	Cabeza de viejo	II	LC
Cactaceae	*Ferocactus emoryi*	Biznaga barril del desierto de Sonora	II	LC
Cactaceae	*Mammillaria grahamii*	Biznaga chollo chico	II	LC
Cactaceae	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china	II	LC
Cactaceae	*Opuntia engelmannii*	Nopal cuijo	II	LC
Cactaceae	*Opuntia macrocentra*	Nopal violáceo	II	LC
Cactaceae	*Stenocereus thurberi*	Pitayo dulce	II	LC

Las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y endémicas son consideradas como prioritarias para realizar acciones de mitigación, las cuales serán presentadas en el apartado correspondiente del capítulo VI del presente documento.

IV.2.2.2 FAUNA

VERTEBRADOS SILVESTRES

IV.3.2.2.1 Fauna con presencia potencial

Las especies de vertebrados terrestres reportadas para el Estado de Sonora son 868, de las cuales 35 son anfibios, 169 reptiles (Enderson *et al*. 2009; Enderson *et al*, 2010; Lemos-Espinal *et al*. 2019) 556 aves (Villaseñor *et al*., 2010) y 126 mamíferos (Castillo *et al*., 2010). A nivel de Sistema Ambiental Regional se reporta la presencia potencial de 447 especies de vertebrados silvestres, de las cuales 15 son anfibios, 42 reptiles, 338 aves y 52 mamíferos (Enderson *et al*, 2010; Villaseñor *et al*., 2010 y Castillo *et al*., 2010). Ver figura siguiente.

CONSULTA PÚBLICA

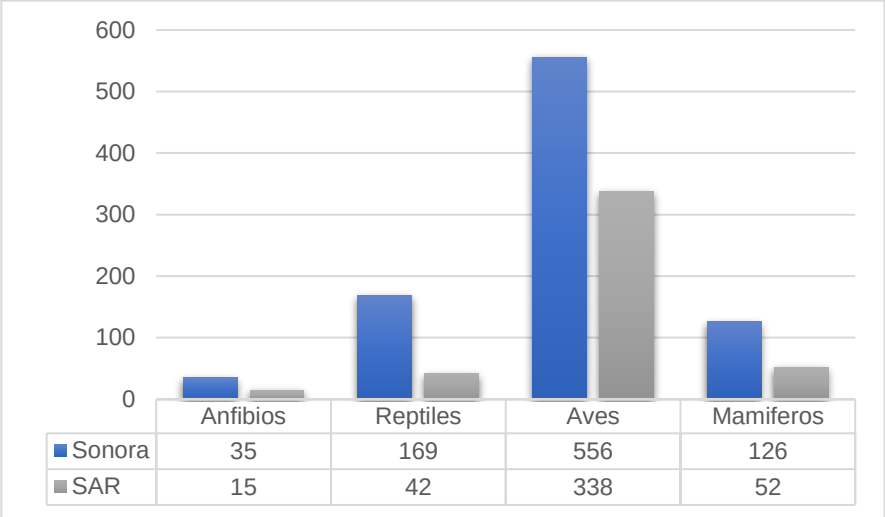


Figura IV. 28. Comparación del número de especies de vertebrados terrestres en el estado de Sonora y los de presencia potencial en el Área de Influencia del Proyecto.

De las 447 especies de vertebrados con presencia potencial dentro del área de estudio, se encuentran un total de 62 especies de vertebrados referidos en la lista de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), de los cuales, 4 especies de anfibios tienen estatus de Protección especial (Pr), 16 especies de reptiles se encuentran protegidas; (9 con Protección especial y 7 amenazadas). En el caso de las aves, 34 especies están dentro de la Norma Oficial Mexicana (14 especies están amenazadas, 18 con estatus de Protección especial y dos especies amenazadas). Con respecto al grupo de los mamíferos, son 8 las especies protegidas; cuatro están amenazadas y cuatro especies se encuentran en peligro de extinción. Ver figura siguiente.

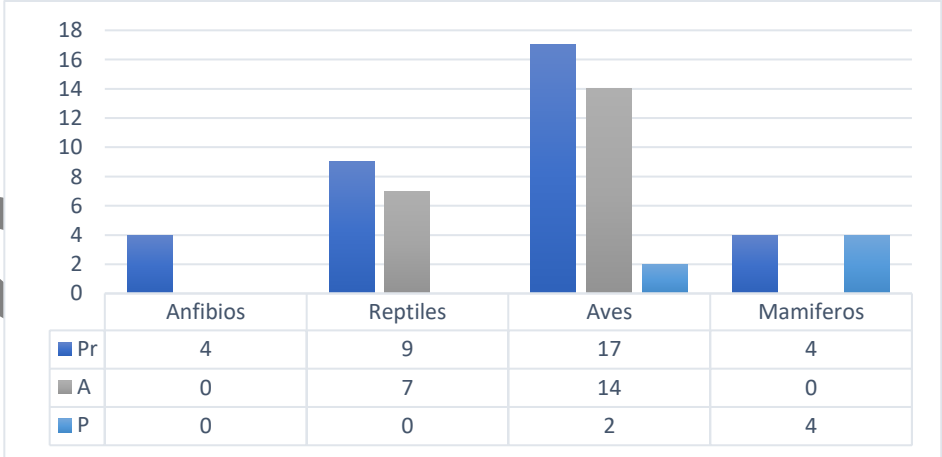
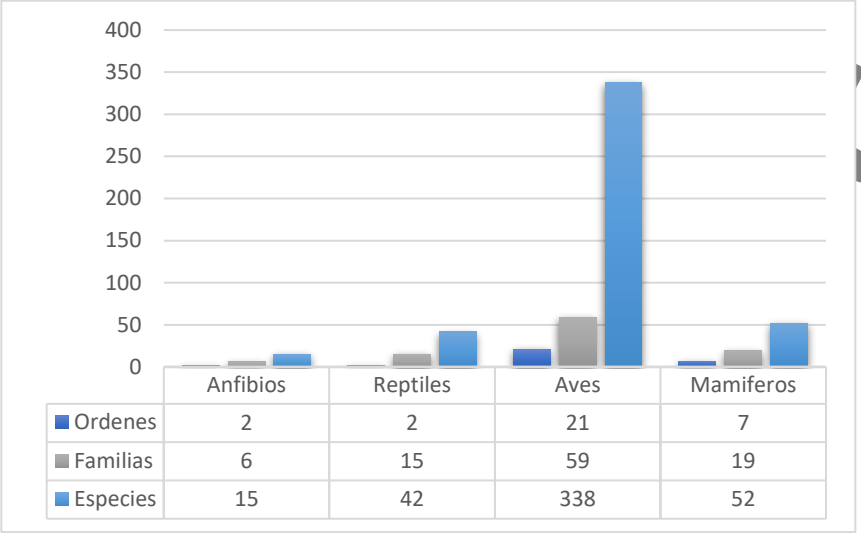


Figura IV. 29. Número de especies de vertebrados terrestres con algún estatus de protección de presencia potencial en el Área de Influencia del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

La riqueza de vertebrados terrestres con presencia potencial en el SAR para el grupo de los anfibios corresponde a 2 órdenes, 6 familias y 15 especies; los reptiles están conformados por 2 órdenes, 15 familias y 42 especies. Por otro lado, las aves están constituidas por 21 órdenes, 59 familias y 338 especies. Por último, el grupo de los mamíferos está conformado por 7 órdenes, 19 familias y 52 especies. Ver siguiente figura.



	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamiferos
Ordenes	2	2	21	7
Familias	6	15	59	19
Especies	15	42	338	52

Figura IV. 30. Riqueza de faunística con presencia potencial en el SAR de acuerdo con órdenes, familias y especies.

CONSULTA

Especies endémicas

De las 447 especies de vertebrados con presencia potencial dentro del área de estudio, 17 especies endémicas de México. De las cuales, tres son anfibios: Salamandra de la Sierra Madre Occidental (*Ambystoma rosaceum*), Sapito Pinto de Mazatlán (*Incilius mazatlanensis*) y Rana de Rayas Blancas (*Rana pustulosus*); seis reptiles: Tortuga Pecho Quebrado Mexicana (*Kinosternon integrum*), Huico Manchado de Cañón (*Aspidoscelis burti*), Huico Manchado (*Aspidoscelis sackii*), Culebra Narizona (*Rhinocheilus antonii*), Culebra Nocturna del Pacífico (*Hypsiglena torquata*); siete aves: Codorniz Cresta Dorada (*Callipepla douglasii*), Carpintero Transvolcánico (*Dryobates stricklandi*), Chara Transvolcánica (*Aphelocoma ultramarina*), Perlita Sinaloense (*Polioptila nigriceps*), Saltapared Feliz (*Pheugopedius felix*), Saltapared Sinaloense (*Thryophilus Sinaloa*) y Zacatonero Serrano (*Oriturus superciliosus*). Por último, solo el Ratón de Abazones de Goldman (*Chaetodipus goldmani*) fue el único mamífero endémico. Ver figura siguiente.

Además, las aves tienen otra clasificación de distribución, pueden ser semiendémicas o cuasiendémicas. En este sentido, se reportan 26 especies semiendémicas y seis especies cuasiendémicas con presencia potencial en el Área del Proyecto. También, se reportan con presencial potencial un total de 110 aves migratorias para la zona de estudio.

Por otro lado, se reportan cuatro especies exóticas con presencial potencial para el Área del proyecto. Las cuales son Paloma Común (*Columba livia*), Garza Ganadera Occidental (*Bubulcus ibis*), Estornino Pinto (*Strunus vulgaris*) y Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*).

Especies en alguna otra categoría de conservación

Además de la Leyes Mexicanas para la conservación de las especies, existen otras instituciones que han categorizado a las especies según su vulnerabilidad y otros criterios. A continuación, se presentan las especies registradas en campo que esta categorizadas en la IUCN (*por sus siglas en inglés*) que es un indicador critico de la salud de la biodiversidad del mundo (IUCN, 2023) y el CITES (*por sus siglas en ingles*) que es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos y tiene la finalidad de velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies (CITES, 2022).

IUCN

- **Preocupación menor (LC):** El resto de las especies; es decir, 421 especies están en esta categoría.

- **Casi Amenazado (NT):** Tortuga Apestosa (*Terrapene ornata*), Tortuga Pecho Quebrado de Sonora (*Kinosternon sonoriense*), Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*), Codorniz Cotuí (*Colinus virgianus*), Zumbador Canelo (*Selasphorus Rufus*), Chorlo Llanero (*Charadrius montanus*), Búho Moteado (*Strix occidentalis*), Papamoscas Boreal (*Contopus cooperi*), Verdugo Americano (*Lanius ludovicianus*), Murciélago Trompudo (*Choeronycteris mexicana*), Jaguar (*Panthera onca*) y Ratón de Abazones de Goldman (*Chaetodipus goldmani*).

- **Vulnerable (VU):** Rana Tarahumara (*Rana tarahumarae*), Guacamaya Verde (*Ara militaris*), Chara Piñonera (*Gymnorhinus cyanocephalus*), Cuicacoche Pico Corto (*Toxostoma bendirei*), Bisbita Llanera (*Anthus spragueii*). Ver siguiente figura.

CITES

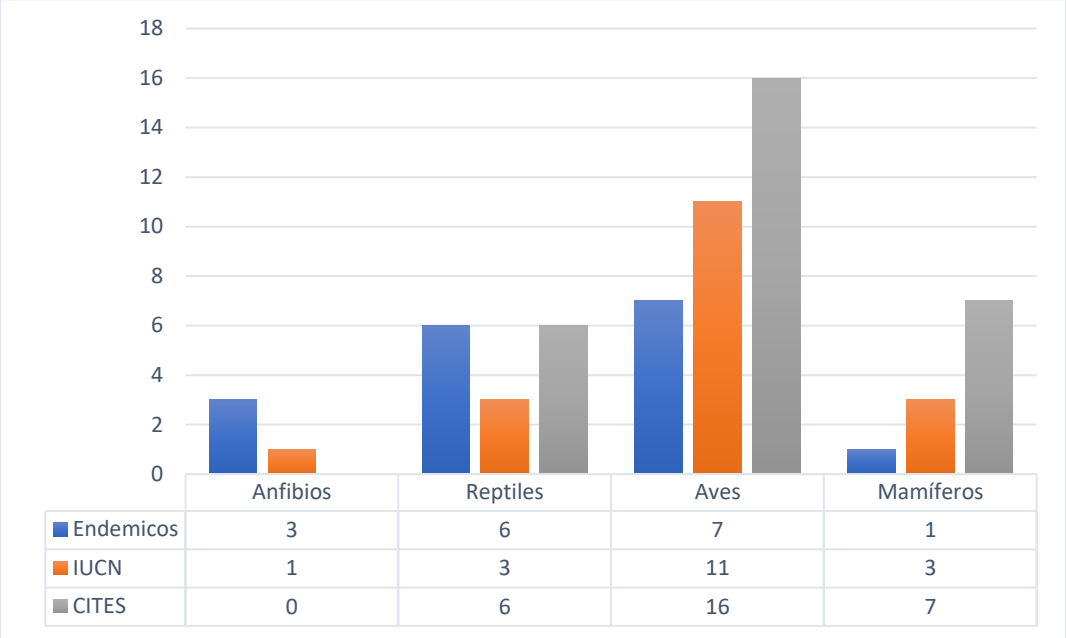
- **Apéndice I:** Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*), Perico Mexicano (*Psittacara holochlorus*), Jaguar (*Panthera onca*) y Ocelote (*Leopardus pardalis*).

- **Apéndice II:** Tortuga Apestosa (*Terrapene ornata*), Tortuga Pecho Quebrado Mexicana (*Kinosternon* integrum), Tortuga Pecho Quebrado (*Kinosternon sonoriense*), Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*), Lagartija Cornida Texana (*Phrynosoma* cornutum), Lagartija cornuda Real (*Phrynosoma solare*), Colibrí Magnífico (*Eugenes fulgens*), Colibrí Picudo Occidental (*Heliomaster constantii*), Colibrí Garganta Azul (*Lampornis clemenciae*), Colibrí Lucifer (*Calothorax lucifer*), Colibrí Barba Negra (*Archilochus alexandri*), Colibrí Cabeza

CONSULTA PÚBLICA

Roja (*Calypte anna*), Colibrí Cabeza Violeta (*Calypte costae*), Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*), Zumbador de Allen (*Selasphorus sasin*), Colibrí Pico Ancho Norteño (*Cynanthus latirostris*), Colibrí Orejas Blancas (*Basilinna leucotis*), Colibrí Corona Violeta (*Ramosomyia violiceps*), Colibrí Berilo (*Saucerottia beryllina*), Grulla Gris (*Antigone canadensis*), Lince Americano (*Lynx rufus*), Puma (*Puma concolor*), Oso Negro Americano (*Ursus americanus*) y Pecarí de Collar Norteño (*Dicotyles angulatus*).

- **Apéndice III**: Coatí (*Nasua narica*). Ver siguiente figura.



	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Endemicos	3	6	7	1
IUCN	1	3	11	3
CITES	0	6	16	7

Figura IV. 31. Número de especies de vertebrados terrestres endémicas y en alguna categoría de conservación según la IUCN y CITES presencia potencial en el Área de Influencia del proyecto.

Para más detalle sobre la fauna potencial a nivel de SAR revisar en el Listado Potencial correspondiente al Anexo IV.02.

IV.3.2.2.2 Identificación de corredores biológicos y/o cruces preferenciales de fauna detectados dentro del SAR.

Desde el punto de vista biogeográfico, el Proyecto “Reubicación de la Vías Férreas de Nogales, Sonora”; se encuentra ubicado en su totalidad dentro de la Provincia Sierra Madre Occidental y Altiplano Norte (Chihuahuense). Tanto el tramo Conexión Frontera, como el tramo de Ímuris-Miguel Hidalgo.

CONSULTA

Provincia Biótica Sierra Madre Occidental

Fisiográfica y faunísticamente comprende desde un poco al Sur de la frontera con Estados Unidos, y entre Sonora y Chihuahua, hasta el Rio Grande de Santiago, zona donde entra en contacto con el Eje Volcánico Transversal y las montañas de Nayarit y Jalisco, Bordeada al Oeste por la Provincia Biótica Sonorense y Sinaloense donde se eleva desde 1,000 a 3,000 msnm., entre estas se forman profundos cañones y barrancas (entre las que sobresale la del Cobre, labrada por el rio Urique), que permite la expansión de fauna de las llanuras costeras. (Álvarez y Lachica, 1991).

Provincia Biótica Sonorense

Esta provincia se localiza al extremo Noreste de la península de Baja California, al Este de la Sierra de Juárez y de San Pedro Mártir y al Norte de la Sierra de Columbia y se extiende hasta las llanuras desérticas de Sonora, limitadas al Este por la Sierra Madre Occidental: comprende además el Sur de California y el Suroeste de Arizona y el Suroeste de Arizona, en Estados Unidos. Dicha provincia es de la más conspicua del territorio mexicano, su fauna ha sido estudiada por varios autores, y existe un criterio bastante similar en cuanto a su extensión, si bien su límite Sur ha sido colocado a varias latitudes, por ejemplo, entre Guaymas, Sonora y Mazatlán, Sinaloa. Stuart, siguiendo a Burt (1938), la limita a la llanura desértica, que se extiende al Norte de Guaymas y que llega desde la costa hasta una altura de 1,000 msnm., al pie de la Sierra Madre Occidental (Álvarez y Lachica, 1991).

Las áreas de interés ambiental al igual que los ecosistemas estratégicos son parte esencial en la conservación y protección de los recursos naturales. Por esto, distintas dependencias y/o organizaciones han establecido diversas áreas de interés ambiental, que, si bien no pretenden una regulación jurídica, si orientan al desarrollo de actividades y manejo de flora o fauna, principalmente. Además de que señalan la problemática ambiental dentro de sus límites, lo cual permite proponer las medidas específicas por proyectos que no incrementen esta problemática (Arriaga-Cabrera *et al*. 2009; Bartorila, 2010).

En México, primordialmente la CONABIO y otras dependencias gubernamentales han creado el Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Si bien hay coincidencias geográficas en las cuatro regionalizaciones descritas, estas no son adictivas ya que los criterios de selección de los polígonos son específicos para cada una de ellas.

A continuación, se exponen diferentes áreas prioritarias que inciden en el Área del Proyecto o que se encuentra en cercanía con el mismo.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

En esta categoría, la regionalización incluye la identificación de sitios con un alto valor de biodiversidad en los ambientes terrestres del país. Los criterios que se toman en cuenta para evaluar esta categoría son principalmente los de tipo biológico, además, otros criterios como la amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad (Arriaga-Cabrera *et al*. 2009).

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la ubicación del área de estudio no se encuentra inmersa en ninguna RTP y la más cercana es la RTP Cananea-San Pedro que se localiza a 0.71 km NE.

Esta RTP se caracteriza por tener una diversidad ecosistémica media y se define como prioritaria en función de los pastizales, que presentan una mezcla de elementos tanto de los desiertos chihuahuense y sonorense como los de zonas montañosas de Arizona y la Sierra Madre Occidental. La diversidad y el endemismo son bajos, pero se encuentran muchas especies sujetas a régimen de protección por las leyes mexicanas, tales como *Lampropeltis pyromelana* y *Crotalus willardii*, además de especies clave como el puma (*Puma concolor*) y el lince (*Linux rufus*). En las sierras el Chivato, la Mariquita, el Manzanal y San José se presentan bosques de encino, mientras que, en el resto de la RTP, se tiene predominio de pastizal natural.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Los criterios que establecen los limites en estas áreas prioritarias están basándose en aspectos de biodiversidad, y son similares a los de la regionalización marina en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, con el valor económico, así como con los riesgos y amenazas a los que están sujetas las diversas cuencas hidrológicas, aunque estos están adecuados para los grupos biológicos que se presentan en ambientes limnológicos, a las características físicas y químicas de los cuerpos de aguas epicontinentales, así como a los ecosistemas incluidos en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras (Arriaga-Cabrera *et al*. 2002; 2009).

De acuerdo con la ubicación del área de estudio, se encuentran dos RHP que inciden con el área total del proyecto. Estas dos regiones, son la Subcuenca del Río Asunción y la Subcuenca de los ríos San Pedro y Santa Cruz. Ambas regiones presentan biodiversidad similar; por ejemplo, vegetación de matorral xerófilo, pastizal, bosque de encino, de pino-encino; especies amenazadas de peces *Agosia chrysogaster*, *Catostomus clarki*, *C. insignis*, *Cyprinodon macularis*, *Gila intermedia*, *Tiaroga cobitis*; de anfibios *Anaxyrus retiformis*, *Rana chiricahuensis*, *R. forreri*, *R. maculata* y *R. toromorde*.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área. El listado completo incluye un total de 230 áreas, que cuentan con más de 26, 000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies de México según el American Ornithologist's Union).

De acuerdo con la información disponible por parte de la CONABIO, el área de estudio se encuentra inmerso en la AICA "Sistema de Sierras de la Sierra Madre Occidental" y la longitud

CONSULTA PÚBLICA

que índice del proyecto hacía el polígono de la AICA son 44.43 km, en otras palabras, todo el tramo Ímuris-Miguel Hidalgo.

Esta AICA se encuentran un total de 359 especies de aves; además, se trata de un conjunto de sierras de diferente tamaño que necesitan estar conectadas creando un corredor importante y un puente entre las zonas consideradas AICAS del sur de las sierras y con las islas del norte en las Chiricahuas, Arizona (Sky Islands). Este complejo de islas son peldaños entre sierras de mayor longitud que permiten que haya un flujo continuo. Es a través de las islas del norte que algunas especies como *Pachyramphus aglaiae* y *Euptilotis neoxenus*, entre otras, llegan hasta las pequeñas sierras de Arizona.

Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales

Los ecosistemas acuáticos han sido también los primeros en recibir los desechos e impactos de las diferentes actividades antropogénicas (Lara-Lara *et al*. 2008), entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas se puede mencionar la transformación de los ecosistemas (el cambio de uso del suelo), la sobreexplotación del agua, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales, y la introducción accidental o deliberada de especies exóticas invasoras que causan severos impactos a los ecosistemas y desplazan a las especies nativas. La pérdida de la biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de bienes y servicios ambientales de suma importancia para el bienestar humano.

En este sentido, la identificación de Sitios Prioritarios para la Conservación de los Ecosistemas Acuáticos Epicontinentales resulta ser una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable (CONABIO, 2021).

El resultado fue un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598, 875 km2 (28.8% de la superficie del país), de los cuales, en 2010, 15.8% estaban representados en las áreas protegidas y el 21.77% de ellos son sitios de prioridad extrema (CONABIO y CONANP 2010; CONABIO, 2021; Lira-Noriega *et al*. 2015).

De acuerdo con CONABIO (2021) el área del proyecto incide en un total de 44.15 km, donde 1.01 km son del tramo conexión Frontera y 43.13 km del tramo Ímuris-Miguel Hidalgo sobre 11 Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales que tienen una prioridad de Media a Extrema.

Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR)

La restauración ambiental, es decir, “el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido” (SER, 2004), es esencial para lograr la conservación de la biodiversidad, mantener bienes y servicios ecosistémicos y mejorar el bienestar humano. Con el fin de guiar acciones de restauración ambiental en el país, la CONABIO coordino un análisis para identificar los Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR) en la porción continental de México con base en los principios de planeación sistemática para la conservación. Los SPR

CONSULTA PÚBLICA

representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, así como las funciones ecológicas que los mantienen y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, además de con contribuir a incrementar la conectividad ecológica y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables ante diversos factores del cambio global (CONABIO, 2021; Tobón *et al*. 2016, 2017).

De acuerdo con la ubicación del área del proyecto, este incide en una longitud total de 25.45 km, donde 22.99 km son del tramo Ímuris-Miguel Hidalgo y 2.45 km del tramo conexión Frontera sobre 17 polígonos que corresponden a Sitios Prioritarios para la Restauración.

Sitios de Atención Prioritaria (SAP)

Los SAP se diseñaron considerando los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales y costeros, la representatividad ecorregional y otros variables para identificar los espacios naturales en buen estado de conservación que cuentan con una elevada diversidad biológica y que albergan especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, así como ecosistemas vulnerables y adyacentes a las áreas protegidas.

Se desarrollaron tres categorías de prioridad que permiten distinguir entre los SAP de prioridad extrema, alta y media que representan 12%, 24% y 36%, respectivamente de la superficie continental de México.

Con respecto a la información proporcionada por CONABIO, el eje del área del proyecto tiene incidencia solo en el tramo Ímuris-Miguel Hidalgo con un total de 2.63 km, dos áreas de prioridad alta y una extrema.

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamiento aplicables. Mediante las ANP se pueden ampliar corredores naturales, que permiten que las especies se adapten y ajusten sus áreas de distribución, frente a las nuevas condiciones climáticas.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra actualmente 203 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 91,608,327.23 hectáreas y apoya 395 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación con una superficie de 701,760 hectáreas.

Las Áreas Naturales Protegidas Federales se dividen en varias categorías dependiendo sus características, estas son Reservas de la Biosfera, Parque Nacionales, Áreas de Protección de

CONSULTA PÚBLICA

Flora y Fauna (APFF), Áreas de Protección de Recursos Naturales (APRN), Monumentos Naturales (MN), Santuarios y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

De acuerdo con la información proporcionada por la CONAP (2014), el eje del proyecto está próximo a una ANP Federal, una Estatal y seis Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. De todas las Áreas Naturales Protegidas, el área del proyecto incide en dos ADVC.

El Rancho Arababi comprende una superficie de aproximadamente 13 mil hectáreas, se encuentra en el municipio de Imuris, inmerso dentro de la zona serrana de la Sierra Madre Occidental. El Área del Proyecto atraviesa el ANP privada, Rancho el Arababi en la Fracción A, en una longitud de 2.673 km.

El ANP se caracteriza por su gran riqueza de fauna se han registrado 171 especies de aves, además de tener registradas especies que se encuentran en Peligro de extinción: como el jaguar (*Panthera onca*), oso negro (*Ursus americanus*), ocelote (*Leopardus pardalis*), entre otras numerosas especies de mamíferos (venado cola blanca, jabalí, puma, gato montés, tejón, etc.). Además de resaltar la presencia de numerosas especies de reptiles protegidas por la NOM.059-SEMARNAT-2010: Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*), Lagarto escorpión de Arizona (*Elgaria kingii*), Serpiente coral de Sonora (*Microuroides euryxanthus*), Víbora de cascabel cola negra (*Crotalus molossus*) tortuga del desierto (*Gopherus agassazii*), Lagartija cachora (*Callisaurus draconoides*), entre otras.

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA´s)

En 1997 se creó el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA). Las unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA´s) son espacios de promoción de esquemas alternativos de producción compatibles con la conservación de la vida silvestre. Estos predios son de propietarios o poseedores que voluntariamente los destinan al aprovechamiento sustentable de las especies silvestre que ahí habitan. Asimismo, dan respuesta a la necesidad de conservar la biodiversidad y dar impulso a la producción el desarrollo socioeconómico del país.

Para llevar a cabo el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, extractivo y no extractivo, cada UMA debe contar con un Plan de Manejo aprobado por la SEMARNAT, en donde se describen y programan las actividades manejo.

De acuerdo con la información que proporciona SEMARNAT (2020) sobre las UMA´s, el área del proyecto presente, no inciden en ninguna UMA. Solo una de estas UMA´s se encuentra incidida por el área del proyecto. Sin embargo, se localizan otras UMA´s alrededor del eje del proyecto.

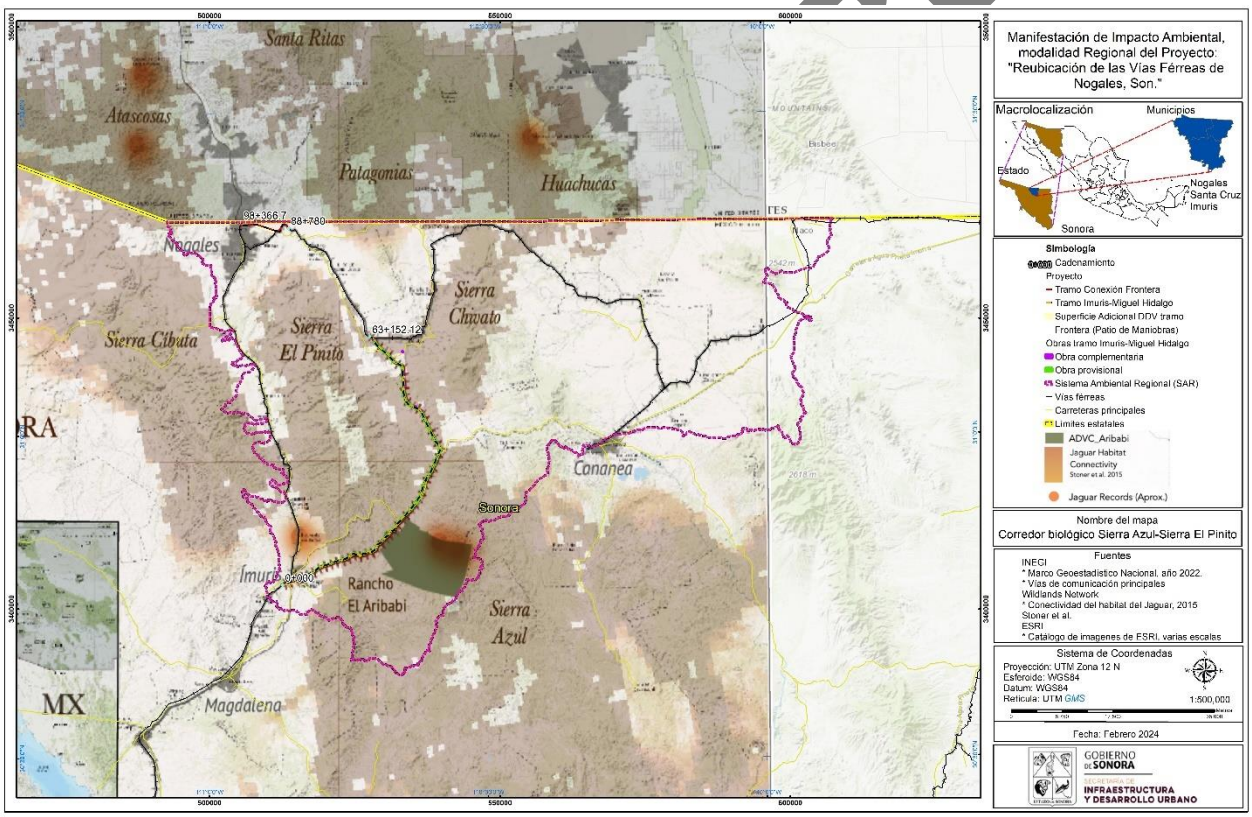
Corredor de Islas de Cielo entre la Sierra Azul y Sierra el Pinito

El corredor biológico de Islas de Cielo entre la Sierra Azul y Sierra el pinito se trata de un conjunto de sierras de diferentes tamaños que necesitan estar conectadas. Esta configuración en el

CONSULTA PÚBLICA

paisaje, se le ha denominado como “Islas de Cielo” (en inglés: *Sky Island*); son montañas que están aisladas por tierras bajas con un clima totalmente diferente, lo cual, asociado a la zonificación altitudinal de los ecosistemas, tienen un impacto significativo sobre sus hábitats naturales. Entre los fenómenos que podemos encontrar es las Islas de Cielo, están el endemismo, migración vertical de aves y las poblaciones de relicto. La compleja dinámica de la riqueza de especies que podemos encontrar en las islas de cielo llama la atención de las disciplinas que tratan la biogeografía, así como la biodiversidad. Una de las claves de las Islas de Cielo, es la separación física de otros complejos montañosos, lo que resulta en un hábitat de isla, como lo es el bosque que está rodeado por el desierto.

El presente proyecto atravesaría y dividiría en dos el corredor Sierra Azul-El Pinito en su punto más vulnerable: el valle del río Cocóspera. Obstaculizando el movimiento esencial de norte a sur del oso negro, el jaguar y el ocelote. Ver siguiente mapa.



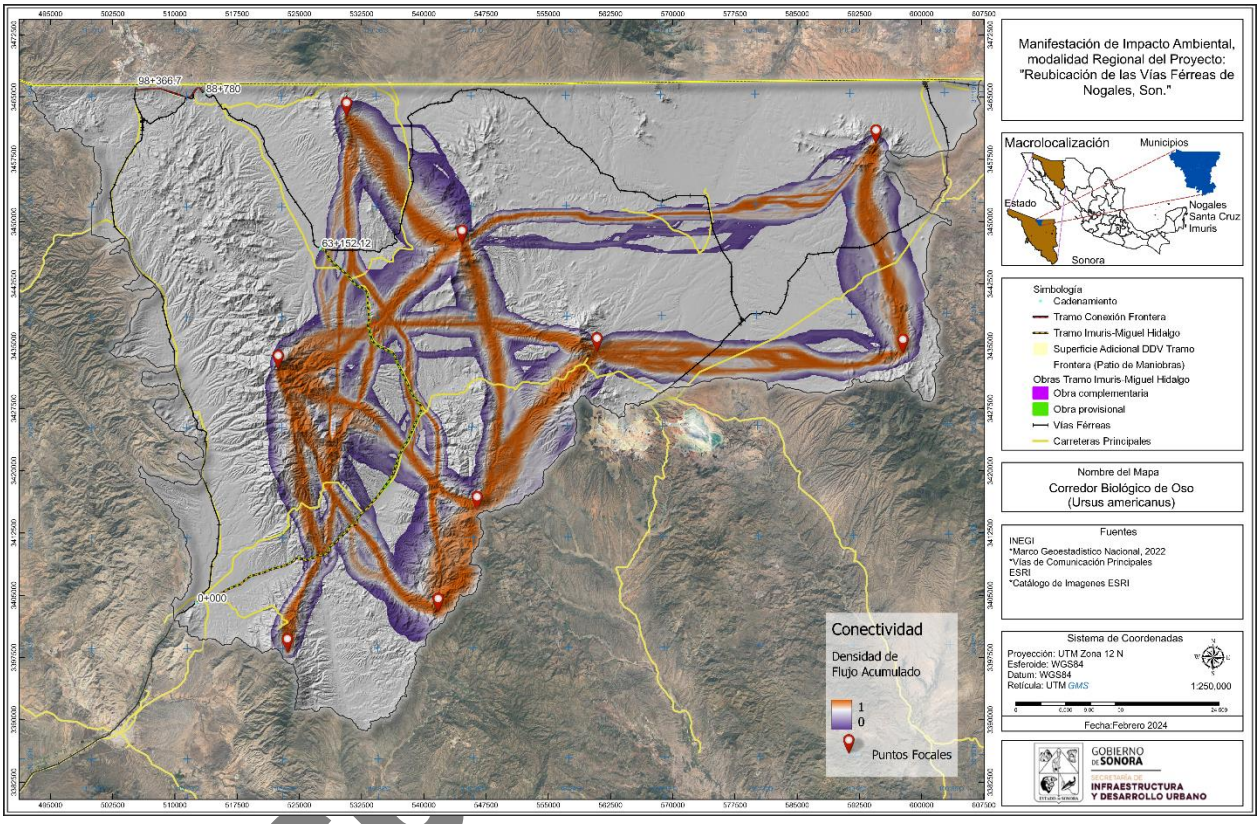
Mapa IV. 38. Ubicación del corredor de Islas de Cielo entre la Sierra Azul y Sierra Pinito con respecto al Área del Proyecto.

Cruces preferenciales de fauna

En el presente estudio se realizó la modelación de 4 especies de mamíferos consideradas como especies sombrilla (Oso Negro Americano, Ocelote, Jaguar y Puma) ya que requieren de grandes extensiones de tierra para subsistir de manera natural y funcionan como un canal para la

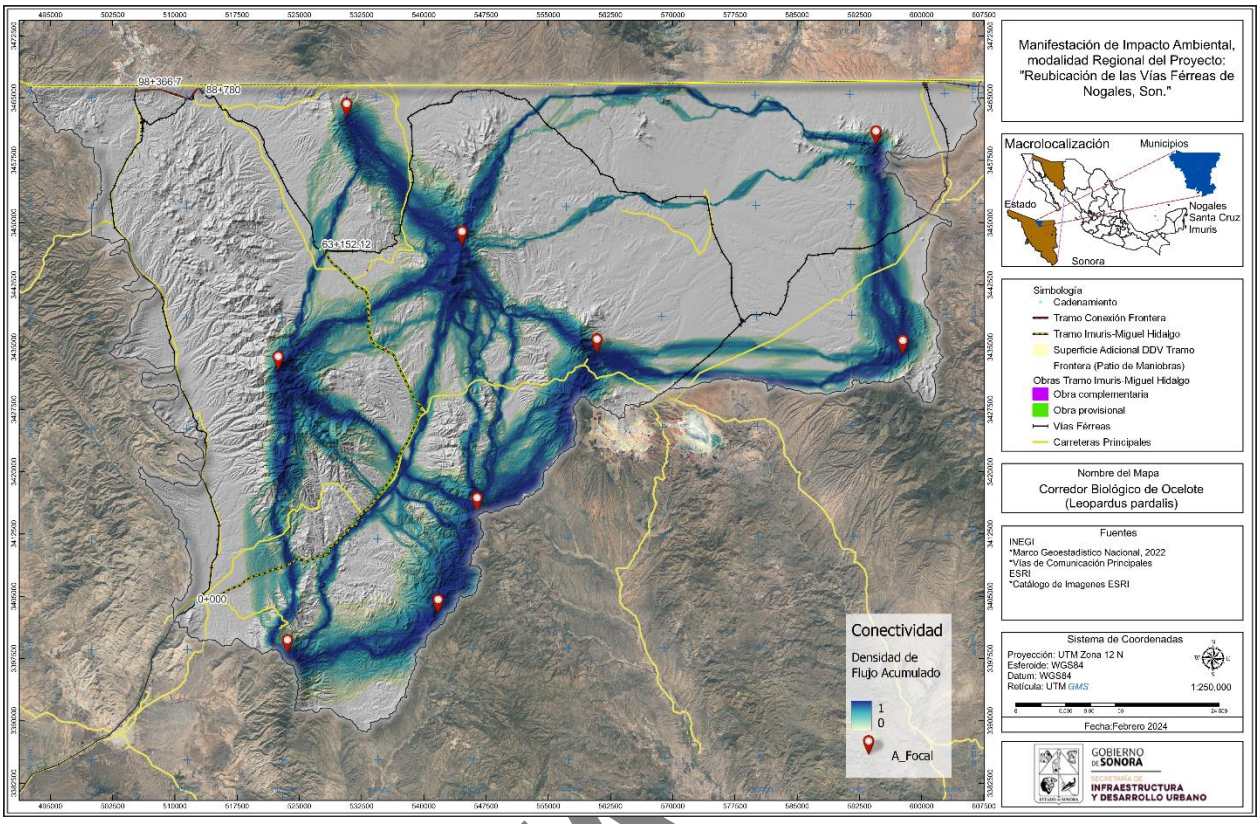
conservación de todo el ecosistema asociado, así como una de sus principales presas (Venado Cola Blanca). Ver siguiente tabla.

A continuación, se muestran los mapas de los cruces de cada una de estas especies modeladas dentro del Sistema Ambiental Regional delimitada para la presente MIA.



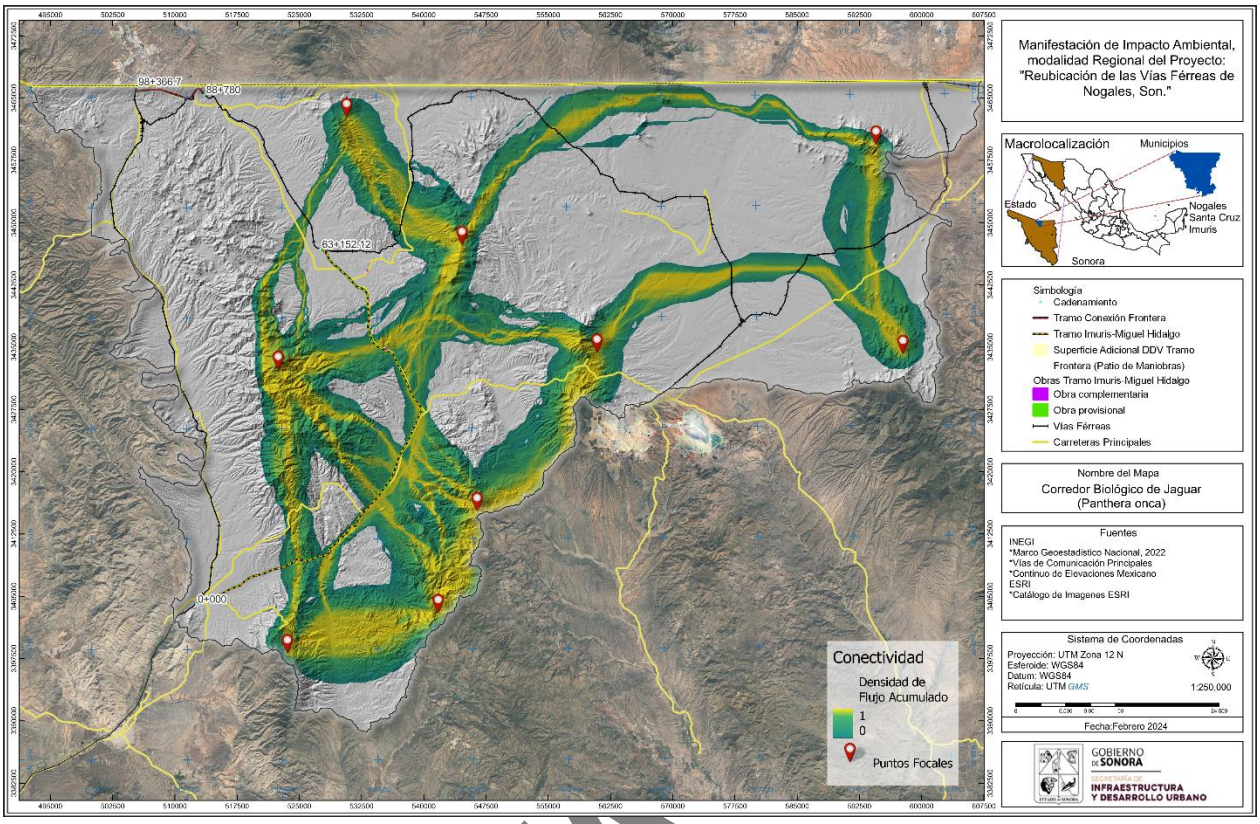
Mapa IV. 39. Corredores del Oso Negro Americano (*Ursus americanus*) identificados a nivel de SAR.

CONSULTA



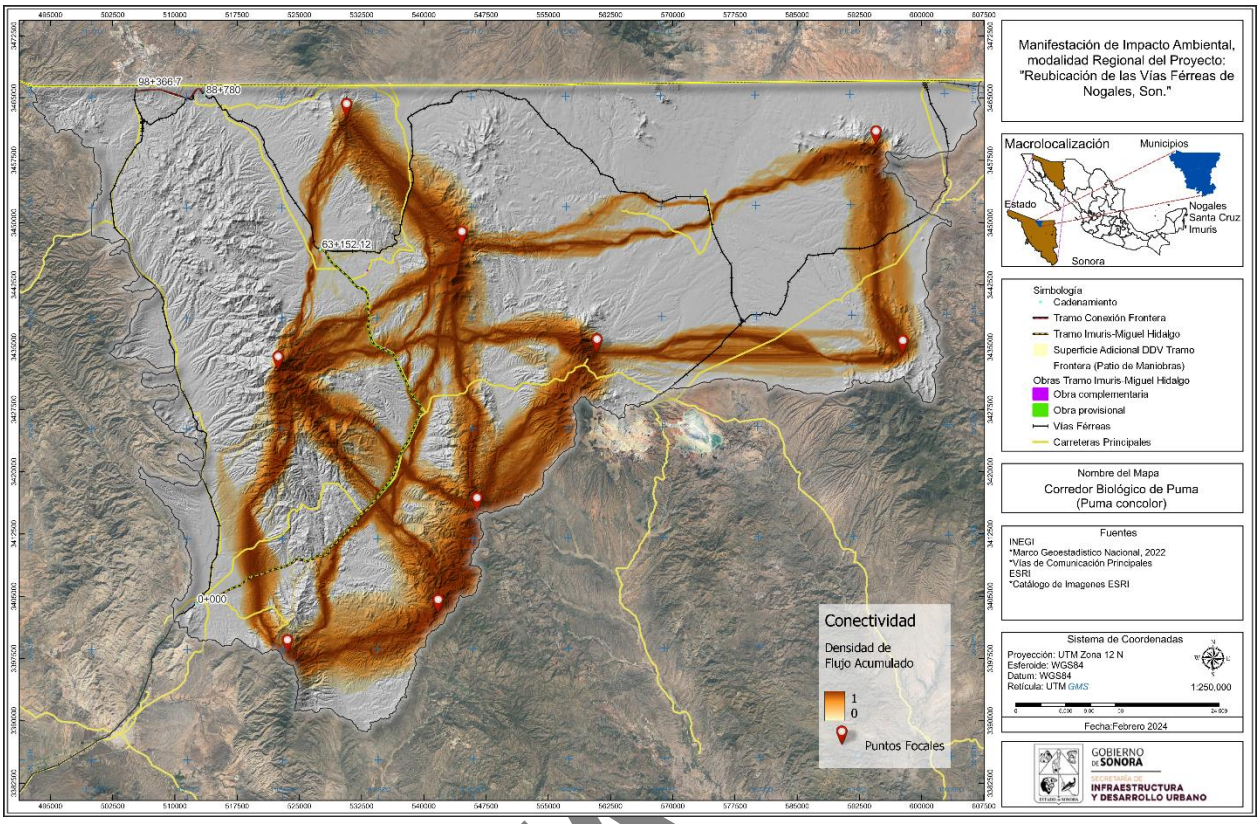
Mapa IV. 40. Corredores del Ocelote (*Leopardus pardalis*) identificados a nivel de SAR.

CONSULTA



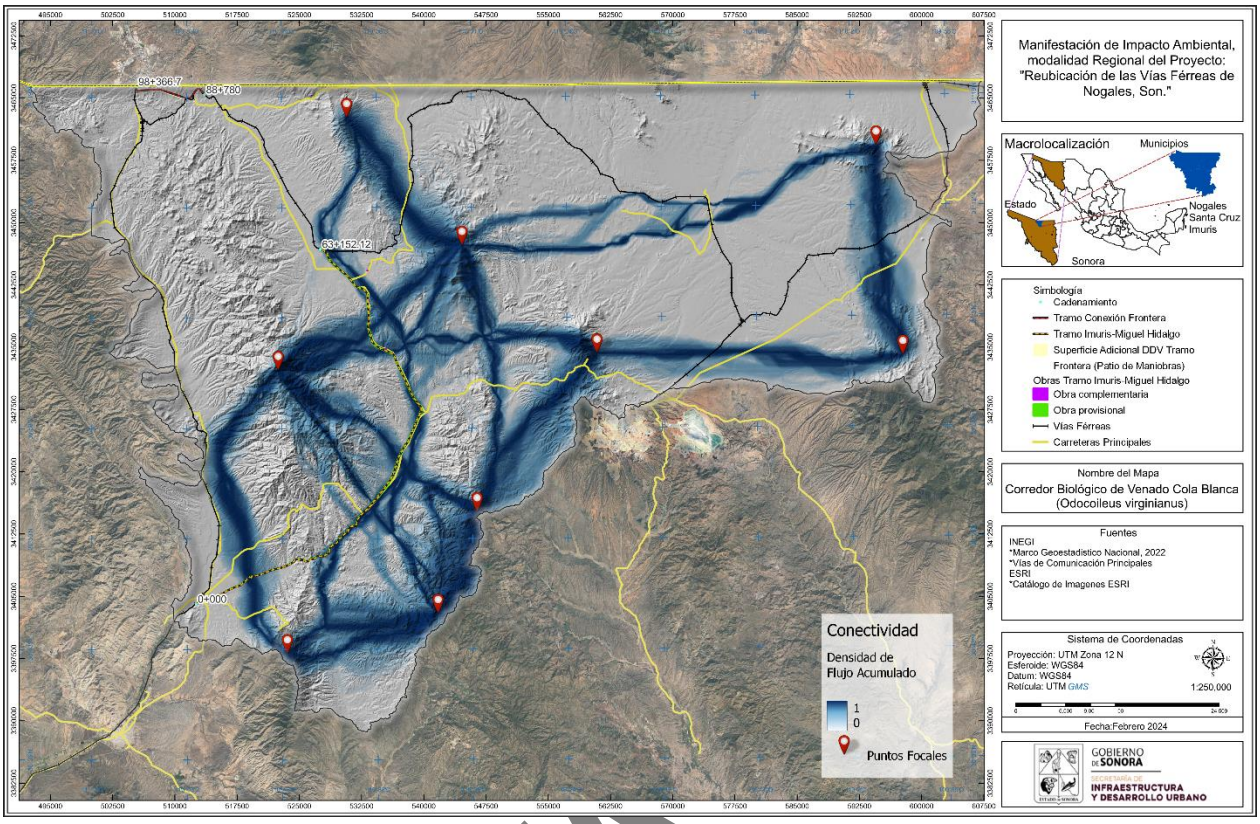
Mapa IV. 41. Corredores del Jaguar (*Phantera onca*) identificados a nivel de SAR.

CONSULTA



Mapa IV. 42. Corredores del Puma (*Puma concolor*) identificados a nivel de SAR.

CONSULTA



Mapa IV. 43. Corredores del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) identificados a nivel de SAR.

CONSULTA

Como se observa el Tren Nogales-Ímuris atravesará varios de estos cruces, impidiendo el flujo natural de las especies a través de las Islas de Cielo inmersas en una matriz del Desierto Sonorense.

IV.3.2.2.3 Distribución espacial de las especies de vertebrados (puntos de muestreo)

En los muestreos realizados en campo se registró un total de 124 especies de vertebrados silvestres, de las cuales 7 corresponden al grupo de los anfibios que se encuentran incluidas en 4 familias del Orden Anura; 26 de reptiles de 13 familias pertenecientes 2 ordenes; 64 especies de aves inmersas en 30 familias de 11 órdenes y 27 especies de mamíferos correspondientes a 14 familias agrupadas en 6 ordenes (Ver siguiente figura).

A nivel de SAR se registró un total de 81 especies de vertebrados silvestres de los cuales el grupo de los anfibios se vio representado por 6 especies de 3 familias del Orden Anura; los reptiles con 21 especies de 11 familias incluidas en 2 ordenes; para el grupo de las aves se registró la presencia de 34 especies correspondientes a 21 familias de 10 órdenes y para los mamíferos se reportaron 20 especies de 13 familias de 5 ordenes (Ver siguiente figura).

En el AI se evidenció la presencia de 100 especies de las cuales 7 corresponden a anfibios de 4 familias de un orden; 12 especies de reptiles inmersas en 8 familias de 2 ordenes; 58 de aves incluidas en 29 familias integradas en 12 órdenes y 23 especies de mamíferos de 13 familias de 5 ordenes (Ver siguiente figura).

Por último, en el AP se observaron 88 especies de vertebrados silvestres divididas en 7 especies de anfibios de 4 familias de un orden. Es importante señalar que estas especies se registraron en los límites del ecotono que se forma junto al río Cocóspera. Con respecto al grupo de los reptiles se registraron 9 especies de 6 familias de 2 órdenes, mientras que para el grupo de las aves se observaron 55 especies de 26 familias de 9 órdenes y 17 especies de mamíferos incluidas en 10 familias de 5 ordenes (Ver siguiente figura).

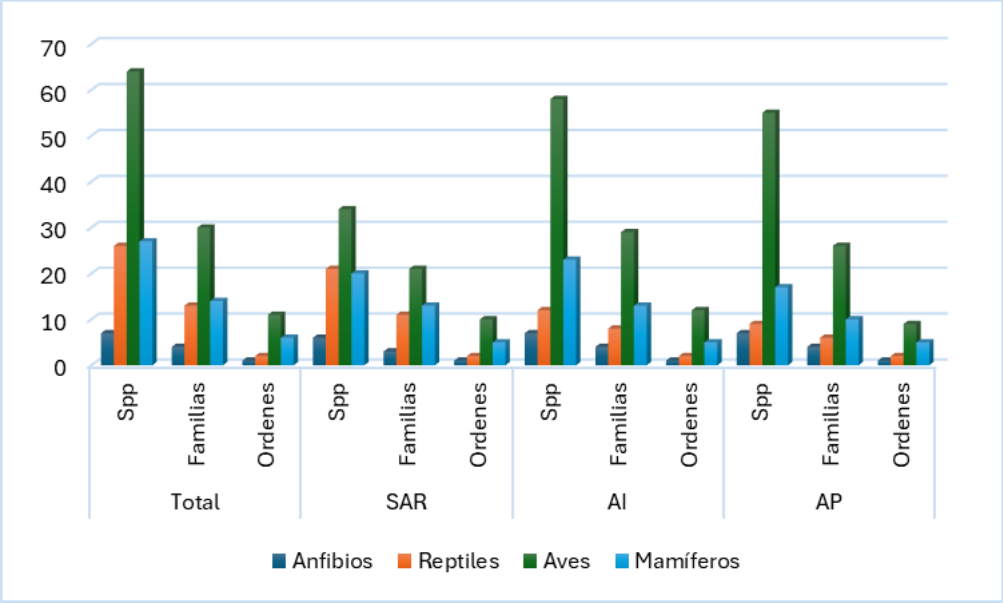


Figura IV. 32. Número de especies, familias y ordenes de vertebrados silvestres registrados en el AP, AI y SAR del Proyecto.

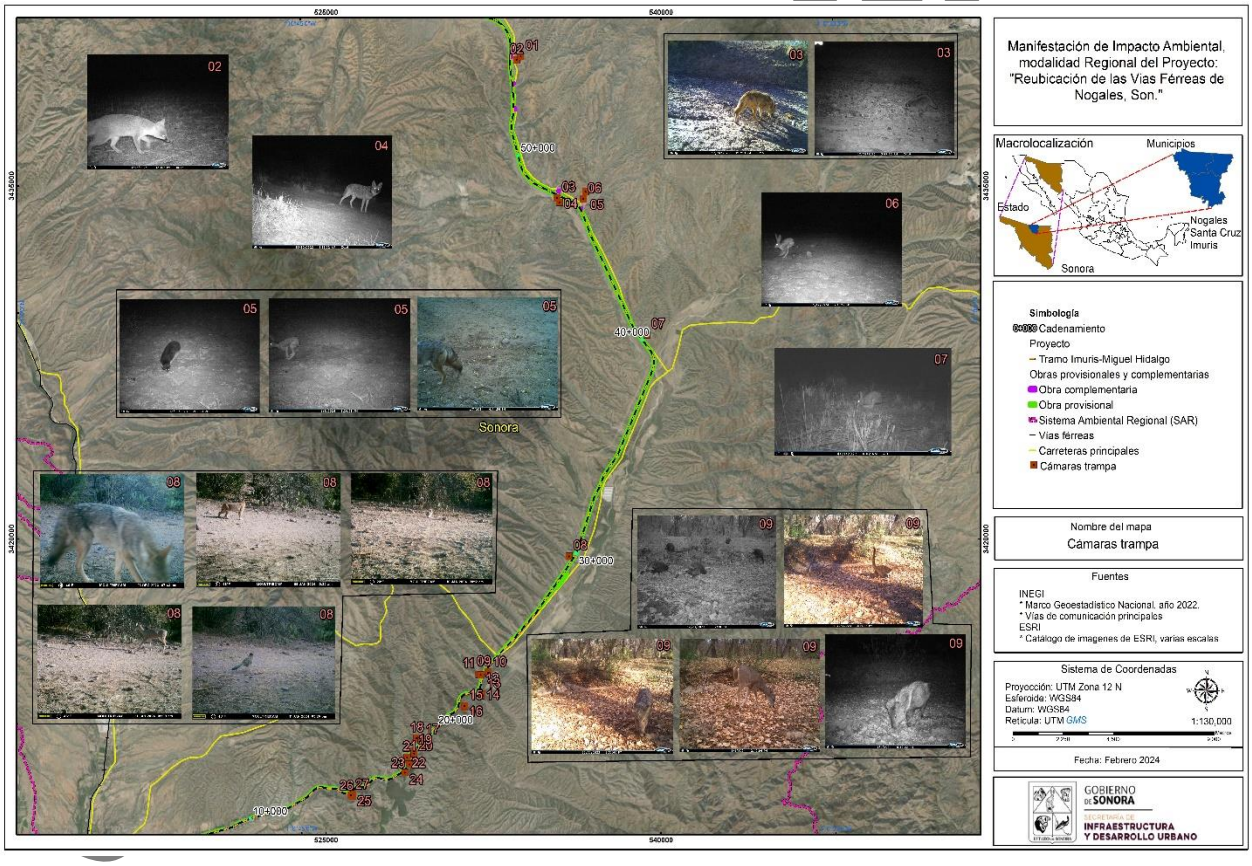
Con el uso de las cámaras trampa fue posible el registro de 14 especies (un aves y 13 mamíferos) entre ellas especies cripticas como el Puma y el Ocelote. Ver siguiente tabla y mapas.

Tabla IV. 101. Especies de fauna silvestre registradas a través de la activación de las cámaras trampa.

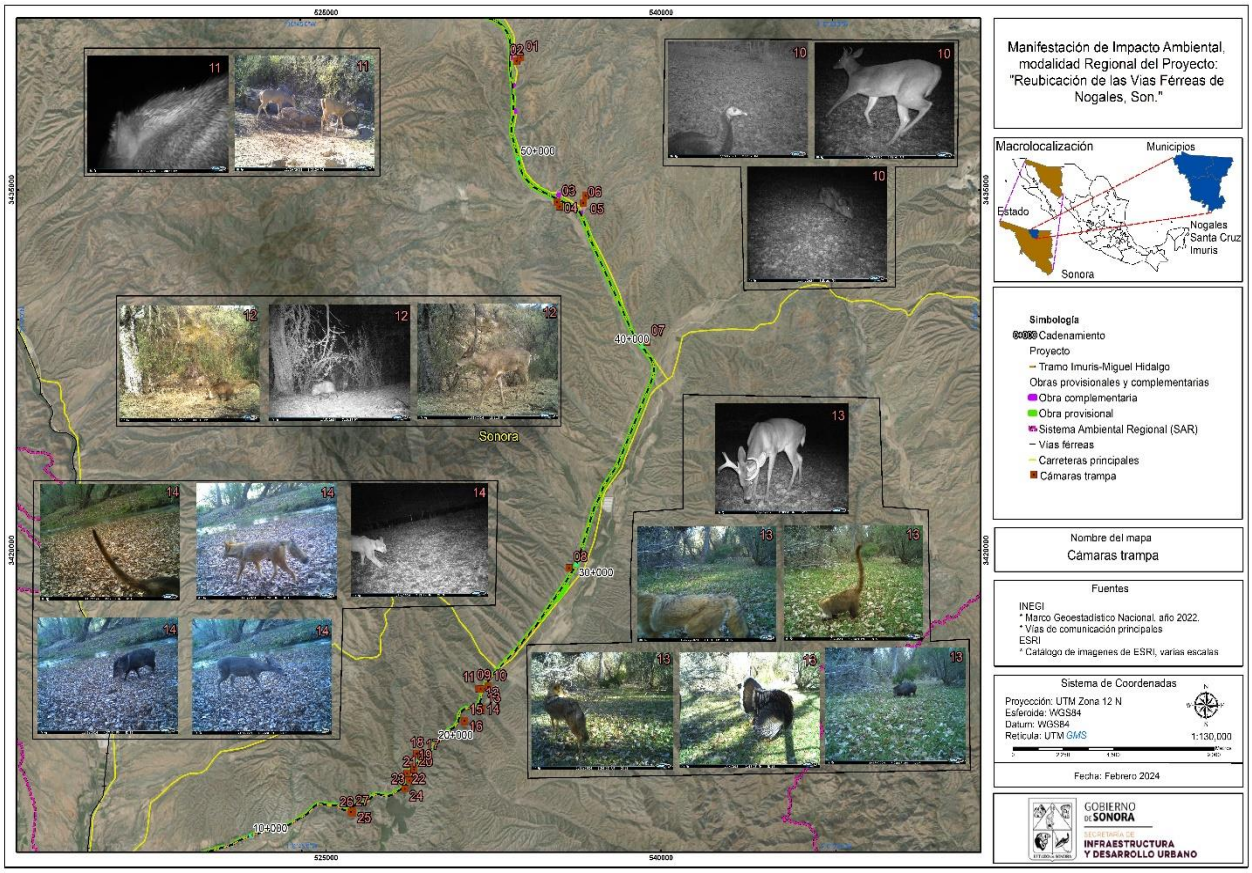
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Aves	Galliformes	Phasianidae	*Meleagris gallopavo*	Pavo Salvaje
Mammalia	Carnívora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris
			Canis latrans	Coyote
		Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
			Lynx rufus	Lince Americano
			Puma concolor	Puma
		Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de Espalda Blanca Norteño
			Mephitis mephitis	Zorrillo Listado Norteño
		Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle Norteño
			Procyon lotor	Mapache
			Nasua narica	Coatí
	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado Cola Blanca
		Tayassuidae	*Dicotyles angulatus*	Pecarí de Collar Norteño
	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus alleni*	Liebre Antílope
			Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto

RÚBRICA

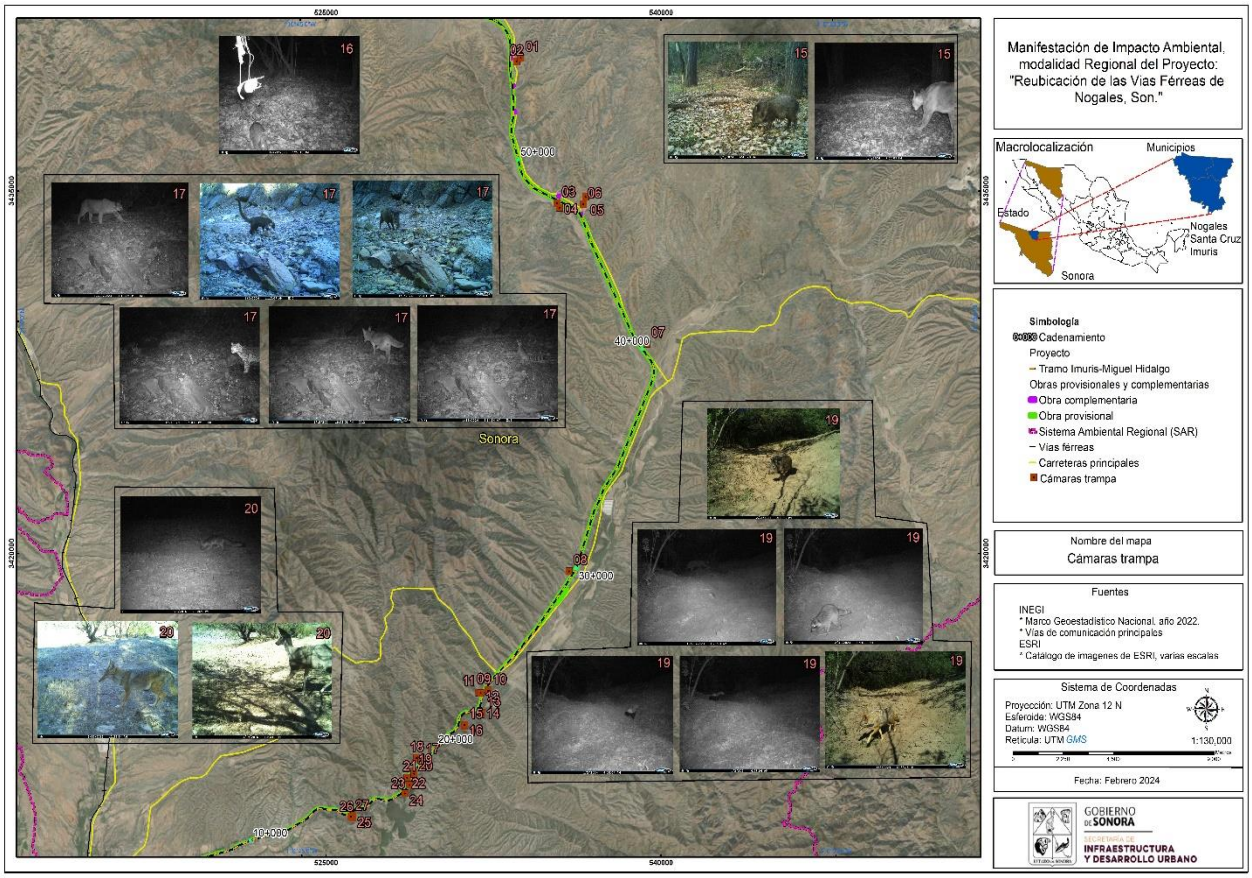


Mapa IV. 44. (A) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa.



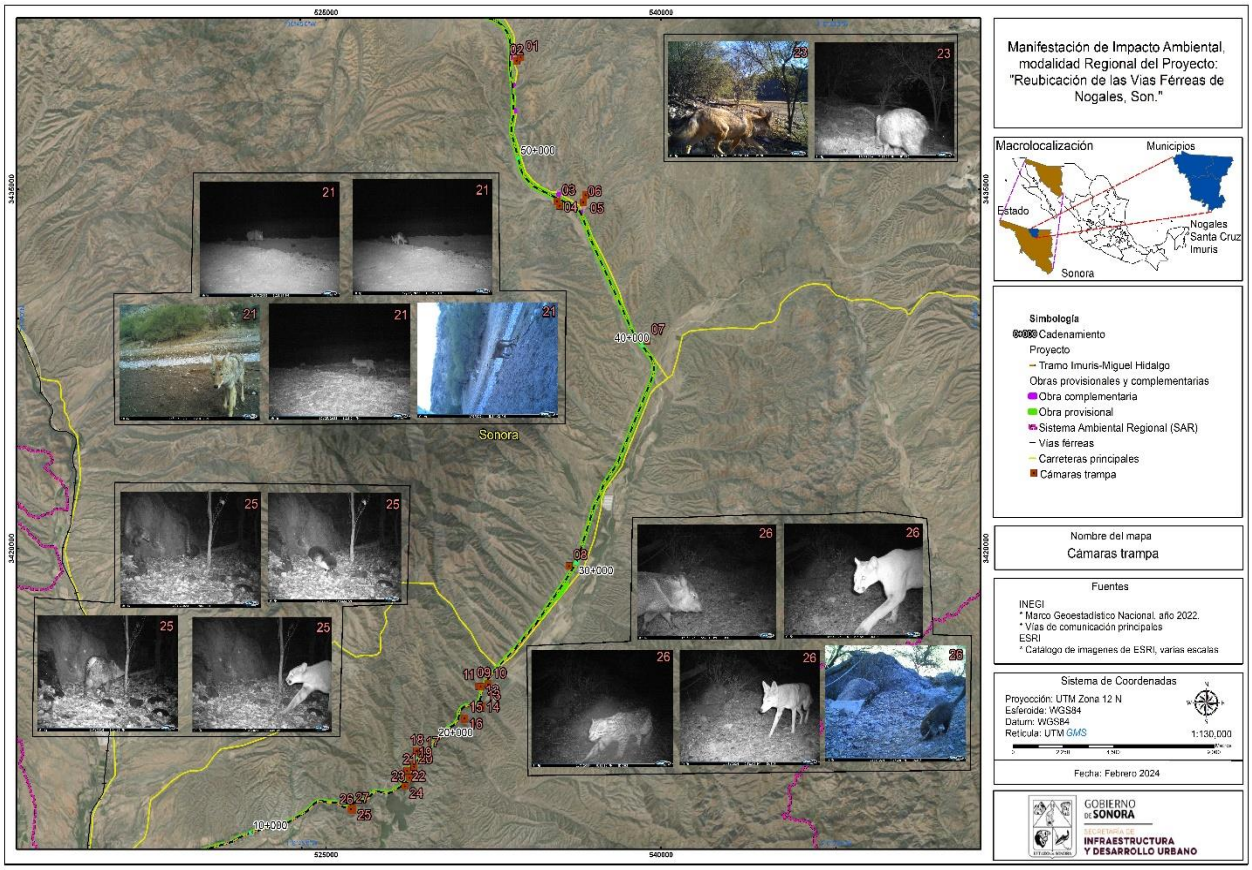
Mapa IV. 45. (B) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa.

CONSULTA



Mapa IV. 46. (C) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa.

CONSULTA



Mapa IV. 47. D) Especies de fauna silvestre registrada a través de las cámaras trampa.

Especies bajo algún estatus de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las 124 especies de vertebrados terrestres registradas en campo solo 20 están dentro de alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana 059 (2010). De estas, 2 especies son anfibios, 10 reptiles, 2 son aves y 6 mamíferos.

En los que concierne a la categoría de riesgo asignada a las diferentes especies de vertebrados, tenemos que 7 especies presentan Protección especial (Pr), 10 están consideradas como Amenazadas (A) y 3 en Peligro de Extinción (P). En la siguiente gráfica se pueden observar la fauna registrada por grupos faunísticos y la categoría que presenta según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONSULTA

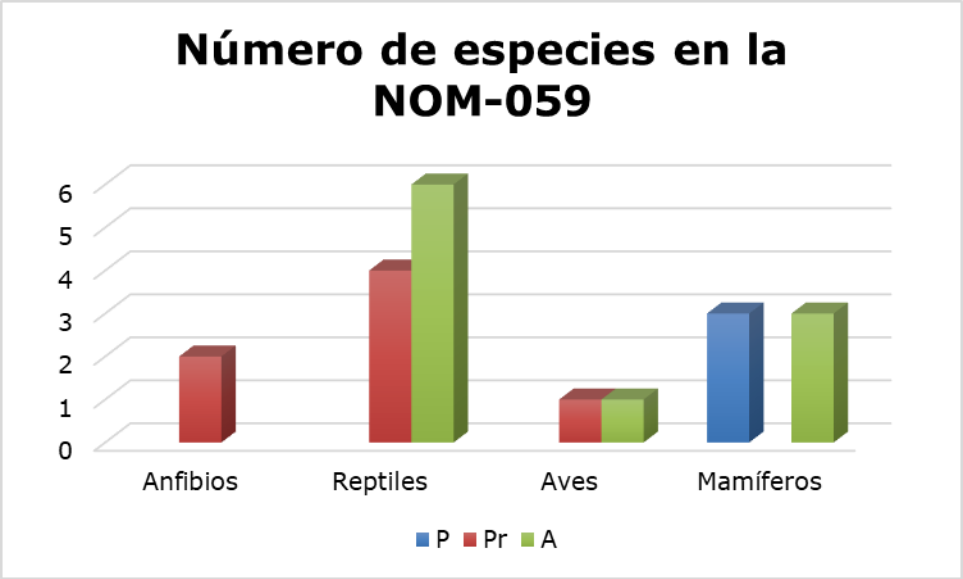


Figura IV. 33. Especies de vertebrados terrestres registradas durante los trabajos de campo catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, presentamos la distribución espacial de la fauna catalogada por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), considerando los puntos de muestreo donde fueron referidas a nivel de proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental Regional (SAR).

Tabla IV. 102. Distribución de las especies con algún tipo de estatus, a lo largo del Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental Regional (SAR).

Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	Superficie y número de transecto muestreado		
			AP	AI	SAR
Gastrophryne olivacea	Sapo Boca Angosta Oliváceo	Pr	AP1	AI20, AI22, AI24, AI25, AI26,	SAR1, SAR23, SAR24, SAR26
Rana yavapaiensis	Rana Leopardo de Yavapai	Pr	AP22	AI20, AI21, AI24, AI25	SAR11, SAR13, SAR14, SAR15, SAR16, SAR17, SAR18, SAR21
Gopherus agassizii	Tortuga del Desierto	A			SAR2, SAR5, SAR18, SAR21, SAR22
Elgaria kingii	Lagarto Escorpión de Arizona	Pr		AI20, AI21, AI24, AI25	
Coleonyx variegatus	Geco Bandeado del Noroeste	Pr		AI23	

CONSULTA PÚBLICA

Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	Superficie y número de transecto muestreado		
			AP	AI	SAR
Callisaurus draconoides	Lagartija Cachora	A		AI25	SAR4, SAR6, SAR14, SAR18, SAR21, SAR23
Heloderma suspectum	Monstruo de Gila	A		AI20	SAR7, SAR14, SAR15, SAR21, SAR24
Masticophis flagellum	Culebra Chirrionera Roja	A	AP5	AI6, AI10, AI12	SAR1, SAR9, SAR17, SAR23
Micruroides euryxanthus	Serpiente Coral de Sonora	A			SAR8 y SAR21
Thamnophis cyrtopsis	Culebra Lstonada Cuello Negro	A	AP28		
Crotalus pricei	Víbora de Cascabel Motas Gemelas	Pr			SAR7, SAR18 y SAR24
Crotalus molossus	Cascabel de Cola Negra	Pr	AP24, AP25	AI16, AI23	SAR
Anas diazi	Pato Mexicano	A	AP25	AI2, AI21, AI22, AI23, AI24	
Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	Pr	AP21, AP22, AP23, AP24	AI11, AI13, AI6, AI26	SAR6, SAR9, SAR12, SAR24
Notiosorex crawfordi	Musaraña Desértica Norteña	A		AI23	
Leopardus pardalis	Ocelote	P		AI23	
Phantera onca	Jaguar	P			SAR6 y SAR10
Taxidea taxus	Tlalcoyote	A			SAR20, SAR14, SAR23
Ursus americanus	Oso Negro Americano	P		AI6	SAR10
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	A	AP1, AP20, AP21, AP22, AP23, AP24	AI1, AI2, AI20	

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se describen las diferentes categorías de protección asignadas para cada especie de los diferentes grupos de vertebrados reportados a lo largo del trazo del proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional.

Protección especial (Pr): Sapo Boca angosta Oliváceo (Gastrophryne olivácea), Rana Leopardo de Yavapai (*Rana yavapaiensis*), Geco Banderado del Noreste (*Coleonyx variegatus*), Cascabel

de Cola Negra (*Crotalus molossus*), Víbora de Cascabel Motas Gemelas (*Crotalus pricei*) y Codorniz de Moctezuma (*Cytonyx montezumae*).

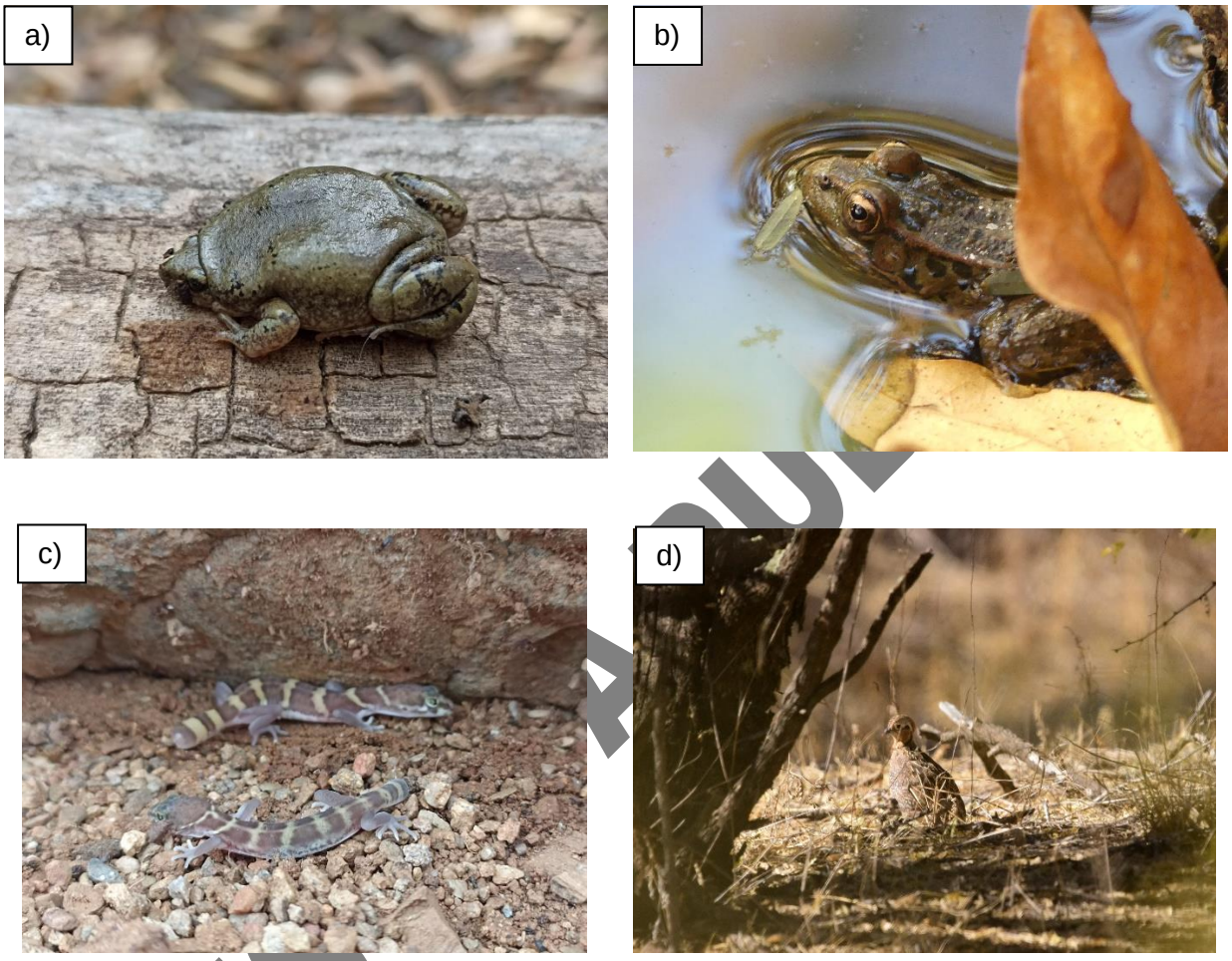


Foto 1. Especies bajo Protección especial observadas durante los trabajos de campo: a) Sapo Boca angosta Oliváceo (*Gastrophryne olivácea*), b) Rana Leopardo de Yavapai (*Rana yavapaiensis*), c) Geco Banderado del Noreste (*Coleonyx variegatus*) y d) Codorniz de Moctezuma (*Cytonyx montezumae*).

Amenazadas (A): Tortuga del desierto (*Gopherus agassazii*), Lagarto Escorpión de Arizona (*Elgaria* kingii), Largartija cachora (*Callisaurus* draconoides), Culebra Chirrionera Roja (*Masticophis flagellum*), Serpiente coral de Sonora (*Microuroides euryxanthus*), Culebra Listonada cuello negro (*Thamnophis cyrtopsis*), Pato Mexicano (*Anas diazi*), Musaraña Desértica Norteña (*Notiosorex crawfordi*) y Ardilla de Arizona (*Sciurus arizoniensis*).

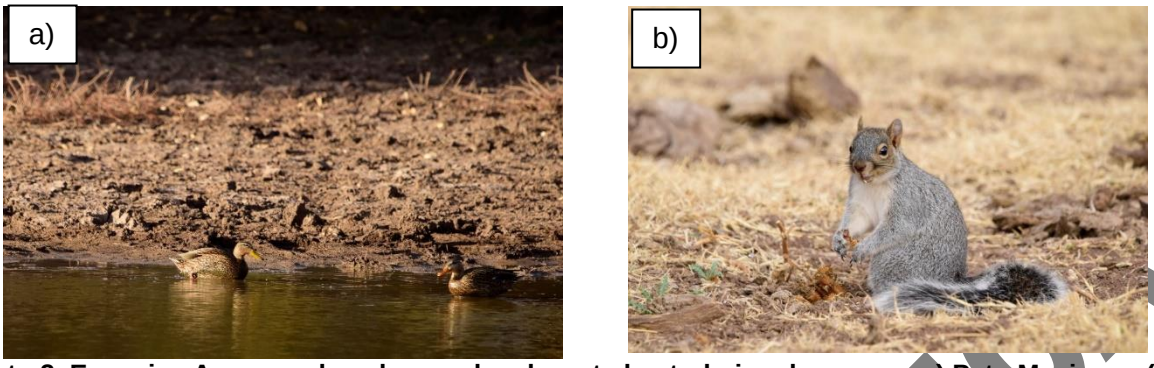


Foto 2. Especies Amenazadas observadas durante los trabajos de campo: a) Pato Mexicano (*Anas diazi*) y Ardilla de Arizona (*Sciurus arizoniensis*).

En Peligro de Extinción (P): Ocelote (*Leopardus pardalis*) y Oso Negro Americano (*Ursus americanus*).



Foto 3. Ocelote (*Leopardus pardalis*) especie observada en el Área del Proyecto catalogada como En Peligro de Extinción.

Especies Endémicas

De las 124 especies de vertebrados registradas durante los trabajos de campo, solo dos especies de herpetofauana resultaron endémicas, un anfibio: Sapo Sinaloense (*Inciliuis mazatlanensis)* y una reptil: Lagartija Negra de los Árboles (*Sceloporus lemosespinali).* El Sapo Sinaloense se registró en las tres áreas de muestreo del proyecto. Mientras que la lagartija negra de árboles, solo se registró para el SAR. En el caso de las aves, algunas especies se pueden ser semiendemicas o cuasi endémicas. En este sentido, se registraron en campo tres especies semiendémicas Gorrión Pálido (*Spizella pallida*); Papamoscas Bajacolita (*Empidonax wrightii*) y Tirano Chibiú (*tyrannus vociferans*). Por otro lado, se observaron 3 especies exóticas de las cuales fueron Tórtola turca (*Streptopelia decaocto*), Gorrión Domestico (*Passer domesticus*) y Estornino Pinto (*Sturnus vulgaris*). Ver siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 103. Distribución de las especies registradas en campo a nivel de AP, AI y SAR según su tipo de distribución.

Nombre Científico	Nombre común	Categoría	Superficie de muestreo		
			AP	AI	SAR
Incilius mazatlanensis	Sapo Sinaloense	Endémica	AP1	AI20, AI21, AI22, AI24, AI25, AI26	SAR21, SAR24 Y SAR26
Rana catesbeiana	Rana Toro	Exótica	AP22	AI20, AI21, AI24, AI25	SAR11, SAR13, SAR14, SAR15, SAR16, SAR17, SAR18 y SAR21
Sceloporus lemosespinali	Lagartija Negra de los Árboles	Endémica			SAR6, SAR7, SAR18, SAR20, SAR21, SAR25, SAR26 Y SAR 27
Streptopelia decaocto	Tórtola Turca	Exótica	AP14 y AP26	AI1, AI26, AI26, AI27, AI28	SAR25 y SAR27
Spizella pallida	Gorrión Pálido	Semiendémica	AP1, AP12, AP13	AI1 y AI16	
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	Exótica	AP14	AI28	SAR25
Sturnus vulgaris	Estornino Pinto	Exótica	AP21		SAR1
Empidonax wrightii	Papamoscas Bajacolita	Semiendémica	AP14	AI16, AI13 y AI27	
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	Semiendémica	AP1, AP2, AP15, AP20, AP21, AP28	AI1 y AI15	

CONSULTA PÚBLICA

Especies en Alguna Otra Categoría de Conservación

Además de la Leyes Mexicanas para la conservación de las especies, existen otras instituciones que han categorizado a las especies según su vulnerabilidad y otros criterios. A continuación, se presentan las especies registradas en campo que esta categorizadas en la IUCN (por sus siglas en inglés) que es un indicador critico de la salud de la biodiversidad del mundo (IUCN, 2023) y el CITES (por sus siglas en inglés) que es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos y tiene la finalidad de velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies (CITES, 2022).

Especies registradas en campo que están en el IUCN

De las 124 especies registradas en campo, solo ocho especies se listan en la IUCN. De estas, dos están bajo la categoría de Datos Insuficientes (DD): Ardilla de Arizona (*Sciurus arizonensis*) y la Lagartija Negra de los Árboles (*Sceloporus lemosespinali*). Mientras que, cuatro especies se encuentran bajo el estatus de Casi amenazado (NT): Tortuga Pecho Quebrado de Sonora (*Kinosternon sonoriense*), Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*), Verdugo Americano (*Lanius ludovicianus*) y Jaguar (*Phantera onca*). Una sola especie se encuentra bajo la categoría En Peligro Crítico (CR), esta fue la tortuga del Desierto (*Gopherus agassizii*). Por último, el resto de las especies, es decir, 115 especies están bajo la categoría Preocupación menor (LC). Ver siguiente tabla.

Tabla IV. 104. Especies de vertebrados registrados en campo que se encuentran en alguna categoría de conservación de acuerdo la IUCN.

Nombre Científico	Nombre común	Categoría de la IUCN			
		DD	NT	EN	CR
Kinosternon sonoriense	Tortuga Pecho Quebrado de Sonora		×		
Gopherus agassizii	Tortuga del Desierto				×
Sceloporus lemosespinali	Lagartija Negra de los Árboles	×			
Heloderma suspectum	Monstruo de Gila		×		
Anas diazi	Pato Mexicano			×	
Lanius ludovicianus	Verdugo Americano		×		
Phantera onca	Jaguar		×		
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	×			

Especies registradas en campo que están en el CITES

De las 124 especies registradas en campo, solo ocho especies se tuvieron una categoría basada en el reglamento del CITES. De estas, tres son reptiles y el resto (5) pertenece al grupo de los mamíferos. Ver siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. Especies de vertebrados registrados en campo que se encuentran en alguna categoría de conservación de acuerdo con la CITES.

Nombre Científico	Nombre común	Categoría del CITES		
		Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Kinosternon sonoriense	Tortuga Pecho Quebrado		×	
Heloderma suspectum	Lagartija cornuda Real		×	
Phrynosoma solare	Monstruo de Gila		×	
Leopardus pardalis	Ocelote	×		
Lynx rufus	Lince Americano		×	
Puma concolor	Puma		×	
Ursus americanus	Oso Negro Americano		×	
Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño		×	
Nasua narica	Coatí			×

Categorización de abundancia de especies

En el caso de los anfibios y reptiles se realizaron estimaciones de la abundancia utilizando las siguientes categorías de acuerdo con Lazcano-Barrero, *et al*. (1992):

- 1 a 2 individuos = Rara
- 3 a 10 individuos = Común
- más de 10 individuos = Abundante

A nivel de SAR se registraron 4 especies de reptiles catalogadas como Raras, 2 anfibios y 13 reptiles consideradas como Comunes y 4 especies de anfibios y 4 de reptiles estimadas como Abundantes. En el AI se reportó la presencia de 19 especies de herpetofauna de las cuales 6 fueron Raras (2 anfibios y 4 reptiles), 7 Comunes (un anfibios y 6 reptiles) y 11 especies Abundantes (4 anfibios y 7 reptiles). Con lo que respecta al AP se tiene que se evidenció la presencia de 13 especies Raras (5 anfibios y 8 reptiles), 2 especies de anfibios y una de reptil referidas como Comunes. Ver siguiente figura.

CONSULTA PÚBLICA

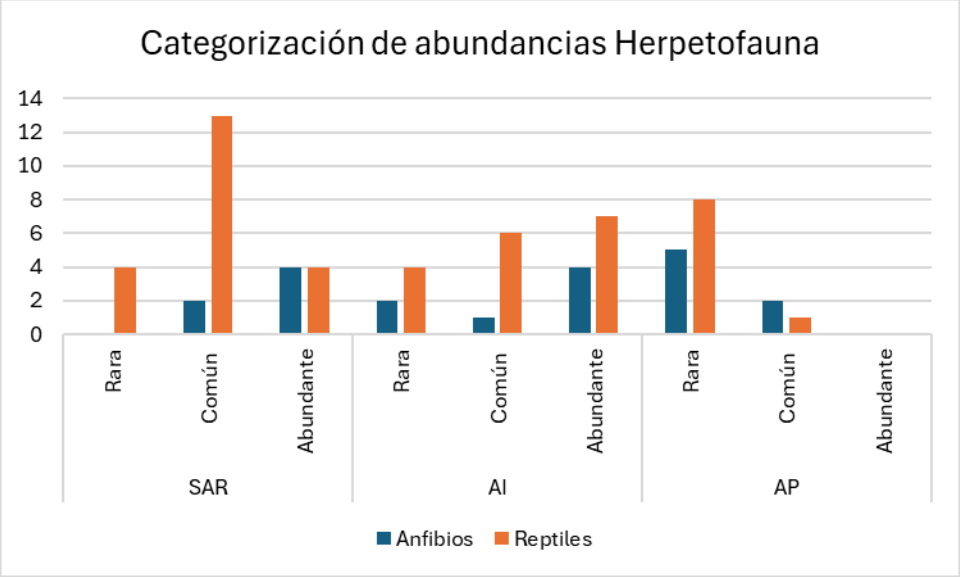


Figura IV. 34. Categorización de las abundancias para el grupo de la herpetofauna a nivel de SAR, AI y AP.

La categorización de la abundancia de cada especie de ave se realizó siguiendo la propuesta de Miranda-González, *et al*. (2011):

- 100 a más organismos = Abundante extrema
- de 41 a 99 = Muy abundante
- de 16 a 40 = Abundante
- de 6 a 15 = Común
- de 3 a 5 = Rara
- de 1 a 2 = Muy rara

A partir de esta categorización se identificaron 5 especies catalogadas como Muy raras, 2 Raras, 9 Comunes, 13 Abundantes y 5 Muy abundantes a nivel de SAR. Para el AI se registraron 14 especies Muy raras, 13 Raras, 24 comunes, y 7 especies Abundantes. En el caso concreto del AP se obtuvo un total de 55 especies de aves, de las cuales 16 fueron Muy raras, 10 Raras, 17 Comunes, 10 Abundantes y 2 Muy abundantes. Ver siguiente Figura.

CONSULTA PÚBLICA

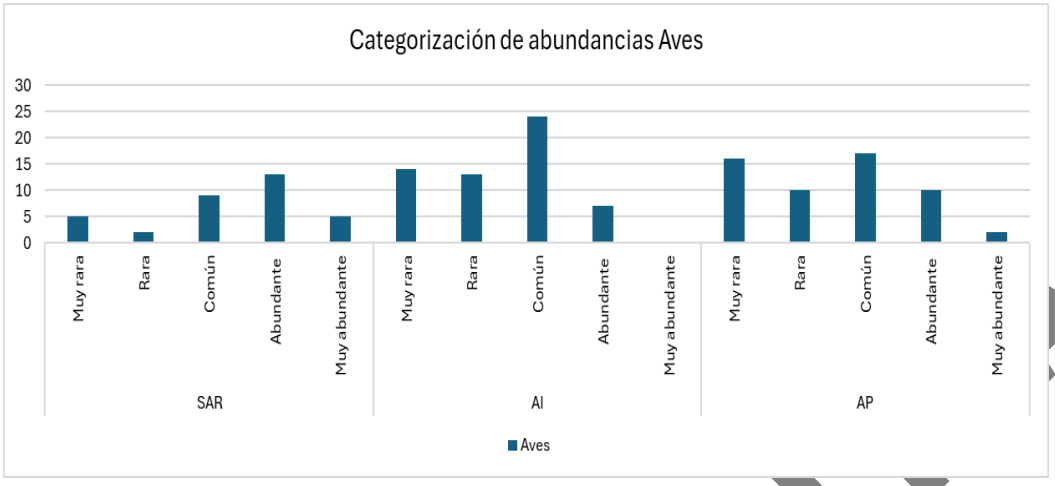


Figura IV. 35. Categorización de las abundancias para el grupo de las aves a nivel de SAR, AI y AP.

En el caso específico de los mamíferos se tiene que, de acuerdo con Pacheco, *et al*. (2006) las especies son:

- Abundantes cuando se obtienen 11 o más registros
- Comunes con 7 a 10 registros y
- Raras cuando se tienen 6 o menos registros.

A lo largo de los transectos de muestreo que se registraron a nivel de SAR 9 especies de mamíferos Raras, una Común y 10 abundantes. En el AI se reportaron 13 especies Raras, 3 Comunes y 7 Abundantes. Por último, en el AP se reconocieron 7 especies Raras, 2 Comunes y 8 Abundantes. Ver siguiente Figura.

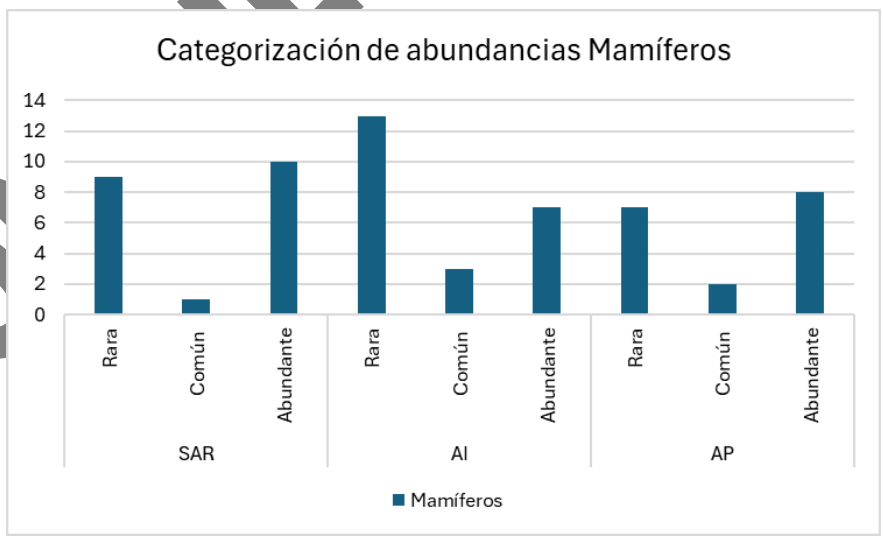


Figura IV. 36. Categorización de las abundancias para el grupo de los mamíferos a nivel de SAR, AI y AP.

CONSULTA PÚBLICA

Para más detalle de las categorías de abundancias ver el Anexo IV.02 correspondiente a la base de datos.

Diversidad Faunística por Superficie de Muestreo

Como se observa en la siguiente tabla, se tiene que la zona considerada como SAR tiene una diversidad de Shannon igual a 4.39, mientras que el AI presenta un valor de 4.18 y el AP una diversidad de 4.48, estos valores reflejan que la zona de estudio en general presenta una alta diversidad faunística (H total= 4.23), lo cual se corrobora con el índice de diversidad de Margalef en donde el SAR tiene una diversidad de 10.92, el AI presenta una valor de 14.84, el AP con un valor de 12.91 y en conjunto se obtuvo una diversidad total de 15.27.

El AI fue la superficie que presentó la mayor diversidad faunística y esto obedece en gran medida a que en esta superficie se realizaron los muestreos a lo largo del río Cocóspera el cuál es un oasis en medio del desierto en donde muchas especies se agrupan como es el caso de los venados, cotíes, pecaríes, etc. y sirve de corredor biológico para especies como el Puma y el Ocelote.

Con respecto a la equitatividad de las especies se observa que en el AI fue la superficie en donde existe una mayor proporción de especies igualmente abundantes (J= 0.91), seguido por el SAR (J= 0.88), y el AP (J= 0.87).

Tabla 5. Número de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad para la superficie muestreada a nivel de SAR, AI y AP.

Superficie	Especies /individuos	(H´)	(H máx)	Margalef	Índice de Similitud (J)
SAR	81 / 1518	3.89	4.39	10.92	0.88
AI	100 / 789	4.18	4.61	14.84	0.91
AP	88 / 845	3.90	4.48	12.91	0.87
Total	124 / 3152	4.23	4.82	15.27	0.88

A continuación, se presenta una comparativa de la diversidad obtenida para los diferentes grupos faunísticos registrados en los muestreos a nivel de SAR, AI y AP.

El grupo de los anfibios fue el que presentó una menor representativa en las tres superficies de muestreo. En el caso del SAR la diversidad obtenida a partir de los índices de Shannon y Margalef fue de H´= 1.51 y D mg = 0.92, mientras que en el AI los valores calculados fueron de H´= 1.73 y D mg = 1.44 y en el AP de H´= 1.82 y D mg = 2.41. Todos estos valores reflejan una baja diversidad faunística.

Con respecto a los reptiles se obtuvo para el SAR una diversidad de H´= 2.58 y D mg = 3.83, siendo el segundo taxa mejor representado en esta superficie. Para el AI y AP este grupo ocupó el tercer lugar de representatividad y obtuvo valores de diversidad para el AI de H´= 2.22 y D mg = 2.91 y de H´= 1.99 y D mg = 2.95 para el AP. Estos valores reflejan una diversidad moderada con tendencia a una diversidad baja. Es importante señalar que probablemente esta diversidad

CONSULTA PÚBLICA

se deba a la temporada en que se realizaron los muestreos ya que en la época de lluvias es cuando existe una explosión demográfica de anfibios y reptiles que buscan aparearse y salen de sus refugios.

Por último, los mamíferos ocuparon el tercer grupo mejor representado en el SAR y el segundo taxa con la mayor diversidad en el AI y AP. Para el SAR se calculó una diversidad moderada con valores para el índice de Shannon de 2.36 y para el índice de Margalef de 3.15. Para el AI y AP este grupo representó el segundo lugar en cuanto a diversidad se refiere, cuyos valores reflejan una diversidad moderada (AI, H´= 2.22 y D mg = 2.91 y AP, H´= 2.46 y D mg = 3.00).

Como se evidencia en la siguiente tabla, las aves fueron el grupo que mejor representado estuvo en todas las superficies de muestreo. A nivel de SAR obtuvo una diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Wiever y Margalef de H= 3.19 y D mg = 5.06, mientras que en el AI la diversidad fue de H´= 3.68 y D mg = 9.33 y en el AP se obtuvo una diversidad de = 3.49 y D mg = 8.42. Todos estos valores reflejan una alta diversidad.

En general la diversidad registrada en el AI fue ligeramente mayor que a nivel de AP y SAR debido a que muchos de los transectos de muestreo se realizaron a lo largo del río Cocóspera.

Tabla IV. 105. Número de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad para los diferentes grupos de vertebrados silvestres muestreados a nivel de SAR, AI y AP.

Superficie	Taxa	Especies /individuos	(H´)	(H máx)	Margalef	Índice de Similitud (J)
SAR	Anfibios	6 / 233	1.51	1.79	0.92	0.84
	Reptiles	21 / 185	2.58	3.04	3.83	0.85
	Aves	34 / 682	3.19	3.53	5.06	0.90
	Mamíferos	20 / 418	2.36	3.00	3.15	0.79
AI	Anfibios	7 / 65	1.73	1.95	1.44	0.89
	Reptiles	12 / 44	2.22	2.48	2.91	0.89
	Aves	58 / 451	3.68	4.06	9.33	0.91
	Mamíferos	23 / 229	2.62	3.14	4.05	0.84
AP	Anfibios	7 / 12	1.82	1.95	2.41	0.94
	Reptiles	9 / 15	1.99	2.20	2.95	0.90
	Aves	55 / 611	3.49	4.01	8.42	0.87
	Mamíferos	17 / 207	2.46	2.83	3.00	0.87

CONSULTA PÚBLICA

Las especies registradas en todas las superficies muestreadas en el presente estudio mostraron un alto grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia.

En el SAR el 84% de las especies de anfibios presentaron abundancias similares en donde la Rana Leopardo de Yavapai (*Rana yavapaiensis*) y el Sapo de Espuela (*Scaphiopus couchii*), fueron las especies más comunes con 72 y 76 especies observadas respectivamente. Los reptiles presentaron una equitatividad del 85% en donde el Huico Texano (*Aspidoscelis gularis*) y la Lagartija Espinosa del Noroeste (*Sceloporus clarkii*) fueron las especies más comunes con 48 y

29 registros. En el grupo de las aves se presentó una equitatividad entre especies del 90% en donde el Cardenal Rojo (*Cardinalis cardinalis*), el Carpintero del Desierto (*Melanerpes uropygialis*) y la Tortolita Pico Rojo (*Columbina passerina*) fueron las especies más abundantes con 60, 54 y 53 ejemplares observados. En el caso de los mamíferos las especies mejor representadas fueron el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) y el Pecarí de Collar Norteño (*Dicotyles angulatus*) cono 101 y 87 reportes.

En el AI se tiene que el 89% de las especies de anfibios y reptiles presentaron una uniformidad en sus abundancias, siendo el Sapo Boca Angosta Oliváceo (*Gastrophryne olivacea*) y el Sapo de Manchas Rojas (*Anaxyrus punctatus*) especies raras y la Lagartija Espinosa del Noroeste (*Sceloporus clarkii*) como la especie más común con 1, 2 y 10 ejemplares registrados en los muestreos respectivamente.

Las aves presentaron un valor del índice de Pielou de J= 0.91 en donde las especies más comunes en los muestreos fueron el Baloncillo (*Auriparus flaviceps*), el Cuervo Común (*Corvus corax*) y el Rascador Viejita (*Melozone fusca*) con 30, 60 y 28 registros.

En lo que respecta a los mamíferos se tiene que el índice de Pielou fue de J= 0.84, siendo las especies más abundantes el Pecarí de Collar Norteño (*Dicotyles angulatus*) y el Conejo del Desierto (*Sylvilagus audubonii*) las especies mayormente observadas en esta superficie con 36 y 34 observaciones respectivamente.

Por último, en el AP se calculó un índice de equitatividad de 0.94 para el grupo de los anfibios en donde el Sapo de Espuela (*Scaphiopus couchii*) y la Rana Toro (*Rana catesbeiana*) fueron las especies más comunes con 3 registros cada una.

Los reptiles también presentaron una alta equitatividad entre las especies (J= 0.90), siendo la Lagartija Espinosa del Noroeste (*Sceloporus clarkii*) la especie más común con 5 observaciones.

Las especies de aves más comunes en el área del Proyecto fueron el Gorrión Corona Blanca (*Zonotrichia leucophrys*) y el Zacatonero Garganta Negra (*Amphispiza bilineata*) con 49 y 45 registros respectivamente.

En el caso específico de los mamíferos se tiene que en el AP se presentó una equitatividad del 87% en donde las especies más comunes fue el Conejo del Desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 46 registros.

Diversidad Faunística por Tipo de Vegetación

Agricultura de riego anual y semipermanente

Para este tipo de USV se registró una riqueza de 22 especies de las cuales una corresponde al grupo de los anfibios, 4 a los reptiles pertenecientes a dos familias de un Orden, 12 de aves de 11 familias inmersas en 8 órdenes y 5 de mamíferos de 3 familias de 3 órdenes.

Se acuerdo con el índice de Shannon se tiene que este tipo de vegetación presenta una diversidad moderada (H= 2.69), no obstante, de acuerdo con el índice de Margales este tipo de vegetación presentó una diversidad considerada como alta (Dmg= 5.40). La especie mejor

CONSULTA PÚBLICA

representada fue la Codorniz de Gambel (*Callipepla gambelii*) con 13 reportes, en donde la equitatividad de las especies fue del 87%.

Tabla IV. 106. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el tipo de vegetación de Agricultura de riego anual y semipermanente a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Rana catesbeiana	Rana Toro	3	0.0612	-2.7932	-0.1710
Kinosternon sonoriense	Tortuga Pecho Quebrado de Sonora	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Urosaurus ornatus	Lagartija Arbolera Común	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Aspidoscelis gularis	Huico Texano	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Thamnophis cyrtopsis	Culebra Lstonada Cuello Negro	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Spatula clypeata	Pato Cucharón Norteño	2	0.0408	-3.1987	-0.1306
Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	2	0.0408	-3.1987	-0.1306
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Callipepla gambelii	Codorniz de Gambel	13	0.2653	-1.3269	-0.3520
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	2	0.0408	-3.1987	-0.1306
Melozone fusca	Rascador Viejita	3	0.0612	-2.7932	-0.1710
Spizella breweri	Gorrión de Brewer	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	3	0.0612	-2.7932	-0.1710
Ardea alba	Garza Blanca	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Melanerpes uropygialis	Carpintero del Desierto	5	0.1020	-2.2824	-0.2329
Didelphis virginiana	Tlacuache Norteño	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Procyon lotor	Mapache	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
Lepus alleni	Liebre Antílope	3	0.0612	-2.7932	-0.1710
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	1	0.0204	-3.8918	-0.0794
		N=49		**H=**	**2.69**
		S=22		**Hmáx=**	**30.9**
				J=	**0.87**
				Dmg=	**5.40**

CONSULTA PÚBLICA

Matorral desértico micrófilo

Para el matorral desértico micrófilo se calculó una diversidad considerada como alta de acuerdo con los índices de Shannon (H=3.29) y Margalef (Dmg=7.45), en donde existió una alta equitatividad de las especies del 95%.

En este tipo de vegetación se obtuvo una riqueza de 32 especies que corresponden a 2 especies de reptiles de 2 familias del Orden Squamata, 21 especies de aves incluidas en 15 familias de 7 órdenes.

Tabla IV. 107. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Matorral desértico micrófilo a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Salvadora deserticola	Culebra Chata del Desierto	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Crotalus molossus	Cascabel de Cola Negra	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Anas diazi	Pato Mexicano	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
Zenaida macroura	Huilota Común	5	0.0781	-2.5494	-0.1992
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Cardinalis sinuatus	Cardenal Desértico	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Corvus corax	Cuervo Común	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Anthus rubescens	Bisbita Norteamericana	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	7	0.1094	-2.2130	-0.2420
Melozone aberti	Rascador Enmascarado	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Melozone fusca	Rascador Viejita	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Spizella breweri	Gorrión de Brewer	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Zonotrichia leucophrys	Gorrión Corona Blanca	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Polioptila melanura	Perlita del Desierto	4	0.0625	-2.7726	-0.1733
Auriparus flaviceps	Baloncillo	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Sayornis nigricans	Papamoscas Negro	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Vireo huttoni	Vireo Reyezuelo	3	0.0469	-3.0603	-0.1435
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Melanerpes uropygialis	Carpintero del Desierto	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Sphyrapicus nuchalis	Carpintero Nuca Roja	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Canis latrans	Coyote	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Lynx rufus	Lince Americano	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Mephitis macroura	Zorrillo Listado Sureño	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Procyon lotor	Mapache	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	1	0.0156	-4.1589	-0.0650
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	2	0.0313	-3.4657	-0.1083
		N=64		**H=**	**3.29**
		S=32		**Hmáx=**	**3.47**
				J=	**0.95**
				Dmg=	**7.45**

CONSULTA PÚBLICA

Pastizal natural

Este tipo de vegetación fue el que presentó el valor más alto de diversidad (H= 3.61; Dmg= 8.85), habiendo un alto porcentaje de equitatividad entre las especies muestreadas (J=0.95). En este mismo orden de ideas se tiene que esta superficie presentó también una alta riqueza de especies (44), en donde se observó el registro de 2 especies de anfibios representadas por 2 familias del

Orden Anura, 2 especies de reptiles inmersas en dos familias del Orden Squamata, 28 de aves que se integran en 14 familias de 5 órdenes y 12 especies de mamíferos de 9 familias de 4 órdenes.

Tabla IV. 108. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Pastizal natural a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Gastrophryne olivacea	Sapo Boca Angosta Oliváceo	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Rana yavapaiensis	Rana Leopardo de Yavapai	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Sceloporus clarkii	Lagartija Espinosa del Noroeste	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Masticophis flagellum	Culebra Chirrionera Roja	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	3	0.0233	-3.7612	-0.0875
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Zenaida macroura	Huilota Común	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	3	0.0233	-3.7612	-0.0875
Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Cardinalis sinuatus	Cardenal Desértico	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Corvus corax	Cuervo Común	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Haemorhous cassinii	Pinzón Serrano	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	5	0.0388	-3.2504	-0.1260
Mimus polyglottos	Centzontle Norteño	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	5	0.0388	-3.2504	-0.1260
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Chondestes grammacus	Gorrión Arlequín	6	0.0465	-3.0681	-0.1427
Melozone aberti	Rascador Enmascarado	3	0.0233	-3.7612	-0.0875
Melozone fusca	Rascador Viejita	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Spizella breweri	Gorrión de Brewer	7	0.0543	-2.9139	-0.1581
Spizella pallida	Gorrión Pálido	3	0.0233	-3.7612	-0.0875
Zonotrichia leucophrys	Gorrión Corona Blanca	7	0.0543	-2.9139	-0.1581
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Polioptila melanura	Perlita del Desierto	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Auriparus flaviceps	Baloncillo	6	0.0465	-3.0681	-0.1427
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del Desierto	6	0.0465	-3.0681	-0.1427
Thryomanes bewickii	Saltapared Cola Larga	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Sayornis saya	Papamoscas Llanero	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Sphyrapicus nuchalis	Carpintero Nuca Roja	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Canis latrans	Coyote	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Lynx rufus	Lince Americano	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Mephitis macroura	Zorrillo Listado Sureño	1	0.0078	-4.8598	-0.0377
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	3	0.0233	-3.7612	-0.0875

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Procyon lotor	Mapache	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Nasua narica	Coatí	3	0.0233	-3.7612	-0.0875
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño	4	0.0310	-3.4735	-0.1077
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Neotoma albigula	Rata Cambalachera Garganta Blanca	2	0.0155	-4.1667	-0.0646
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	6	0.0465	-3.0681	-0.1427
		N=129		**H=**	**3.61**
		S=44		**Hmáx=**	**3.78**
				J=	**0.95**
				Dmg=	**8.85**

Vegetación secundaria arbustiva de pastizal

Los valores de diversidad calculados para este tipo de USV indican que existe una alta diversidad faunística (H=3.32, Dmg=8.60). el 86% de las especies estuvieron igualmente representadas durante los muestreos en donde el Gorrión Corona Blanca (*Zonotrichia leucophrys*) fue la especie más abundante con 31 registros.

De las 48 especies registradas, 2 corresponden al grupo de los reptiles que se incluyen en 2 familias de 2 órdenes, 35 especies de aves (el grupo mejor representado) correspondientes a 19 familias de 7 órdenes y 11 especies de mamíferos de 8 familias de 4 órdenes.

Tabla IV. 109. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para la Vegetación secundaria arbustiva de pastizal a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Kinosternon sonoriense	Tortuga Pecho Quebrado de Sonora	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Sceloporus clarkii	Lagartija Espinosa del Noroeste	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	3	0.0127	-4.3652	-0.0555
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Streptopelia decaocto	Tórtola Turca	18	0.0763	-2.5735	-0.1963
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	3	0.0127	-4.3652	-0.0555
Zenaida macroura	Huilota Común	19	0.0805	-2.5194	-0.2028
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	3	0.0127	-4.3652	-0.0555
Falco sparverius	Cernícalo Americano	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Callipepla gambelii	Codorniz de Gambel	10	0.0424	-3.1612	-0.1340
Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Cardinalis sinuatus	Cardenal Desértico	4	0.0169	-4.0775	-0.0691
Aphelocoma wollweberi	Chara Pecho Gris	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Corvus corax	Cuervo Común	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	7	0.0297	-3.5179	-0.1043
Lanius ludovicianus	Verdugo Americano	1	0.0042	-5.4638	-0.0232

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Mimus polyglottos	Centzontle Norteño	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Myioborus pictus	Pavito Alas Blancas	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	14	0.0593	-2.8248	-0.1676
Chondestes grammacus	Gorrión Arlequín	3	0.0127	-4.3652	-0.0555
Melozone fusca	Rascador Viejita	16	0.0678	-2.6912	-0.1825
Zonotrichia leucophrys	Gorrión Corona Blanca	31	0.1314	-2.0298	-0.2666
Passer domesticus	Gorrión Doméstico	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Polioptila melanura	Perlita del Desierto	5	0.0212	-3.8544	-0.0817
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Auriparus flaviceps	Baloncillo	12	0.0508	-2.9789	-0.1515
Sturnus vulgaris	Estornino Pinto	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Empidonax wrightii	Papamoscas Bajacolita	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	6	0.0254	-3.6721	-0.0934
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	3	0.0127	-4.3652	-0.0555
Melanerpes uropygialis	Carpintero del Desierto	3	0.0127	-4.3652	-0.0555
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	5	0.0212	-3.8544	-0.0817
Canis latrans	Coyote	4	0.0169	-4.0775	-0.0691
Mephitis macroura	Zorrillo Listado Sureño	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Procyon lotor	Mapache	4	0.0169	-4.0775	-0.0691
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	12	0.0508	-2.9789	-0.1515
Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	1	0.0042	-5.4638	-0.0232
Neotoma albigula	Rata Cambalachera Garganta Blanca	2	0.0085	-4.7707	-0.0404
Lepus alleni	Liebre Antílope	9	0.0381	-3.2666	-0.1246
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	9	0.0381	-3.2666	-0.1246
		N=236		**H=**	**3.32**
		S=48		**Hmáx=**	**3.87**
				J=	**0.86**
				Dmg=	**8.60**

CONSULTA PÚBLICA

Bosque de mezquite

En el bosque de mezquite se reconoció una riqueza de 31 especies de vertebrados silvestres en donde se observaron 21 especies de aves de 16 familias inmersas en 6 órdenes y 10 especies de mamíferos agrupadas en 7 familias de 4 órdenes.

En cuanto a los valores de diversidad se tiene que estos reflejan una moderada a alta diversidad faunística de cuerdo al índice de Shannon (H=2.95) e índice de Margalef (Dmg=6.45). Índice de

equitatividad fue de 0.86, en donde la especies más abundante fue el Gorrión Pálido (*Spizella pallida*) con 25 registros.

Tabla IV. 110. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Bosque de mezquite a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Falco sparverius	Cernícalo Americano	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Callipepla gambelii	Codorniz de Gambel	6	0.0571	-2.8622	-0.1636
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Corvus corax	Cuervo Común	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	5	0.0476	-3.0445	-0.1450
Lanius ludovicianus	Verdugo Americano	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	9	0.0857	-2.4567	-0.2106
Melozone fusca	Rascador Viejita	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Spizella breweri	Gorrión de Brewer	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Spizella pallida	Gorrión Pálido	25	0.2381	-1.4351	-0.3417
Zonotrichia leucophrys	Gorrión Corona Blanca	7	0.0667	-2.7081	-0.1805
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Auriparus flaviceps	Baloncillo	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del Desierto	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Thryomanes bewickii	Saltapared Cola Larga	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Melanerpes formicivorus	Carpintero Bellotero	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Canis latrans	Coyote	3	0.0286	-3.5553	-0.1016
Mephitis macroura	Zorrillo Listado Sureño	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	1	0.0095	-4.6540	-0.0443
Lepus alleni	Liebre Antílope	2	0.0190	-3.9608	-0.0754
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	7	0.0667	-2.7081	-0.1805
		N=105		**H=**	**2.95**
		S=31		**Hmáx=**	**3.43**
				J=	**0.86**
				Dmg=	**6.45**

CONSULTA PÚBLICA

Agricultura de riego anual

Para la superficie a nivel de proyecto que presenta agricultura de riego anual se registró un total de 22 especies de las cuales una corresponde al grupo de los reptiles, 14 son aves que pertenecen a 9 familias de 3 órdenes y 6 especies de mamíferos de 5 familias de 4 órdenes.

La diversidad calculada fue media de acuerdo con los índices de Shannon (H=2.83) y Margalef (Dmg= 4.99) respectivamente. El 91% de las especies tuvieron una equitatividad en sus registros, siendo el Cardenal Rojo (*Cardinalis cardinalis*) y el Baloncillo (*Auriparus flaviceps*) las especies más abundantes con 8 y 9 observaciones.

Tabla IV. 111. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el tipo de vegetación de Agricultura de riego anual a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Drymarchon melanurus	Culebra Arroyera de Cola Negra	1	0.0149	-4.2047	-0.0628
Zenaida macroura	Huilota Común	3	0.0448	-3.1061	-0.1391
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	8	0.1194	-2.1253	-0.2538
Cardinalis sinuatus	Cardenal Desértico	2	0.0299	-3.5115	-0.1048
Mimus polyglottos	Centzontle Norteño	3	0.0448	-3.1061	-0.1391
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	2	0.0299	-3.5115	-0.1048
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	5	0.0746	-2.5953	-0.1937
Melozone fusca	Rascador Viejita	5	0.0746	-2.5953	-0.1937
Zonotrichia leucophrys	Gorrión Corona Blanca	3	0.0448	-3.1061	-0.1391
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	1	0.0149	-4.2047	-0.0628
Phainopepla nitens	Capulinero Negro	1	0.0149	-4.2047	-0.0628
Auriparus flaviceps	Baloncillo	9	0.1343	-2.0075	-0.2697
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del Desierto	1	0.0149	-4.2047	-0.0628
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	1	0.0149	-4.2047	-0.0628
Melanerpes uropygialis	Carpintero del Desierto	2	0.0299	-3.5115	-0.1048
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	3	0.0448	-3.1061	-0.1391
Procyon lotor	Mapache	4	0.0597	-2.8184	-0.1683
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	1	0.0149	-4.2047	-0.0628
Neotoma albigula	Rata Cambalachera Garganta Blanca	4	0.0597	-2.8184	-0.1683
Lepus alleni	Liebre Antílope	3	0.0448	-3.1061	-0.1391
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	5	0.0746	-2.5953	-0.1937
		N=67		**H=**	**2.83**
		S=22		**Hmáx=**	**3.09**
				J=	**0.91**
				Dmg=	**4.99**

CONSULTA PÚBLICA

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Para este tipo de vegetación la riqueza de especies fue de 40, representadas por 26 especies de aves de 18 familias de 6 órdenes y 14 especies de mamíferos de 9 familias de 4 especies en

donde el Rascador Viejita (*Melozone fusca*) y el Conejo del Desierto (*Sylvilagus audubonii*) fueron las especies mejor representadas con 11 y 13 especímenes registrados respectivamente.

La diversidad presente fue alta de acuerdo con los índices de Shannon (H=3.39) y Margalef (Dmg=8.05) y la equitatividad de las especies fue del 92%.

Tabla IV. 112. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para la Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	3	0.0236	-3.7456	-0.0885
Columbina inca	Tortolita Cola Larga	3	0.0236	-3.7456	-0.0885
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Zenaida macroura	Huilota Común	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Callipepla gambelii	Codorniz de Gambel	5	0.0394	-3.2347	-0.1274
Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	5	0.0394	-3.2347	-0.1274
Aphelocoma wollweberi	Chara Pecho Gris	6	0.0472	-3.0524	-0.1442
Corvus corax	Cuervo Común	5	0.0394	-3.2347	-0.1274
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	4	0.0315	-3.4579	-0.1089
Lanius ludovicianus	Verdugo Americano	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche Pico Curvo	3	0.0236	-3.7456	-0.0885
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	6	0.0472	-3.0524	-0.1442
Melozone fusca	Rascador Viejita	11	0.0866	-2.4463	-0.2119
Spizella pallida	Gorrión Pálido	7	0.0551	-2.8983	-0.1597
Polioptila melanura	Perlita del Desierto	4	0.0315	-3.4579	-0.1089
Phainopepla nitens	Capulinero Negro	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Auriparus flaviceps	Baloncillo	6	0.0472	-3.0524	-0.1442
Sitta carolinensis	Bajapalos Pecho Blanco	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del Desierto	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Vireo huttoni	Vireo Reyezuelo	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Melanerpes formicivorus	Carpintero Bellotero	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Melanerpes uropygialis	Carpintero del Desierto	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	5	0.0394	-3.2347	-0.1274
Canis latrans	Coyote	6	0.0472	-3.0524	-0.1442
Lynx rufus	Lince Americano	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Puma concolor	Puma	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Mephitis macroura	Zorrillo Listado Sureño	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Conepatus leuconotus	Zorrillo Narigón Norteño	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Nasua narica	Coatí	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	1	0.0079	-4.8442	-0.0381

CONSULTA PÚBLICA

Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño	3	0.0236	-3.7456	-0.0885
Sciurus arizonensis	Ardilla de Arizona	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Neotoma albigula	Rata Cambalachera Garganta Blanca	1	0.0079	-4.8442	-0.0381
Lepus alleni	Liebre Antílope	2	0.0157	-4.1510	-0.0654
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	13	0.1024	-2.2792	-0.2333
		N=127		**H=**	**3.39**
		S=40		**Hmáx=**	**3.69**
				J=	**0.92**
				Dmg=	**8.05**

Pastizal cultivado

En el pastizal se observaron 14 especies de vertebrados silvestres, de las cuales una corresponde a un reptil, 5 aves de 4 familias del Orden Passeriformes, y 8 especies de mamíferos de 5 familias de 3 órdenes. El total de las especies se registraron de manera equitativa (J= 0.97).

Los valores calculados para los índices de diversidad reflejaron que esta fue mediana (H=2.55, Dmg=4.42).

Tabla IV. 113. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Pastizal cultivado a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Sceloporus clarkii	Lagartija Espinosa del Noroeste	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	2	0.1053	-2.2513	-0.2370
Auriparus flaviceps	Baloncillo	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Sayornis saya	Papamoscas Llanero	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Canis latrans	Coyote	2	0.1053	-2.2513	-0.2370
Lynx rufus	Lince Americano	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Bassariscus astutus	Cacomixtle Norteño	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Procyon lotor	Mapache	2	0.1053	-2.2513	-0.2370
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Lepus alleni	Liebre Antílope	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Sylvilagus audubonii	Conejo del Desierto	3	0.1579	-1.8458	-0.2914
Sceloporus clarkii	Lagartija Espinosa del Noroeste	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Amphispiza bilineata	Zacatonero Garganta Negra	2	0.1053	-2.2513	-0.2370
Auriparus flaviceps	Baloncillo	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Empidonax hammondii	Papamoscas de Hammond	1	0.0526	-2.9444	-0.1550
Sayornis saya	Papamoscas Llanero	3	0.1579	-1.8458	-0.2914
		N=19		**H=**	**2.55**
		S=14		**Hmáx=**	**2.64**
				J=	**0.97**

CONSULTA PÚBLICA

			Dmg=	**4.42**

Mezquital xerófilo

Por último, se tiene que el Mezquital xerófilo presentó una riqueza de 17 especies repartidas entre 11 especies de aves que se agrupan en 9 familias de 6 órdenes y 6 especies de mamíferos de 5 familias incluidas en 2 órdenes.

En cuanto a la diversidad se tiene que esta fue mediana de acuerdo con los índices de Shannon (H=2.62) y Margalef (Dmg=4.62), en donde el 92% de las especies se distribuyeron de manera equitativa.

Tabla 6. Riqueza de especies, índices de diversidad de Shannon-Wiever, Margalef e índice de equitatividad calculadas para el Matorral xerófilo a nivel de AP.

Nombre científico	Nombre común	n	Pi	lnPi	Pi(lnPi)
Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	2	0.0625	-2.7726	-0.1733
Zenaida macroura	Huilota Común	2	0.0625	-2.7726	-0.1733
Geococcyx californianus	Correcaminos Norteño	2	0.0625	-2.7726	-0.1733
Callipepla gambelii	Codorniz de Gambel	3	0.0938	-2.3671	-0.2219
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	3	0.0938	-2.3671	-0.2219
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Auriparus flaviceps	Baloncillo	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Sayornis saya	Papamoscas Llanero	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Melanerpes uropygialis	Carpintero del Desierto	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Sphyrapicus nuchalis	Carpintero Nuca Roja	2	0.0625	-2.7726	-0.1733
Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	2	0.0625	-2.7726	-0.1733
Lynx rufus	Lince Americano	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Procyon lotor	Mapache	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Nasua narica	Coatí	7	0.2188	-1.5198	-0.3325
Odocoileus virginianus	Venado de Cola Blanca	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
Dicotyles angulatus	Pecarí de Collar Norteño	1	0.0313	-3.4657	-0.1083
		N=32		**H=**	**2.62**
		S=17		**Hmáx=**	**2.83**
				J=	**0.92**
				Dmg=	**4.62**

En general los valores calculados a partir de los Índices de Shannon-Wiever y de Margalef mostraron que en todos los tipos de uso de suelo y vegetación presentan una diversidad que va de moderada a alta en donde las aves fueron el taxa mejor representado y esto se explica gracias a la alta capacidad de desplazamiento que presentan, mientras que el grupo menos diverso fue el de los anfibios, lo cual responde a las características secas que predominan en el sitio, por lo que estos especímenes se agrupan ya sea en las inmediaciones del río Cocóspera y en pequeños jagüeyes que se utilizan para que el ganado beba.

CONSULTA PÚBLICA

Representatividad y Suficiencia de Muestreo

Para estimar la suficiencia de muestreo se presentan las curvas de acumulación de especies de fauna silvestre para dar certidumbre de los datos empleados en el análisis de los parámetros poblacionales de fauna a nivel de SAR, AI y AP. Ver tabla siguiente.

Tabla 7. Certeza de muestreo para las especies de vertebrados registrados a nivel de SAR, AI y AP.

Superficie	Taxa	Sobs	Chao 1	SD	Bootstrap	SD
SAR	Anfibios	6	6	0.08	6.06	0.00
	Reptiles	21	21	0.78	22.01	0.00
	Aves	34	35	1.82	36.39	0.00
	Mamíferos	17	19.99	0.92	18.18	0.00
AI	Anfibios	7	7	0.25	7.75	0.00
	Reptiles	12	12.73	1.4	13.95	0.00
	Aves	58	61.99	3.88	65.7	0.00
	Mamíferos	23	26.32	4.11	25.59	0.00
AP	Anfibios	7	9.75	3.86	9.53	0.00
	Reptiles	9	13.67	5.2	11.46	0.00
	Aves	55	56.36	1.73	61.42	0.00
	Mamíferos	20	20.33	4.53	21.39	0.00

Como se observa en la tabla anterior, el muestreo de los anfibios fue significativo para las tres superficies de muestreo ya que a nivel de SAR se alcanzó la asíntota al muestrear 6 especies de acuerdo con el estimador de Chao 1, mientras que según el estimador de Bootstrap se esperaría registrar en promedio 0.06 especies más dando una significancia del muestreo del 99% (Ver siguiente imagen).

Mismo fenómeno ocurrió en el AI donde el estimador de Chao 1 indica que se alcanzó la totalidad de especies esperadas en el muestreo, mientras que de acuerdo con el estimador de Bootstrap se esperaría que al aumentar el esfuerzo de muestreo se obtenga el registro en promedio de 0.75 especies más teniendo una significancia del 90% (Ver siguiente imagen).

Para el AP los estimadores de Chao 1 y Bootstrap suponen que al aumentar el esfuerzo de muestreo se obtendría en promedio 2.75 y 2.53 especies más respectivamente (Ver siguiente imagen).

CONSULTA PÚBLICA

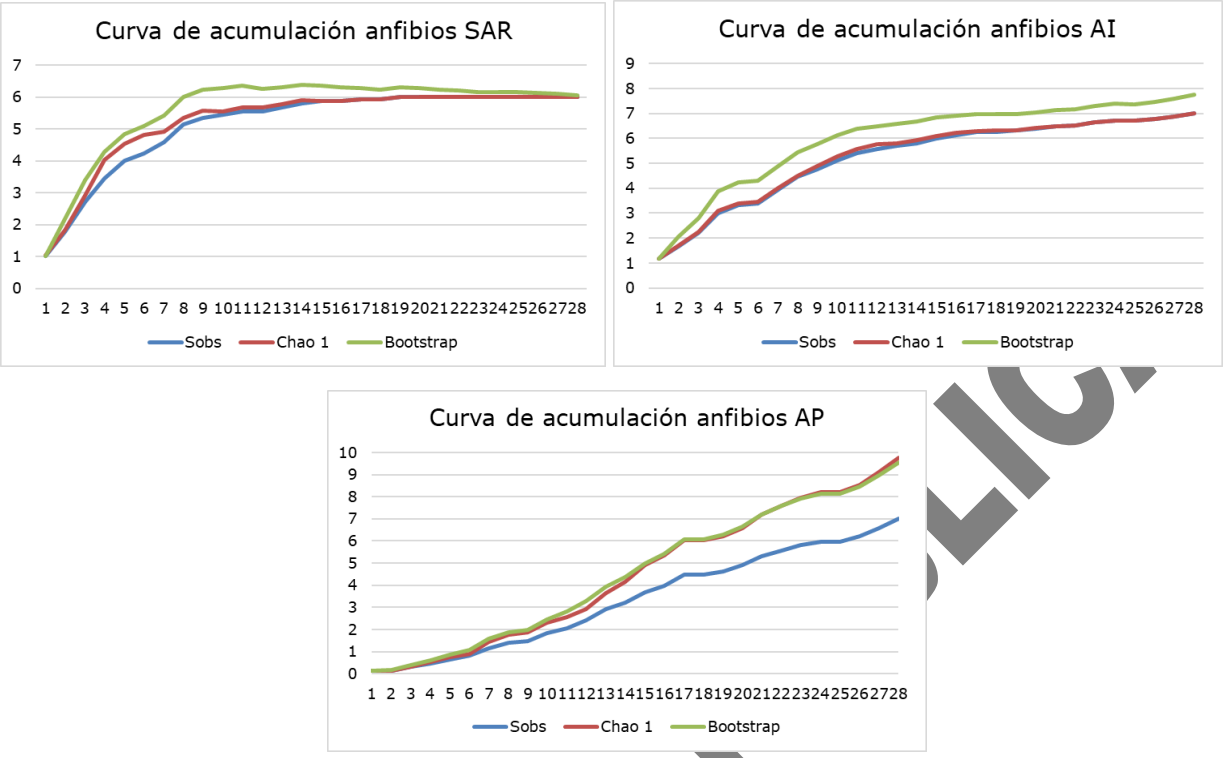


Figura IV. 37. Curvas de acumulación de especies de los anfibios registradas a nivel de SAR, AI y AP.

El total de especies de reptiles registradas a nivel de SAR fueron las que se esperaban de acuerdo con el estimador de Chao 1 (21), no obstante, según el estimador de Bootstrap se presumiría haber registrado en promedio 22.01 especies, por lo que se muestreo el 95.41% de las especies esperadas.

Para el AI al aumentar el esfuerzo de muestreo se registrarían en promedio 0.73 y 1.95 especies más de reptiles de acuerdo con los estimadores de Chao 1 y Bootstrap, teniendo una suficiencia de muestreo del 94.26 % y 86% respectivamente.

Para la superficie del AP se requeriría aumentar el esfuerzo de muestreo para alcanzar la totalidad promedio de las especies valoradas por los estimadores Chao 1 (13.67) y Bootstrap (11.46), lo que refleja una moderada significancia del muestreo del 65.83% y 78.53% respectivamente.

CONSULTA PÚBLICA

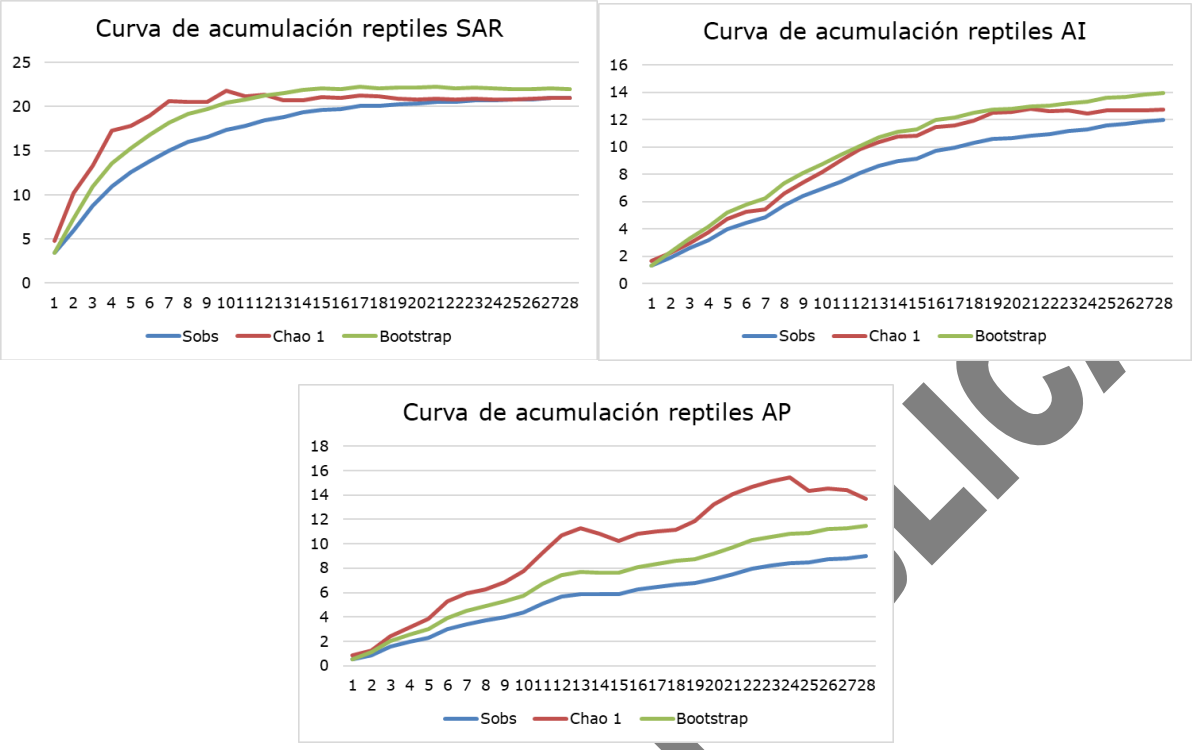
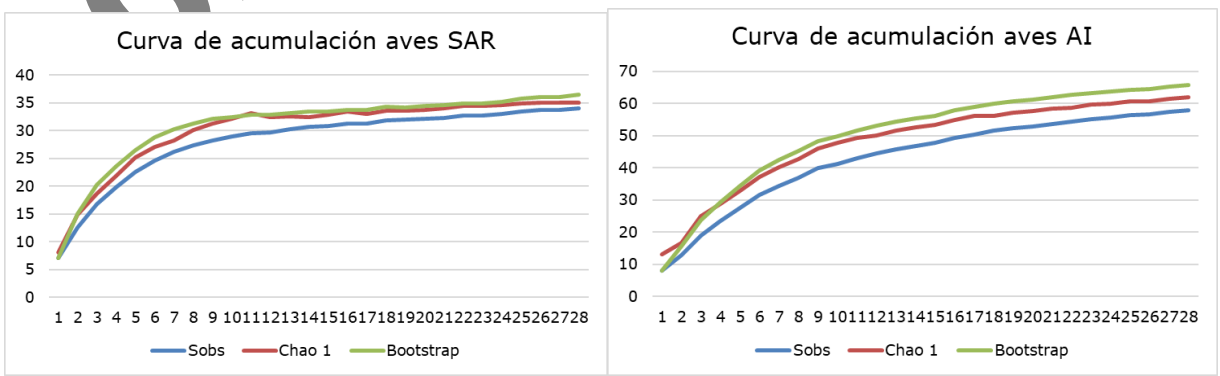


Figura IV. 38. Curvas de acumulación de especies de los reptiles registradas a nivel de SAR, AI y AP.

Con relación al grupo de las aves, se tiene que la suficiencia de muestreo a nivel de SAR fue del 97% y 93.43%, en donde se esperaría encontrar en promedio 1 y 2.39 especies más al continuar con los muestreos de acuerdo con los estimadores de Chao 1 y Bootstrap respectivamente.

De acuerdo con los estimadores de Chao 1 y Bootstrap existe la probabilidad de registrar en promedio 3.99 y 7.7 especies más de aves en el AI por lo que se muestreo entre el 93.56% y 88.28% respectivamente.

El muestreo de aves realizado dentro del AP mostró una significancia del 97.58 y 89.55% de acuerdo con los estimadores de Chao 1 y Bootstrap, en donde se evidencia que al aumentar el esfuerzo de muestreo se obtendrían en promedio 1.36 y 6.42 especies más.



CONSULTA PÚBLICA

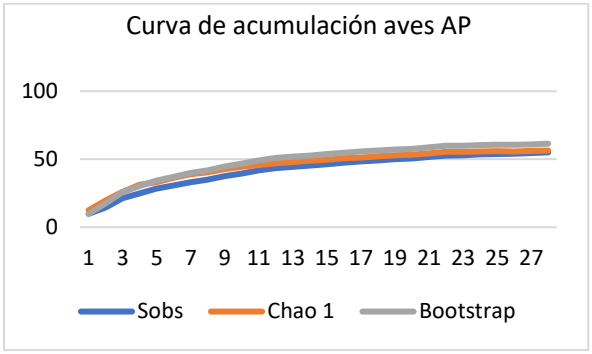


Figura IV. 39. Curvas de acumulación de especies de las aves registradas a nivel de SAR, AI y AP.

Por último, se tiene que si a nivel de SAR se aumenta el esfuerzo de muestreo se obtendría en promedio 2.99 y 1.18 especies más de mamíferos acorde a los estimadores de Chao 1 y Bootstrap, por lo que se registró el 85% y el 93.5% de las especies esperadas respectivamente.

Para el AI se esperarían en promedio 3.32 y 2.59 especies más de acuerdo con los estimadores de Chao 1 y Bootstrap respectivamente por lo que la suficiencia de muestreo fue del 87.38% y 89.87% respectivamente.

Por último, para el AP la suficiencia de muestreo fue del 98.37% y 93.5% según los pronósticos de los estimadores Chao 1 y Bootstrap, no habiendo registrado en promedio 0.33 y 1.39 especies respectivamente.

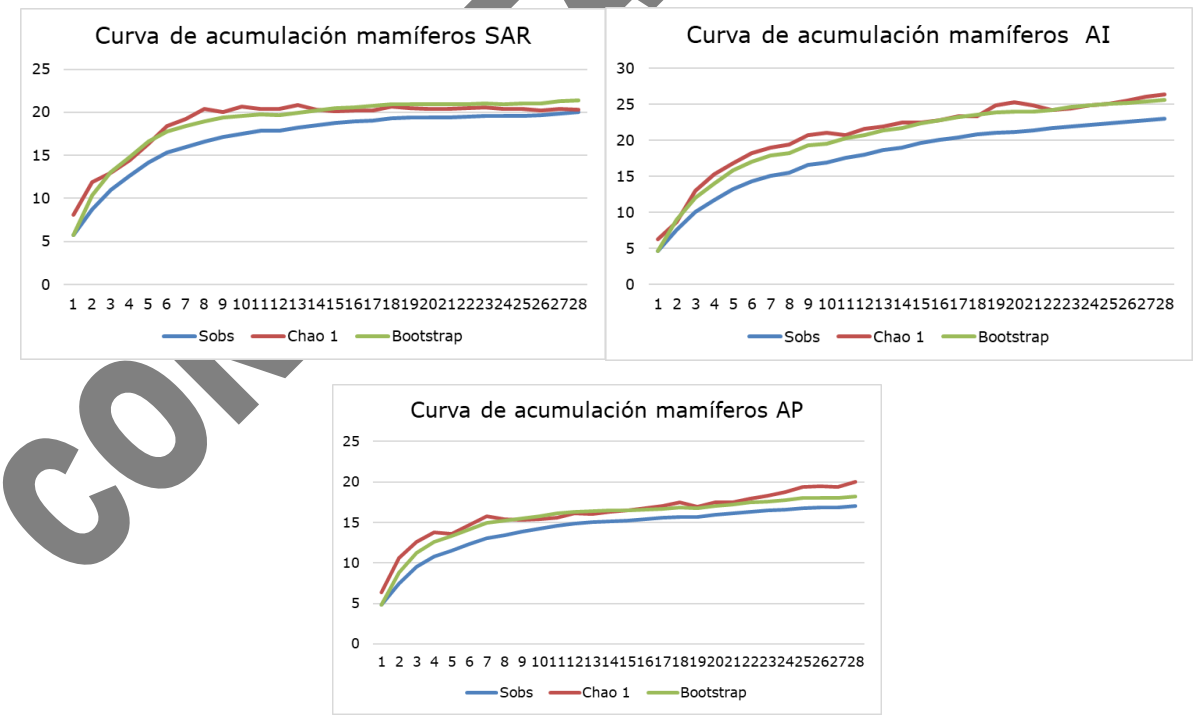


Figura IV. 40. Curvas de acumulación de especies de los mamíferos registradas a nivel de SAR, AI y AP.

CONFIDENCIAL PÚBLICA

Como se aprecia en la información anterior los muestreos fueron estadísticamente significativos por lo que la mayoría de las especies reportadas en el presente estudio son las que se esperarían registrar en esta época, no obstante, es importante que se consideren dentro de las medidas de mitigación todas aquellas especies que tienen presencia potencial dentro del SAR ya que en cualquier época del año podrían incursionar en el área de afectación.

INVERTEBRADOS

IV.3.2.2.4 Luciérnagas

Las luciérnagas, también conocidas como lampíridos, son importantes en los ecosistemas por su contribución su papel como indicadores de la salud ambiental y como parte de la cadena trófica. Además, su belleza y bioluminiscencia han inspirado tradiciones culturales y proporcionan un valor recreativo en entornos naturales.

Es crucial proteger las poblaciones de luciérnagas debido a su impacto en la conservación de la biodiversidad como especies bandera en algunos casos, como controladores de plagas en algunos países e indicadores de la buena salud de los ecosistemas donde habitan. Además, su valor cultural en diversas sociedades destaca la importancia de su preservación. La protección de las luciérnagas también proporciona una oportunidad para educar al público sobre la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas.

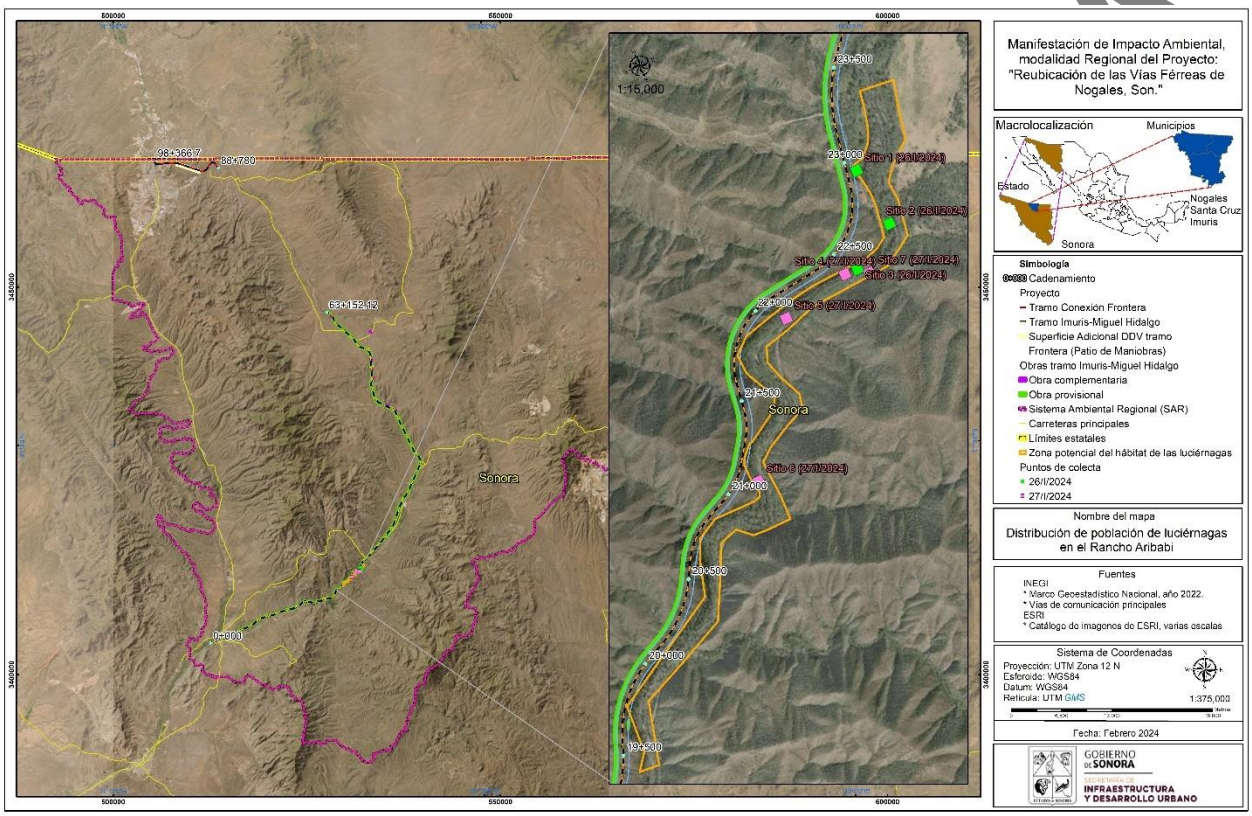
De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ninguna especie luciérnaga se encuentra en algún estatus de riesgo. Así mismo la “Lista Roja de Especies Amenazadas” de la IUCN-International Union for Conservation of Nature (2023) y la Xerces Society (2024), la mayoría de las especies de luciérnagas se encuentran en estatus de “Datos Insuficientes (DD)” debido a la falta de estudios y especialistas; no obstante, se pueden citar 12 especies (documentadas en E.U.A.) en algún estatus de peligro. de las cuales: 1 se considera “casi amenazada (NT)”, 5 se consideran “vulnerables (VU)”, 5 se consideran “en peligro de extinción (EN)” y 1 se considera “en peligro crítico (CR)”. De estas 12 especies, Photinus knulli Green (uno de los registros confirmados para el municipio de Ímuris, Sonora), está bajo la categoría de “vulnerable”; si bien es cierto que no se encuentra en ningún régimen legal de riesgo en México, la IUCN resalta que factores como la fragmentación del hábitat, la contaminación lumínica, actividades como la ganadería y minería, mala calidad del agua y los pesticidas podrían poner en mayor riesgo a las poblaciones de esta especie (IUCN, 2023), sin embargo esto sería a nivel de actividades del SAR.

Teniendo en cuenta la evaluación de los sitios de colecta según los estatutos propuestos por la Sociedad "Xerces" de Conservación para las Luciérnagas, se han considerado diversos factores como temperatura, humedad, viento y luz para delimitar su hábitat. El resultado de esta evaluación se muestra en el Mapa siguiente. Es importante resaltar que las condiciones presentes en este sitio son propicias para el hábitat de las luciérnagas.

Sin embargo, debido a la naturaleza temporal del muestreo, no podemos identificar con precisión la distribución exacta de la población. El mapa proporciona una aproximación útil, pero se

CONSULTA PÚBLICA

requerirán monitoreos continuos en años posteriores, especialmente durante la temporada de lluvias, para completar el inventario de especies presentes y realizar un diagnóstico más preciso de la población. Este enfoque garantizará una comprensión más completa y detallada de la ecología y la dinámica poblacional de las luciérnagas en el área estudiada para establecer las acciones específicas de protección de la especie. En el siguiente mapa se muestra la poligonal con el área de hábitat identificado.



Mapa IV. 48. Polígono de una posible distribución de la población de luciérnagas presentes dentro del Rancho Aribabi. Línea azul =trazo del tren, punto verde y rosa = punto de colecta.

Tabla IV. 114. Características y registros de luciérnagas previos en los sitios de colecta dentro del Rancho Aribabi.

Sitio de Muestreo	Características	Distancia del derecho de vía	Registro de luciérnagas	Estatus de protección
Sitio 1 (26.ene.2024)	Sustrato húmedo; sin flujo de agua; humedad 51%; 12.2 °C; zona boscosa c/ veg. riparia; c/ evidencia de ganado	90 m	*Photinus knulli* *Pyropyga* sp.	Vulnerable Datos Insuficientes
Sitio 2 (26.ene.2024)	Sustrato húmedo; con flujo de agua; humedad 64%; 11.7 °C; zona boscosa c/	90 m	*Photinus knulli* *Pyropyga* sp.	Vulnerable Datos Insuficientes

Sitio de Muestreo	Características	Distancia del derecho de vía	Registro de luciérnagas	Estatus de protección
	veg. riparia; c/ evidencia de ganado			
Sitio 3 (26.ene.2024)	Sustrato húmedo; con flujo de agua (río); humedad 45%; 15.9 °C; zona boscosa c/ veg. riparia; c/ evidencia de ganado y contaminación del río	90 m	*Photinus knulli* *Pyropyga* sp. *Photuris* sp.	Vulnerable Datos Insuficientes Datos Insuficientes
Sitio 4 (27.ene.2024)	Sustrato húmedo; con flujo de agua (río); humedad 55%; 15.1 °C; zona boscosa c/ veg. riparia; c/ evidencia de ganado	90 m	*Photinus knulli* *Pyropyga* sp.	Vulnerable Datos Insuficientes
Sitio 5 (27.ene.2024)	Sustrato húmedo; con flujo de agua (río); humedad 41%; 19.3 °C; zona boscosa c/ veg. riparia; c/ evidencia de descortezadores	120 m	No se encontró evidencia, pero si existen condiciones para la presencia de luciérnagas	N/A
Sitio 6(27.ene.2024)	Sustrato húmedo; con flujo de agua (río); humedad 44%; 22.6 °C; zona boscosa c/ veg. riparia	120 m	No se encontró evidencia, pero si existen condiciones para la presencia de luciérnagas	N/A
Sitio 7(27.ene.2024)	Sustrato húmedo; con flujo de agua (río); humedad 34%; 23.3 °C; zona boscosa c/ veg. riparia; c/ evidencia de ganado y contaminación del río	90 m	*Photinus knulli* *Pyropyga* sp. Photuris sp.	Vulnerable Datos Insuficientes Datos Insuficientes

CONSULTA PÚBLICA

IV.2.4 Análisis Retrospectivo del Sistema Ambiental Regional

La preservación y manejo de los sistemas biofísicos, depende en gran medida del mantenimiento de la integridad ecosistémica. Esta propiedad, que funge como un indicador de la salud de los sistemas naturales, es una propiedad subyacente inferida a través de las características estructurales (relacionadas con la biodiversidad), y los procesos funcionales (flujos de agua, materia y energía) presentes. Motivos por cuales, su evaluación se vuelve un componente esencial para el manejo sustentable de los territorios (Equihua et al., 2020a; Stuart Chapin et al., 2012).

A pesar de la relevancia de este indicador, dicha evaluación requiere de alcanzar un alto entendimiento de la organización y dinámica presente en los ecosistemas. Un proceso que requiere de un importante esfuerzo de trabajo de campo y gabinete, con altos requerimientos de

tiempo y la participación de múltiples expertos. Factores que en muchas ocasiones limitan que se lleve a cabo dicha evaluación (Reza & Abdullah, 2011).

Esta necesidad de entender la integridad de los ecosistemas y la dificultad que conlleva su evaluación ha contribuido al desarrollo de diferentes herramientas de análisis espacial y percepción remota, que en conjunto con la información disponible en diferentes acervos biológicos permiten una evaluación eficiente del estado de salud de los ecosistemas. De este modo, mediante análisis biogeográficos (riqueza y endemismo de especies) e índices de la reflectancia, como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), se pueden alcanzar eficientes aproximaciones en periodos de tiempo relativamente cortos. Permitiendo, no solo una evaluación puntual del estado de los ecosistemas, sino también los diferentes patrones a lo largo del espacio (Oliveira, Soares-Filho, Leitão, et al., 2019; Zelený et al., 2021).

Integridad ecosistémica del SAR

Partiendo de las premisas mencionadas, en la presente manifestación de impacto ambiental, se llevó a cabo una evaluación de la integridad de los ecosistemas, incorporando como indicador de la estructura a la riqueza y endemismo de especies (entendiendo al endemismo, como la presencia de especies únicas dentro de una región). Respecto a lo correspondiente a los procesos funcionales se utilizó al NDVI como indicador directo del proceso de productividad (fijación de energía y nutrientes). El cual, a su vez, también tiene una relación directa con los patrones hidrológicos de los ecosistemas.

Características Estructurales

El Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad (CONABIO, 2024) cuenta con información de los registros de especies provenientes de diferentes investigaciones científicas y de iniciativas de ciencia ciudadana, a lo largo del territorio nacional. Esta información, tratada y analizada mediante herramientas para el estudio de los patrones de la biogeografía brindan información oportuna para la identificación de aquellas áreas de relevancia biológica.

Dentro de los indicadores biológicos cruciales, resalta la identificación de zonas con alta biodiversidad y de endemismos, esenciales en la valoración de la integridad de los ecosistemas. Estos indicadores requieren un análisis detallado de la información general obtenida a través de la modelización de datos de todas las especies. Asimismo, es fundamental evaluar de manera individual los patrones de distribución de aquellas especies en algún nivel de vulnerabilidad, haciendo énfasis en aquellas enlistadas en la NOM-059. Este enfoque metodológico permite minimizar el impacto del sesgo introducido por especies invasoras y generalistas, al tiempo que destaca la importancia de las especies vulnerables como indicadores indirectos de la salud ecosistémica (Equihua et al., 2020).

Áreas de Importancia Faunística

De acuerdo con los datos del SNIB (CONABIO) en el SAR se han reportado cerca de 1088 especies de fauna, distribuidas en 632 géneros y 234 familias. Entre estos destaca la dominancia

CONSULTA PÚBLICA

de los géneros *Buteo* (151 registros), *Sayornis* (120 registros) y *Corvus* (119 registros); y de las familias *Tyrannidae* (502 registros), *Passerellidae* (468 registros) y *Picidae* (254 registros).

A partir de los análisis de la biogeografía realizados para identificar las áreas de riqueza y endemismos de especies, incluidas aquellas especies protegidas por la nom059, se detectaron los siguientes patrones: a) Una distribución de la riqueza de especies homogénea a lo largo de la región; b) Valores altos de endemismos (incluyendo a las especies nom059) en la parte sur en el área forestal que rodea a la cabecera municipal de Ímuris; y c) y una región noreste en donde destacan altos valores de riqueza de especies en categoría nom059 (Imagen mapa).

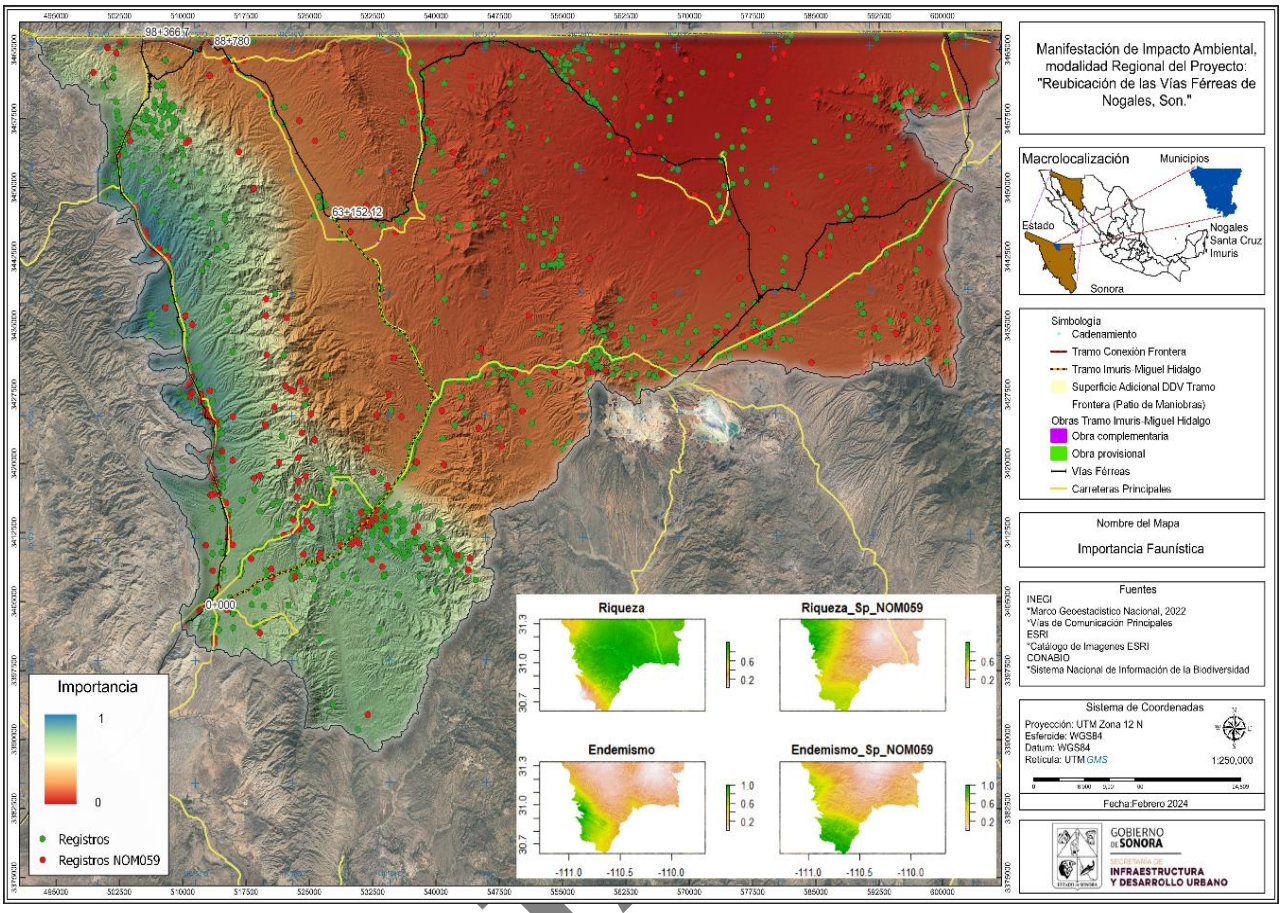
Tabla IV. 115. Ponderación de importancia de áreas de biodiversidad (Oliveira et al., 2019)

Indicador/ %ponderación	Descripción
Riqueza / 20%	Aunque es una medida importante de la biodiversidad, no necesariamente refleja la integridad de un ecosistema.
Riqueza *Sp*. NOM059 / 35%	Además de la relevancia de su estado de protección, su presencia es indicador de niveles óptimos de integridad.
Endemismo/ 25%	La delimitación de endemismos, permite identificar los lugares que albergan especies únicas en la región.
Endemismo *Sp.* NOM059/ 20%	La evaluación de sitios de endemismos de especies amenazadas, permite incorporar regiones esenciales para la identificación de zonas prioritarias.

La síntesis de estos análisis de acuerdo con la ponderación asignada (Tabla IV.115), se refleja en la integración de un mapa de las áreas de importancia para la conservación de la fauna (Figura 1). Las áreas de mayor relevancia se localizan al este, entre los sistemas montañosos que rodean al tramo correspondiente a la carretera Hermosillo-Nogales; y a la parte sur, en las áreas aledañas a la cabecera municipal de Ímuris, las cuales, al igual que el caso anterior se encuentran rodeadas de sistemas montañosos dominados por la presencia de bosque templados.

La relevancia de estos sitios, en donde se destaca la presencia de UMAs y áreas destinadas a la conservación, esta influenciada por el flujo de las poblaciones de vertebrados entre estos sistemas montañosos. La proximidad que existe entre dichos sistemas montañosos permite el movimiento constante de las especies. Este patrón de conectividad es particularmente significativo cuando se contrasta con la parte oeste de la región identificada como de baja prioridad, en donde predomina una gran extensión de áreas de pastizal incrementando la distancia de los sistemas montañosos mencionados con los de la parte oeste.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 49. Mapa de Importancia faunística y representación gráfica de los valores de riqueza de especies y endemismo, para las especies en general y los registros NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONSULTA

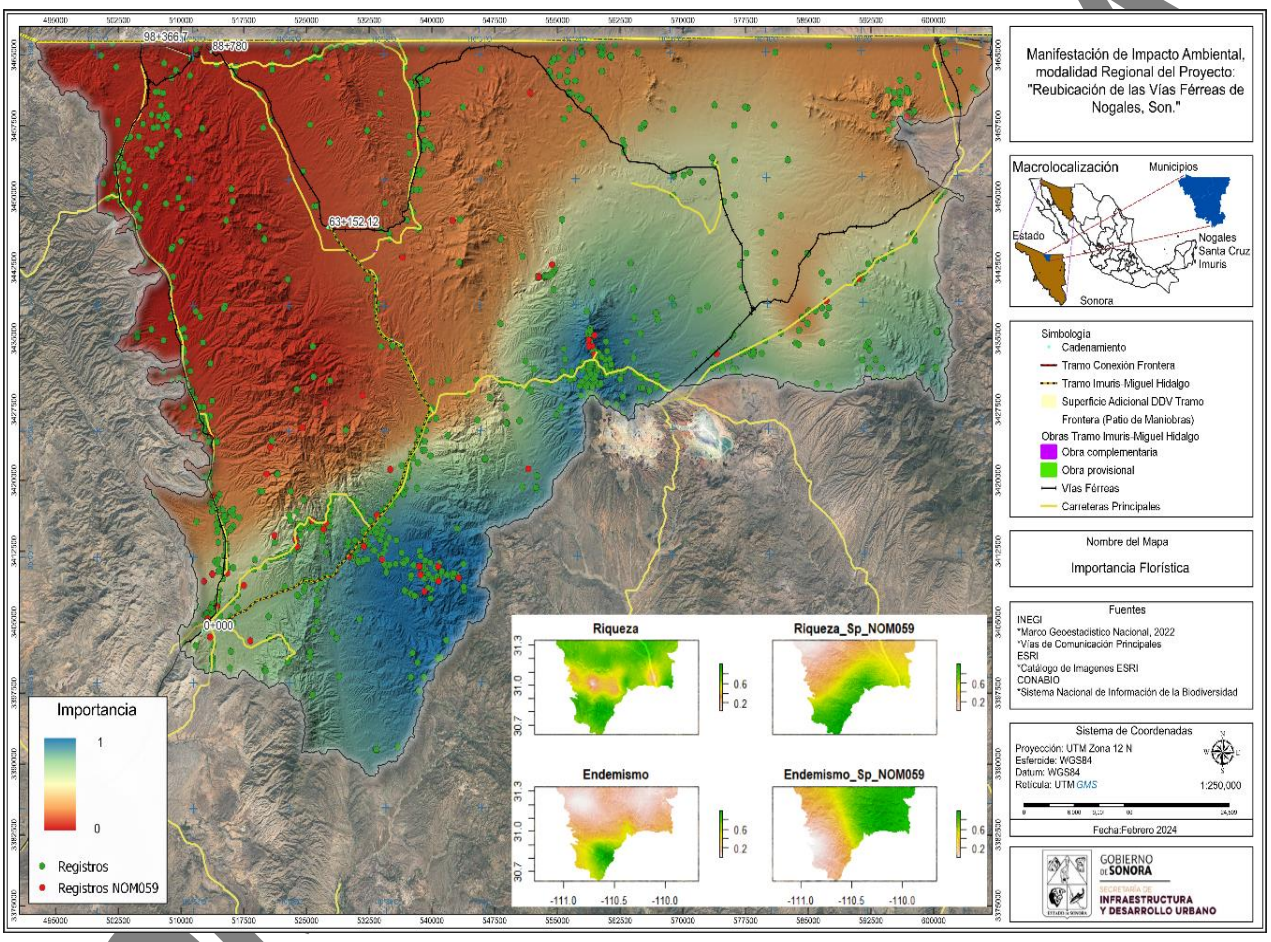
Áreas de Importancia Florística

Los registros consultados en el SNIB (CONABIO) para el SAR reportan la presencia de 1344 especies de flora, distribuidas en 541 géneros y 125 familias. Entre estos destaca la dominancia de los géneros *Quercus* (165 registros), *Bouteloua* (139 registros) y *Euphorbia* (90 registros); y de las familias *Asteraceae* (784 registros), *Poaceae* (690 registros) y *Fabaceae* (426 registros) .

Los mapas biogeográficos de la flora elaborados en el presente proyecto (Figura 2), revelan: a) un patrón de riqueza de especies vegetales distribuido de manera bastante homogénea a lo largo de la región, salvo la parte central entre la parte más alta de la sierra Cibuta; b) Una región oeste de gran relevancia para la riqueza y endemismos de especies nom 059; y c) una zona sur que emerge como un enclave para la conservación debido alta concentración de endemismos, tanto para las especies en general y aquellas reportadas por la nom059, ubicada en las zonas forestales al oeste de la cabecera municipal de Ímuris

La integración de la información obtenida en los análisis anteriores se manifiesta en un mapa que representa la importancia florística del SAR. Dada la ponderación, las áreas de mayor relevancia se localizan en la parte sur y suroeste donde se presentaron los valores más altos de endemismo

y riqueza de especies nom059. Al igual que en el caso de la fauna las áreas de mayor importancia florística se localizan en la parte sur, en el área donde confluyen tres sistemas montañosos, fisiografía que contribuye a la gran biodiversidad de especies vegetales. Áreas dominadas por la presencia de bosques de Encino, en donde se presentan los regímenes más altos de precipitación del SAR, los cuales brindan las condiciones para la presencia de múltiples individuos de flora y fauna.



Mapa IV. 50. Mapa de Importancia florística y representación gráfica de los valores de riqueza de especies y endemismo, para las especies en general y los registros Nom-059

Características Funcionales

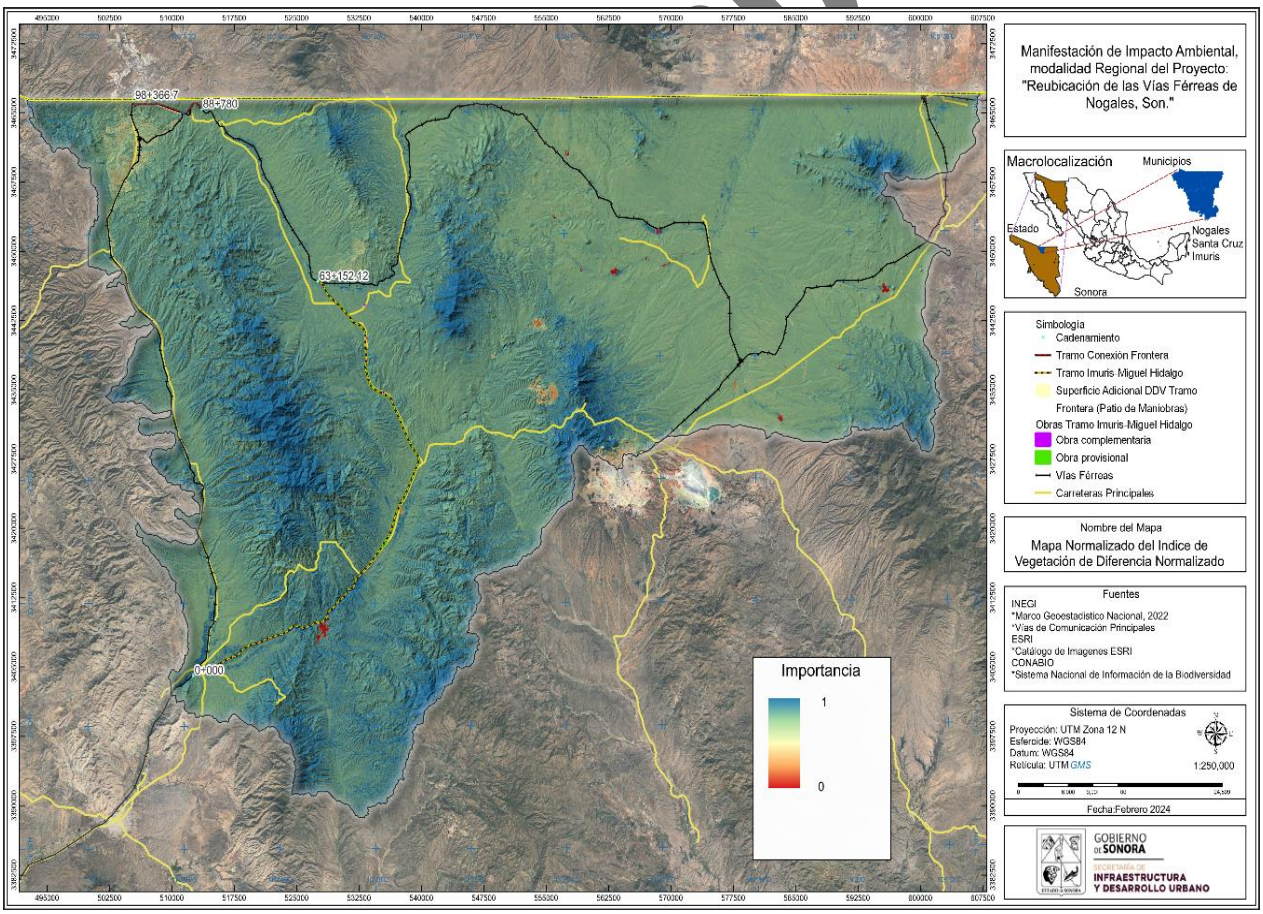
Los procesos funcionales, relacionados con el flujo de materia y energía, son los responsables de sostener la biodiversidad presente en los ecosistemas y de los servicios que estos brindan a los seres humanos (Fu et al., 2013). Procesos como la productividad de la vegetación natural, se encuentran estrechamente ligados a altos valores de integridad ecosistémica, y pueden ser inferido mediante herramientas de percepción remota como el cálculo del NDVI. Este índice mide

la salud de la vegetación a través de su reflectancia, estableciendo una correlación directa entre altos valores de NDVI y zonas de elevada integridad ecosistémica.

Áreas de Productividad Ecosistémica

El cálculo del NDVI generado para el SAR, indica que los bosques templados localizados en las zonas altas al sur y este, son las áreas de mayor productividad de la región, una tendencia que está directamente relacionada con los altos niveles de precipitación (Zelený et al., 2021). Concurriendo la zona sur, con una de las regiones de mayor importancia faunística y florística. Por su parte, los sitos de menor productividad concurren con las áreas de menor precipitación, dominadas en su mayoría por la presencia de pastizales.

Entre las particularidades, que escapan a esta tendencia de los gradientes de precipitación, pero que siguen siendo una respuesta directa de los procesos hidrológicos de la región se encuentran las partes ribereñas ubicadas en los márgenes de los ríos. Destacando la parte del Río Cocoosfera al norte de presa Comaquito, ubicado entre las regiones montañosas en la parte sur. Un área, que también destaca por su importancia florística y faunística.



Mapa IV. 51. Mapa del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado.

Aproximación de la Integridad Ecosistémica

Tabla IV. 116. Ponderación para evaluar la integridad ecosistémica del Sistema Ambiental de Referencia

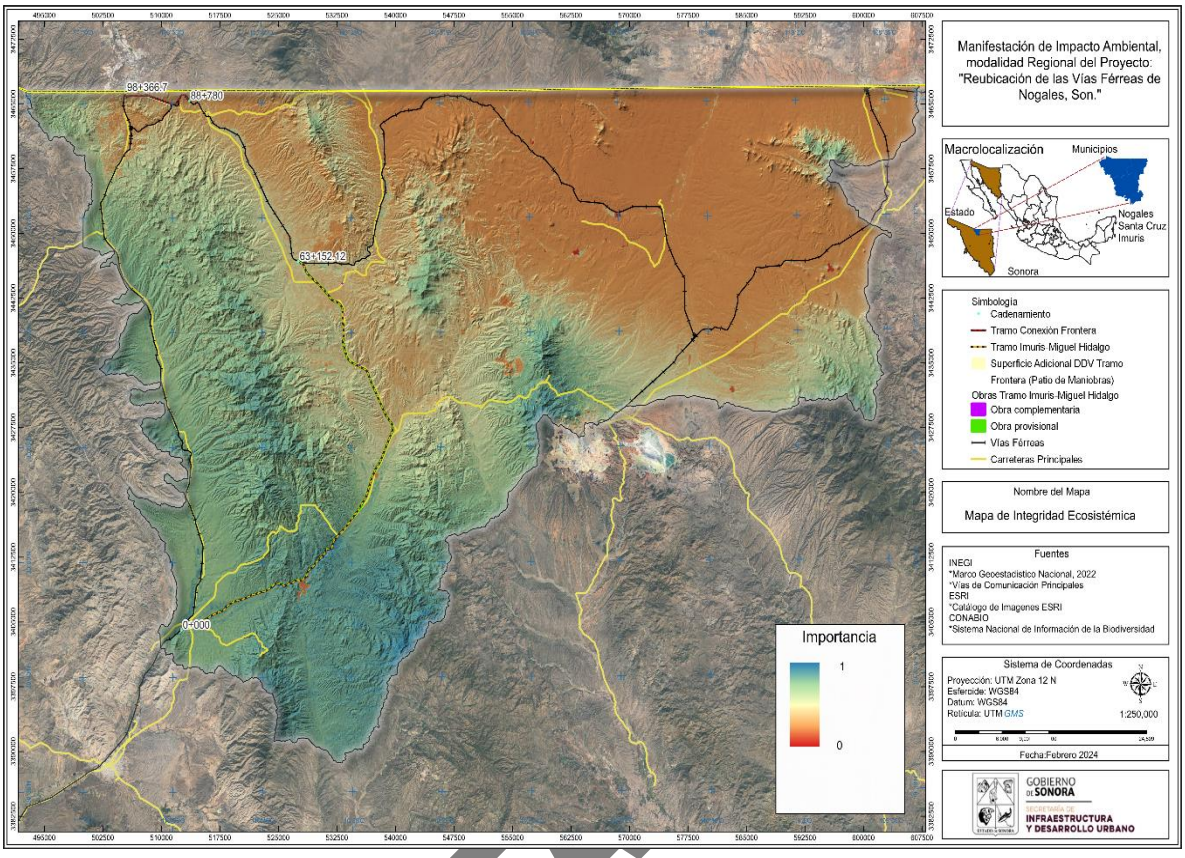
Indicador/ Porcentaje (%) ponderación	Descripción
Productividad (NDVI) / 60%	Una alta productividad indica un ecosistema vigoroso con una buena capacidad productiva, relacionada con una funcionalidad optima del ecosistema.
Importancia Faunística/ 30%	La presencia de vertebrados, dada su capacidad de desplazamiento para buscar hábitats idóneos, está relacionada con altos valores de integridad
Importancia Florística/ 10%	La presencia de especies vegetales es reflejo de una alta integridad, sin embargo, dada su naturaleza sésil y tiempo de respuesta, pueden tardar en reflejar cambios importantes en la integridad de los ecosistemas.

El resultado de la caracterización de las áreas de mayor importancia en términos estructurales (flora y fauna) y funcionales (NDVI), con base a la ponderación establecida (Tabla 2), son la representación de las áreas de mayor biodiversidad, que desempeñan funciones ecológicas esenciales para el mantenimiento de la integridad ecológica del SAR (Figura 4).

Las áreas de mayor importancia se localizan en las regiones altas dominadas por bosques templados, en donde la productividad alcanza los valores más altos de la región. Destacando, además, la relevancia de la parte sur localizada al pie de los sistemas montañosos el oeste de Ímuris. Lugar en el que específicamente, la vegetación ripiara al norte de la presa Comaquito, alcanzó valores similares a los de las partes altas, siendo una zona de gran productividad con altos valores de biodiversidad.

Las zonas de pastizales ubicadas en la parte noroeste tienen una importancia intermedia debido a la dependencia de estos sistemas a los procesos que ocurren en las partes más altas. Si bien en estos lugares también se albergan especies únicas y proporcionar importantes servicios ecosistémicos (e.j. captura del carbono y regulación del clima), sus patrones estructurales y funcionales están supeditados a los procesos de las zonas boscosas ubicadas a mayor altitud. Por ende, la conservación de estos ecosistemas de pastizal depende del manejo sustentable de las áreas boscosas.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 52. Mapa de Integridad Ecosistémica del Sistema Ambiental de Referencia

Integridad Ecosistémica del Área de Influencia

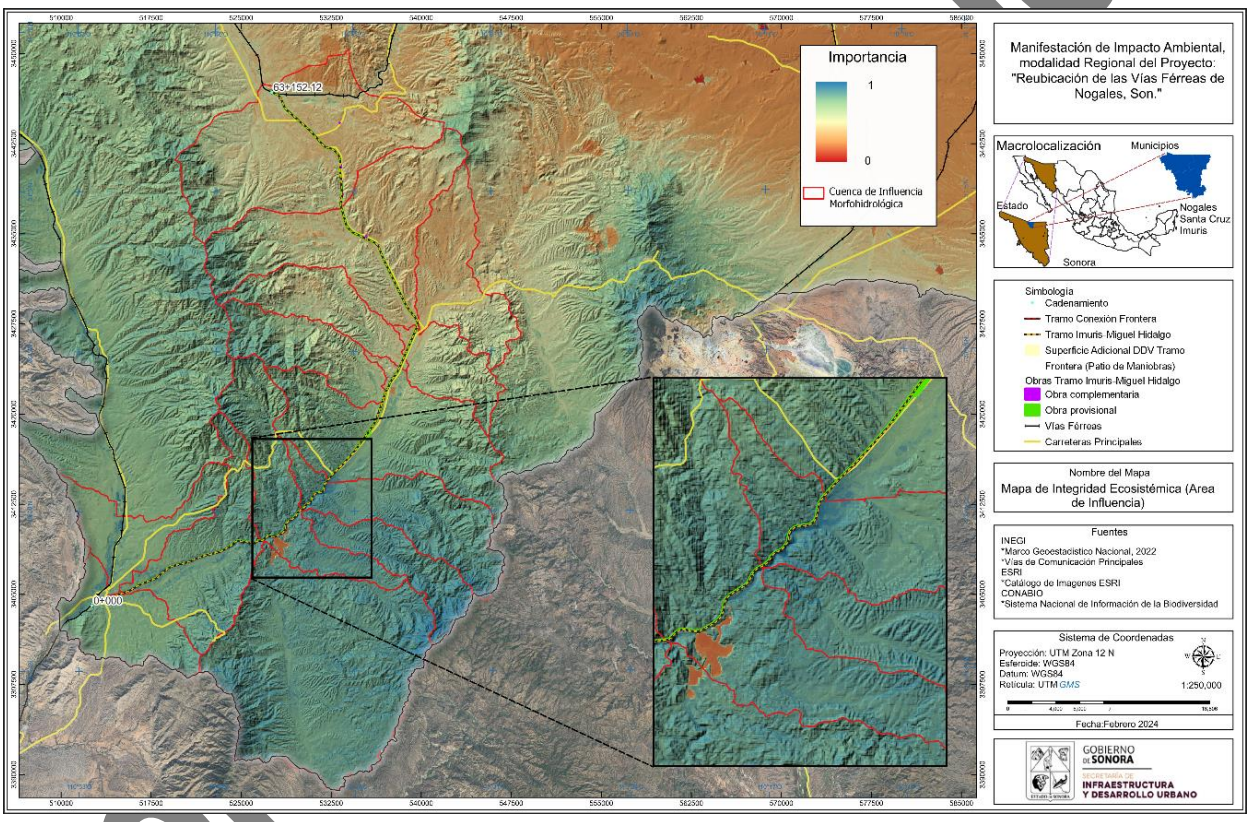
En la zona de influencia del proyecto ferroviario, se destaca que aproximadamente el 65% del área exhibe un alto valor de integridad ecológica, concentrado especialmente a lo largo de los primeros 30 kilómetros del recorrido (Figura 5). En contraste, las áreas restantes presentan valores de integridad intermedios. El tramo denominado Ímuris-Miguel Hidalgo atraviesa la región de máxima integridad dentro del SAR, lo cual plantea desafíos significativos. Este desarrollo incrementa la fragmentación del paisaje, representando un riesgo particular para el transporte eficiente de materiales y nutrientes esenciales para los ecosistemas ubicados al norte de la presa Comaquito.

La presencia de caminos y carreteras paralelas al proyecto ferroviario ya ha comenzado a afectar la conectividad en áreas clave, particularmente en el sistema montañoso que se extiende de Ímuris a Nogales. Esta situación se agravará con la construcción del tramo ferroviario Ímuris-Miguel Hidalgo, que atraviesa directamente el área de mayor integridad dentro del SAR. La consecuencia inmediata es un incremento en la fragmentación del paisaje, lo cual no solo interfiere en la continuidad ecológica entre las zonas de alta integridad ecológica, sino que también amenaza la viabilidad del transporte de materiales y nutrientes vitales para los ecosistemas ribereños al norte de la presa de Comaquito. Estas áreas de alta integridad son

CONSULTA

fundamentales, destacándose por su productividad y por albergar una biodiversidad rica y única, incluyendo especies endémicas.

La preocupación se extiende a la estructura hidrológica de la región, la cual es crucial para el mantenimiento de las áreas ribereñas entre la presa Comaquito y el rancho de conservación Aribabi. Interrumpir esta estructura podría tener efectos adversos no solo en la biodiversidad local, sino también en los servicios ecosistémicos que estas áreas proporcionan. Por lo tanto, es esencial considerar y mitigar los impactos de la fragmentación del paisaje y la alteración de los flujos hidrológicos causados por el proyecto ferroviario, para preservar la integridad ecológica de la región.



Mapa IV. 53. Mapa de Integridad Ecosistémica Acotado a la Cuenca de Influencia Morfohidrológica.

IV.2.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

IV.2.3.1 Delimitación del área de estudio.

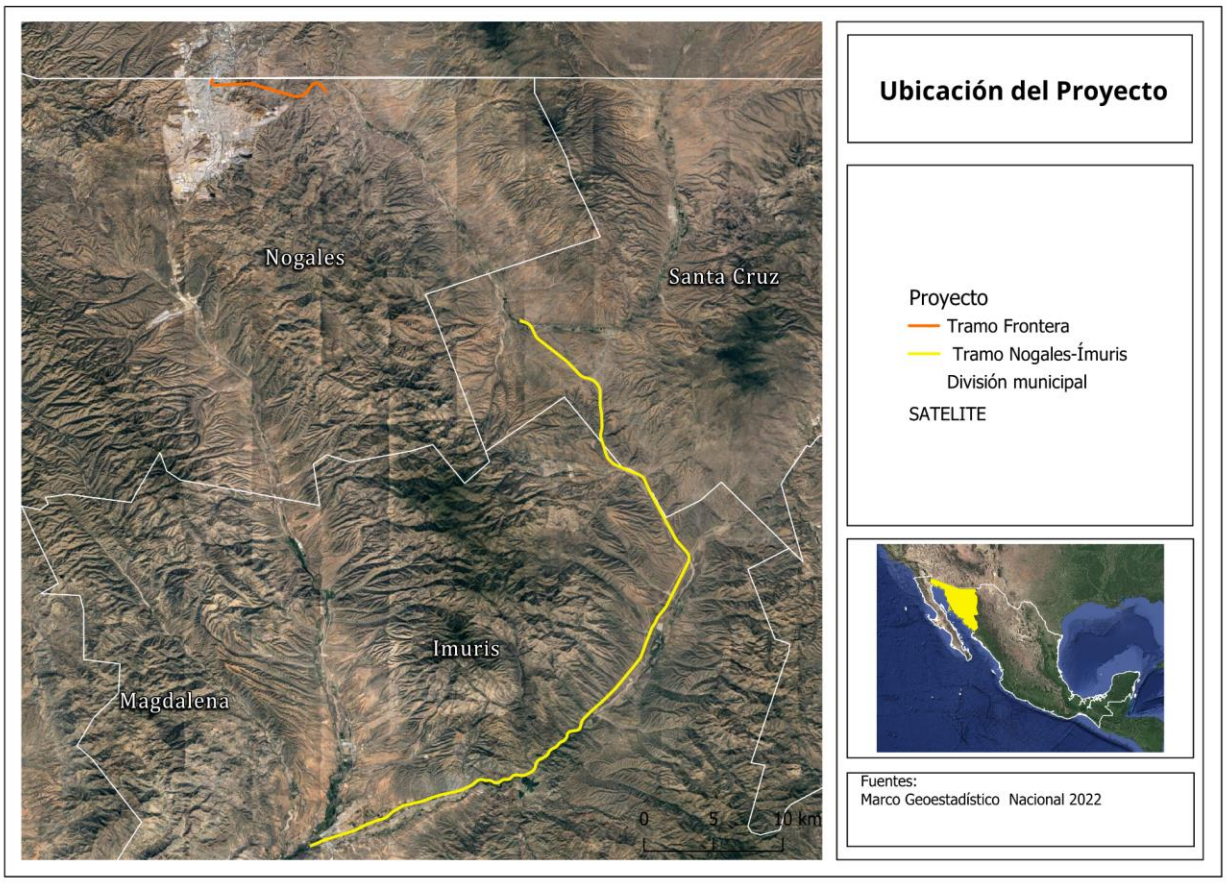
El sistema ambiental regional del Proyecto comprende tres municipios: Nogales, Santa Cruz e Ímuris, los cuales se encuentran ubicados en la porción norte del estado de Sonora.

De estos tres municipios, solo Nogales e Ímuris tienen una influencia directa en sus cabeceras municipales, donde se encuentra la mayor concentración de población.

Nogales colinda al norte con el municipio de Sáric y con los Estados Unidos de América; al este con el municipio de Santa Cruz; al sur con Ímuris, Magdalena y Tubutama y Santa Cruz y al oeste con Tubutama y Sáric.

Ímuris, colinda al norte con los municipios de Nogales y Santa Cruz; al este con Santa Cruz, Cananea, Arizpe y Cucurpe y Magdalena y al oeste con Magdalena y Nogales.

Santa Cruz colinda al norte con Estados Unidos de América; al este con Cananea, al sur con Ímuris y al oeste con Nogales.



Mapa IV. 54. Ubicación del Proyecto

IV.3.3.2 Antecedentes históricos

Nogales

La historia del municipio de Nogales se encuentra íntimamente ligada a la historia del ferrocarril y del comercio con Estados Unidos, desde su autorización en 1882 y la posterior autorización de una aduana fronteriza que conectaría ambos países, hasta llegar a la actualidad con la complejidad de los diversos procesos sociales y económicos que se siguen desarrollando en torno a él.

La construcción y operación de la aduana fronteriza en sus inicios derivó en el desarrollo de un campamento de casas de madera que con el tiempo comenzó a crecer al ritmo de las necesidades de la, entonces, nueva estación ferroviaria de Nogales.

El 12 de agosto de 1896, la Villa de Nogales fue escenario de un hecho trascendente: 43 personas, principalmente yaquis, irrumpieron para asaltar y sitiar la aduana y la casa municipal con el fin de proveerse de armas y parque. El cónsul mexicano en Arizona pidió apoyo al ejército estadounidense y el ataque fue repelido en poco tiempo. Las autoridades de la época llamaron “bandoleros” a los atacantes, pero se trató en realidad de uno de los muchos movimientos sociales que precedieron a la Revolución Mexicana y estuvo liderado por Teresa Urrea.

El movimiento “teresista”, que tenía un carácter tanto revolucionario como religioso, se basaba en el Plan Restaurador de la Constitución y Reformista cuya finalidad era derrocar al gobierno de Porfirio Díaz por violar la Constitución de 1857, ordenar masacres, cometer fraudes electorales y despojar de la tierra a los campesinos e indígenas. Proponía el fin de los monopolios agrícolas, la propiedad social de la tierra y las minas y una reforma radical de la ordenanza militar. El Plan fue redactado entre Nogales, Sonora y Solomonville, Arizona y se cree que muchos nogalenses lo apoyaban. (Corella, 2005)

Durante el periodo de la Revolución Mexicana, Nogales fue testigo de acontecimientos que trascendieron a nivel nacional, con varias figuras importantes de la historia de México instalándose en la ciudad o viviendo allí por algún tiempo. Entre los vecinos de Nogales se encontraron Venustiano Carranza, Álvaro Obregón, Plutarco Ellas Calles. La población de la ciudad creció lentamente durante sus primeros años, pero vivió acontecimientos que definieron al país.

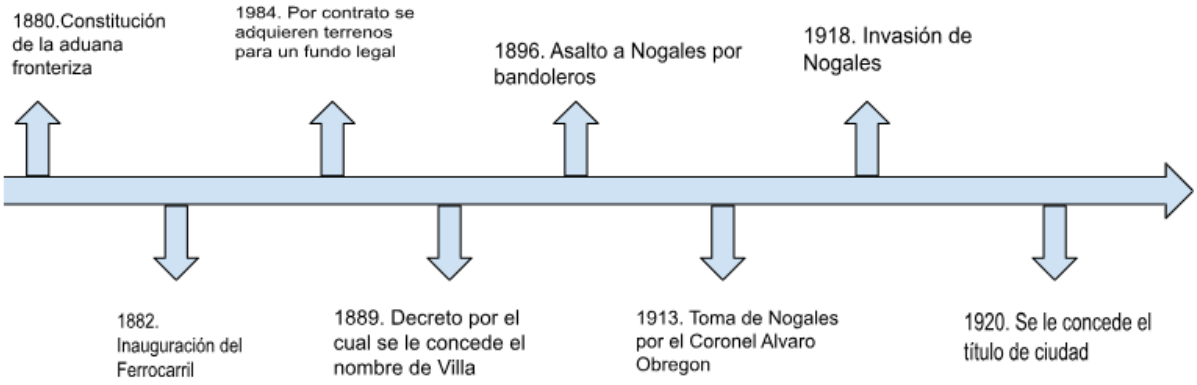
En 1913, la primera acción militar contra Victoriano Huerta fue la invasión de Nogales el 13 de marzo, al mando del entonces coronel Álvaro Obregón. Esta acción jugó un papel crucial en el avance de la fase constitucionalista de la Revolución Mexicana junto con el ascenso del propio Obregón, quien más tarde continuaría su campaña política y encabezaría al poderoso Grupo Sonora en el México posrevolucionario. Otro hecho relevante que tuvo lugar en la ciudad durante este periodo fue la residencia temporal de Venustiano Carranza quien, en 1917, designó ahí a su gabinete como presidente de México.

El proceso revolucionario y el contexto de la Primera Guerra Mundial ocasionaron una tensión creciente entre México y Estados Unidos durante la década de 1910. La consecuencia fue el maltrato recurrente a los mexicanos en la frontera, un enfrentamiento racial el 15 de agosto de

CONSULTA PÚBLICA

1915 y múltiples ataques fronterizos, incluidas dos muertes de mexicanos en 1917 y 1918. La violencia escaló hasta que el 27 de agosto de 1918 tuvo lugar un enfrentamiento binacional. Soldados estadounidenses irrumpieron en territorio nacional y combatieron contra agentes de aduana, soldados y civiles mexicanos en las calles y lomas de Nogales. En la acción resultó muerto el presidente municipal Félix Peñaloza por el ejército norteamericano, y ello derivó en el nombramiento de la ciudad como la Heroica Nogales por el Congreso de la Unión. Hasta la actualidad, estos actos son recordados dentro del imaginario nogalense como la "Gesta Heroica del 27 de agosto". A partir de estos hechos, el gobierno de México construyó el primer muro fronterizo en la ciudad.

A continuación, se muestra una breve reseña de algunos acontecimientos que dieron relevancia a la concreción de Nogales (Núñez, 2003, p. 2).



Ya entrado el siglo XX, la mancha urbana dentro de la Heroica Nogales floreció con lentitud, teniendo para ese entonces una sola escuela secundaria y una escuela preparatoria, a la llegada de las maquilas y la industrialización de Nogales la mancha urbana se acrecentó, teniendo así que los servicios llegarán como una demanda de la creciente población, mas no de la planeación a partir de las necesidades de la población.

Luego de la acelerada expansión económica y demográfica que trajo consigo la industria, se generó un fenómeno de crecimiento incompleto hacia las afueras de la, entonces, creciente, Heroico Nogales que se podía apreciar en la ocupación de zonas no aptas para habitar lo que provocó una limitación en el acceso al agua para consumo humano y un deficiente o casi nulo sistema de drenaje (Carrasco, 1998).

El ferrocarril en sus inicios trasladó mercancías por diversas localidades del estado de Sonora y también tuvo la función de transporte de pasajeros, lo cual llevó a la diversificación de las actividades económicas y las dinámicas sociales. En la década de 1930, el ferrocarril era el sistema de transporte por excelencia para todos aquellos que salieran del Nogales, ya fuera para atender necesidades educativas, laborales o de turismo.

CONSULTA PÚBLICA

Hacia el año de 1990, durante el sexenio del expresidente Ernesto Zedillo, fueron vendidos los ferrocarriles a diversas empresas privadas para darle paso a su uso comercial de carga, lo que derivó en que dejaran de utilizarse para el transporte de pasajeros. En el caso de Sonora, todas las funciones fueron tomadas por el consorcio Grupo México (El sol de México, 2019).

Actualmente Ferromex, un conglomerado de Grupo México en su división de transportes opera las vías ferroviarias que dividen a la ciudad de Nogales en dos hemisferios. Dicho conglomerado transporta principalmente metales, minerales, productos químicos e industriales, fertilizantes, además de productos automotrices (FERROMEX, 2024), entre otros.

Luego de poco más de 140 años de historia, el ferrocarril no solamente se ha convertido en un punto de encuentro para diversas actividades económicas, el tránsito constante de trenes ha dejado una serie de accidentes por descarrilamiento que ponen en evidencia el riesgo asociado a este sistema de transporte. Algunos de los más recientes son:

El 22 de septiembre de 2013 el tren descarriló dentro de la Ciudad de Nogales, luego de que en una curva varios de los vagones se salieran de la vía. La carga se trataba de automóviles que habían sido ensamblados por la empresa FORD con sede en Hermosillo, dicho suceso frenó la circulación de mercancías por casi veinticuatro horas (El Universal, 2013).

Otro incidente de similar naturaleza ocurrió en agosto de 2014, en donde un tren con cerca de 240 toneladas de ácido sulfúrico descarriló a unos cuantos metros del Río Santa Cruz en la porción perteneciente al municipio de Nogales (Excélsior, 2014). El ácido sulfúrico forma parte de los materiales comunes que día a día cruzan por la ciudad de Nogales y que son materias primas e insumos utilizados en la industria minera de Sonora.

En marzo de 2020, tuvo lugar otro descarrilamiento en el ejido de Mascareñas, saliendo de la vía seis vagones cargados de nitrato de amonio (Crítica, 2020).

Asimismo, a decir de las personas entrevistadas para este estudio, en la ciudad son muy frecuentes los accidentes de vehículos, ciclistas y peatones que intentan ganar el paso al tren.

Santa Cruz

El municipio de Santa Cruz contrasta notoriamente con su vecino Nogales, tanto en densidad poblacional como en actividad económica. Luego de un auge minero en la tercera década del siglo XVII, el conquistador Pedro Perea en conjunto con Juan Munguía Villela tuvieron la encomienda de establecerse en la región que hoy comprende al municipio, estableciéndose ahí en 1637 para dedicarse a la agricultura y la ganadería (Yetman, 2011).

El territorio correspondía al que los colonizadores hispanos denominaron “Pimería Alta” y estaba habitado por los pueblos seminómadas originarios de la región. Los pimas practicaban escasamente la agricultura de temporal (principalmente a orillas de los ríos), la ganadería de pequeños rebaños y la alfarería. Encontraban su sustento a través del desplazamiento por amplios territorios de acuerdo con los ciclos naturales (Lorta, 2011).

En 1696, siguiendo la expansión colonial y evangelizadora de la corona española, llegó hasta este territorio el sacerdote Jesuita Eusebio Francisco Kino y fundó la misión de Santa María

CONSULTA PÚBLICA

Suamca, que tenía también la intención de sedentarizar a los pueblos originarios mediante la producción de alimentos abundantes en una sola área. Se cree que en el lugar se estableció un pequeño poblado o ranchería, donde se realizaban algunas actividades productivas.

Sin embargo, ante las incesantes incursiones de las tribus apaches a los asentamientos coloniales de la región, en menos de un siglo el poblado había desaparecido por completo, al punto de que no queda evidencia arqueológica de su ubicación exacta. No obstante, se sabe que una de las “visitadurías” de la misión de Sumaca a las que hacía referencia el padre Kino en sus escritos era San Lázaro, que hoy es el Ejido Miguel Hidalgo.

En 1751, quince años antes de la expulsión de los jesuitas de España, los pimas que habían colaborado con las autoridades de la corona para contener las incursiones de las tribus apaches se rebelaron contra los misioneros de Suamca, Guevabi y Bac al mando de Luis de Sáric, quien había sido gobernador tradicional de su comunidad y era respetado en la región. La revuelta derivó en la expulsión de los sacerdotes jesuitas de la región, quedando a cargo de un gobierno civil.

Posteriormente, la población fue a atacada en varias ocasiones por incursiones apaches. Para hacer frente a esos ataques, en 1775, el inspector general de presidios militares de la corona española, el capitán Hugo de O'Connor, ordenó que se estableciera en la zona un presidio (destacamento) militar, en torno al cual se desarrolló la actual población de Santa Cruz (Lorta,2011).

La guerra de Independencia pasó casi inadvertida en la región, pero tras el triunfo de ésta y la expulsión de los españoles, entre 1820 y 1830, Santa Cruz dejó de ser un destacamento militar para convertirse en un pueblo cuya población crecía gracias a la llegada de familias en busca de tierras para cultivar y criar ganado. Ante este crecimiento demográfico también cesaron los ataques de las tribus apaches.

Lo que sí tuvo grandes repercusiones en la población y el actual municipio fue la guerra con Estados Unidos, la venta de la Mesilla y los nuevos límites internacionales impuestos entre 1847 y 1858. La vecindad con el país que vendría a convertirse en la mayor potencia económica del mundo cambió la configuración regional.

Ya entrado el siglo XX, el descubrimiento de una beta de minerales y la introducción del ferrocarril consolidó el establecimiento de la minería en la zona, que pasó a convertirse en municipio en 1931.

Ímuris

La palabra Ímuris proviene de la lengua Pima y significa “mesa entre dos ríos”, aunque otras versiones aseguran que proviene del nombre de una planta llamada hímer que era usada para reducir la inflamación y el dolor

A los primeros habitantes de Ímuris se les conoce como los indios Himeris, de ahí se desprende una de las posibilidades del nombre del lugar y que hasta el momento es sabido que existen vestigios arqueológicos de importantes asentamientos Himeris en algunas localidades.

CONSULTA PÚBLICA

Es posible observar el pasado prehispánico de la Pimeria Alta por medio de su legado, plasmado en las conocidas trincheras y la constante transformación de sus formas de habitar, ya sea en fosos, aldeas y el acondicionamiento de laderas y planicies (Martínez, 2022).

En la Ranchería Terrenate se encuentra el Cerro de la Cruz, en el cual hay aproximadamente 400 trincheras, convirtiéndose en el segundo sitio más importante de este tipo en el noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos. Además, es posible encontrar vestigios de estructuras que tenían una función ceremonial, a modo de una estructura circular de grandes dimensiones.

La pintura rupestre y los petrograbados son elementos esenciales del legado arqueológico que converge en varias localidades de Ímuris. En la parte baja del Cerro de la Cruz es posible encontrar vestigios de este tipo, conocido como el "mono pinto" y cercano a la presa El Comaquito se encuentran plasmados sobre la roca lo que se conoce como "las letras" (González, et al., 2020).

Las Letras es considerado el sitio de mayor importancia en términos de petrograbado, de igual forma se presentan figuras antropomorfas y abstractas, tal como cazadores y paisajes con dos soles, inclusive aún se puede observar un otero que fungió como mirador para vigilancia y defensa contra los enemigos.

Dichos vestigios representan actividades del día a día en donde es posible observar figuras antropomorfas, zoomorfos y figuras abstractas como paisajes, e inclusive cuerpos de agua.

Otro sitio es La nopalera, se encuentra cercano al Río Babasac en donde se han encontrado metates, "manitas" de metate y algunos relictos de asentamientos que dan muestra del complejo sistema social que se desarrolló en la región.

Las misiones religiosas institucionalizaron la conquista del norte de México, tenían por objetivo la evangelización en el territorio y la homogeneización de la población.

La región se caracteriza por las misiones jesuitas que tenían la encomienda de la evangelización de los habitantes de la Pimería Alta, al tiempo que aprovechaban la meseta para el desarrollo de la agricultura.

Cercana a la carretera número 2 que va de Ímuris a Cananea se encuentra una de las misiones del padre Eusebio Francisco Kino, nombrada "Misión de Nuestra Señora del Pilar y Santiago de Cocóspera" que formó parte del pueblo fundado en 1689 (Crónica Sonora, 2016).

Los Jesuitas tuvieron la encomienda de supervisar la construcción del templo que fue ordenado directamente por el padre Kino en 1704, con estructuras principalmente de adobe.

En 1767 fueron expulsadas las misiones jesuitas, posteriormente misiones franciscanas tomaron el cargo de la remodelación del templo y parte del pueblo.

Cocóspera fue abandonado luego del incesante conflicto con grupos apaches y los habitantes del valle a finales del siglo XIX (El sol de México, 2023).

Actualmente el complejo arqueo-histórico de la Misión de Cocóspera comprende el templo, al norte el cementerio del siglo XX con tumbas de diferentes tipos, desde las de cemento hasta las que sólo están marcadas con pequeños montículos de piedra, la mayoría son de locales que

CONSULTA PÚBLICA

enterraron a sus difuntos, siendo el último de estos en el año 2005. Pero se le sigue considerando un sitio importante de memoria y ritualidad para la población local.

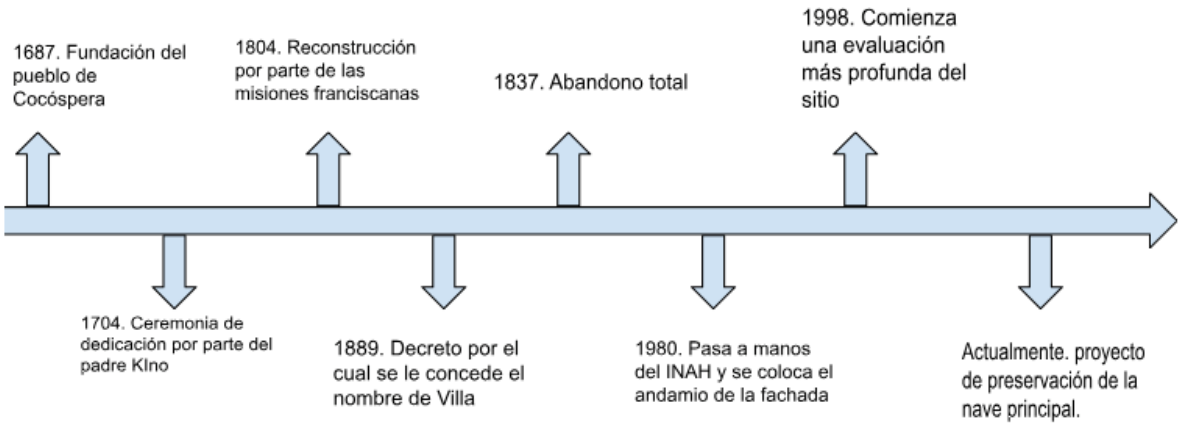
Al oeste del templo se encuentra el primer cementerio en donde ha sido posible encontrar restos óseos con puntas de flecha incrustadas que dan evidencia de las arduas batallas de la época.

También comprende una muralla que servía de fuerte contra el asedio apache, y algunos vestigios de los asentamientos entre la mesa alta y media del lugar. además de una capilla y un mausoleo de reciente construcción.

Cocospera muestra evidencia de las dos diferentes órdenes religiosas que la habitaron, desde los muros de adobe de origen jesuita, hasta algunas remodelaciones como los muros recubiertos por ladrillo y piedra unidos entre sí con argamasa por parte de franciscanos. Justo en esta última remodelación cerca del año de 1790 se incluyeron torres y una fachada de ladrillo de estilo neoclásico.

La mayoría de los detalles del templo se encuentran en riesgo, debido al pasar de los años y la erosión propia del viento y la lluvia, por ello actualmente cocospera se encuentra en proceso de recuperación, teniendo varios proyectos para evitar su pérdida, van desde la intervención y conservación del altar mayor y sus laterales hasta la posible integración de una cubierta que evite que las inclemencias del tiempo sigan dañando la estructura.

PÚBLICA



IV.3.3.3 Descripción socioeconómica de la población en el área de influencia del proyecto.

Población

Nogales

La población total consta de 264, 782 habitantes de los cuales 132, 260 son hombres y 132, 522 son mujeres, logrando una composición promedio de 50% hombres y 50% mujeres.

En términos generales se observa que la distribución de la población es homogénea, es decir, por cada 99 hombres hay 100 mujeres con una edad promedio de 28 años.

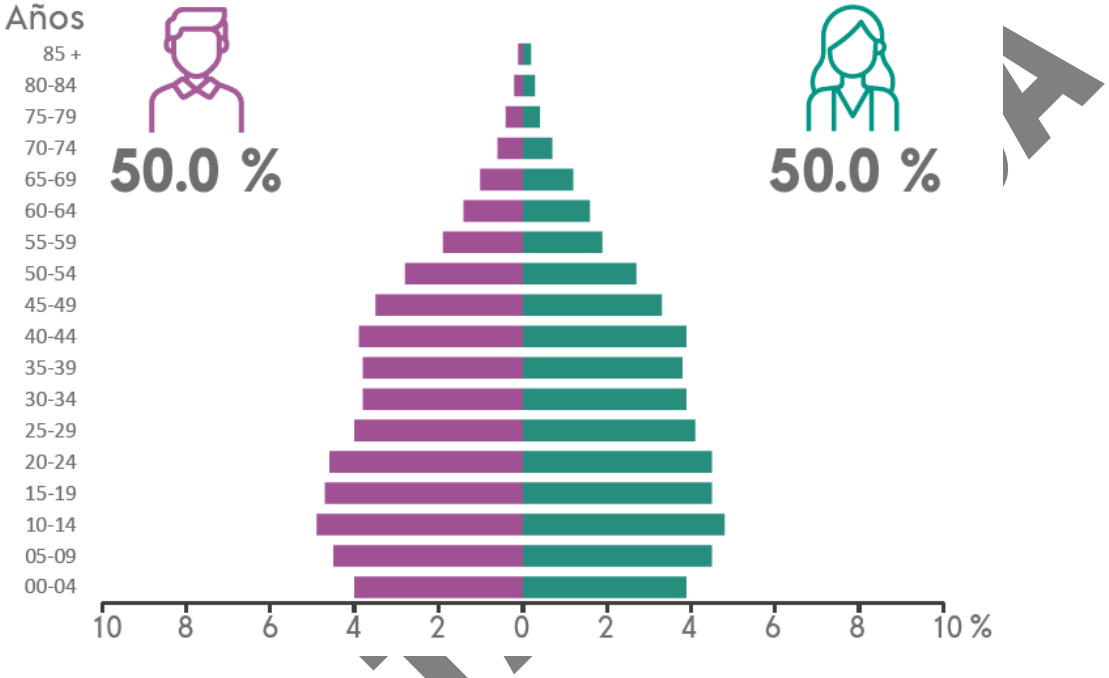


Figura IV. 41. Composición de la población.
Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

El municipio de nogales tiene una extensión territorial de 1 756.6 km2 que representan el 10% del total de la superficie del estado, posee una densidad de población de 150.7 hab/km2

Tabla IV. 117. Localidades con mayor población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020.

Nombre	Población
Heroica Nogales	261, 137
Centro de Readaptación Social Nuevo	1, 136
Cibuta	543
Total de localidades	167

La población económicamente activa en el municipio es 58.2% hombres y 41.18% mujeres respectivamente, lo cual representa un 64.9% del total de la población del municipio.

CONSULTA

Tabla IV. 118. Características económicas de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020.

Población económicamente activa	64.9%	Población no económicamente activa			34.4%
Hombres	41.8%	Estudiantes	42.1%	Impedimento físico o mental para trabajar	1.5%
Mujeres	58.2%	Quehaceres del Hogar	35.3%	Otras actividades no económicas	10.5%
		Pensionados y jubilados	10.4%		

Existen cerca de 78, 358 viviendas habitadas que en promedio son ocupadas entre 3 a 4 personas, con una ocupación promedio por cuarto de 1 persona (INEGI, 2022).

Entre la disponibilidad de bienes y servicios y acceso a las tecnologías de la información se encuentra distribuida de la siguiente forma.

Tabla IV. 119. Disponibilidad de bienes, servicios y acceso a las TICS. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Disponibilidad de bienes		Servicios		Tecnologías de la información y la comunicación	
Refrigerador	96.2%	Agua entubada	92.1%	Computadora	46.3%
Lavadora	83.2%	Drenaje	99.1%	Teléfono Fijo	22.8%
Automóvil	64.5%	Servicio Sanitario	99.6%	Teléfono celular	95.6%
Motocicleta	3.5%	Energía eléctrica	94.4%	Internet	71%
Bicicleta	5.3%	Tinaco	76.5%	Televisión de Paga	70.7%
		Cisterna o aljibe	8.6%		

El nivel de escolaridad en la población se encuentra centrado en la educación básica en su mayoría, con una tasa de alfabetización en la juventud muy cercana al cien por ciento

Tabla IV. 120. Escolaridad de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Nivel	porcentaje
Sin escolaridad	1.4%
Básica	46.2%
Medio superior	32.3%
Superior	19.8%
No especificado	0.3%

CONSULTA PÚBLICA

Los servicios de salud se encuentran cubiertos por instituciones de salud pública en su mayoría, además que las personas que viven con alguna discapacidad se centran en su mayoría en personas de la tercera edad.

Tabla IV. 121. Afiliación a servicios de salud. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Instituciones			
IMSS	77.5%	Pemex, Defensa o Marina	0.7%
INSABI	11.7%	Privada	3.3%
ISSSTE	7.1%	Otra	1.2%
IMSS BIENESTAR	0.3%	Población total afiliada	82.2%

Tabla IV. 122. Discapacidad en la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Total de personas con alguna discapacidad	3.5%
Rango de edad	Porcentaje
0-17	1.8%
18-29	1.6%
30-59	3.1%
60 y más	17.2%

Santa Cruz

La población total consta de 1, 835 habitantes de los cuales 962 son hombres y 873 son mujeres, logrando una composición promedio de 52.4 % hombres y 47.6 % mujeres. Se puede observar que por cada 110 hombres existen 100 mujeres de los cuales la edad promedio es de 29 años.

CONSULTA PÚBLICA

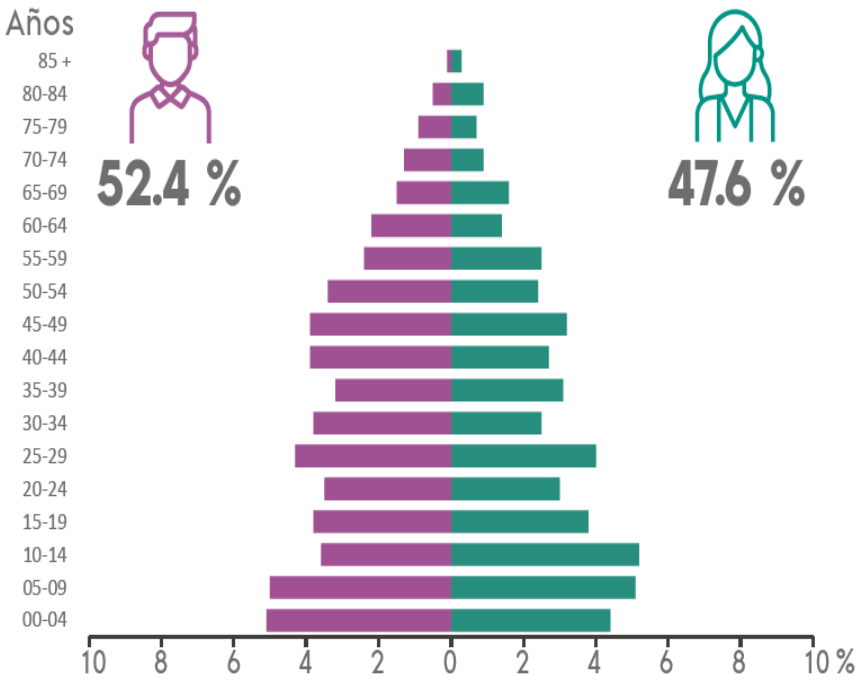


Figura IV. 42. Composición de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

El municipio tiene una superficie territorial de 1, 001.2 km2 que representan el 0.6 % del total de la superficie del estado, posee una densidad de población de 1.8 hab/km2

Tabla IV. 123. Localidades con mayor población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Localidades con mayor población	
Santa Cruz	846
Miguel Hidalgo (San Lázaro)	599
Milpillas	304
Total de localidades	33

La población económicamente activa en el municipio es 74.9% hombres y 25.1% mujeres respectivamente, lo cual representa un 48.9% del total de la población del municipio

CONSULTA

Tabla IV. 124. Características económicas de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Población económicamente activa	**64.9%**	**Población no económicamente activa**			**34.4%**
Hombres	74.9%	Estudiantes	26.6 %	Impedimento físico o mental para trabajar	3.8%
Mujeres	25.1%	Quehaceres del Hogar	60.2 %	Otras actividades no económicas	4.3%
		Pensionados y jubilados	5.1%		

Existen cerca de 553 viviendas habitadas que en promedio son ocupadas entre 3 personas, con una ocupación promedio por cuarto de 1 persona.

Entre la disponibilidad de bienes y servicios y acceso a las tecnologías de la información se encuentra distribuida de la siguiente forma.

Tabla IV. 125. Disponibilidad de bienes, servicios y acceso a las TICS. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Disponibilidad de bienes		**Servicios**		**Tecnologías de la información y la comunicación**	
Refrigerador	95.5%	Agua entubada	92%	Computadora	18.4%
Lavadora	86.6%	Drenaje	98.2%	Teléfono Fijo	17.2%
Automóvil	72.2%	Servicio Sanitario	99.3%	Teléfono celular	94.8%
Motocicleta	6.1%	Energía eléctrica	98.4%	Internet	26.2%
Bicicleta	19%	Tinaco	14.3%	Televisión de Paga	71.8%
		Cisterna o aljibe	1.8%		

El nivel de escolaridad en la población se encuentra centrado en la educación básica en su mayoría, con una tasa de alfabetización en la juventud muy cercana al cien por ciento

Tabla IV. 126. Escolaridad de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Nivel	**Porcentaje**
Sin escolaridad	1.4%

CONSULTA PÚBLICA

Nivel	Porcentaje
Básica	75%
Medio superior	18.7%
Superior	4.8%
No especificado	0.1%

Los servicios de salud se encuentran cubiertos por instituciones de salud pública en su mayoría, además que las personas que viven con alguna discapacidad se centran en su mayoría en personas de la tercera edad.

Tabla IV. 127. Afiliación a servicios de salud. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Instituciones			
IMSS	40.5 %	Pemex, Defensa o Marina	0%
INSABI	46.1 %	Privada	6%
ISSSTE	7.1%	otra	0.6%
IMSS BIENESTAR	0.1%	Población total afiliada	86.9%

Tabla IV. 128. Discapacidad en la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Total de personas con alguna discapacidad	3.2%
Rango de edad	Porcentaje
0-17	1.3%
18-29	1.8%
30-59	2.5%
60 y más	12.4%

Ímuris

CONSULTA PÚBLICA

La población total consta de 12, 536 habitantes de los cuales 6, 401 son hombres y 6, 135 son mujeres, logrando una composición promedio de 51.1 % hombres y 48.9 % mujeres. Se puede observar que por cada 104 hombres existen 100 mujeres de los cuales la edad promedio es de 29 años.

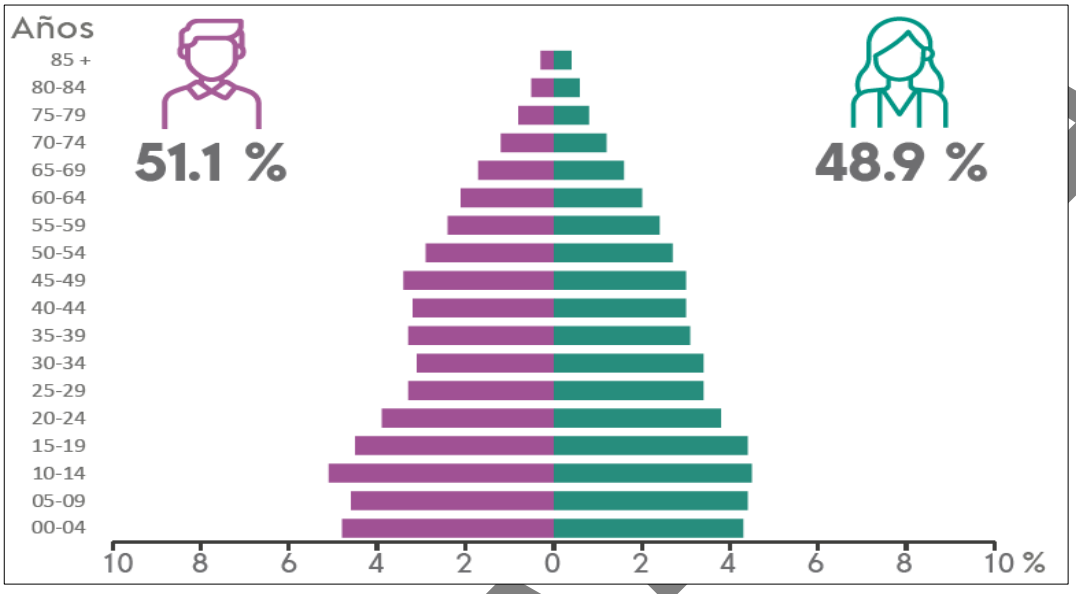


Figura IV. 43. Composición de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

El municipio tiene una superficie territorial de 2, 170 km2 que representan el 0.6 % del total de la superficie del estado, posee una densidad de población de 5.8 hab/km2

Tabla IV. 129. Localidades con mayor población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Nombre	Población
Ímuris	6, 924
Campo Carretero	1, 265
El Crucero	748
Total de localidades	84

La población económicamente activa en el municipio es 60.1% hombres y 39% mujeres respectivamente, lo cual representa un 58.1% del total de la población del municipio

CONSULTA

Tabla IV. 130. Características económicas de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Población económicamente activa	58.1%	Población no económicamente activa			34.4%
Hombres	60.1%	Estudiantes	33%	Impedimento físico o mental para trabajar	2%
Mujeres	39%	Quehaceres del Hogar	40.3%	Otras actividades no económicas	18.4%
		Pensionados y jubilados	6.3%		

Existen cerca de 3, 544 viviendas particulares habitadas que en promedio son ocupadas entre 3 a 4 personas, con una ocupación promedio por cuarto de 1 persona.

Entre la disponibilidad de bienes y servicios y acceso a las tecnologías de la información se encuentra distribuida de la siguiente forma.

Tabla IV. 131. Disponibilidad de bienes, servicios y acceso a las TICS. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Disponibilidad de bienes		Servicios		Tecnologías de la información y la comunicación	
Refrigerador	95.5%	Agua entubada	91.7%	Computadora	33.7%
Lavadora	82.6%	Drenaje	98.2%	Teléfono Fijo	27.4%
Automóvil	64.6%	Servicio Sanitario	98.1%	Teléfono celular	91.1%
Motocicleta	4.7%	Energía eléctrica	98.5%	Internet	49.5%
Bicicleta	15.8%	Tinaco	31.6%	Televisión de Paga	73.1%
		Cisterna o aljibe	6.2%		

El nivel de escolaridad en la población se encuentra centrado en la educación básica en su mayoría, con una tasa de alfabetización en la juventud muy cercana al cien por ciento

Tabla IV. 132. Escolaridad de la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Nivel	Porcentaje
Sin escolaridad	3.4%
Básica	60.6%
Medio superior	2.4%
Superior	11.5%
No especificado	0.3%

CONSULTA PÚBLICA

Los servicios de salud se encuentran cubiertos por instituciones de salud pública en su mayoría, además que las personas que viven con alguna discapacidad se centran en su mayoría en personas de la tercera edad.

Tabla IV. 133. Afiliación a servicios de salud. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Instituciones			
IMSS	45.7%	Pemex, Defensa o Marina	0.2%
INSABI	38.5%	Privada	4.0%
ISSSTE	9.9%	otra	0.8%
IMSS BIENESTAR	2.5%	Población total afiliada	73.9%

Tabla IV. 134. Discapacidad en la población. Fuente: Panorama sociodemográfico de Sonora. Censo de población y vivienda 2020

Total de personas con alguna discapacidad	3.2%
Rango de edad	Porcentaje
0-17	2.2%
18-29	2.1%
30-59	6.5%
60 y más	23.6%

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.3.4 Infraestructura

Nogales

La vía de comunicación más importante del municipio es la Carretera Federal 15 que sirve de conexión con la mayoría de las actividades económicas al centro sur del país, también conecta con puntos estratégicos del estado.

Por otro lado, dentro de la cabecera municipal existen avenidas que interconectan casi en su totalidad a la ciudad, Plutarco Elias Calles, Obregon, Colosio son las principales y están trazadas de norte a sur, se fueron desarrollando conforme la ciudad fue ganando terreno y actualmente intercomunican a la mayoría de la población.

Nogales posee aproximadamente 2 612 avenidas, de las cuales solo el 70 % se encuentra pavimentada (El Mineral,s.f.) debido a que gran parte de ellas se encuentran en zonas de difícil acceso o inclusive aún en zona rural, por tal motivo las calles y avenidas que cuentan con mayor pavimentación son las de la cabecera municipal.

El municipio posee 48 unidades de salud divididas en 4 formas de atención principalmente y que van desde lo privado hasta el Hospital general de Nogales(Secretaría de Economía, 2020).

Santa Cruz

Las principales vías de comunicación en el municipio y específicamente en su cabecera municipal del mismo nombre son de terracería, las cuales conectan al sur con la Carretera Nogales- San Antonio y posteriormente se entronca con la Carretera Federal 2 y al norte con el Antiguo Camino a Santa Cruz, por otro lado, el municipio se encuentra cruzado por la vía férrea que la comunica hacia el noreste con Cananea, Naco y Agua prieta, y al oeste con Nogales (Gobierno de Sonora, 2022, p. 24).

Santa Cruz cuenta con dos unidades de salud, el Centro de Salud Rural Santa Cruz y el Centro de Salud Rural Miguel Hidalgo, pertenecientes a las localidades con mayor población del municipio (Secretaría de Economía, 2020).

Ímuris

La principal vía de comunicación es la carretera federal 15 que conecta al norte con Nogales y al sur con Magdalena de Kino, por otro lado, cuenta con un gran número de caminos de terracería que comunican a sus distintas localidades, las vialidades urbanas más importantes son Álvaro Obregón, Luis Donaldo Colosio, y San Martín corren de noroeste al suroeste del municipio.

La vía del ferrocarril del pacifico cruza al municipio de sur a norte para dirigirse al noreste con el municipio de Nogales y al sur con el resto del país (Gobierno de Sonora, 2022, p.15).

Ímuris cuenta con 11 unidades de salud, siendo la de mayor importancia el Centro de Salud Rural de Ímuris, además de servicios de consultorio que proporcionan algunas farmacias (Secretaría de Economía, 2020).

IV.3.3.5 Usos de suelo

Nogales

El municipio representa el 9% del total del estado, su localidad urbana con mayor territorio es la ciudad y cabecera de este, la Heroica Nogales, esta representa el mayor concentrado poblacional del municipio y además de contener el uso de suelo de asentamientos urbanos, con mayor extensión en comparación con las demás localidades.

En su mayoría, se encuentran bosques de pino, encino y su conjunción, además de algunas zonas con presencia de mezquites y en su mayoría zonas de pastizales y algunos relictos de vegetación xerófila.

CONSULTA PÚBLICA

Santa Cruz

Enclavado en la zona serrana, Santa Cruz presenta en su mayoría zonas de pastizales naturales y distribuidos por casi todo su territorio bosques de encinos. El uso de suelo urbano solamente es posible observar en la cabecera municipal en Santa cruz y en la localidad llamada Miguel Hidalgo, ambas concentrando la mayoría de población del municipio.

Ímuris

En la zona de planicie se encuentran en su mayoría matorrales y pastizales, además de la zona urbana que está específicamente ocupada por la cabecera municipal y un par de localidades cercanas. Además, es posible encontrar zonas de bosque de pino y encino. zona de cuerpos de agua, es el río Babasac y la presa El Comaquito.

IV.3.3.6 Actividades productivas

Nogales

La actividad económica más importante del municipio es la industria que por medio de la maquila, con capital principalmente extranjero, logra emplear aproximadamente a la mitad de la población económicamente activa en sus siete parques industriales (Armenta, et al. 2018).

Dentro de las principales actividades que se llevan a cabo en los parques industriales se encuentra en su mayoría la manufactura de materiales electrónicos para la industria aeroespacial.

Actualmente cuenta con 8 836 unidades económicas, las cuales están centradas en el comercio al por menor e industria manufacturera (INEGI, 2019).

Las principales ventas del municipio están orientadas a la venta de materiales de conducción eléctrica, maquinaria y aparatos mecánicos y aparatos utilizados en diversas áreas médicas (Secretaría de Economía, 2020).

Santa Cruz

A decir del directorio nacional de unidades económicas el municipio de santa cruz posee 74 unidades económicas orientadas principalmente al comercio al por menor, además cuenta con una región dedicada principalmente a la minería, siendo su principal extracción del cobre en una de las principales regiones de extracción del mineral en el estado (INEGI, 2019).

Milpillas, Santa Cruz es una de las localidades con presencia minera, siendo la mina La Perreña perteneciente al Grupo Peñoles una de las más importantes de la región, en esta mina se extrae cobre para la producción de cátodos de este material, produciendo cerca de 6 000 toneladas anuales (Peñoles, 2024).

Por otra parte, Santa Cruz es reconocida por la capacidad ganadera que ha tenido en los últimos años, aprovechando las zonas de pastizales naturales para el desarrollo del ganado.

CONSULTA PÚBLICA

En términos de agricultura es común la siembra de frijol, elote, lechuga, repollo y chile colorado. En los últimos años se ha introducido la producción de calabaza de temporada para la exportación a estados unidos, comúnmente para las festividades de Halloween.

Ímuris

En la actualidad, Ímuris cuenta con 432 unidades económicas distribuidas principalmente en el comercio al por menor, seguido de actividades, siendo características las unidades que prestan servicios y bienes destinados a la industria agrícola y ganadera (INEGI, 2019).

Ímuris, como cabecera municipal, desarrolla sus actividades primordialmente en el sector agrícola-ganadero y en minoría al sector industrial y comercial, la producción se centra en sorgo, maíz, frijol y hortalizas, algunas especies forrajeras y árboles frutales.

La ganadería se practica en los terrenos de agostadero que forman parte del ejido de Ímuris y que cada uno de los ejidatarios desarrolla para distintos fines, desde la producción de quesos y leches, hasta la venta del ganado mismo.

Además, es posible encontrar diversos invernaderos de escala considerable y que alberga gran parte de la población económicamente activa de la cabecera municipal, estos son Invernaderos Crisp Greenhouses, Invernaderos Sierra, Grupo Ganfer, que en suma se dedican a la producción de tomate, chile morrón y pepino.

III.3.5. PAISAJE

Nogales

Como ya se ha mencionado, el municipio de Nogales y en específico su cabecera municipal la Heroica Nogales nacieron a partir del ferrocarril, han tenido que transcurrir cerca de 140 años para el desarrollo de la totalidad de actividades que actualmente convergen en la zona.

Antes de la puesta en marcha de la aduana la zona ya era ocupada por el Rancho los Nogales y Rancho Elías, ya existía un flujo de cruce en la frontera, pero de poco en poco se fue acrecentando y con ello los límites de la Heroica Nogales se fueron extendiendo hacia el sur de la región.

Desde una perspectiva espaciotemporal, la cabecera municipal de Nogales se ha ido desarrollando de forma gradual desde la línea fronteriza hacia el sur, desenvolviéndose a partir de las vías férreas, generando una distribución habitacional y de las principales vías de comunicación con baja planeación.

Nogales, se ha desarrollado con respecto a la actividad férrea, la clara división de la vía sobre la ciudad ha generado una división de los servicios básicos, e inclusive el trayecto del ferrocarril genera una división en términos de movilidad que ocasiona la parálisis total del flujo vehicular en cada una de las ocasiones que el ferrocarril cruza la ciudad.

CONSULTA PÚBLICA

Santa Cruz

El municipio está situado en la zona serrana y se encuentra ubicado entre el paisaje montañoso que subyace con las laderas y con los árboles de encino y tazcal, atravesando por caminos hostiles, Santa Cruz es uno de los pocos municipios que carecen de una carretera pavimentada para comunicar su cabecera con el resto del estado (Lorta,2011, p.13).

Se encuentra en el extremo norte del país y del municipio, solo en interacción con sierras, barrancas y además está ubicado en una de las nueve cuencas históricas de Sonora, es decir la cuenca del Río Santa Cruz.

La cabecera municipal se encuentra a un costado del rio, este dota de color y vida a la localidad, entre verdes muy relucientes y arboles de bellota que enmarcan las calles de la región.

Ímuris

Ímuris posee características que van más allá de un lugar que se ha desarrollado a partir de la carretera federal, ya que desde hace más de 400 años ya se encontraba habitada la región y hasta el momento diversos grupos continúan con sus actividades. La agricultura enraizó las relaciones dentro del municipio y dio paso al surgimiento de la comunicación con las diversas localidades y rancherías que circundan a la hoy cabecera municipal.

Al adentrarse a la zona serrana es posible encontrar paisajes, de características inigualables, gracias a la interacción con el Río Babasac hasta llegar a la presa El Comaquito.

Como ya se mencionó anteriormente, parte importante del paisaje es la presencia de relictos rupestres de los antiguos Himeris que otorgan especial valor a la región.

Además, existe una dinámica de movimiento libre no solo del ganado, si no de los propios habitantes que aún utilizan viejos caminos o senderos que facilitan la comunicación de un punto a otro en el municipio. Sumado al uso lúdico que se les da a los espacios, como principal ejemplo el Río Babasac que funge como punto de distracción y recreación para los habitantes de Ímuris, que los fines de semana acostumbran a reunirse en la ribera del río para pasar un momento de distracción y disfrutar del paisaje de la zona.

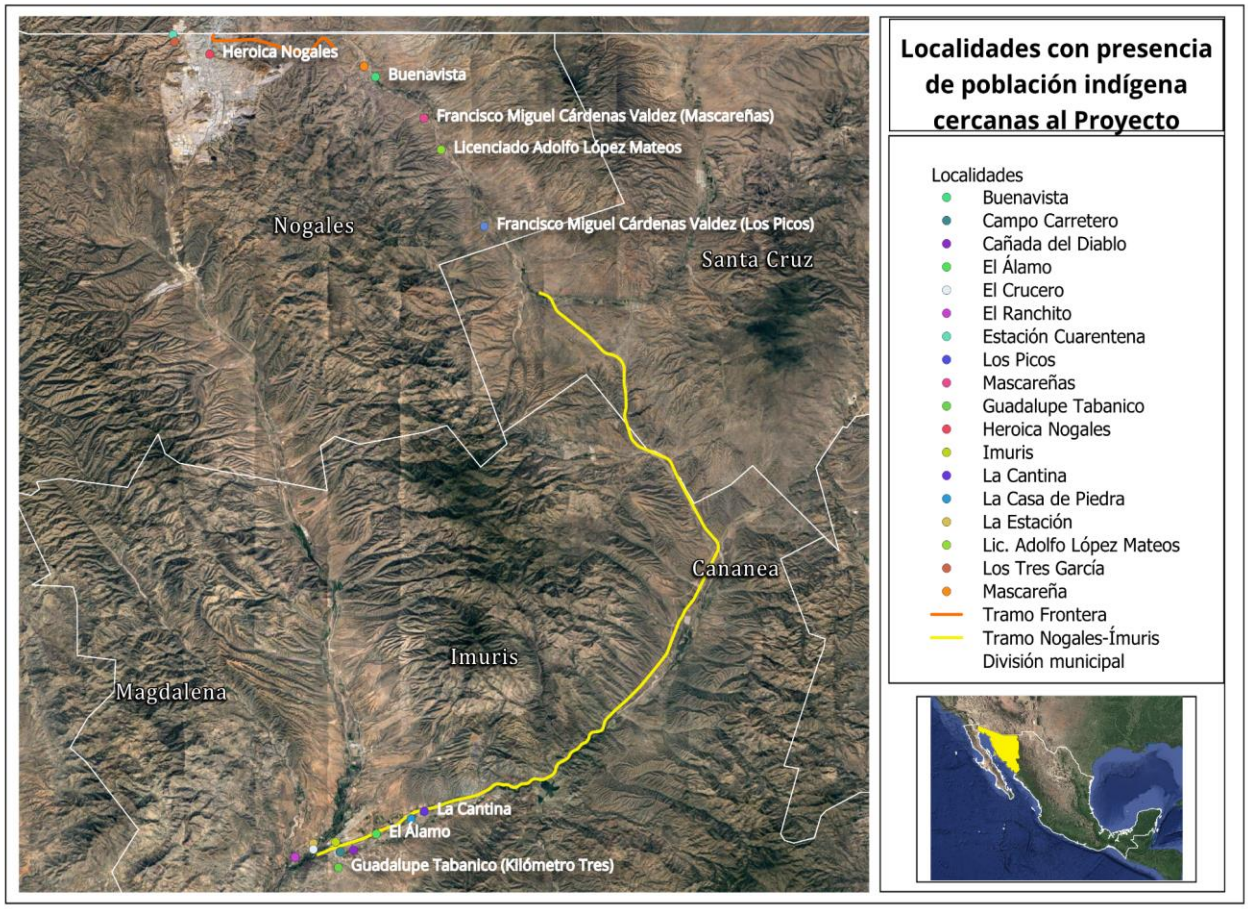
III.3.6. Identificación y caracterización de pueblos indígenas.

De forma general, en el estado de Sonora se encuentran asentados siete pueblos o grupos indígenas, se trata del cucapá, pápago, seri, yaqui, mayo, guarijío y pima, distribuidos en diversas regiones del estado.

En los municipios que comprenden el Proyecto no ha sido posible una identificación directa de agrupaciones de pueblos indígenas que desarrollen sus actividades en aglomerados o colonias donde se concentren de forma específica, la información ha sido recabada de fuentes de información de instituciones dedicadas a la recolección de datos, tal como lo es el censo de población y vivienda y la carta descriptiva de la Conabio que indica las localidades con presencia de población indígena.

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se muestra una breve descripción de los pueblos indígenas encontrados en dicha búsqueda bibliográfica.



Mapa III. 2. Localidades con presencia de población indígena.

Nogales

En el municipio de Nogales el 0.77% (2 039 habitantes) de la población es indígena. Entre las lenguas originarias habladas, el Mayo es la más frecuente, seguida del Yaqui. La población que se considera afromexicana, negra o afrodescendiente es del 1.15 %.

Cabe recalcar que Nogales al ser una ciudad fronteriza alberga a cerca de 10 mil habitantes de "población flotante" que se encuentra en tránsito hacia los Estados Unidos. Entre la población indígena que se encuentra en esta situación, existen muchas personas pertenecientes a pueblos originarios del sur del país: Mazahua, Mixtecos, Rarámuris, entre otros.

De forma precisa, con datos de la carta Población indígena por localidad de la CONABIO (2010) fue posible observar la presencia de población indígena en las localidades de Buenavista,

Estación Cuarentena, Los Picos, Mascareñas, Los tres García, Adolfo López Mateos y la cabecera municipal de la Heroica Nogales.

Otro punto para considerar es la reciente aprobación del decreto 111, que reforma el artículo 3 de la Ley de Derechos de los Pueblos Indígenas de Sonora, y que tiene como principal fin el reconocimiento de la etnia n´dee o n´nee o también conocida como Tribu Lipan Apache. Con ello se integra al compendio de pueblos indígenas del estado y de forma general al municipio de Nogales, reconociendo que tienen derecho a conservar y desarrollar su lengua, usos, costumbres, tradiciones, religión, indumentaria y de forma general todos aquellos rasgos culturales que los represente (Gobierno de Sonora, 2023).

La tribu Lipan Apache se mantuvo activa desde el siglo XIX de forma semi nómada en el norte del estado de Sonora y el sur de Estados Unidos. Se movían dependiendo las condiciones climáticas y además seguían las migraciones de búfalos. Por lo tanto, no hay evidencia arqueológica fija que se pueda ligar a dicha tribu a un territorio determinado. Pero si existe el reconocimiento por parte de los Lipan Apache sobre algunas zonas de vital importancia para su cosmovisión como lo son los Picos de Santa Bárbara y la región cercana a la colonia Buenos Aires en donde se encuentran algunos vestigios, principalmente mortuorios presentados en lo que comúnmente se denomina “ollas fúnebres”.

Actualmente, la tribu se encuentra en proceso de autorreconocimiento y existe un censo provisional que da cuenta de la creciente integración de dicho grupo. En la ciudad de Hermosillo se sabe que hay 45 miembros, en Santa Ana, 3 familias con 60 miembros, en Ímuris la familia Cabral y Castro con 115 personas y en Nogales 560 miembros.

La consolidación de la tribu ha sido un proceso largo que da sentido a la lucha por el reconocimiento de sus miembros, desde el decreto 111 que dio la posibilidad de ser representados en el cabildo por un regidor Lipan Apache hasta la adquisición de varias hectáreas de terreno en el camino a Mascareñas para la formación de una comunidad.

Santa Cruz

En el municipio de Santa Cruz, el 0.41% (8 habitantes) son personas indígenas de los pueblos Rarámuri y Yaqui. La población que se considera afromexicana negra o afrodescendiente es del 0.22%

Ímuris

En el municipio de Ímuris, el 1.05% (132 habitantes) de la población es indígena, de la cual el Mayo es la lengua indígena más frecuente seguido del Amuzgo. La población que se considera afromexicana negra o afrodescendiente es del 1.34%.

Las localidades cercanas que con presencia indígena (Conabio…) son: Campo Carretero, Cañada del Diablo, El Álamo, El Crucero, El Ranchito, Guadalupe Tebanico, La Cantina, La Casa de Piedra, La Estación y la cabecera municipal, Ímuris.

CONSULTA PÚBLICA

Ímuris, al igual que Nogales, presenta una población flotante de migrantes provenientes de distintas partes del país, pero principalmente del sureste. Ahora bien, en el trayecto a la frontera norte se van empleando en distintas áreas, que van desde la maquila hasta los invernaderos d

IV.2.4 PAISAJE

El concepto paisaje ha sido empleado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente diversas maneras de concebirlo y analizarlo, entre las cuales se encuentra el enfoque ecológico, el cual considera al paisaje como un conjunto de grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repartidos de hábitat o ecosistemas. Partiendo de esta perspectiva, para que un área en particular sea considerada una unidad de paisaje, debe contener una variedad de componentes que interactúen en un tiempo determinado, cumpliendo una función ecológica. Por ello, es necesario señalar que, desde el enfoque ecológico, los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos influyen en la configuración de los paisajes.

En este contexto, en la caracterización del paisaje es indispensable distinguir y considerar cada uno de estos factores (medio físico, medio biótico y medio socioeconómico), ya que de esto depende la selección de indicadores para su análisis, el cual debe estar fundamentado en el estudio individual de los componentes, de las relaciones que se establecen entre estos y de su grado de fragilidad.

En el marco de la evaluación del paisaje para proyectos de vías de comunicación, la extensión de estas plantea una dificultad adicional, ya que normalmente se abarcan extensas superficies y se cruza por innumerables espacios físicos, que potencialmente pueden ser definidos como unidades de paisaje con características intrínsecas y factores de cambio en diverso grado, tal como en el caso del presente Proyecto y sus Sistema Ambiental Regional; donde, en el contexto paisajístico, el Sistema Ambiental Regional (SAR) se emplaza en seis tipos de paisajes, de los cuales, el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP) únicamente atraviesan cuatro.

En el Mapa IV.16 (apartado IV.1.1.4) se puede observar que, de forma general, el SAR está conformado predominantemente por zonas accidentadas (sierras altas, sierras plegadas, lomeríos escarpados, valles intermontanos y valles aluviales intermontanos) con presencia de extensas planicies (llanura aluvial). En este contexto, el paisaje del AP y el AI, se caracteriza por una asociación de lomeríos, sierras, valles y llanuras, en las que se observa una antropización media-baja, ya que, de acuerdo con INEGI (2021), más del 23% de la superficie del AI y casi el 25% de la extensión territorial del AP, se encuentran ocupadas por asentamientos humanos, agricultura de riego, pastizal cultivado y pastizal inducido.

En este orden de ideas, se conjuntó la información descriptiva del SAR referente a los componentes del paisaje (medio físico, abiótico y socioeconómico) y con base en la opinión de expertos en distintas áreas, mediante el análisis de diagramas de flujo, se identificaron los rasgos de mayor relevancia, se sintetizó el diagnóstico ambiental y se discutieron las tendencias de deterioro. Por consiguiente, para conocer el diagnóstico regional sobre los recursos naturales y el estado de su conservación, fue necesario lo siguiente:

- Determinar los principales indicadores del SAR

CONSULTA PÚBLICA

- Establecer la funcionalidad de los factores ambientales.
- Conocer el estado actual de los factores ambientales más relevantes. Considerando los factores ambientales y el estado que éstos guardan en el SAR.
- Establecer una evaluación calificativa asignando valores de 0 al 1, donde uno es el ambiente menos frágil y mejor conservado y cero es el menos frágil y más perturbado.
- Analizar la problemática regional.

Metodología para análisis de Paisaje

En el enfoque ecológico el paisaje es concebido como un conjunto de elementos de un territorio, ligados por relaciones de interdependencia, que cumplen una función ecológica. Esta concepción plantea un problema para la evaluación del paisaje, ya que no se dispone de un sistema efectivo para su medición, ya que las metodologías empleadas no pueden prescindir de componentes subjetivos.

En este sentido, los parámetros que más comúnmente se han utilizado para medir el paisaje son:

- Visibilidad. Engloba todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Algunas de las técnicas utilizadas son: observación directa in situ, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y por cuadrículas. También es posible utilizar métodos manuales que producen mapas de visibilidad o un microcomputador.
- Fragilidad. Corresponde a un conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, de forma que se produzca el menor impacto visual posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.
- Calidad o belleza del paisaje. Exige que los valores se evalúen en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar. Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total. Para lo anterior, se han desarrollado una serie de métodos que pueden combinarse entre sí para evaluar la calidad del paisaje.

Estos métodos se han divido en métodos directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que los indirectos incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

CONSULTA PÚBLICA

- De subjetividad aceptada. Es la más simple y a pesar de ser la menos objetiva es aceptada por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que se permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

- Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.
- Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

En este sentido, para el presente estudio se definieron cinco atributos paisajísticos, los cuales, mediante un criterio geomorfológico, fueron agrupados como sistemas o unidades de paisaje. Para evaluar el paisaje de forma integral, se consideraron no solo las unidades de paisaje que son atravesadas por el Proyecto, sino todas las que se presentan en el Sistema Ambiental Regional, con fines comparativos.

Por consiguiente, se utilizó una combinación de métodos directos de subjetividad compartida y un método indirecto de valoración de los componentes del paisaje, para lo cual se tomó como base la clasificación de las clases de calidad escénica propuesta por USDA (1974), modificada para adaptarla a las características del área de estudio y del tipo de proyecto.

Calidad visual intrínseca

CONSULTA PÚBLICA

Con este elemento se pretende significar el atractivo visual que se deriva de las características propias de cada unidad de paisaje a evaluar. La calidad intrínseca del paisaje se definió gradualmente en función de los atributos biofísicos de cada unidad de paisaje.

- Clase A (valores entre 13-15). Calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase B (valores entre 8-12). Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región a evaluar, y no excepcionales
- Clase C (valores entre 5-7). De calidad baja, áreas con muy poca variedad en forma, color, línea y textura.

Para fines del proyecto, se considerarán como atributos paisajísticos: morfología o topografía, vegetación, fauna, presencia de agua y grado de humanización, este último constituye un factor extrínseco, pero se consideró para determinar en qué grado el factor humano afecta a las características del paisaje.

La calidad morfológica o topográfica de la unidad de paisaje se valorará en función de dos aspectos, el desnivel y la complejidad de formas. El criterio asigna mayor calidad a las unidades más abruptas, con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos dominados por relieves planos. De igual forma se asignó un valor mayor a aquellas unidades que presentaran mayor superficie ocupada de forma que indicaran la dominancia de la misma.

Para valorar la calidad intrínseca de la vegetación se consideró la diversidad de las formaciones y el grado de perturbación de cada una de ellas. Se asignó mayor calidad a unidades de paisaje con mayor cobertura y mezcla equilibrada de masas arboladas, arbustos y herbáceas, que a aquellas zonas con distribuciones dominadas por uno de los estratos. La presencia de especies protegidas por la normativa ambiental añade un elemento complementario de mayor calidad.

Por lo que se refiere al grado de humanización, este es un valor extrínseco del paisaje pero se considerará ya que la abundancia de estructuras artificiales disminuye la calidad del paisaje. Se asigna un mayor valor a las unidades con menor número de vías de comunicación de primer orden, infraestructura, actividades agrícolas y densidades de población bajas.

La presencia de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Se valoró la presencia del agua en el conjunto de la unidad paisajística, de tal forma que se asignó mayor valor a la presencia de cuerpos de agua y a las corrientes perennes.

La asignación de los valores a los atributos paisajísticos, se realizaron mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que participó en la elaboración del estudio de impacto ambiental, para lo cual se considerará la información recabada durante los recorridos de campo. Las principales amenazas a estas UP están dadas por la agricultura, por lo procesos erosivos presentes y por la actividad antrópica.

Tabla IV. 135. Clases de calidad.

CONSULTA PÚBLICA

Atributos paisajísticos	Clases de calidad		
	Clase A (3)	Clase B (2)	Clase C (1)
	Alta	Media	Baja
Morfología-Topografía (AP1)	Pendientes entre 50-100%, laderas bruscas irregulares, con crestas afiladas y nítidas o con rasgos dominantes.	Pendientes entre 30-50%, laderas moderadamente bruscas o suaves.	Pendientes entre 0-30%, laderas con poca variación sin brusquedades y sin rasgos dominantes.
Vegetación (AP2)	Cubierta vegetal entre 61-90%. Los tres estratos bien representados, alta variedad, presencia comprobada de especies protegidas.	Cubierta vegetal entre 31-60%, con poca variedad en la distribución, probable presencia de especies protegidas.	Cubierta vegetal menor a 30%, sin variación en su distribución, escala o nula probabilidad de presencia de especies protegidas.
Fauna (AP3)	Comprobada presencia de especies de fauna, presencia de especies protegidas.	Alta probabilidad de encontrar especies de fauna, probabilidad de encontrar especies protegidas.	Baja o nula probabilidad de encontrar especies de fauna mayor, baja probabilidad de encontrar especies protegidas.
Hidrología (AP4)	Cursos de agua permanente con vegetación ribereña bien conservada, cascadas, rápidos, pozas, meandros o gran caudal.	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal, vegetación ribereña perturbada.	Cursos de agua intermitentes, con poca variación en su caudal, saltos, rápidos o meandros, sin vegetación ribereña o con alto grado de perturbación.
Grado de antropización (AP5)	Baja densidad humana por km^2, nula presencia de vialidades de primero y segundo orden, escasa o nula infraestructura, actividades agrícolas de temporal.	Densidad humana media, vialidades de segundos orden (terracerías), actividades agrícolas de riego y temporal, infraestructura media.	Alta densidad humana por km^2, varias vialidades de primero y segundo orden, actividades agrícolas de riego, alta infraestructura.

Fuente: US Deparment of Agriculture, 1974 (Tomado de Canter, 1998).

IV.2.4.1 Calidad Paisajística

Para realizar la valoración de la calidad visual intrínseca se consideraron los atributos paisajísticos (AP) de cada unidad de paisaje y la escala de calidad visual o escénica propuesta por el Servicio Forestal de los Estados Unidos. Los atributos, se modificaron para adecuarlos al tipo de proyecto y área de estudio. El USDA define tres clases de variedad o de calidad escénica según los atributos biofísicos de un territorio. Para este estudio los atributos considerados fueron: morfología, vegetación, fauna, hidrología y grado de urbanización.

La asignación de valores a los atributos paisajísticos se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que elaboró el estudio de impacto ambiental, para lo cual se consideró la información recabada durante los recorridos de campo. Se enfatiza que la valoración de paisaje corresponde a la trayectoria del Proyecto y algunas unidades adyacentes a él. En la siguiente tabla se presenta la valoración para cada una de las unidades de paisaje, subdividas por los tipos de vegetación y/o usos de suelo (USVE), excluyendo los usos denominados urbano construido.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 136. Calidad ambiental en el SAR del Proyecto.

Paisaje	USVE	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	Total	Clase
Sierra alta	Sin vegetación aparente	3	1	1	1	2	8	Media
	Agricultura de riego	3	1	1	1	1	7	Baja
	Agricultura de temporal	3	1	1	1	2	8	Media
	Pastizal cultivado	3	1	1	1	2	8	Media
	Pastizal inducido	3	2	2	1	2	10	Media
	Pastizal natural	3	3	3	1	2	12	Media
	Bosque de encino	3	3	3	1	3	13	Alta
	Bosque de encino-pino	3	3	3	1	2	12	Media
	Bosque de galería	3	3	3	3	2	14	Alta
	Bosque de mezquite	3	3	3	1	2	12	Media
	Bosque de pino	3	3	3	1	3	13	Alta
	Bosque de pino-encino	3	3	3	1	3	13	Alta
	Bosque de táscate	3	3	3	1	2	12	Media
	Matorral desértico micrófilo	3	3	3	1	2	12	Media
	Mezquital xerófilo	3	3	3	1	3	13	Alta
	Vegetación de galería	3	3	3	2	3	14	Alta
	VSa de bosque de encino	3	3	2	1	2	11	Media
	VSa de bosque de encino-pino	3	3	2	1	3	12	Media
	VSa de bosque de pino-encino	3	3	2	1	3	12	Media
	VSa de matorral desértico micrófilo	3	3	2	1	2	11	Media
	VSa de pastizal natural	3	3	2	1	2	11	Media
Sierra plegada	Sin vegetación aparente	3	1	1	1	3	9	Media
	Agricultura de riego	3	1	1	2	1	8	Media
	Pastizal inducido	3	2	2	1	2	10	Media
	Pastizal natural	3	3	3	1	2	12	Media
	Bosque de encino	3	3	3	1	2	12	Media
	Bosque de pino-encino	3	3	3	1	3	13	Alta
	Matorral desértico micrófilo	3	3	3	1	2	12	Media
	Vegetación de galería	3	3	3	3	2	14	Alta
	VSA de bosque de encino	3	3	2	1	3	12	Media
	VSa de bosque de encino	3	3	2	1	3	12	Media
	VSa de matorral desértico micrófilo	3	3	2	1	2	11	Media
	VSa de pastizal natural	3	3	2	1	2	11	Media
Lomerío escarpado	Pastizal natural	2	3	3	1	1	10	Media
	Bosque de encino	2	3	3	1	1	10	Media
	VSa de bosque de encino	2	3	2	1	2	10	Media
Valle intermontano	Agricultura de riego	1	1	1	2	1	6	Baja
	Pastizal cultivado	1	1	1	1	2	6	Baja
	Pastizal inducido	1	2	2	1	1	7	Baja
	Pastizal natural	1	3	3	1	1	9	Media
	Bosque de encino	1	3	3	1	1	9	Media
	Bosque de mezquite	1	3	3	1	1	9	Media
	Matorral desértico micrófilo	1	3	3	1	2	10	Media
	Mezquital xerófilo	1	3	3	1	2	10	Media

CONSULTA PÚBLICA

Paisaje	USVE	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	Total	Clase
	Vegetación de galería	1	3	3	3	1	11	Media
	VSa de bosque de encino	1	3	2	1	1	8	Media
Valle aluvial intermontano	Sin vegetación aparente	1	1	1	1	3	7	Baja
	Agricultura de riego	1	1	1	1	1	5	Baja
	Pastizal cultivado	1	1	1	1	2	6	Baja
	Pastizal inducido	1	2	2	1	2	8	Media
	Pastizal natural	1	3	3	1	2	10	Media
	Bosque de encino	1	3	3	1	2	10	Media
	Bosque de táscate	1	3	3	1	2	10	Media
	Matorral desértico micrófilo	1	3	3	1	2	10	Media
	Mezquital xerófilo	1	3	3	1	2	10	Media
	Vegetación de galería	1	3	3	1	2	10	Media
	VSa de bosque de encino	1	3	2	1	2	9	Media
	VSa de matorral desértico micrófilo	1	3	2	1	2	9	Media
	VSa de pastizal natural	1	3	2	1	2	9	Media
Llanura aluvial	Sin vegetación aparente	1	1	1	1	3	7	Baja
	Agricultura de riego	1	1	1	1	1	5	Baja
	Pastizal cultivado	1	1	1	1	2	6	Baja
	Pastizal inducido	1	2	2	1	2	8	Media
	Pastizal natural	1	3	3	1	2	10	Media
	Bosque de encino	1	3	3	1	2	10	Media
	Bosque de galería	1	3	3	3	3	13	Alta
	Bosque de mezquite	1	3	3	1	3	11	Media
	Mezquital xerófilo	1	3	3	1	1	9	Media
	Vegetación de galería	1	3	3	3	2	12	Media
	VSa de bosque de encino	1	3	2	1	2	9	Media
	VSa de matorral desértico micrófilo	1	3	2	1	2	9	Media
	VSa de pastizal natural	1	3	2	1	2	9	Media

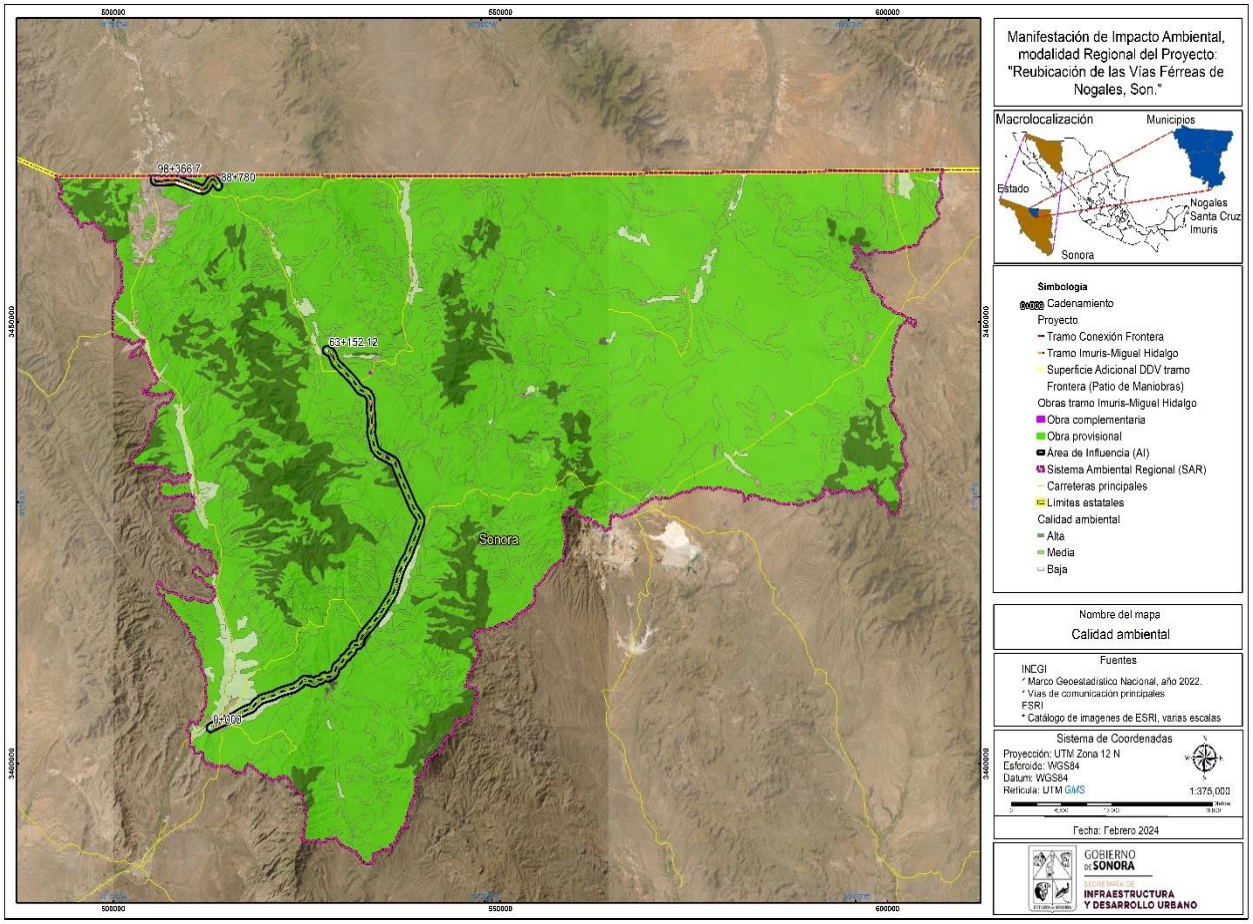
Fuente: Elaboración Propia Con Base En INEGI (2001, 2007, 2008, 2010, 2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con el análisis de la información a nivel del SAR se determinaron 10 unidades con calidad ambiental baja, 53 con calidad ambiental media y nueve con calidad ambiental alta; a nivel del AI, de las 23 unidades presentes, cinco presentan calidad ambiental baja, 15 calidad ambiental media y tres calidad ambiental alta; y a nivel del AP, de las 20 unidades presentes, cuatro tienen calidad ambiental baja, 14 calidad ambiental media y dos calidad ambiental alta. En este sentido, es importante señalar, que las unidades que presentan calidad ambiental media representan el 84.15%, 76.55% y 76.28% del SAR, el AI y el AP, respectivamente.

El mapa que se presenta a continuación permite observar que, de forma general, la calidad ambiental presenta un patrón de distribución geográfica asociada a la formación de matrices, parches y corredores, donde los valores de calidad ambiental media conforman la matriz, los valores de calidad alta (asociados a relieves pronunciados) integran parches y los valores de calidad baja forman corredores (asociados a vías de comunicación de mayor orden). Esto evidencia la baja transformación antropogénica de los ecosistemas presentes en el SAR, donde

la predominancia de los valores medios de calidad ambiental, están dados por la escases de corrientes de agua perenne.



Mapa IV. 55 Calidad ambiental en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2007, 2008, 2010, 2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

IV.2.4.2 FRAGILIDAD

La fragilidad o la vulnerabilidad ambiental, considera la susceptibilidad del ambiente a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones intrínsecas por la localización y desarrollo de cualquier proyecto y sus áreas de influencia (Benítez 2007). Evaluando la susceptibilidad y resiliencia de las variables características del ambiente, por efecto de las acciones previstas en la fase preliminar del Proyecto.

La fragilidad ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad

que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes para el Proyecto. Se consideran como clases de sensibilidad las siguientes:

- Fragilidad Muy baja. Se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.
- Fragilidad Baja. Se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin problemas las acciones del Proyecto, donde la recuperación, si bien no podría ocurrir en forma natural, puede darse con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla.
- Fragilidad Media. Se agrupan aquellos criterios donde existe un equilibrio ecológico o social frágil. Por lo que su recuperación y control exige, al momento de ejecutar un proyecto, la aplicación de medidas que involucran alguna complejidad.
- Fragilidad Alta. Se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican significativamente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos mitigantes.
- Fragilidad Muy alta. Se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican irreversiblemente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos compensatorias.

El análisis de cada sensibilidad requiere la estructuración de una serie de aspectos que permitan describir el comportamiento del ambiente ante las acciones perturbadoras. Los componentes ambientales son los indicadores que caracterizan el ambiente del área de estudio.

Tabla IV. 137. Calidad ambiental en el SAR del Proyecto.

Componente	Aspecto	Criterio
Físico	Fisiografía	Pendiente
		Altura
		Amplitud del terreno
	Geotecnia	Compacidad
		Capacidad portante
Biológico	Flora y fauna	Complejidad estructural
		Cobertura
		Caducidad
		Valor como hábitat

Fuente: Ross (1994).

IV.2.4.2.1. Fragilidad del medio físico

Como fragilidad ambiental se entiende a la capacidad del medio para asimilar las alteraciones provocadas por algún tipo de obra y/o actividad y, en el componente físico está referido principalmente a la relación indirecta con la estabilidad del suelo. En ese sentido, la sensibilidad o fragilidad del espacio geográfico es determinada por la extensión, intensidad y frecuencia de procesos geomorfológicos activos que modelan el paisaje y por su potencial erosivo condicionado por las características geológicas, geomorfológicas, climáticas y vegetativas del medio, que propician el desarrollo de estos procesos para un determinado espacio y momento.

CONSULTA PÚBLICA

Los niveles de fragilidad son determinados por el método heurístico multivariable de combinación de criterios, que corresponden principalmente a aspectos fisiográficos (pendiente, altura y amplitud del terreno) y geotécnicos (compacidad y capacidad portante del terreno). A los atributos particulares de estos criterios se asigna un valor referido a una serie de datos representativos y cuantificables. La evaluación depende básicamente de las condiciones intrínsecas de los principales factores ambientales: clima, vegetación, hidrología, fisiografía y geología. Estos factores determinan una serie de aspectos físicos, siendo los más relevantes para el estudio los fisiográficos y geotécnicos, porque reflejan la aptitud del terreno para tolerar actividades exógenas, los cuales son cuantificados y valorados de acuerdo con datos de línea base. Los factores climáticos y de vegetación condicionan estos aspectos y son considerados en el análisis de modo cualitativo.

Los aspectos físicos considerados en el estudio se componen de los aspectos, criterios y atributos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 138. Factores de Fragilidad Física

Aspectos	Criterios	Atributos	Descripción	Valor
Fisiografía	Pendiente (C1)	Plana	0-4%	1
		Plano-ondulada	0-8%	2
		Ligeramente inclinada	8-25%	3
		Inclinada	25-75%	4
		Muy Inclinada	75% a mas	5
	Altura (C2)	Muy Bajo	0 – 10m	1
		Bajo	11 – 20 m	2
		Medio	21 – 50 m	3
		Alto	51 - 70	4
		Muy Alto	71 m y más	5
	Amplitud del terreno (C3)	Terrazas	extensa	1
		Cimas amplias	5 a 10 m	3
		Cimas abovedadas	2 a 5 m	4
		Cimas afiladas	Menor a 2 m	5
Geotecnia	Compacidad (C4)	Densa	No se puede atravesar con DPL	1
		Media	Se atraviesa difícilmente	2
		Suelta	Se atraviesa fácilmente	4
		Muy suelta	Más de 10 cm con un golpe	5
	Capacidad portante (C5)	Muy bueno	GW	1
		Buena	GP, GM	2
		Media	GC, SW, SP,SM, SC	4
		Baja	ML, CL, OL,MH, CH, OH	5

FUENTE: ROSS (1994).

CONSULTA PÚBLICA

Determinados los criterios que definen la fragilidad física, se procede al cálculo del índice de sensibilidad física (ISF) o de fragilidad física, que permite definir la categoría correspondiente a cada unidad espacial. El cálculo incluye la sumatoria de los valores asignados a cada atributo,

cuyo resultado final es comparado y clasificado mediante el rango de sensibilidad establecido para el presente estudio, que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV. 139. Escalas de fragilidad física.

Índice de Fragilidad Física	Nivel de Fragilidad
5 - 10	Muy Baja
11 - 15	Baja
16 - 18	Media
19 - 22	Alta
23 - 25	Muy Alta

FUENTE: ROSS (1994).

De acuerdo con lo anterior se determinó la fragilidad física por unidad de paisaje para el SAR del Proyecto, la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 140. Fragilidad física el SAR del Proyecto.

Paisaje	USVE	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Clase
Sierra alta	Sin vegetación aparente	3	5	3	2	2	15	Baja
	Agricultura de riego	3	5	3	2	2	15	Baja
	Agricultura de temporal	3	5	3	2	2	15	Baja
	Pastizal cultivado	2	5	3	2	2	14	Baja
	Pastizal inducido	4	5	3	2	2	16	Media
	Pastizal natural	3	5	3	2	2	15	Baja
	Bosque de encino	4	5	3	2	2	16	Media
	Bosque de encino-pino	4	5	3	2	2	16	Media
	Bosque de galería	3	5	3	4	4	19	Alta
	Bosque de mezquite	3	5	3	4	4	19	Alta
	Bosque de pino	4	5	3	2	2	16	Media
	Bosque de pino-encino	4	5	3	2	2	16	Media
	Bosque de táscate	3	5	3	2	2	15	Baja
	Matorral desértico micrófilo	3	5	3	2	2	15	Baja
	Mezquital xerófilo	3	5	3	2	2	15	Baja
	Vegetación de galería	3	5	3	4	4	19	Alta
	VSa de bosque de encino	4	5	3	2	2	16	Media
	VSa de bosque de encino-pino	4	5	3	2	2	16	Media
	VSa de bosque de pino-encino	4	5	3	2	2	16	Media
	VSa de matorral desértico micrófilo	4	5	3	2	2	16	Media
	VSa de pastizal natural	3	5	3	2	2	15	Baja
Sierra plegada	Sin vegetación aparente	3	5	3	2	2	15	Baja
	Agricultura de riego	3	5	3	2	2	15	Baja
	Pastizal inducido	4	5	3	2	2	16	Media
	Pastizal natural	3	5	3	2	2	15	Baja

CONSULTA PÚBLICA

Paisaje	USVE	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Clase
	Bosque de encino	4	5	3	2	2	16	Media
	Bosque de pino-encino	4	5	3	2	2	16	Media
	Matorral desértico micrófilo	3	5	3	2	2	15	Baja
	Vegetación de galería	3	5	3	2	2	15	Baja
	VSA de bosque de encino	3	5	3	2	2	15	Baja
	VSa de bosque de encino	3	5	3	2	2	15	Baja
	VSa de matorral desértico micrófilo	3	5	3	2	2	15	Baja
	VSa de pastizal natural	3	5	3	2	2	15	Baja
Lomerío escarpado	Pastizal natural	3	5	3	2	2	15	Baja
	Bosque de encino	3	5	3	2	2	15	Baja
	VSa de bosque de encino	3	5	3	2	2	15	Baja
Valle intermontano	Agricultura de riego	2	4	1	2	2	11	Baja
	Pastizal cultivado	3	4	1	4	4	16	Media
	Pastizal inducido	3	4	1	2	2	12	Baja
	Pastizal natural	3	4	1	2	2	12	Baja
	Bosque de encino	3	4	1	2	2	12	Baja
	Bosque de mezquite	3	4	1	2	2	12	Baja
	Matorral desértico micrófilo	3	4	1	4	4	16	Media
	Mezquital xerófilo	3	4	1	2	2	12	Baja
	Vegetación de galería	3	4	1	2	2	12	Baja
	VSa de bosque de encino	3	4	1	4	4	16	Media
Valle aluvial intermontano	Sin vegetación aparente	3	4	1	2	2	12	Baja
	Agricultura de riego	2	4	1	2	2	11	Baja
	Pastizal cultivado	3	4	1	2	2	12	Baja
	Pastizal inducido	2	4	1	2	2	11	Baja
	Pastizal natural	3	4	1	2	2	12	Baja
	Bosque de encino	3	4	1	2	2	12	Baja
	Bosque de táscate	3	4	1	2	2	12	Baja
	Matorral desértico micrófilo	3	4	1	2	2	12	Baja
	Mezquital xerófilo	3	4	1	2	2	12	Baja
	Vegetación de galería	3	4	1	2	2	12	Baja
	VSa de bosque de encino	3	4	1	2	2	12	Baja
	VSa de matorral desértico micrófilo	3	4	1	2	2	12	Baja
	VSa de pastizal natural	3	4	1	2	2	12	Baja
Llanura aluvial	Sin vegetación aparente	3	3	1	2	2	11	Baja
	Agricultura de riego	2	3	1	2	2	10	Muy baja
	Pastizal cultivado	2	3	1	2	2	10	Muy baja
	Pastizal inducido	3	3	1	2	2	11	Baja
	Pastizal natural	3	3	1	4	4	15	Baja
	Bosque de encino	3	3	1	2	2	11	Baja
	Bosque de galería	2	3	1	4	4	14	Baja
	Bosque de mezquite	3	3	1	4	4	15	Baja
	Mezquital xerófilo	3	3	1	2	2	11	Baja
	Vegetación de galería	3	3	1	2	2	11	Baja
	VSa de bosque de encino	3	3	1	4	4	15	Baja

CONSULTA PÚBLICA

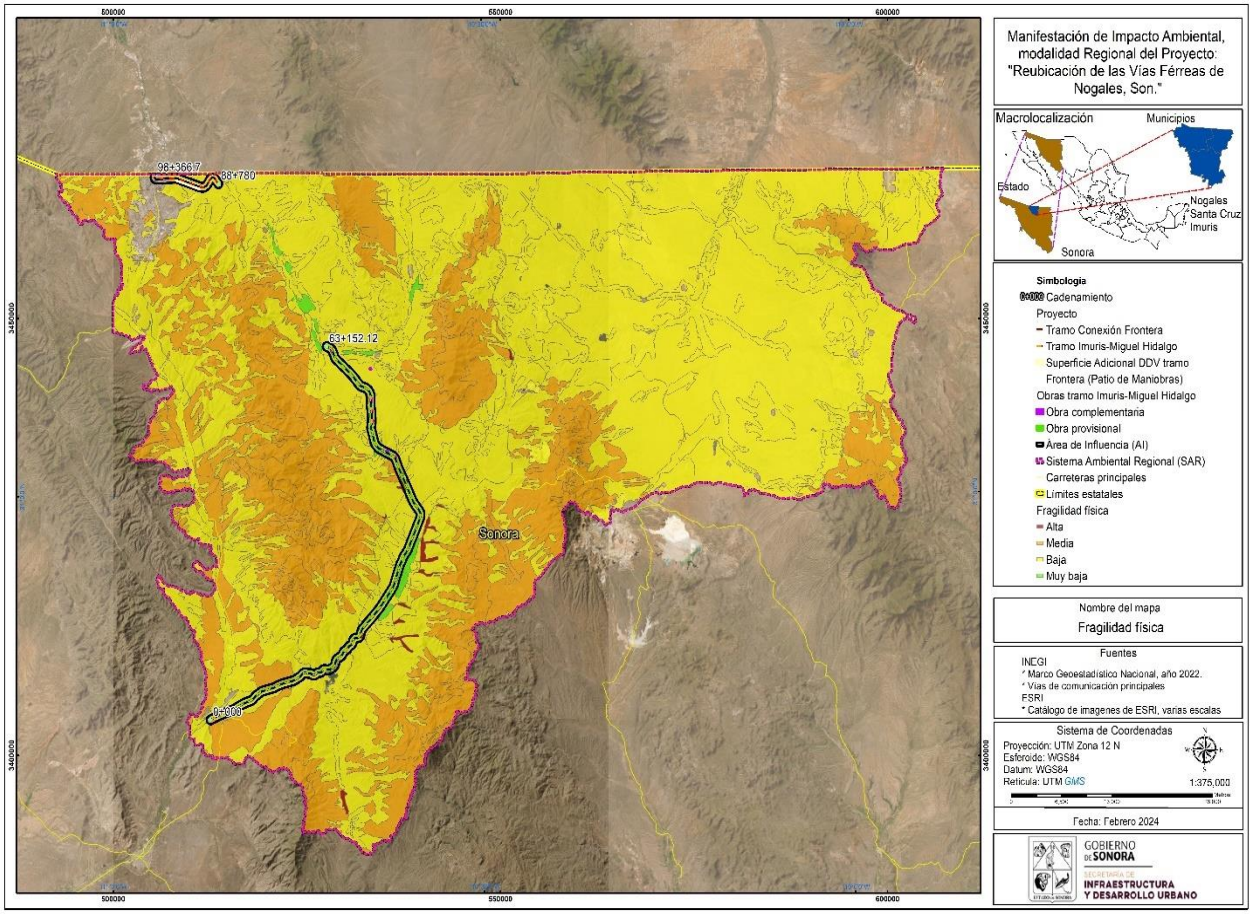
Paisaje	USVE	C1	C2	C3	C4	C5	Total	Clase
	VSa de matorral desértico micrófilo	3	3	1	2	2	11	Baja
	VSa de pastizal natural	3	3	1	2	2	11	Baja

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2007, 2008, 2010, 2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

De acuerdo con el análisis de la información, a nivel del SAR, se determinaron dos unidades con fragilidad física muy baja, 52 con fragilidad física baja, 15 con fragilidad física media y tres con fragilidad física alta; a nivel del AI, de las 23 unidades presentes, dos tienen fragilidad física muy baja, 16 fragilidad física baja, tres fragilidad física media y dos fragilidad física alta; y a nivel del AP, de las 20 unidades presentes, dos tienen fragilidad física muy baja, 14 fragilidad física baja, dos fragilidad física media y dos fragilidad física alta. En este sentido, es importante señalar que las unidades que presentan fragilidad física muy baja-baja representan el 69.05, el 88.97% y el 92.17% del SAR, el AI y el AP, respectivamente. Estas condiciones se deben a que la mayor parte del SAR, el AI y el AP, se emplazan sobre superficies planas.

El mapa que se presenta a continuación permite observar que, de forma general, la fragilidad física presenta un patrón de distribución geográfica asociada a la formación de matrices y parches, donde los valores de fragilidad física baja conforman la matriz y los valores de fragilidad física muy baja, media y alta integran los parches; lo que evidencia la heterogeneidad abiótica del SAR, lo que resulta lógico, considerando que las unidades analizadas están directamente relacionadas con los componentes del Medio Físico.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 56 Fragilidad física en el SAR, el AI y el AP.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2007, 2008, 2010, 2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA

IV.2.4.2.2 Fragilidad del medio biológico

Criterios utilizados

El análisis de fragilidad del medio biológico se basó en la selección de parámetros de la vegetación (complejidad estructural, cobertura y caducidad) y de la fauna (valor como hábitat de fauna), así como el grado de recuperación de la comunidad como un todo, ante las intervenciones antrópicas actuales o potenciales. Estas variables indicadoras de sensibilidad o fragilidad son descritas a continuación.

- Complejidad Estructural. Esta variable se refiere a cuan diversa es la comunidad de acuerdo con el número de las especies que la conforman. Aquellas comunidades vegetales que tengan un mayor número de estratos y la presencia de una mayor riqueza de especies presentaran una mayor complejidad estructural y a su vez una mayor sensibilidad natural, ya que el delicado equilibrio existente depende de múltiples factores, siendo fácilmente alterado por cambios naturales o antrópicos en el entorno.

- Cobertura. Relacionada con la capacidad de protección del suelo por parte de la vegetación, la cual depende de la densidad de crecimiento de las especies vegetales, su follaje, el tamaño de los individuos y el periodo de tiempo con presencia de follaje. Las comunidades vegetales cuyas especies permiten la presencia de una mayor cobertura, se consideran de mayor sensibilidad por la importancia que tienen en la prevención y mitigación de procesos erosivos y la conservación general del recurso suelo.
- Valor como hábitat. Es una medida de la importancia que una comunidad vegetal tiene para las especies de fauna existentes en el área de estudio. Una mayor diversidad de especies vegetales, en cierta forma asociada a la complejidad estructural, proporcionara mayor variedad de refugios y fuentes de alimento, que favorece el desarrollo de una mayor riqueza de especies animales y por ende es considerada con alto valor como hábitat. Estas áreas son consideradas de mayor sensibilidad por su importancia en la conservación de los recursos animales (especialmente en áreas protegidas), al garantizar la permanencia de sitios para la alimentación, búsqueda de refugio y reproducción.
- Caducidad. Es la característica de las comunidades vegetales definida por la proporción de especies que conserva o no su follaje en la época de sequía. Se clasifica como deciduas aquellas comunidades donde más del 75% de las especies pierden sus hojas en la temporada seca, las comunidades semideciduas por su parte son aquellas donde la pérdida del follaje se presenta en un 25 a 75 % de las especies. Finalmente, las comunidades donde menos del 25 % de las especies presentan este comportamiento son denominadas siempre verdes y son consideradas de mayor estabilidad por su importancia como recurso (para el hombre y la fauna) y su baja capacidad de soportar cambios ambientales (especialmente en cuanto a la disponibilidad de agua).
- Fragilidad. Característica relacionada con la presencia de condiciones que por una parte las hacen factibles de ser afectadas por intervenciones humanas, como es la presencia de especies vegetales o animales con un estrecho margen de adaptación a cambios ambientales o que requieren condiciones específicas para completar su ciclo de vida (niveles de agua, temperatura, ruido, etc.). Por otra parte, la fragilidad de una comunidad se relaciona con las condiciones que dificultan su recuperación luego de ser intervenidas, como son una baja tasa decrecimiento de las especies predominantes, la presencia de cadenas tróficas complejas o especies en peligro de extinción, entre otros.

Las variables indicadoras descritas se presentan en la siguiente tabla, donde se han asignado valores de sensibilidad en cada nivel que dichas variables presentan, para el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV. 141. Variables indicadoras y escala de valores para el medio biológico.

Variable indicadora	Nivel	Puntaje
Complejidad estructural	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Cobertura	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Valor como hábitat	Baja	1
	Media	2

Variable indicadora	Nivel	Puntaje
	Alta	3
Caducidad	Deciduo	1
	Semideciduo	2
	Siempreverde	3
Fragilidad	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

Fuente: Seproltca (2011).

Los puntajes de cada variable indicadora son sumados para obtener un puntaje total en cada unidad de vegetación, el cual a su vez es comparado con la escala presentada en la siguiente tabla, para determinar el puntaje y nivel de sensibilidad intrínseca de las comunidades vegetales.

Tabla IV. 142. Escala de valoración para la fragilidad del medio biológico.

Puntaje total de la comunidad	Valor de la fragilidad	Nivel de la fragilidad
<9	2	Bajo
9-12	5	Medio
>12	10	Alto

Fuente: Seproltc (2011).

Cabe señalar que la fragilidad biológica del paisaje se calificó únicamente para los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Área del Proyecto y su Área de Influencia (exceptuando el uso asentamientos humanos), en virtud de que otros tipos de vegetación presentes en el SAR no se verán afectados por las obras y/o actividades del Proyecto.

Tabla IV. 143. Fragilidad biológica por comunidad vegetal en el AI y el AP.

Comunidad Vegetal	Complejidad estructural	Cobertura	Valor como hábitat	Caducidad	Fragilidad	Puntaje	Nivel de Fragilidad
Agricultura de riego	1	1	1	1	1	5	Bajo
Pastizal cultivado	1	1	1	1	1	7	Bajo
Pastizal inducido	1	1	1	1	1	7	Bajo
Pastizal natural	1	1	1	1	2	6	Bajo
Bosque de encino	2	2	2	2	2	10	Medio
Bosque de galería	3	3	3	2	2	13	Alto
Bosque de mezquite	3	2	3	2	2	12	Medio
Matorral desértico micrófilo	3	2	3	2	2	12	Medio
Mezquital xerófilo	3	2	3	2	2	12	Medio

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

CONSULTA PÚBLICA

El análisis de la fragilidad biológica del AP y el AI, indican una fragilidad predominantemente baja. La fragilidad media y alta se identifica en los ecosistemas correspondientes a bosque de encino,, bosque de galería, bosque de mezquite, matorral desértico micrófilo y mezquital xerófilo, en gran medida por la estructura de las comunidades y por su papel como hábitat para la fauna silvestre que habita en la zona. Estos tipos de vegetación proporcionan protección al suelo y a las corrientes de agua. Mientras que, la fragilidad baja se identifica en zonas agrícolas y pastizales, es decir, donde los ecosistemas han sufrido grandes modificaciones. Estos usos de suelo, también proporcionan servicios ambientales, aunque en menor proporción que la vegetación natural.

Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas

En lo que respecta al sitio específico del Proyecto, recopilando algunos de los valores ya calificados a través del análisis del paisaje y con el objeto de establecer la susceptibilidad de las Unidades de Paisaje por las que incide el Trazo del Proyecto se aplicó el análisis de fragilidad y capacidad de absorción del paisaje de acuerdo con lo siguiente:

Análisis de fragilidad y capacidad de absorción del paisaje

Para determinar la fragilidad o la capacidad de absorción visual del paisaje (ambas variables pueden considerarse inversas), se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades. Luego se ingresan los puntajes a la siguiente fórmula, la cual determinará la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

$$CAV = P\,(E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = pendiente
E = erosionabilidad
R = potencial
D = diversidad de la vegetación
C = contraste de color
V = actuación humana

El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia, donde: bajo es menor a 15, moderado de 15 a 30 y alto es mayor a 30. En la siguiente tabla, se presentan los factores considerados para determinar la capacidad de absorción visual del paisaje, las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

Tabla IV. 144. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV.

Factor	Condiciones	Clase	Valor

CONSULTA PÚBLICA

Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

FUENTE: YEOMANS (1986).

Estimación del CAV para el paisaje asociado al Proyecto:

Tabla IV. 145. Evaluación de la capacidad de absorción visual en el Área del Proyecto.

Factor	Unidades de Paisaje en el Área del Proyecto																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	1	1	2	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	3	3	3	3	2
D	1	1	2	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	3	3	3	3	2
C	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	3	3	1	2	2
V	1	1	2	3	3	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	3	3	3	3	2

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2007, 2008, 2010, 2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

Tabla IV. 146. Capacidad de absorción visual del paisaje en el Área del Proyecto.

Unidad de Paisaje en el AP	Valor	Clase
1. Sierra alta con agricultura de riego	15	Moderado
2. Sierra alta con pastizal cultivado	18	Moderado
3. Sierra alta con pastizal natural	20	Moderado
4. Sierra alta con bosque de galería	36	Alto
5. Sierra alta con bosque de mezquite	36	Alto
6. Sierra alta con matorral desértico micrófilo	26	Moderado
7. Sierra alta con VSa de bosque de encino	36	Alto
8. Sierra alta con VSa de pastizal natural	20	Moderado
9. Lomerío escarpado con pastizal natural	24	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Unidad de Paisaje en el AP	Valor	Clase
10. Valle intermontano con agricultura de riego	15	Moderado
11. Valle intermontano con matorral desértico micrófilo	36	Alto
12. Llanura aluvial con agricultura de riego	15	Moderado
13. Llanura aluvial con pastizal cultivado	18	Moderado
14. Llanura aluvial con pastizal inducido	18	Moderado
15. Llanura aluvial con pastizal natural	27	Moderado
16. Llanura aluvial con bosque de galería	39	Alto
17. Llanura aluvial con bosque de mezquite	39	Alto
18. Llanura aluvial con mezquital xerófilo	33	Alto
19. Llanura aluvial con bosque de encino	36	Alto

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001, 2007, 2008, 2010, 2021).
Elaboración: Grupo Selome S.A. de C.V.

Los valores obtenidos indican que la capacidad de absorción visual de las unidades de paisaje presentes en el AI y el AP manifiesta que el escenario en estudio tiene la capacidad para acoger las modificaciones antropogénicas, por ejemplo, vías férreas, sin que se produzcan alteraciones considerables en su carácter visual. Esto debido a que, la superficie ocupada por el AP se emplaza predominantemente en zonas planas, lo cual favorece la capacidad de absorción visual de los paisajes. En este sentido, al considerar que a corto y mediano plazo se aplicarán medidas de mitigación como los Programas y Estudios Ambientales, el paisaje recuperará su calidad visual, siendo casi imperceptible el cambio sufrido.

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Cambio Climático

El cambio climático será sin lugar a dudas el desafío más grande para los seres humanos durante las próximas décadas, con impactos profundos y de largo alcance sobre los ecosistemas terrestres, la biodiversidad y las sociedades. Este fenómeno global, impulsado principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de actividades humanas, requiere de una comprensión detallada y modelos sofisticados para prever sus futuras manifestaciones y diseñar estrategias de mitigación y adaptación efectivas(Diffenbaugh & Burke, 2019; Gunnemyr, 2019).

En este contexto, el Sexto Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP6) surge como una iniciativa clave en el ámbito científico, proporcionando una plataforma avanzada para evaluar las diferencias y similitudes entre los modelos climáticos. El CMIP6 no solo mejora nuestra comprensión del sistema climático y su variabilidad, sino que también facilita la evaluación de futuros escenarios climáticos bajo diferentes supuestos de **emisiones y respuestas políticas (Cook et al., 2020; Kim et al., 2020).**

Dentro del marco del CMIP6, los escenarios de Senderos Socioeconómicos Compartidos (SSP) ofrecen narrativas detalladas sobre posibles futuros climáticos. Específicamente,

CONSULTA PÚBLICA

los escenarios SSP370 y SSP585 se destacan por representar trayectorias de emisión altas y moderadamente altas, donde SSP370 asume un mundo de desarrollo desigual con énfasis en el uso intensivo de combustibles fósiles, y SSP585 proyecta un escenario de calentamiento aún más extremo, sin políticas adicionales de mitigación del cambio climático(Kim et al., 2020).

Entre los modelos incluidos en el CMIP6, el modelo MPI-ESM1-2-HR, desarrollado por el Instituto Max Planck de Meteorología, es notable por su alta resolución y capacidad para simular con precisión procesos climáticos complejos. Asimismo, versiones anteriores han demostrado una fiabilidad para los patrones de precipitación en México (Martínez-Macias et al., 2022). Este modelo permite una representación detallada de fenómenos atmosféricos y oceánicos, ofreciendo así proyecciones climáticas más precisas y confiables, especialmente útiles para evaluar los impactos del cambio climático bajo escenarios como SSP370 y SSP585 (Jungclaus et al., 2019).

La elección de estos escenarios y del modelo MPI-ESM1-2-HR es crítica para entender las posibles trayectorias del cambio climático y sus efectos en diferentes escalas, desde locales hasta globales. Proporcionan una base sólida para la investigación científica, la toma de decisiones políticas y la planificación de la adaptación, enfatizando la urgencia de acciones concertadas para abordar el cambio climático. Estas herramientas son indispensables para prever las consecuencias futuras y formular estrategias efectivas para mitigar y adaptarse a sus impactos, subrayando la importancia de la ciencia climática en la navegación hacia un futuro sostenible(Al-Ghussain, 2019).

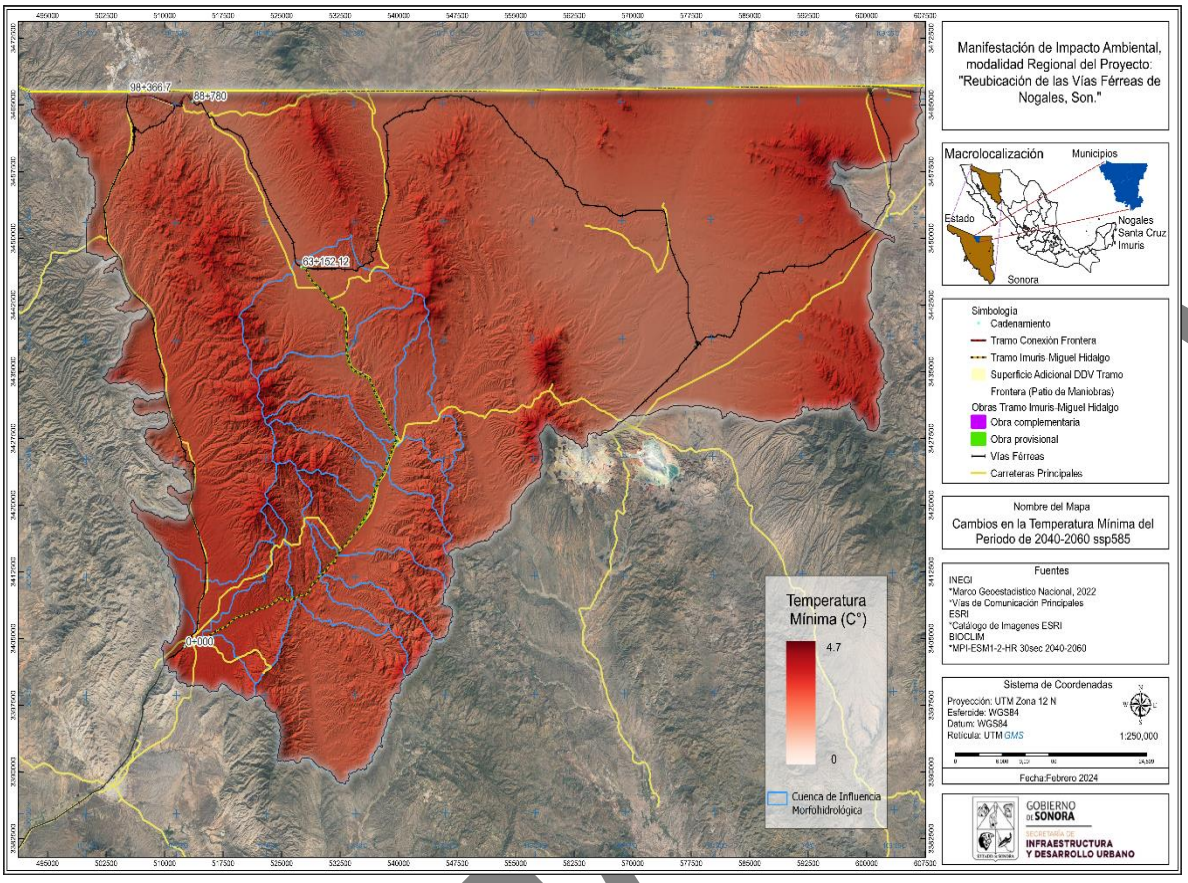
CONSULTA PÚBLICA

ESCENARIO DE REFERENCIA VS EMISIONES FUTURAS

Patrones de temperatura mínima

Áreas impactadas por el cambio de temperatura mínima en el área de influencia bajo el escenario ssp585.

Como se muestra en la Figura 1, el comportamiento del cambio en la temperatura mínima bajo el escenario ssp585 sigue una tendencia similar al escenario ssp370, diferenciándose únicamente en la intensidad del cambio. La variación en la temperatura mínima del SAR se encuentra en un rango de 1.60 °C a 4.67 °C, exhibiendo una relación directa entre el incremento de la temperatura y la elevación del terreno (Figura 9). En concreto, para las zonas de baja altitud, el aumento de temperatura se mantiene por debajo de 2.1 °C. En contraste, para las laderas montañosas, el aumento oscila entre 2.1 °C y 2.8 °C, y para las cumbres montañosas, el incremento supera los 2.8 °C. A lo largo del transecto que va de Ímuris a Miguel Hidalgo, este modelo de cambio se conserva, excepto en el punto de partida en Ímuris, donde el incremento térmico se equipara al registrado en las laderas de las montañas.



Mapa IV. 57. Mapa de cambios de temperatura mínima del periodo de 2040-2060 ssp585.

CONSULTA

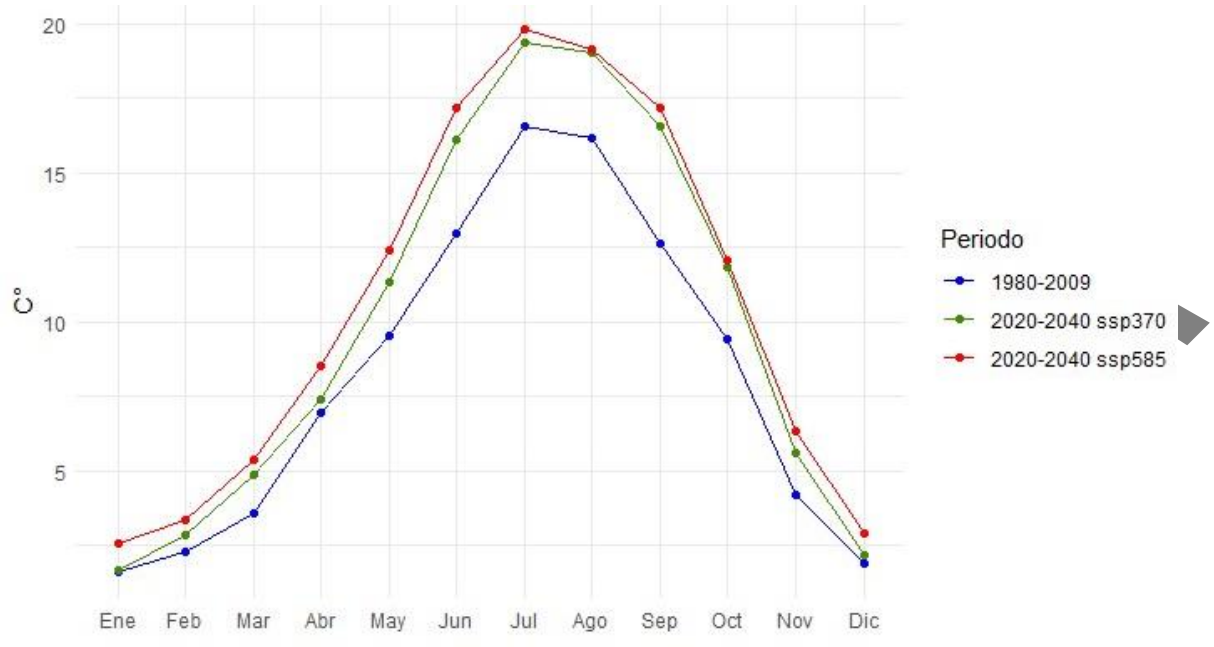


Figura IV. 44. Tendencia del Promedio de Temperatura Mínima

Para el escenario ssp370, la gráfica señala un aumento notable en las temperaturas mínimas a lo largo del año en comparación con el periodo de referencia, lo que indica la tendencia hacia noches más cálidas. Este cambio sugiere una alteración significativa del régimen térmico nocturno, con un impacto potencial en diversos aspectos ambientales y socioeconómicos.

El escenario ssp585, caracterizado por un nivel más extremo de emisiones de gases de efecto invernadero, exhibe un incremento aún más marcado en las temperaturas mínimas, superando las proyecciones del escenario ssp370. Esta tendencia subraya la intensificación del calentamiento global bajo un escenario de altas emisiones, reflejando el impacto directo sobre las temperaturas nocturnas mínimas.

La comparativa entre los escenarios resalta un claro patrón ascendente en las temperaturas mínimas nocturnas, alineándose con las expectativas de los efectos del cambio climático. Este aumento no se limita solo a las temperaturas máximas diurnas; las mínimas nocturnas también se elevan, lo que puede tener repercusiones en la biodiversidad y la producción agrícola. Las noches más cálidas incrementan el estrés térmico en los seres vivos, modifican los patrones de condensación y rocío, e incrementan la demanda de agua debido a la elevada evapotranspiración.

Teniendo en cuenta la construcción de trenes, es importante reconocer que si bien el aumento de la temperatura mínima puede reducir ciertos desafíos relacionados con el frío extremo, también puede plantear nuevos desafíos y consideraciones. Estos aspectos se reflejan no solo en la construcción y operación de los trenes, sino también en los ajustes necesarios en el diseño de la infraestructura ferroviaria.

CONSULTA PÚ

El cambio en las condiciones climáticas y del suelo debido al incremento de la temperatura mínima puede tener un impacto significativo en aspectos clave como la estabilidad de las vías y la infraestructura asociada. Por ejemplo, los cambios en la paleta vegetal utilizada para mitigar el impacto ambiental pueden requerir una revisión para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas. Además, en zonas con alta pendiente, como taludes y paredes, estos cambios climáticos pueden influir en la estabilidad del terreno, lo que demanda un enfoque cuidadoso en la planificación y construcción para evitar riesgos potenciales.

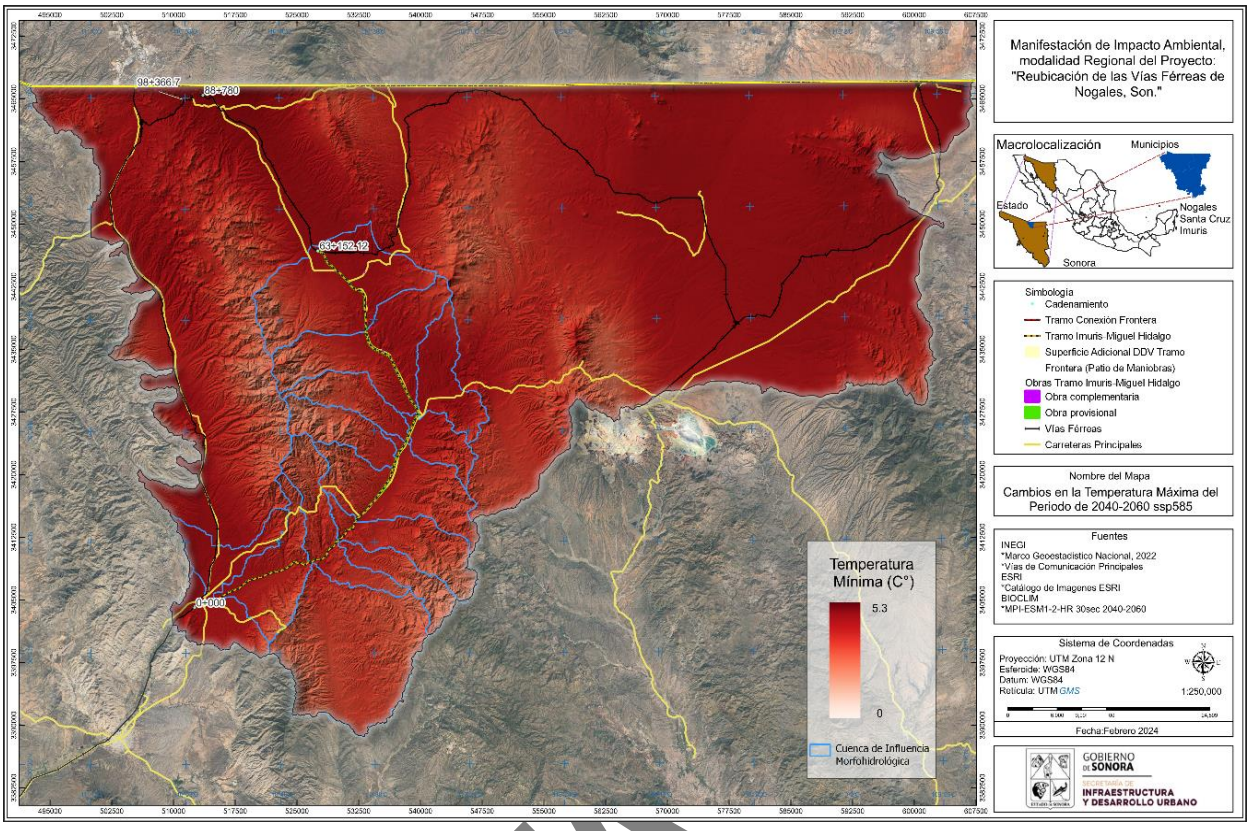
En resumen, el aumento de la temperatura mínima, aunque puede ofrecer ventajas en ciertos aspectos, también implica la necesidad de abordar nuevos desafíos en la construcción y operación de trenes, así como en la infraestructura asociada, enfatizando la importancia de la adaptación continua a los cambios climáticos en el diseño y mantenimiento de los sistemas ferroviarios.

CONSULTA PÚBLICA

Patrones de temperatura máxima

Áreas impactadas por el cambio de temperatura máxima en el área de influencia bajo el escenario ssp585

Como se muestra en el Mapa siguiente (temperatura mínima), el comportamiento del cambio en la temperatura mínima bajo el escenario ssp585 sigue una tendencia similar al escenario ssp370, diferenciándose únicamente en la intensidad del cambio. La variación en la temperatura máxima del SAR se encuentra en un rango de 1.73 °C a 5.24 °C, exhibiendo una relación directa entre el incremento de la temperatura y la elevación del terreno. En concreto, para las zonas altas, el aumento de temperatura se mantiene por debajo de 3.2 °C. En contraste, para las laderas montañosas, el aumento oscila entre 3.2 °C y 4.3 °C, y para las partes bajas, el incremento supera los 4.3 °C en las partes bajas. A lo largo del transecto que va de Ímuris a Miguel Hidalgo, este modelo de cambio se conserva, excepto en el punto de partida en Ímuris, donde el incremento térmico se equipara al registrado en las laderas de las montañas.



Mapa IV. 58. Mapa de cambios de temperatura máxima del periodo de 2040-2060 ssp585.

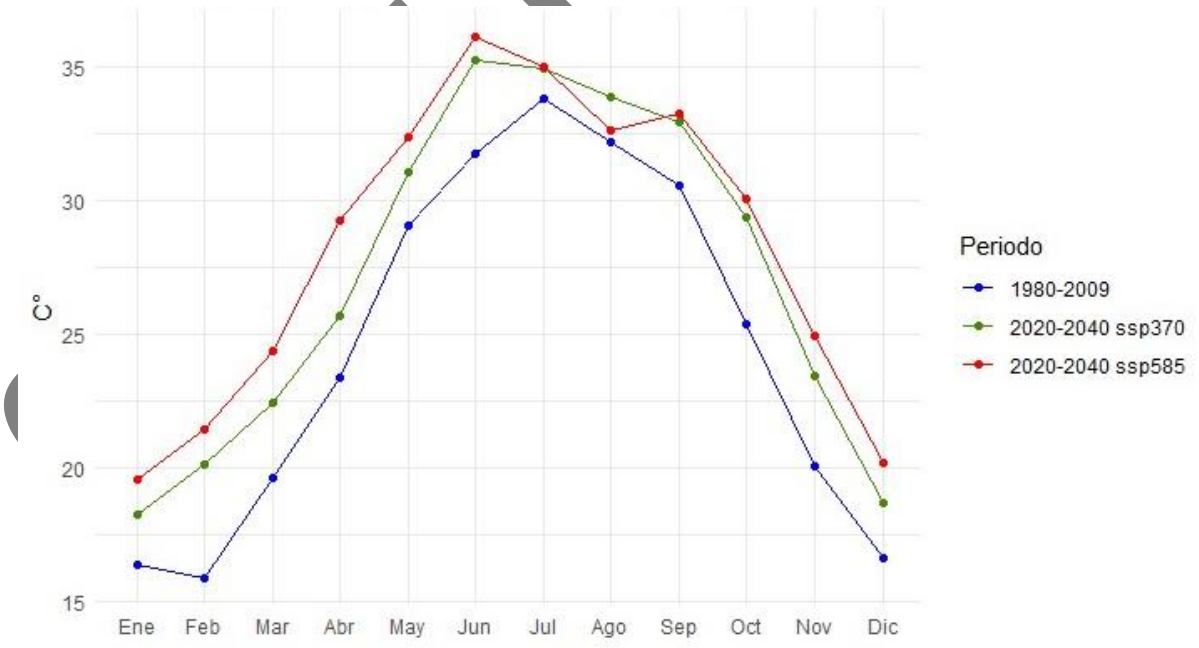


Figura IV. 45. Tendencia del Promedio de Temperatura Máxima.

En el escenario de referencia (1980-2009), se observa un ciclo anual típico en el que las temperaturas comienzan a aumentar desde enero, alcanzando su punto más alto entre junio y agosto, correspondientes a los meses de verano en el hemisferio norte, para luego descender hacia diciembre (Figura 2).

El escenario ssp370, marcado en verde, indica un incremento sostenido en las temperaturas máximas a lo largo del año en comparación con el registro histórico, notándose un aumento especialmente pronunciado durante los meses estivales. Este escenario sugiere una atmósfera consistentemente más cálida, reflejando el impacto de un nivel moderadamente alto de emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, el escenario SSP585, representado en rojo y caracterizado por un nivel muy alto de emisiones, muestra temperaturas aún más elevadas que las del SSP370 a lo largo de todo el año, señalando un calentamiento global más extremo. Este escenario anticipa un mundo de crecimiento económico acelerado y aumento poblacional significativo, pero con avances tecnológicos limitados en sostenibilidad, resultando en emisiones de gases de efecto invernadero excepcionalmente altas.

La gráfica ilustra, de forma inequívoca, un incremento en la temperatura máxima promedio en los escenarios futuros en comparación con el escenario histórico, lo que está en consonancia con las expectativas de un calentamiento global inducido por el cambio climático. Este aumento de temperatura tiene profundas implicaciones para la hidrología global: puede modificar los patrones de precipitación, incrementar la tasa de evaporación y alterar la disponibilidad de recursos hídricos, afectando de manera significativa los ecosistemas y las sociedades humanas.

En términos de la construcción y operación de un tren las temperaturas máximas pueden representar desafíos adicionales, en este sentido es importante considerar:

La dilaciones en la vías y cables: Esto puede ocurrir en una amplia gama de temperaturas, ya que está influenciada por varios factores, incluyendo el tipo de material utilizado en la construcción de las vías y las condiciones específicas del entorno. Sin embargo, generalmente se considera que la dilatación significativa comienza a ocurrir a temperaturas superiores a los 25°C. A medida que la temperatura aumenta por encima de este umbral, los materiales metálicos utilizados en las vías, como el acero, tienden a expandirse. Esto puede resultar en que las vías se alarguen ligeramente, lo que puede causar problemas de alineación y riesgo de descarrilamientos si no se manejan adecuadamente. Es importante tener en cuenta que la dilatación de las vías del tren es un aspecto crítico a considerar en el diseño, construcción y mantenimiento de las líneas ferroviarias, y se implementan medidas específicas, como juntas de dilatación y sistemas de gestión térmica, para mitigar sus efectos.

Una situación no menos importante, deriva del Daño a la carga sensible al calor, algunos tipos de carga, como productos alimenticios perecederos o productos químicos sensibles al calor, pueden sufrir daños o deterioro cuando se exponen a altas temperaturas durante el transporte en tren. Es crucial proporcionar condiciones de almacenamiento adecuadas y tomar medidas para proteger este tipo de carga contra el calor. En este sentido, en condiciones de altas temperaturas,

CONSULTA PÚBLICA

es posible que sea necesario proporcionar sistemas de refrigeración adicionales para mantener la temperatura de la carga dentro de los límites aceptables. Esto puede aumentar los costos operativos y logísticos asociados con el transporte de mercancías en tren. Es fundamental tener en cuenta estos factores al planificar y gestionar el transporte de carga en entornos con condiciones climáticas extremas.

Finalmente, el confort de los pasajeros ante altas temperaturas, pueden afectar se puede ver afectado si los sistemas de aire acondicionado no son adecuados o si hay problemas con la climatización de los vagones. Esto puede resultar en viajes incómodos y desagradables para los pasajeros.

Patrones de precipitación

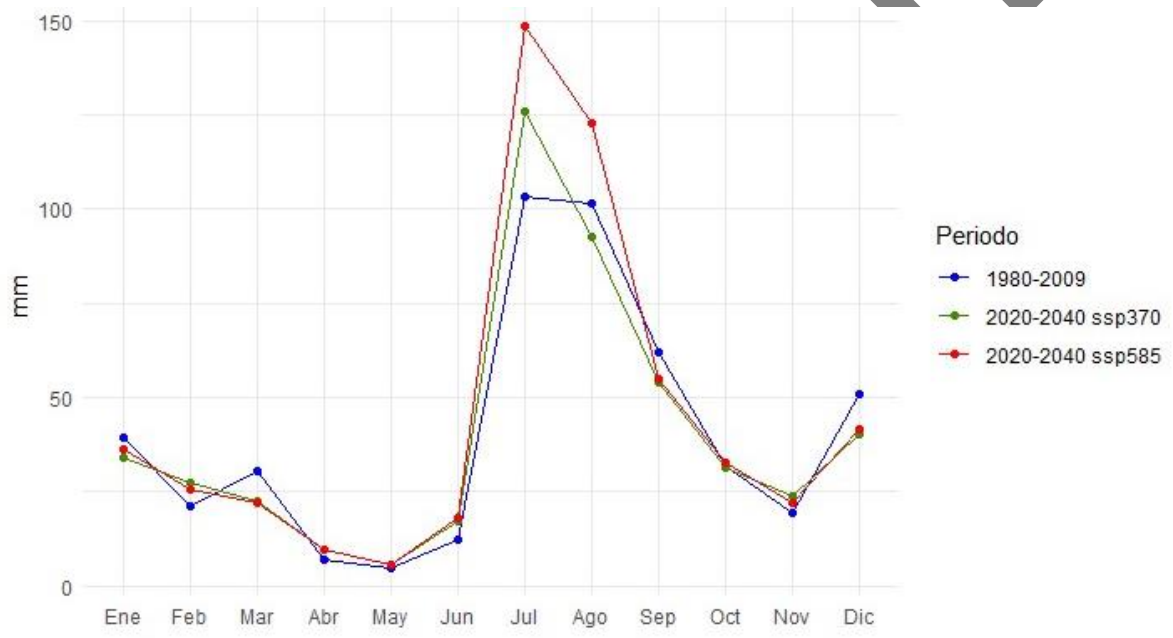


Figura IV. 46. Tendencia del Promedio de Precipitación.

Según el escenario de referencia, la temporada más seca abarca de abril a junio, mientras que la más húmeda se extiende de julio a octubre, existiendo un periodo intermedio de noviembre a marzo. No obstante, los cambios más notables entre los diferentes escenarios se observan en el volumen de precipitación durante la temporada más húmeda. En este contexto, el escenario más extremo (SSP585) registra el mayor volumen de precipitación, superando al escenario de referencia, que presenta el menor volumen (Figura 3).

Esta variación es particularmente evidente en julio, el mes más húmedo, donde la diferencia alcanza casi 50 mm entre el escenario de referencia y el más extremo, y aproximadamente 20 mm entre el escenario de emisiones moderadas (SSP370) y el de referencia. Además, existe una diferencia de 25 mm entre el escenario más extremo y el de emisiones moderadas. Estas

diferencias indican una tendencia probable hacia un incremento en el volumen de precipitación en el futuro, reflejando la influencia de diversos fenómenos climáticos y patrones de circulación global.

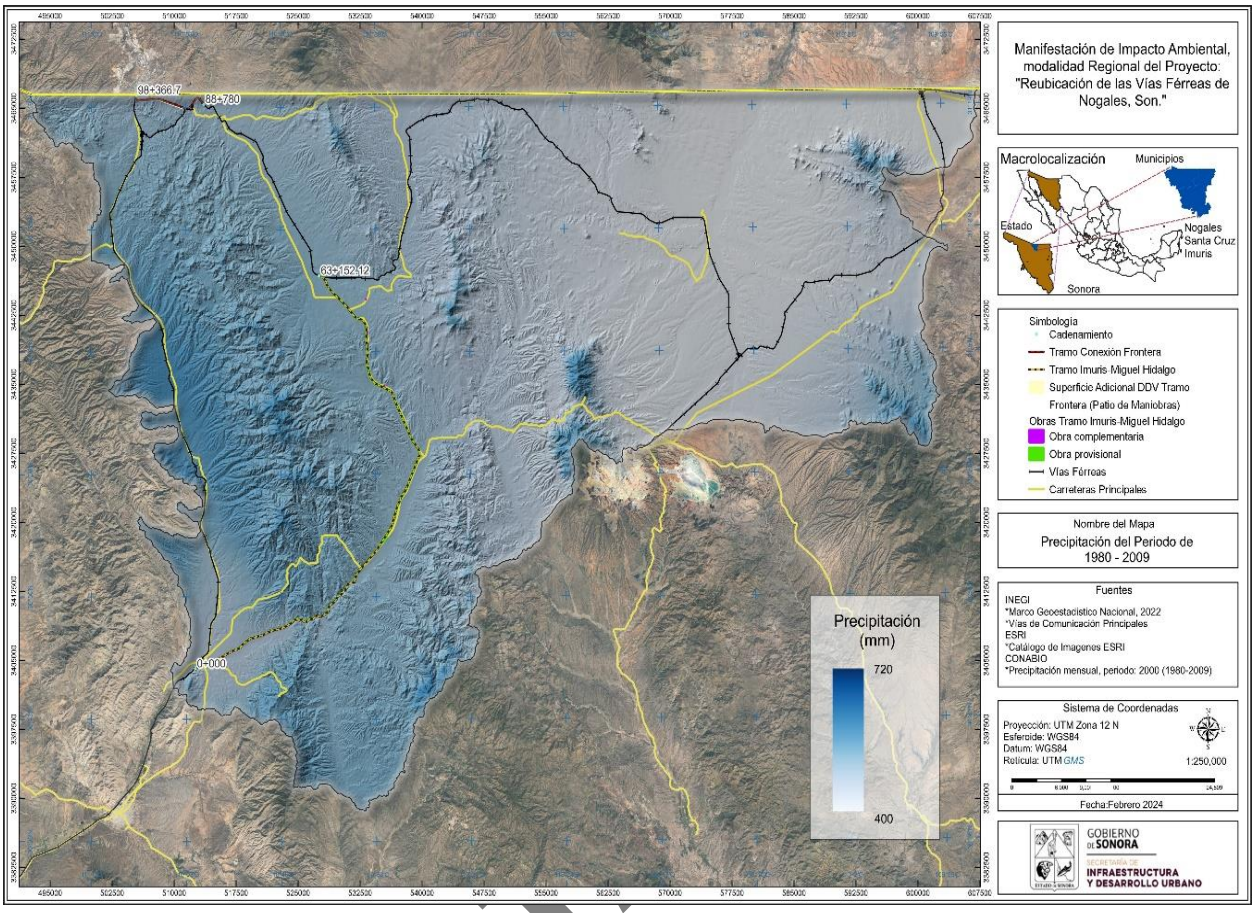
La proyección de un aumento en el volumen de precipitación en los escenarios futuros, especialmente en el más extremo, sugiere que el cambio climático podría modificar los patrones de circulación atmosférica derivando en el incremento de eventos de precipitación extrema en la temporada de lluvias. Por otra parte, a pesar de que en los periodos de secas parece ser que las lluvias se mantienen, el incremento visto en la temperatura indica un aumento importante de la evapotranspiración potencial y por ende un decremento en la disponibilidad de este recurso. Las lluvias intensas en periodos cortos de tiempo y el incremento de la tasa de evapotranspiración son indicadores de una alteración de los procesos de infiltración y escorrentía, que reducirán el tiempo de residencia del agua en el sistema e incrementaras los llamados flujos de tormenta.

Patrones espaciales de la precipitación

Este incremento en la precipitación podría tener implicaciones complejas, desde la exacerbación de eventos de inundación hasta la alteración de los patrones de sequía, lo que subraya la importancia de analizar a detalle la distribución espacial de este fenómeno.

Escenario de referencia

CONSULTA PÚBLICA

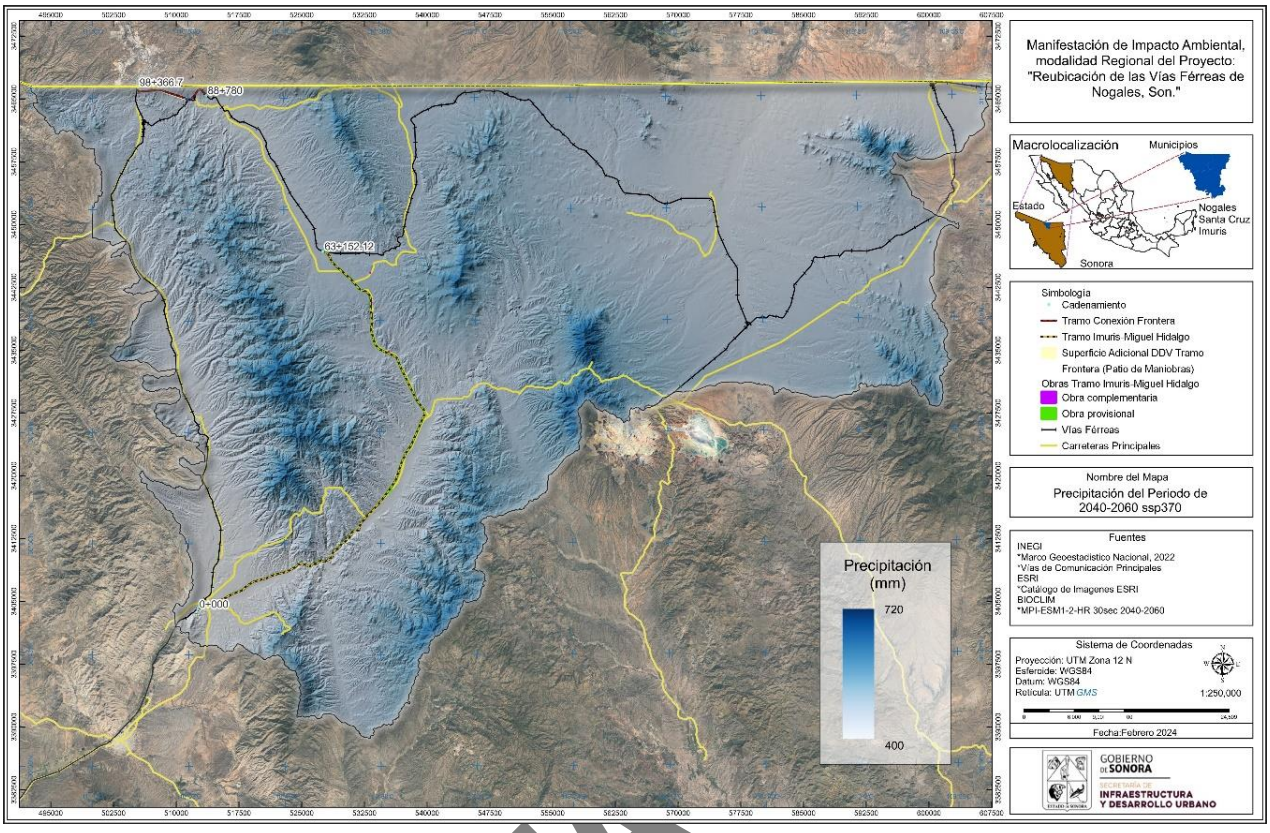


Mapa IV. 59. Mapa de precipitación del periodo de 1980-2009.

El análisis del mapa de precipitación promedio mensual en la zona de referencia muestra que la precipitación varía entre 370 mm y 619 mm (Figura 4). Las zonas con un gradiente menor de precipitación (370-420 mm) se localiza al sur en las cercanías del municipio de Ímuris, seguida de las zonas de pastizales al centro y noreste (420-530 mm). Por su parte, las zonas altas con gradiente de superiores a los 530 mm se localizan en las partes altas, dominada por bosques templados.

Escenario de moderadamente alto ssp370

CONSULTA

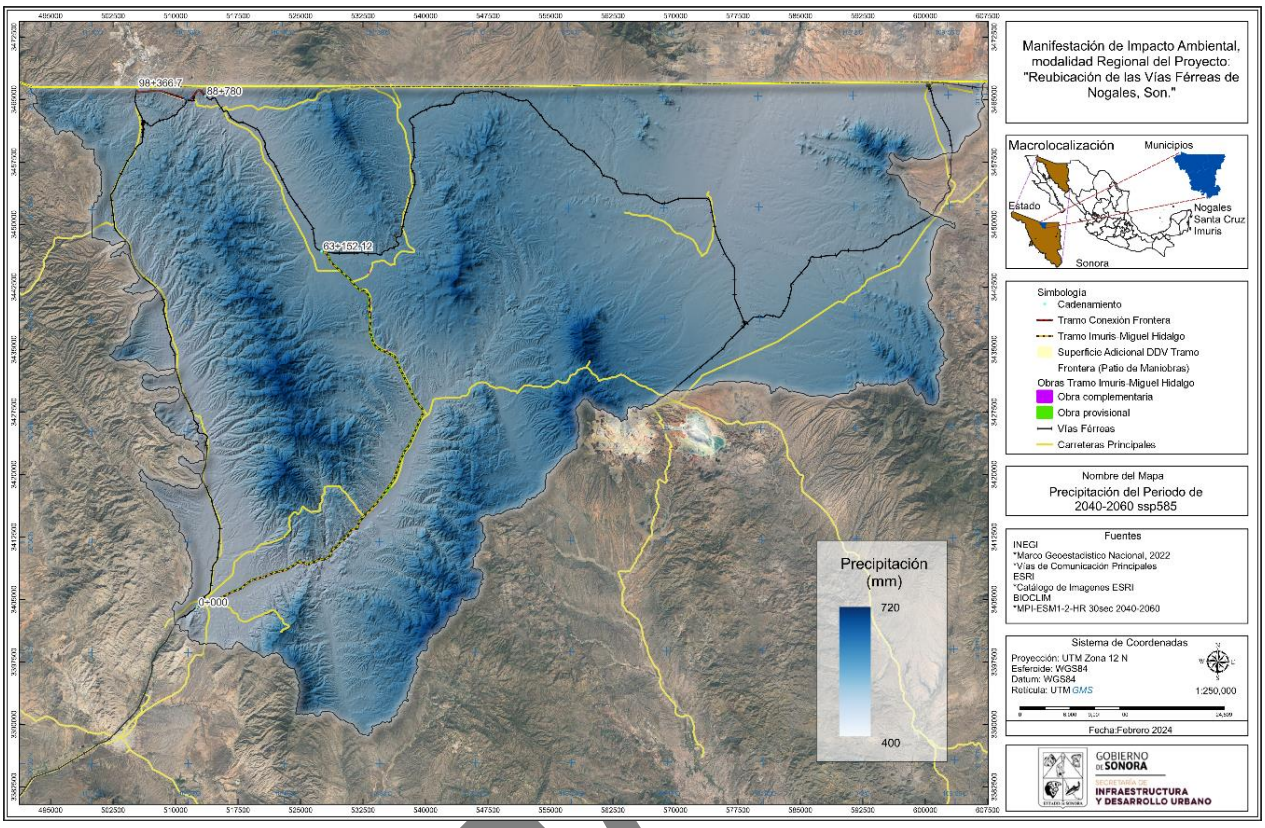


Mapa IV. 60. Mapa de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp370

El mapa proyecta los patrones de precipitación para el período 2040-2060 bajo el escenario ssp370 (Figura 5). En el cual, los valores de precipitación varían entre 391 mm y 641 mm, presentándose un marcado incremento en las partes altas superiores con valores superiores a los 550mm; y un marcado decremento en el resto del SAR. Manteniendo la tendencia predicha respecto a que las zonas húmedas se vuelven más húmedas y las secas se vuelven más secas.

CONSULTA

Escenario de moderadamente alto ssp585



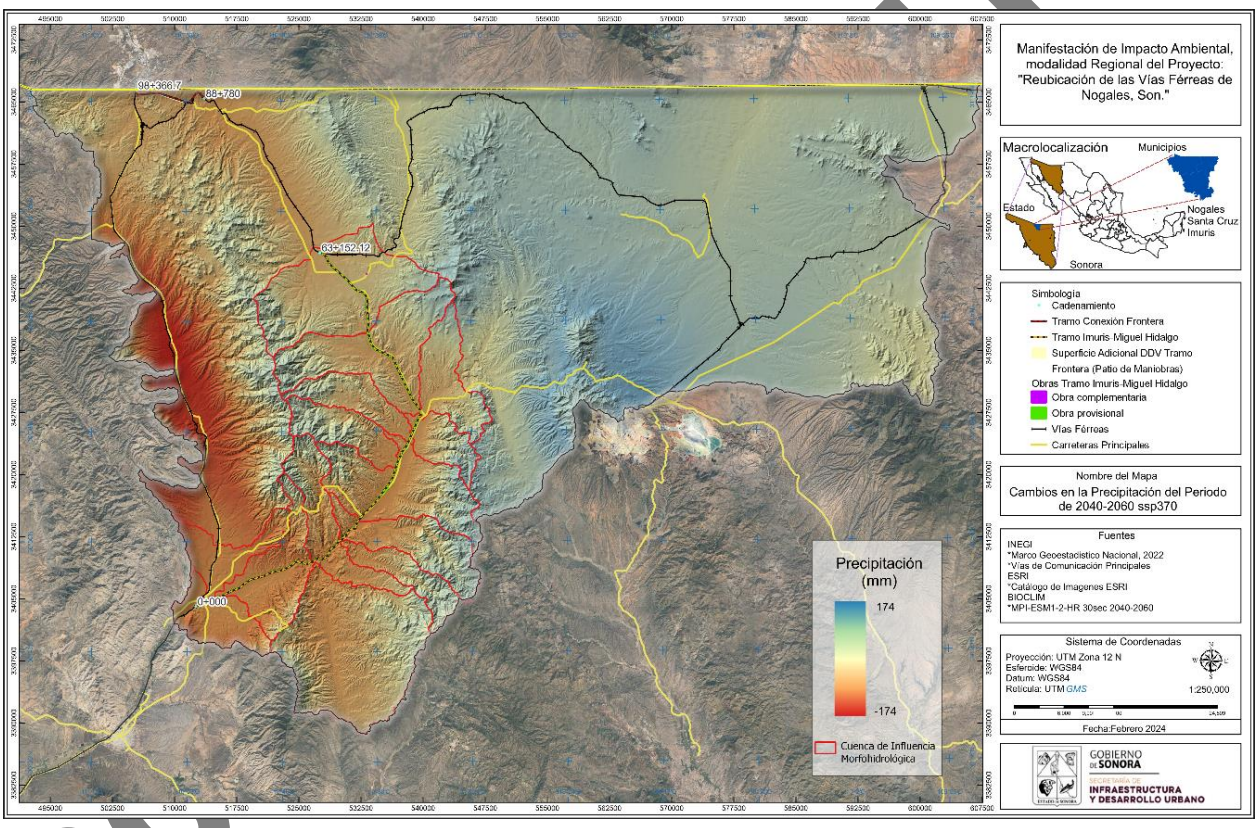
Mapa IV. 61. Mapa de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp585

El escenario ssp585, el más extremo, predice un rango de precipitación entre los 440 y los 720mm, al igual que el caso anterior se mantiene la tendencia en la parte oeste de lo húmedo hacerse más húmedo y lo seco hacer más seco (Figura 6). Sin embargo, en el parte este la tendencia cambia, incrementándose la precipitación en la zona de pastizales, fenómeno que sin lugar a duda está relacionado con el cambio en los patrones de circulación atmosférica.

CONSULTA

Áreas impactadas por el cambio de precipitación en el área de influencia bajo el escenario ssp370

Paradójicamente, este escenario de emisiones es el que tiene mayor impacto en el área de influencia. A lo largo del transecto de Ímuris a Miguel Hidalgo, se observa una disminución de precipitación en las zonas bajas, mientras que en las cimas de las montañas circundantes al proyecto se registra un incremento. Esta dinámica conlleva serios riesgos de erosión y procesos de remoción en masa. Las áreas elevadas podrían experimentar una reducción en su cubierta vegetal, exacerbando la erosión. Simultáneamente, estas mismas zonas altas podrían acumular mayores volúmenes de agua en periodos breves, intensificando el riesgo de deslaves y otros movimientos de tierra.

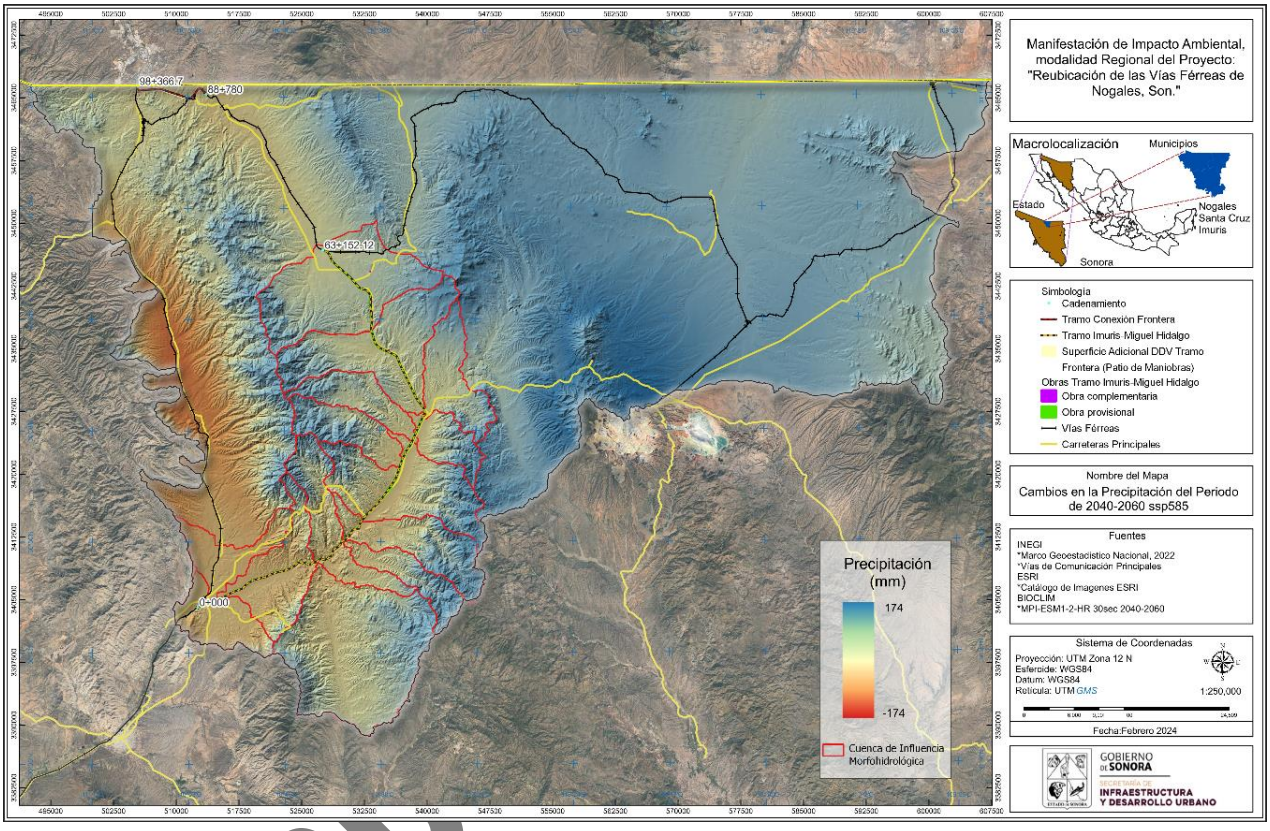


Mapa IV. 62. Mapa de cambios de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp370

Áreas impactadas por el cambio de precipitación en el área de influencia bajo el escenario ssp585

En el escenario de máximas emisiones, las repercusiones son menos severas en las zonas bajas, con un ligero descenso en la precipitación desde el comienzo del tramo hasta los 35 km siguientes, impactando de manera más moderada la cubierta vegetal. Sin embargo, el aumento en la precipitación durante breves periodos de tiempo mantiene el riesgo de erosión y

movimientos en masa. Este patrón sugiere que, aunque las partes bajas puedan experimentar cambios menos drásticos en comparación con las zonas altas, la intensificación de eventos de lluvia cortos pero intensos continúa siendo una preocupación significativa en términos de estabilidad del terreno y conservación del ecosistema.



Mapa IV. 63. Mapa de cambios de precipitación del periodo de 2040-2060 ssp585

CONSULTA

Diagnóstico Ambiental Regional

De manera general y de acuerdo al análisis del paisaje realizado en el punto anterior se puede establecer que actualmente la calidad del Sistema Ambiental Regional es moderadamente alta y depende mucho de la unidad de paisaje a la que en este caso nos estemos refiriendo, ya que las unidades de paisaje del Sistema Montañoso y del Valle Aluvial presentan una calidad “Alta”, mientras las unidades de Paisaje de Lomeríos Bajos y Medios, así como la Planicie Aluvial presenta una calidad de paisaje “Media”. En gran medida lo anterior tiene que ver con la incidencia directa de las actividades humanas, ya que debido a que las unidades de paisaje con calidad de paisaje media presentan las pendientes menos pronunciadas o nulas, lo que permite asentamiento humanos en la región y el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias principalmente.

Asimismo con el objeto de establecer de una forma más precisa la Calidad Ambiental del SAR, a continuación en este Punto se estima a través de un modelo conceptual, en donde se establecieron los criterios e indicadores ambientales a medir, los cuales además son los que se evaluarán más adelante con la incidencia de las obras y actividades del Proyecto mediante la calificación de impactos.

Estos indicadores ambientales nos deberán definir los parámetros que nos puedan proporcionar información relativa a cómo va evolucionando el Sistema Ambiental Regional y sus componentes con la influencia de cada obra y actividad que contempla el Proyecto en sus etapas de implementación.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.1. Descripción detallada de los componentes del sistema ambiental regional con base en indicadores

La utilización de indicadores es un medio que se ha reconocido con el tiempo para investigar las tendencias y minimizar los riesgos en estrategias de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación. El éxito o el fracaso de las acciones enfocadas a la rehabilitación de un ecosistema pueden evaluarse y medirse con mayor facilidad con la aplicación de indicadores ambientales. De esta forma los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el desempeño y avance de las acciones para restablecer las condiciones ambientales.

Los indicadores utilizados que nos permitirán establecer el nivel de afectación del Proyecto, se dividieron en tres aspecto fundamentales: el Abiótico y el Biótico. A continuación, se realiza una descripción de los componentes del SAR con base en estos indicadores de cambio.

Tabla 8. Indicadores medibles y cuantificables de cambio en el sitio del Proyecto y SAR

Factor	Componente Ambiental	Indicador
Abiótico	**Atmósfera**	Calidad del Aire
		Nivel de ruido
	Suelo	Estabilización del suelo
		Contenido en la materia orgánica y presencia de microorganismos
		Calidad del suelo
		Estado del estrato herbáceo y arbustivo
		Aparición fenómenos significativos como son: erosión laminar o la formación de canalillos.
	Geomorfología	Modificación del relieve
		Estabilización de taludes de corte
	Hidrología	Calidad del Agua
		Interrupción del flujo y patrón de drenaje
Bióticos	**Vegetación**	Porcentaje de Cobertura Vegetal

Factor	Componente Ambiental	Indicador
		Diversidad y Abundancia de especies
		Sucesión y Estructura
		Conectividad de Corredores Biológicos
	Fauna	Composición de las comunidades faunísticas
		Estructura de la comunidades faunísticas
		Funcionalidad de corredores biológicos

AIRE Y RUIDO

En este caso debido a que los indicadores de estos componentes ambientales son: La Calidad del Aire y los Niveles de ruido, se debe dejar claro que en el Sistema Ambiental Regional dichos indicadores presentan niveles de moderados a bajos y aunque no se tienen parámetros establecidos de tales, estos niveles llegan a ser distintos en el centro urbano de Nogales, respecto al centro urbano de Ímuris y respecto al resto del trazo. En la mayor parte del Área del Proyecto y durante las etapas de preparación del sitio y construcción la calidad del aire dependerá básicamente de la dispersión de partículas en el aire y del estado en que se encuentren los vehículos pesados, equipos y la maquinaría utilizada por lo que se deberán observar las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-41-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017. En lo que respecta a la dispersión de partículas por movimientos de tierra deberán preverse las acciones necesarias para que la dispersión no sea tan fuerte que pueda dañar a la población y a otros componentes ambientales como la flora y la fauna.

En lo referente a los niveles de ruido en el SAR, actualmente presentan una tendencia muy similar al nivel de la calidad del aire. El ruido en el SAR es generado por actividades humanas principalmente en los centros urbanos de Nogales y de Ímuris. El Área del Proyecto presenta muy bajos niveles de ruido, en general los sonidos que ahí se escuchan son los producidos por la poca actividad humana en su caso y los de forma natural por el viento, la fauna y el movimiento de rocas y corriente del agua en los ríos y arroyo, pero estos no se consideran ruidos contaminantes. Al inicio del Proyecto los ruidos incrementarán (etapa de preparación del sitio y construcción), no obstante, serán temporales, estos serán producidos por el uso de la maquinaria y equipos, así como por cortes de taludes, posibles deslizamientos o los producidos por las trituradoras o asfaltadoras excavaciones entre otros; en este caso deberá observarse la NOM-080-SEMARNAT-1994. Los ruidos que se generen en la etapa de operación serán similares en las zonas urbanas de Nogales e Ímuris, como en el Patio de Maquinaria del Proyecto, esto se considera debido a la velocidad que tendrá el Libramiento y que en este se provocaran menos asentamientos vehiculares.

SUELO

Relativo a este factor se debe establecer que el SAR cuenta con seis tipos de suelo de acuerdo con INEGI (2000), los cuales consisten en: Feozem háplico, fluvisol eútrico, leptosol, regosol eútrico, y xerosol lúvico. Estos suelos cuentan con diferentes niveles de conservación en el SAR, pues los más afectados se ubican en las zonas en donde se desarrollan actividades humanas (asentamientos humanos y actividades agrícolas y pecuarias) además que se encuentran

CONSULTA PÚBLICA

expuestos a la erosión eólica principalmente; los suelos que presentan un uso predominantemente forestal, se encuentran en buen estado de conservación sobre todo los cercanos al trazo del Proyecto, a partir del cadenamiento 12+000 y hasta el final del trazo, su degradación se da por la erosión hídrica y antrópica en menor medida y mayormente por la erosión eólica, que en el estado de Sonora se reporta como severa por la SEMARNAT.

Durante la ejecución del Proyecto y de forma muy puntual sobre superficies del derecho de vía) los suelos que en apariencia tendrían mayor índice de afectación son los que se encuentran en zonas con pendientes más abruptas y donde se realizará la construcción de puentes, sin embargo, debido a las actividades de corte los suelos de las partes bajas se verían también afectados por los deslizamientos o caídos de roca y suelo de las partes altas. La afectación que pudiera presentarse a lo largo del Proyecto podría reducirse al mínimo si se hace un planteamiento adecuado para el rescate y conservación de suelos y en conjunto con el programa de reforestación se planteen medidas de compensación lo que propiciaría el desarrollo de un suelo de mayor calidad a lo largo de las zonas afectadas en un mediano y largo plazo, con el Proyecto no se considera una afectación relevante de este recurso en el SAR (más allá del derecho de vía del proyecto).

La supervisión de la evolución de los suelos se debe hacer por medio de caracteres observables y que reflejen la acción de los procesos formadores de estos. Las características observables de un suelo son las relacionadas con su disposición en horizontes. A veces estos procesos permiten interpretar o incluso predecir el comportamiento de las plantas y la tendencia del suelo frente a cambios de uso. Una prospección edafológica adecuada tiene en consideración propiedades relacionables con la formación del suelo y con su tendencia en el uso del suelo.

GEOMORFOLOGÍA

Los indicadores de este componente ambiental refieren a la modificación del relieve original; en este sentido en la zona del SAR la modificación más dramática se realizó con la construcción de las vías de comunicación existentes en el SAR con cortes sobre las laderas de los cerros altos, ya que la mayoría de los asentamientos humanos y actividades agrícolas se desarrollan en las partes planas (sobre la planicie aluvial), por lo que esta superficie no se ha visto modificada en extremo.

Con la ejecución del Proyecto, también se realizarán cortes en paredes de cerros (taludes) y en laderas para el emplazamiento de puentes y otras obras. Estos impactos no se pueden subsanar, no obstante, se implementarán medidas compensatorias como la estabilización de taludes y laderas, arropando las de menor pendiente con suelo producto de rescate para su posterior revegetación, además se realizarán acciones reforestación, lo que en un mediano plazo provocará que las superficies adyacentes a la obra se vayan recuperando y se vayan insertando en el paisaje natural, recuperando su calidad ambiental.

HIDROLOGÍA

CONSULTA PÚBLICA

Referente a este factor ambiental es preciso mencionar que los indicadores que se evalúan son la calidad del agua y la interrupción del patrón de drenaje de los cursos de agua presentes en el SAR de forma cualitativa. Como es bien sabido uno de los factores preponderantes para la degradación de los componentes ambientales y en este caso los relativos a la hidrología sean afectados es la exposición de estos a las actividades y explotación humana, en el caso de Ímuris por ser un municipio con poca población en donde las principales actividades humanas son las primarias y terciarias muchos de estos componentes ambientales aún no se han visto severamente afectados, por lo que en este sentido la calidad del agua en los cuerpos existentes se considera buena y de la misma forma la red de escurrimientos (patrón de drenaje) no se ha visto interrumpido.

En el caso del sitio del proyecto existe una corriente muy cercana al trazo (se encuentra el Río Babasac o Cocóspera) que además es un red de drenaje perenne es de gran importancia por los servicios ambientales que este presta, adicionalmente existe una red de drenaje perpendicular al trazo compuesta por diversas corrientes intermitentes provenientes de las partes altas de las lomas y cerros que conducen al cauce del Río mencionado, por lo que la supervisión ambiental deberá evaluar constantemente que no haya disposición inadecuada de materiales y residuos en cauces ni aguas residuales (de lavado), que provoquen la degradación de las propiedades del agua o en su caso su interrupción por azolvamiento).

VEGETACIÓN

El cambio de uso de suelo forestal a otro tipo de uso humano es el factor más importante que amenaza la integridad y permanencia de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad en el Sistema Ambiental Regional, ya que la actividad que impulsa el cambio de uso de suelo es la expansión urbana, el crecimiento demográfico y de infraestructura por ejemplo, que aunado con el elevado nivel de consumo, demanda de servicios y producción de desechos de la población urbana, ejercen una considerable presión en los mismos. En este caso, en el SAR se encontraron 6 tipos de vegetación como se resume en la siguiente tabla en donde puede observarse que el suelo forestal predomina actualmente en el SAR del proyecto.

Tabla IV. 147. Resumen de los tipos de vegetación y usos de suelo por unidad de paisaje en el SAR de Estudio.

Uso de Suelo/Veg.	Uso de suelo y vegetación	Unidad de Paisaje
Forestal	**Matorral desértico micrófilo**	LlanuraAluvial Sierra Alta Sierra plegada
	Bosque de encino	Sierra alta
	Pastizal natural (incluye pastizal-huizachal)	Lomerío escarpado
	Matorral desértico micrófilo (Con vegetación secundaria)	Lomeríos Bajos y medios
	Mezquital (incluye huizachal)	Llanura Aluvial
	Vegetación de Galería	Valle Aluvial Intermontano

CONSULTA PÚBLICA

Uso de Suelo/Veg.	Uso de suelo y vegetación	Unidad de Paisaje
Urbano/ agricultura/pecuario	**Pastizal inducido**	Valle Aluvial Intermontano Valle Intermontano
	Agricultura de riego (incluye riego eventual)	Valle Aluvial Intermontano
	Asentamiento humano	Valle Intermontano
	Cuerpo de agua	Valle Aluvial Intermontano

Retomando los datos anteriores se puede establecer que los tipos de vegetación en mejor estado de conservación son los ubicados en las unidades de paisaje Sierra Alta y Valle aluvial Intermontano (Matorral desértico micrófilo, Vegetación de Galería y Pastizal natural (incluye pastizal-huizachal), esto es prácticamente por el difícil acceso a estos sitios (aunque cabe señalar que en menor o muy baja escala se desarrollan actividades pecuarias). La vegetación con muestras de perturbación como el Matorral desértico micrófilo (Con vegetación secundaria) y el Mezquital (incluye huizachal) por ubicarse en superficies más planas como la Valle Aluvial presentan un desarrollo más avanzado de actividades humanas.

El Proyecto ocupará del SAR el 0.125 % de la superficie de este, modificará la vegetación y la vocación del suelo de una superficie con vegetación forestal de 438.246 ha para uso de “vías de Comunicación”, asimismo deberán restaurarse superficies ocupadas de forma temporal mediante medidas compensatorias como la revegetación y la reforestación (además del rescate de flora previo antes del inicio del Proyecto). la importancia de los impactos causados a la flora es debido al efecto acumulativo debido a que se van sumando a la pérdida de cubierta vegetal y cambio de uso de suelo, por lo que en este sentido establecer una base de datos previa al inicio del Proyecto con el porcentaje de cubierta vegetal a afectar, la diversidad y abundancia de especies, la sucesión y estructura de las comunidades, así como la conectividad de corredores biológicos; para que posteriormente se puedan establecer los resultados durante la aplicación de las medidas de mitigación y compensación, lo que es de suma importancia.

FAUNA

En relación a este componente ambiental, es importante establecer que actualmente perpendicular al SAR en dirección Norte-Sur existen de acuerdo con los resultados de la caracterización de la Fauna varios corredores biológicos locales a partir del cadenamiento Km 12+000 y hasta el final del Tramo de Ímuris-Miguel Hidalgo que cumple con las cinco funciones biológicas de hábitat, desplazamiento, selección, refugio, y reproducción en donde se obtuvieron la gran mayoría de los registros de fauna en campo y de gabinete; no obstante, existen varios registros de fauna antes del Km 12+000. Lo anterior ratifica que el SAR actualmente presenta buena calidad ambiental y es un sistema abierto en donde entran y salen flujos de energía.

Es importante que posterior a la construcción del Proyecto (una vez en operación) se establezcan los métodos adecuados para el monitoreo de la composición y estructura de la comunidades faunísticas, así como la funcionalidad de corredores biológicos.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.2. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De acuerdo con los indicadores antes mencionados, se determinó que el cambio o modificación de la mayor parte de los componentes ambientales no se extenderá más allá de un kilómetro a ambos lados del Proyecto siendo imperceptible para la superficie del SAR a excepción de la Fauna de la cual, los efectos adversos podrán identificarse más allá del Área de Influencia y hasta nivel de SAR, por lo que es muy importante el monitoreo de este componente; en este sentido de cada indicador se estableció el proceso de cambio que podrían estar modificando las condiciones ambientales en el sitio del Proyecto y superficies adyacentes (dentro del kilómetro establecido), por lo que se determinó una zona de influencia directa del Proyecto de 1 Km (500 m a daca lado del eje del proyecto, utilizando los 6 tipos de Unidades de Paisaje como se muestra en la Figura siguiente., permitiendo con esto de acuerdo a características físicas y biológicas similares evaluar con mayor precisión la calidad ambiental de forma integral en el sitio de emplazamiento del Proyecto. Se estableció mediante un modelo conceptual la relación de los indicadores y sus procesos de cambio, aplicando de forma intrínseca al modelo el factor humano, debido a la influencia que tiene este aunado con el desarrollo de sus actividades y que por ende es la constante en el proceso de degradación de los ecosistemas; con esto no debe entenderse que las actividades humanas deben de parar, sino que es más bien tiempo de establecer lineamientos y políticas ambientales de aplicación con cada Proyecto que se ejecuten o implementen de forma integral.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

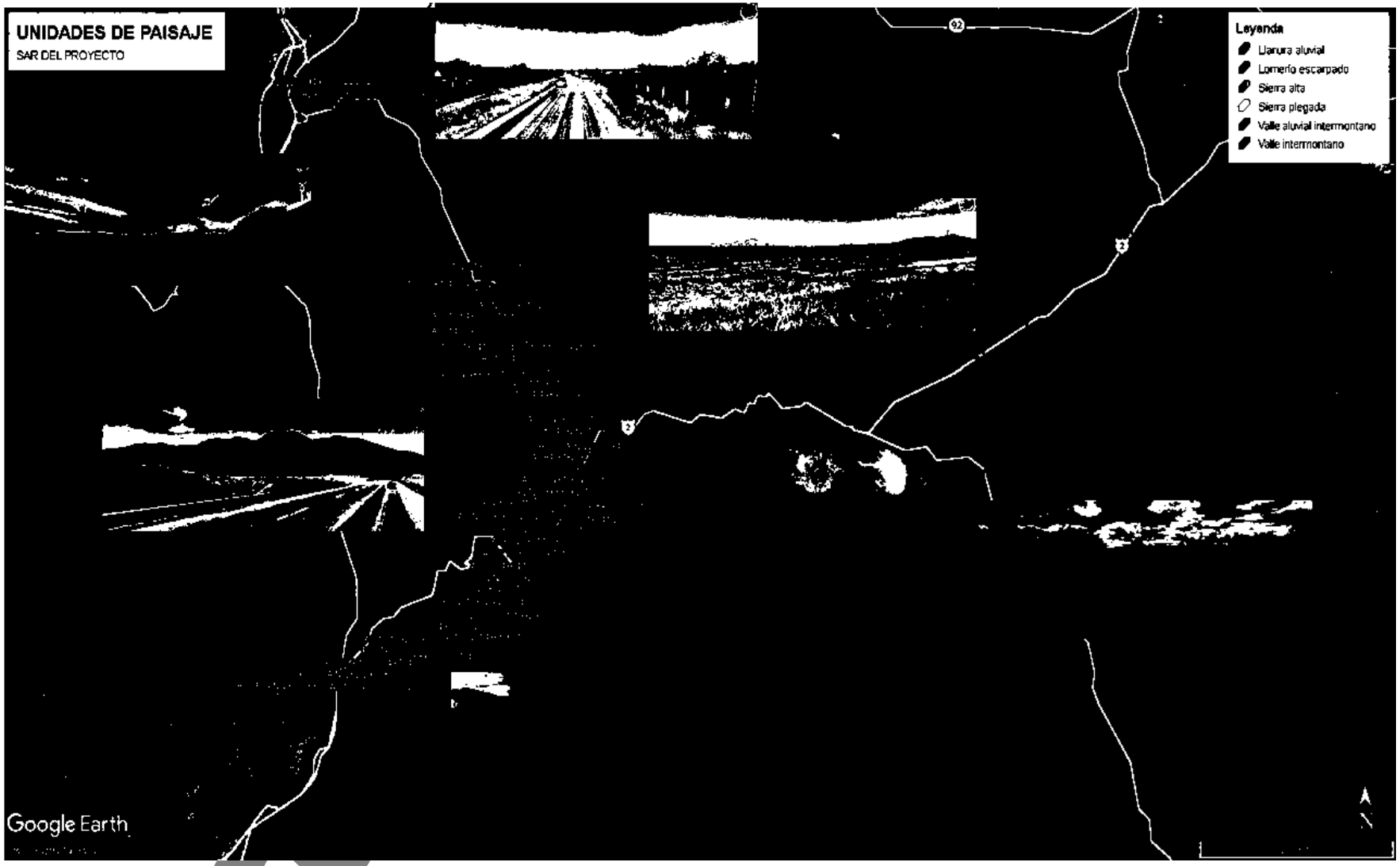


Figura IV. 47. Unidades de Paisaje en el SAR del Proyecto a las que se aplicó el análisis de calidad ambiental.

En la Tabla siguiente se pueden apreciar los procesos que en algún momento y por la intervención directa o indirecta de alguna actividad y/u obra del proyecto pueden variar a como actualmente se encuentran, cabe señalar que la zona cuenta ya con sus impactos como la pérdida de cubierta vegetal y con ello del hábitat de la fauna, la degradación del suelo por efectos erosivos (eólica e hídrica), deforestación, además de caza y tráfico de especies con importancia ecológica o con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la Tabla también se presentan los parámetros que se establecieron para definir la calidad ambiental actual del SAR y del Área del Proyecto.

Tabla 9. Indicadores que fueron tomados como relevantes a lo largo del estudio para la evaluación de los impactos ambientales y para determinar la calidad ambiental.

Indicador	Proceso de Cambio	Valores y Rangos que determinarán procesos de cambio por el Proyecto
SUELO	Sensibilidad a la erosión ante el despalme dada por propiedades texturales, estructura y contenidos de materia orgánica	5 si alta sensibilidad, 3 moderada sensibilidad, 1 baja sensibilidad
	Presencia de evidencias de erosión	1 ninguna, 2 surcos, 3 piedevaca, 5 cárcavas
	Presencia de evidencias de sellamiento de la superficie por caminos de terracería	1 no, 3, algunos, 5 muchos
HIDROLOGIA	Presencia de ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	1 no hay escurrimientos o los hay pero no serán afectados, 2 hay algunos escurrimientos muy poco sensibles a ser afectados, 3 hay escurrimientos susceptibles de afectación, 4 hay escurrimientos muy susceptibles a ser afectados, 5 hay muchos escurrimientos fuertemente susceptibles a ser afectados
	Cruce por intermitentes que pudieran ser afectados	1 cruza cauces y cada uno cuenta con alcantarilla, 2 cruza cauces y varios cuentan con alcantarilla, 4 cruza cauces y solo algunos tienen alcantarilla, 5 cruza cauces y no hay alcantarillas
	Presencia de zonas de captación o inundables	0.25 muchos, 1 si algunos, 5 no hay zonas de captación
GEOMORFOLOGíA	Cambios que se realizarán en el relieve original existente	1 sin alteraciones al relieve, 2 existen cortes pequeños, 3 existen cortes medianos, 4 existen cortes medianos y algunos fuertes, 5 predominan fuertes cortes
VEGETACIÓN y USO DEL SUELO	Tipo de vegetación en el sitio en función de su capacidad natural de resiliencia	5 Huizachal-Mezquital, 4 Mat. Desértico Micrófilo y Veg. Secundaria, 3 Mat. Desértico Micrófilo c/Crasicaule , 2 Veg. de Galería, 1 Zonas Agropecuarias

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Proceso de Cambio	Valores y Rangos que determinarán procesos de cambio por el Proyecto
	Predominancia de formas vegetales (árboles, arbustos, hierbas, vegetación secundaria)	0 nada, 1 solo hierbas, 2 arbustos pequeños, 3 arbustos y algunos árboles, 4 árboles y algunos arbustos, 5 gran cantidad de árboles
	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0. a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)
	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar(Índice de Pielou)	5: Baja uniformidad ē = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad ē =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad ē = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad ē = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad ē=(de 0.81 a 1.0)
	Uso del suelo aledaño al polígono por afectar	1 tipo de vegetación silvestre poco alterada, 2 vegetación silvestre con algunos parches antropizados, 3 relictos de vegetación original en zona antropizada, 4 zona muy antropizada con escasos relictos, 5 zona totalmente antropizada
FAUNA	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	muy bajo (presencia hasta 2 especies); 4 bajo (de 3 a 5 especies); 3 moderado (6 a 10 especies); 2 alto (de 11 a 15 especies); 1 Muy alto (16 o más)
	Presencia de especies protegidas, endemismos o especies generalistas y oportunistas	5 Ausencia de especies protegidas (NOM-059), 4 presencia de una especie protegida, 3 presencia de 2 a 4 especies protegidas, 2 presencia de 5 a 7 especies protegidas y 1 presencia de 8 o más especies protegidas
	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0. a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)
	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou	5: Baja uniformidad ē = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad ē =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad ē = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad ē = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad ē=(de 0.81 a 1.0)

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Proceso de Cambio	Valores y Rangos que determinarán procesos de cambio por el Proyecto
	Presencia de rutas de desplazamiento para mamíferos	5 alta, 3 moderada, 1 baja

Asimismo al establecer el área buffer de aplicación directa del impacto, se establecieron las Unidades de Paisaje que son unidades más homogéneos estructuralmente (y contempla información edáfica, geomorfológica, geológica y tipos de vegetación), obteniendo 6 Grandes Unidades de Paisaje, de esta forma se puede tener un valor semi-cuantitativo más acertado del indicador evaluado (según los parámetros establecidos). La calificación de cada indicador que nos muestra la existencia de la modificación o cambio de un componente ambiental a través del tiempo por Polígono Ambiental se muestra en la **Tabla IV.148**

Estos valores nos están indicando el estado actual de los componentes Ambientales de cada polígono, con estos valores y mediante la aplicación de un factor de cambio a través del tiempo (que en este caso es el factor humano) se pueden construir los escenarios futuros de los polígonos en un corto, mediano y largo plazo sin Proyecto, lo cual se realizó mediante un Modelo Conceptual Estadístico que se presenta en los siguientes puntos.

Tabla IV. 148. Calificación de la calidad ambiental en el escenario actual (sin proyecto).

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2024)

UNIDAD DE PAISAJE	INDICADORES ABIÓTICOS							INDICADORES BIÓTICOS										SUMATORIA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO
	SUELO			HIDROLOGIA			GEOMORFOLOGIA	VEGETACIÓN y USO DEL SUELO					FAUNA					
	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al desplmarlo	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	Se observa en el sitio asentamiento de la superficie por infraestructura	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	Las vías de comunicación cruza cauces intermitentes	Hay humedales o zonas inundables	Relieve original existente	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	La zona cuenta con	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener H. (ver formula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou (ver formula en anexo)	Uso del suelo afectado al polígono por afectar	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	El sitio por afectar alberga	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener H. (ver formula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou (ver formula en anexo)	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (marco cercano o aledaño)	
	5 si alta sensibilidad; 3 moderada sensibilidad; 1 baja sensibilidad	1 ninguna, 2 surcos, 3 pedregosa, 5 cárcavas	1 no, 5 si	1 no hay escurrimientos o los hay pero no seran afectados, 2 hay algunos escurrimientos muy poco sensibles a ser afectados, 3 hay escurrimientos susceptibles de afectación, 4 hay escurrimientos muy susceptibles a ser afectados, 5 hay muchos escurrimientos fuertemente susceptibles a ser afectados	1 cruza cauces y cada uno cuenta con alcantarilla, 2 cruza cauces y ninguno cuentan con alcantarilla, 4 cruza cauces y solo algunos tienen alcantarilla, 5 cruza cauces y no hay alcantarillas	0.25 muchos, 1 si algunos, 5 no hay humedales	1 sin alteraciones al relieve, 2 existen cortes pequeños, 3 existen cortes medianos, 4 existen cortes medianos y algunos fuertes, 5 predominan fuertes cortes	5 secundaria, 4 bosque tropical humedo, 3 bosque templado, 2 bosque caducifolio, 1 zona árida	0 nada, 1 solo herbas, 2 arbustos pequeños, 3 arbustos y algunos árboles, 4 árboles y algunos arbustos, 5 gran cantidad de árboles	0: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.6 a 3.0); 5: Moderadaalta diversidad = (de 3.0 a 3.5); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	0: Baja uniformidad E = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad E =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderadaalta uniformidad E = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad E = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad E=(de 0.81 a 1.0)	1 tipo de vegetación silvestre poco alterada, 2 vegetación silvestre con algunos parches entropizados, 3 restos de vegetación original en zona entropizada, 4 zona muy entropizada con escasos relictos, 5 zona totalmente entropizada	muy bajo (presencia hasta 2 especies); 4 bajo (de 3 a 5 especies); 3 moderado (5 a 10 especies); 2 alto (de 11 a 15 especies); 1 Muy alto (15 o más)	5 Ausencia de especies protegidas (NOM-059); 4 presencia de una especie protegida; 3 presencia de 2 a 4 especies protegidas; 2 presencia de 5 a 7 especies protegidas y 1 presencia de 8 o más especies protegidas	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9); 3: Moderadaalta diversidad = (de 3.0 a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5: Baja uniformidad E = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad E =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderadaalta uniformidad E = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad E = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad E=(de 0.81 a 1.0)	1 no, 5 si	
SIERRA ALTA	5	3	1	5	2	5	2	1	5	1	3	1	1	1	1	1	3	65
LLANURA ALUVIAL	4	3	1	5	2	5	2	1	5	1	3	1	1	1	1	1	3	57
SIERRA PLEGADA	3	3	1	5	2	5	2	1	5	1	3	1	3	1	1	1	3	67
VALLE INTERMONTANO	1	3	5	3	2	5	2	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	47
LOMERÍO ESCARPADO	1	3	5	3	2	5	2	5	0	5	5	5	1	4	5	1	3	55
VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	3	3	1	3	2	5	4	5	3	5	5	3	3	3	3	3	3	67

Ver la aplicación del Modelo conceptual en el **Anexo VII.1**

COPIA PÚBLICA

CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

La aplicación del modelo conceptual permitió establecer mediante un análisis semi-cuantitativo, **la calidad ambiental del sitio del Proyecto en el escenario actual y a un corto, mediano y largo plazo, sin el emplazamiento del Proyecto**, la escala utilizada para calificar cada uno de los Polígonos Ambientales es la mostrada a continuación:

Escala de calificación de la calidad ambiental:

ESCALA DE CALIDAD AMBIENTAL sumatoria entre:		Clase de calidad
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

CONSULTA PÚBLICA

Resultados de la calidad ambiental actual en el escenario actual de acuerdo con los polígonos de las Unidades de Paisaje

SIN PROYECTO- ESCENARIO ACTUAL

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
ESCENARIO ACTUAL EN EL SAR		2024
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2024)
SIERRA ALTA	41	Aceptable
LLANURA ALUVIAL	40	Aceptable
SIERRA PLEGADA	41	Aceptable
VALLE INTERMONTANO	47	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	57	Moderada

Interpretación:
De acuerdo con los resultados obtenidos a través del análisis de los procesos de cambio en el sitio del Proyecto actualmente la calidad ambiental en el la superficie que se considera podría tener influencia directa por el Proyecto (aunque en este caso sin la construcción del Proyecto) en general va de Moderada a Aceptable, Moderada en los sitios en donde se desarrollan actividades antrópicas y aceptable en las partes más altas de la sierra con vegetación forestal.

Resultados de la calidad ambiental a corto plazo en el escenario actual de acuerdo con los polígonos delimitados

SIN PROYECTO – ESCENARIO A CORTO PLAZO

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
CORTO PLAZO SIN PROYECTO		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO (2025)
SIERRA ALTA	41	Aceptable
LLANURA ALUVIAL	40	Aceptable
SIERRA PLEGADA	41	Aceptable
VALLE INTERMONTANO	47	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	57	Moderada
ESTIMADO MEDIO	47	

Interpretación:
Según el modelo, en un corto plazo la Calidad Ambiental en la zona de influencia directa sin la construcción del Proyecto, básicamente mantiene los mismos parámetros (esto se explica a que el corto plazo esta supuesto en el 2026 a solo un año del escenario actual).
Los Polígonos con calidad regular y aceptable, son en donde actualmente se desarrollan actividades antrópicas y existen asentamientos humanos.

Resultados de la calidad ambiental a mediano plazo en el escenario actual de acuerdo con los polígonos delimitados

SIN PROYECTO – ESCENARIO A MEDIANO PLAZO		
RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO		2027
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO (2027)
SIERRA ALTA	46	Regular
LLANURA ALUVIAL	39	Aceptable
SIERRA PLEGADA	40	Aceptable
VALLE INTERMONTANO	47	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	57	Moderada
ESTIMADO MEDIO	47	

Interpretación:
A un mediano plazo (para el 2027), la calidad ambiental en los polígonos en donde la vegetación es forestal se mantiene como Aceptable pero va perdiendo su calidad a regular, mientras que el supuesto maneja una reducción en los componentes ambientales en los polígonos con asentamientos humanos y en donde se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias a Moderada.

Resultados de la calidad ambiental a largo plazo en el escenario actual de acuerdo con los polígonos delimitados

SIN PROYECTO – LARGO PLAZO

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
LARGO PLAZO SIN PROYECTO		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO (2030)
SIERRA ALTA	52	Moderada
LLANURA ALUVIAL	51	Regular
SIERRA PLEGADA	50	Regular
VALLE INTERMONTANO	50	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	48	Regular
ESTIMADO MEDIO	50	

Interpretación:
El largo plazo (para el 2030), nos da una pauta más amplia de cambio o modificación en la calidad ambiental, en este escenario se proyecta una reducción más marcada de las Unidades expuestas a actividades humanas, y las Unidades de Sierras y Lomeríos también reducen la calidad en sus componentes ambientales, las Unidades de Paisaje con actividades humanas mantienen o reducen un mínimo su calidad ambiental.

RESULTADOS

Como ya se describió en las anteriores Tablas, la Calidad Ambiental estimada a través del Modelo Conceptual, en las Unidades de Paisaje (superficie de influencia directa por el Proyecto sobre los componentes ambientales y el SAR), se considera Aceptable y coincide con los resultados obtenidos para el análisis de la Calidad del Paisaje realizado en el Punto IV.6., de este Capítulo.

A corto plazo dichas cualidades del ambiente no se modifican de forma relevante, sin embargo, el cambio se empieza a notar a un mediano y largo plazo, sobre todo en los Polígonos en donde actualmente existen asentamientos humanos y se desarrollan actividades agrícolas de riego, así como pecuarias.

La Gráfica a continuación ilustra los resultados antes señalados. Se puede observar como las Unidades de Paisaje asociadas a las actividades antrópicas que actualmente presentan una degradación en sus componentes ambientales y se refleja en la Calidad Ambiental que varía a través del tiempo de moderada a regular; después de estos las Unidades e Paisaje de Sierras muestran también signos de degradación los que es también normal debido a que se encuentran en los límites de localidades urbanas.

PÚBLICA

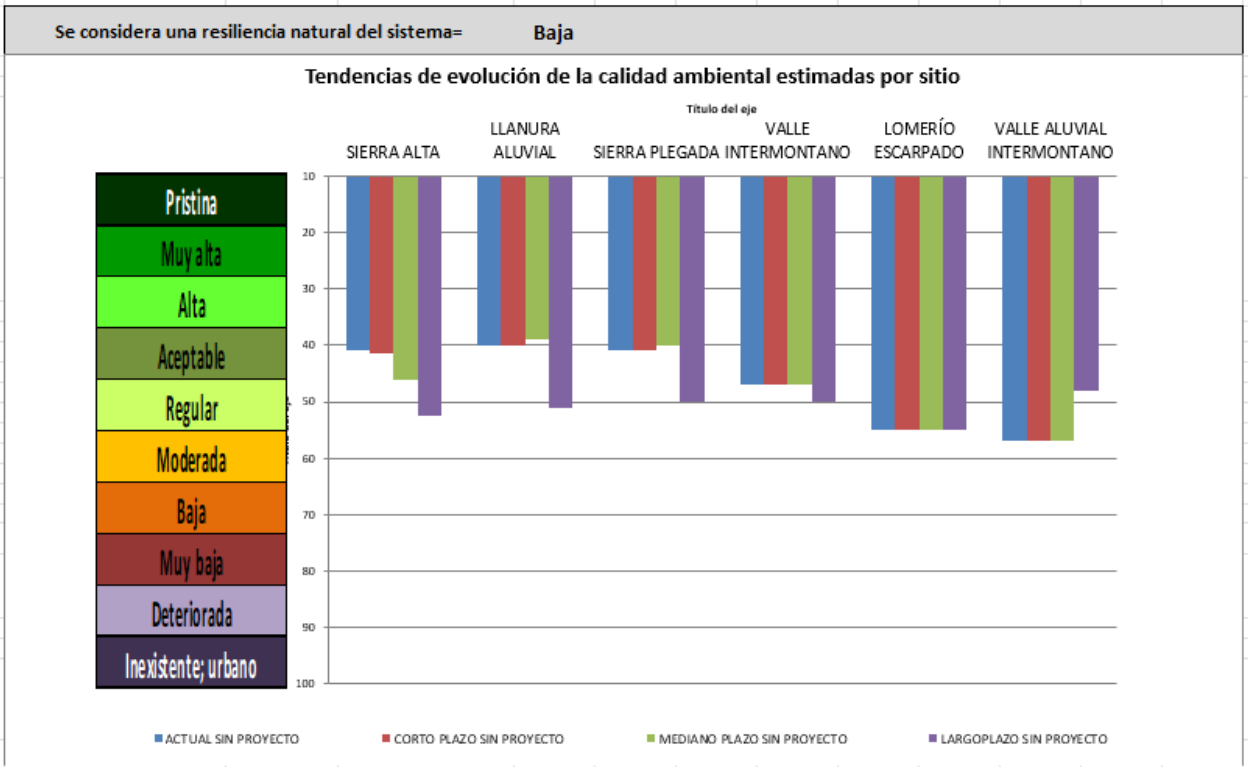


Figura IV. 48. Tendencia de la evolución de la calidad ambiental en las Unidades de Paisaje evaluadas en el SAR y Área del Proyecto pero bajo un ESCENARIO ACTUAL- SIN PROYECTO.

IV.3.3. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SAR

Según el análisis de los resultados obtenidos, se puede establecer que el principal proceso de cambio identificado en la superficie de influencia directa por parte del Proyecto, lo constituye la intervención humana. En términos generales, las superficies en donde se emplazará el Proyecto nos permiten analizar las tendencias de cambio a través de los años en un mismo escenario, es decir SIN proyecto, lo cual se puede hacer de forma sencilla comparando las características de los indicadores de cambio como la geomorfología y la vegetación. Normalmente el ser humano es pionero de actividades de desarrollo en las superficies de más fácil acceso, como es el caso de la dinámica poblacional en Nogales, Ímuris y Santa Cruz las principales actividades, se desarrollan en superficies que permiten un libre acceso por ejemplo el emplazamiento de la Cabecera Municipal a los márgenes de las poblaciones urbanas (sobre superficies sin pendiente), con ello, inicia la pérdida de vegetación natural o su modificación a vegetación introducida cambiando el uso del suelo, con el paso del tiempo y dependiendo del desarrollo económico de la zona es que las poblaciones van creciendo o en su caso se van estancando.

De acuerdo con las Proyecciones de CONAPO, para los Municipios de Nogales, Ímuris y Santa Cruz que serán beneficiadas con el Proyecto como se observa en la Tabla siguiente su crecimiento al 2030 que es mínimo comparado con el crecimiento de las grandes urbes o como el de Hermosillo la Capital de la entidad, dichas proyecciones no consideran la población flotante que podría estar moviéndose a esa región fronteriza atraídas por el paso a los Estados Unidos o por el desarrollo minero en Cananea, este factor es punta de lanza para que la dinámica socioeconómica en la zona se modifique.

Tabla IV. 149. Proyección de la Población a corto, mediano y largo plazo.

Municipio	2024	2025	2027	2030
Ímuris	15,657	15,846	16,216	16,743
Nogales	278,649	282,335	289,605	300,160
Santa Cruz	2,439	2,471	2,535	2,628

Fuente: Proyecciones de Población de la CONAPO.

De tal forma que después de los resultados obtenidos se concluye que el principal proceso de cambio sobre la superficie de incidencia directa del Proyecto es el factor humano, en este caso, con un escenario sin proyecto a corto, mediano y largo plazo las capacidades y funciones de los componentes ambientales únicamente se ven modificadas de forma significativa en las superficies cercanas a asentamientos humanos y en donde se desarrollan actividades agrícolas y de pastoreo.

CONSULTA PÚBLICA

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO V

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 5

V Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional 6

V.1 Identificación de impactos 6

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 7

V.1.2 Indicadores de impacto y de cambio climático 10

V.2 Caracterización de los impactos 16

V.2.1 Matriz de interacciones Causa-Efecto. 16

V.2.2 Naturaleza de los Impactos Ambientales 23

V.3 Valoración de los impactos 24

V.3.1 Descripción de los Impactos Ambientales 37

Atmósfera 37

Suelo 39

Geomorfología 42

Hidrología 48

Paisaje 70

Vegetación 71

Fauna 79

V.4 Impactos residuales 88

V.5 Impactos acumulativos 91

V.6 Resumen y conclusiones 94

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1 Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales. 7

Tabla V. 2 Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto. 8

Tabla V. 3. Indicadores Ambientales considerados para el Proyecto. 11

Tabla V. 4. Matriz Causa-Efecto (cruce de los Componentes y Factores Ambientales respecto a las obras y actividades del Proyecto). 17

Tabla V. 5 Interacciones Proyecto-Ambiente por etapa del Proyecto. 18
Tabla V. 6. Identificación de Impactos Ambientales..... 20
Tabla V. 7. Naturaleza de los impactos ambientales identificados en el Proyecto. 23
Tabla V. 8 Cuadro de criterios y valores utilizados para la calificación de los impactos ambientales. 26
Tabla V. 9. Matriz de calificación de impactos SIN considerar medidas de mitigación. 30
Tabla V. 10. Impactos Ambientales por naturaleza y etapa del Proyecto. 31
Tabla V. 11. Impactos ambientales por componente ambiental y etapa del Proyecto. 33
Tabla V. 12. Evaluación de Impactos -ambientales considerando Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación. 35
Tabla V. 13. Valores obtenidos en campo. 68
Tabla V. 14. Tabla de los índices de centralidad de la red de conectividad ecológica. 87
Tabla V. 15. Impactos residuales por el Proyecto. 89
Tabla V. 16. Efecto Acumulativo de los Impactos Ambientales. 92

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa V. 2. Área de Influencia en ambos Tramos que conforman el Proyecto. 28
Mapa V. 3. Mapa de pendientes en el área del proyecto, y la Cuenca geomofohidrológica. 44
Mapa V. 4. Mapa de uso de suelo y vegetación en la zona del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. .. 47
Mapa V. 5. Ubicación de los drenajes estudiados. 57
Mapa V. 6. Ubicación de las estaciones climatológicas. 59
Mapa V. 7. Zonificación de peligro por interrupción, corte o modificaciones al patrón de drenaje natural. 62
Mapa V. 8. Zonas de mayo impacto hidrológico debido a contaminación. 65
Mapa V. 9. Zona de mayo vulnerabilidad al uso de explosivos que pueden afectar las surgencias naturales. 69
Mapa V. 10. Corredores ecológicos clave para la funcionalidad ecosistémica. 84
Mapa V. 11. Los puntos rojos y azules representan a las obras de drenaje y puentes respectivamente. En el mapa se observa como existen zonas donde se tienen corredores ecológicos y no existen obras de drenaje y zonas donde las obras de drenaje pueden ser adaptadas como corredores ecológicos 86

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V. 1. Número de interacciones Proyecto-Ambiente por etapa del Proyecto. 18
Figura V. 2. Interacciones Proyecto-Ambiente por su naturaleza (+ / -). 19
Figura V. 3. Número de interacciones ambientales por cada componente ambiental presente en el área del Proyecto. 19
Figura V. 4. Impactos Ambientales adversos y benéficos en todas las etapas del Proyecto. 31
Figura V. 5 Impactos Ambientales totales adversos por índice. 32
Figura V. 6 Impactos Ambientales totales benéficos por índice. 32
Figura V. 7. Impactos ambientales adversos por componente afectado. 33
Figura V. 8. Impactos ambientales benéficos por componente afectado. 34
Figura V. 9. Índice de los mpactos adversos CON Medidas de Mitigación. 36
Figura V. 10. Gráfico comparativo del Índice de los Impactos adversos en el escenarios SIN mitigación y CON Mitigación. 36
Figura V. 11. Modelo digital del terreno en vista 3D. 50
Figura V. 12. Flujos en la parte Sur 52
Figura V. 13. Flujos dentro de la reserva natural del Aribabi. 53
Figura V. 14. Drenajes al norte del Aribabi. Cadenamiento 24+350 -30+050 54
Figura V. 15. Drenajes al norte del trazo Ímuris - Hidalgo. Cadenamiento 50+00 -63+000. 55
Figura V. 16. Periodos de retorno estación Ímuris. 60
Figura V. 17. Modelación del cauce con HEC RAS. 61
Figura V. 18. Valor estimado del gasto necesario para el aumento de nivel (95 m^3) para el caso de cauces menores a 10 m. 61
Figura V. 19. Representación de la Red de conectividad ecológica, resultado del modelo. 87
Figura V. 20. Gráfico que arroja la diferencia entre los promedios de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con la implementación de medidas de mitigación. 90

ÍNDICE DE FOTOS

Foto V. 1. A la izquierda la modificación del relieve original de la derecha 43
Foto V. 2. Mapa susceptibilidad a PRM y tipo de procesos encontrados en la zona. 46
Foto V. 3. Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal y cortes de terreno para la conformación del terrplén. 48
Foto V. 4. Afectaciones a los patrones de drenaje debido al corte. 51

CONSULTA PÚBLICA

Foto V. 5. Cauce en el que se contruirá una Obra de Drenaje Menor (se observa terraplén del lado izquierdo). 51

Foto V. 6. Ejemplo de los drenajes de alta energía menores a los 5 m. 53

Foto V. 7. Ejemplo de las paredes de los cauces, donde se observan diferentes avenidas. 54

Foto V. 8. Diferentes etapas de depósito producto de diferentes patrones de escurrimiento en el tiempo. 56

Foto V. 9. Modificación del relieve debido a la construcción de uno de los puentes del proyecto. 56

Foto V. 10. Drenaje característico de la zona cercano a la presa Comaquito cerca del cadenamiento 18+000. 58

Foto V. 11. Ejemplos de contaminación producidos por caídas de aceite en cauces de agua superficialen una obra. 64

Foto V. 12. Surgencia de agua en el cauce del Río Cocóspera. 66

Foto V. 13. Medición del caudal por vadeo. 67

Foto V. 14. Medición del ancho del cauce. 67

CONSULTA PÚBLICA

FUNDAMENTO JURÍDICO

La elaboración de este Capítulo está en función de lo establecido en la Fracción V del Artículo 13 del REIA que establece la obligación de incluir en la MIA-R uno de los aspectos fundamentales para el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que es la "*Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional*". En cumplimiento de que señala este precepto, se presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que el Proyecto potencialmente ocasionará y que por sus características y efectos pueden ser relevantes o significativos. En seguimiento a lo anterior, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental define al impacto ambiental como "La modificación del ambiente causada por la acción del hombre o de la naturaleza", en este sentido la Ley establece que cualquier Proyecto de desarrollo que pueda dañar el equilibrio ecológico o exceder normas de protección ambiental debe ser sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, por tanto se incluyen varios métodos de identificación de los posible impactos ambientales que se estima pueda provocar el Proyecto en estudio.

Respecto a la definición legal de un impacto ambiental, este se debe concebir como las modificaciones al ambiente que conllevan a un cambio neto en el nivel de vida de la población. Aunque la Ley presume que solamente las alteraciones causan impactos, la ausencia de actividad también debería incluirse porque, en ciertos casos, no ejecutar un Proyecto de desarrollo tampoco contribuye al mejoramiento de la calidad de vida (Bojórquez, 1988).

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) representa una herramienta de exploración de las posibles consecuencias de la realización de una obra específica; por eso mismo, con el objeto de otorgarle una mayor validez de las predicciones y consecuentemente a las recomendaciones propuestas se realizó una caracterización ambiental para el Proyecto en comento, las técnicas y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos se realizaron a través de un equipo de trabajo interdisciplinario, asegurando de esta forma que se consideren todas las implicaciones de las acciones propuestas por el Proyecto en un marco sinecológico.

CONSULTA PÚBLICA

V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Los Proyectos relacionados con las vías de comunicación al considerarse como obras que representan un beneficio social y económico para la sociedad y mejoran la calidad de vida de los habitantes, constituyen un elemento importante para el desarrollo social, cultural económico de una región. Sin embargo, para este caso en particular, por la construcción del presente Proyecto, puede causar efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación oportuna es importante para diseñar estrategias que eviten, mitiguen y reviertan los impactos generados.

Para la identificación de los impactos ambientales que se generen durante la ejecución del Proyecto, es indispensable conocer todas las actividades que se desarrollarán en cada una de las etapas que lo componen, el estado actual de las condiciones físicas, biológicas, estéticas, sociales y económicas del sitio, las restricciones ambientales de la zona y la vinculación con los instrumentos legales y normativos, tal y como se ha descrito en capítulos anteriores, es por ello que el proceso de identificación de los impactos que se generarán por el Proyecto se ha desarrollado en dos fases, en la primera se realizó una descripción de cada una de las etapas que constituyen la ejecución del Proyecto para posteriormente identificar los factores ambientales más susceptibles de ser afectados por las actividades a desarrollar en estas, así como los factores causales de estos impactos (actividades del Proyecto). En segundo lugar, la información obtenida fue empleada en la realización de una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde en reunión experta se identificaron las principales interacciones del Proyecto y su entorno ambiental (previamente descrito), incluyéndose los impactos asociados a éstas. Una vez identificados los impactos, fueron valorados y descritos.

CONSULTA PÚBLICA

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Los Proyectos relacionados con las vías de comunicación al considerarse como obras que representan un beneficio social y económico para la sociedad y mejoran la calidad de vida de los habitantes, constituyen un elemento importante para el desarrollo social, cultural económico de una región. Sin embargo, para este caso en particular, por la construcción del presente Proyecto, puede causar efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación oportuna es importante para diseñar estrategias que eviten, mitiguen y reviertan los impactos generados.

Para la identificación de los impactos ambientales que se generen durante la ejecución del Proyecto, es indispensable conocer todas las actividades que se desarrollarán en cada una de las etapas que lo componen, el estado actual de las condiciones físicas, biológicas, estéticas, sociales y económicas del sitio, las restricciones ambientales de la zona y la vinculación con los instrumentos legales y normativos, tal y como se ha descrito en capítulos anteriores, es por ello que el proceso de identificación de los impactos que se generarán por el Proyecto se ha desarrollado en dos fases, en la primera se realizó una descripción de cada una de las etapas que constituyen la ejecución del Proyecto para posteriormente identificar los factores ambientales

más susceptibles de ser afectados por las actividades a desarrollar en estas, así como los factores causales de estos impactos (actividades del Proyecto). En segundo lugar, la información obtenida fue empleada en la realización de una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde en reunión experta se identificaron las principales interacciones del Proyecto y su entorno ambiental (previamente descrito), incluyéndose los impactos asociados a éstas. Una vez identificados los impactos, fueron valorados y descritos

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El primer paso de la identificación de impactos ambientales en este caso consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades de cada una de las obras del Proyecto en sus diferentes etapas (Preliminares, Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento), mismas que se sintetizan a continuación:

En la Tabla V.1, se presentan cada una de las actividades en sus diferentes etapas que se desarrollarán para la construcción del Proyecto, por lo que es importante resaltar que es a partir de esta *Tabla de Actividades* inicia la identificación de impactos, cabe señalar que dicha tabla se obtiene a partir del proceso constructivo del propio Proyecto.

Tabla V. 1 Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales.

Etapa del Proyecto	No. Actividad	Actividades
Preliminares	1.1	Contratación del personal
	1.2	Adquisición de materiales e insumos
	1.3	Liberación del DDV y áreas de ocupación del Proyecto
Preparación del Sitio	2.1	Trazo y nivelación
	2.2	Transporte de maquinaria y materiales del Proyecto
	2.3	Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales)
	2.4	Desmonte
	2.5	Despalme
	2.6	Limpieza de residuos del desmonte y despalme
Construcción	3.1	Excavaciones y cortes
	3.2	Construcción de obras de obras mayores (Puentes y Paso Vehicular)

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	No. Actividad	Actividades
	3.3	Construcción de obras de drenaje menor(alcantarillas)
	3.4	Movimiento de tierras para conformar terraplénes del Proyecto
	3.5	Construcción de infraestrutura para el patio de maniobras en tramo Frontera
	3.6	Construcción de túnel en tramo Frontera
	3.7	Compactaciones
	3.8	Colocación de sub-balasto, balasto, durmientes y de rieles
	3.9	Señalización
	3.10	Limpieza de la zona del Proyecto, retiro de maquinaria y de instalaciones provisionales
Operación y Mantenimiento	4.1	Operación de tráfico
	4.2	Mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura

CONSULTA PÚBLICA

Consecutivamente a la identificación y organización de las actividades del Proyecto, se determinaron los indicadores ambientales que son un medio reconocido desde hace tiempo para suponer las tendencias de cambio sobre los componentes del ambiente y así poder determinar las medidas necesarias para minimizar los efectos del Proyecto. Esta actividad se desarrolló mediante una revisión exhaustiva de literatura relacionada al medio abiótico y biótico que circunda la región del Proyecto, de los datos obtenidos en campo, así como de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura, la descripción y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área de Influencia (AI) del Proyecto.

La determinación de los indicadores útiles para la identificación de los impactos se tomó considerando el elemento del medio ambiente afectado o por afectar por un agente de cambio, observando su representatividad, su relevancia, si es excluyente, si es cuantificable y si puede proporcionar la idea de la magnitud alterada. Debido a que los impactos se presentan sobre los componentes del ambiente, de forma general y las características del sitio y su entorno, se contempló el suelo, el aire, ruido, la geomorfología e hidrología, la vegetación, la fauna, el paisaje y los factores socioeconómicos.

En la Tabla V.2., se describen los componentes y factores ambientales que se consideraron serán susceptibles de presentar afectaciones por las actividades del Proyecto.

Tabla V. 2 Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto.

Aspecto	Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	
		Factor ambiental	Subfactor ambiental
ABIÓTICOS	Atmósfera	Aire	Calidad del aire
		Ruido	Nivel de Ruido
	Suelo	Componente edáfico	Recurso Edáfico
			Calidad del suelo
	Geomorfología	Relieve y Topografía	Topografía y pendiente natural del terreno
			Inestabilidad de Laderas
	Hidrología	Escurrimientos naturales y/o cuerpos de agua	Patrón natural de drenaje y escorrentías
			Calidad del Agua
	Hidrogeología	Manantiales	Conducción de agua subterránea
		Acuífero	Calidad del Agua
	Paisaje	Paisaje Natural	Cualidades paisajísticas
BIÓTICOS	Vegetación	Diversidad de la vegetación en el ecosistema	Cubierta forestal y hábitat
			Servicios ecosistémicos
			Presencia de especies prioritarias para su conservación
	Fauna	Diversidad faunística	Calidad del Hábitat para la Fauna
			Patrones conductuales
			Presencia de especies protegidas
			Corredores Biológicos
SOCIOECONÓMICOS	Desarrollo socioeconómico	Dinámica Poblacional	Composición urbano-rural
			Instalaciones y accesos irregulares
		Dinámica Económica	Empleos y calidad de vida de los trabajadores del Proyecto

CONSULTA PÚBLICA

Aspecto	Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto	
		Factor ambiental	Subfactor ambiental
			Conectividad y potencialidad en traslados de mercancias
			Servicios municipales
		Perfil Territorial	Tenencia de la tierra

CONSULTA PÚBLICA

V.1.2 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

Para la definición de los indicadores ambientales que mostrarán evidencias de posibles afectaciones por la realización de las obras y/o actividades que contempla el Proyecto en todas sus etapas de implementación, se revisó la información del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA) y la información del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), determinados por la SEMARNAT y el INEGI. Los cuales establecen que, los indicadores (ambientales) son una de las mejores y más utilizadas herramientas para que la sociedad y los tomadores de decisiones obtengan una visión lo más completa posible del estado del ambiente, de los factores que lo amenazan y de la efectividad de las políticas públicas encaminadas a la solución de la problemática ambiental. El Conjunto Básico documenta, con la información más actualizada disponible, alrededor de 115 indicadores ambientales que cubren los temas relativos a esta materia prioritarios de la agenda nacional, como: *atmósfera* (con indicadores sobre la calidad del aire, cambio climático y ozono estratosférico), *agua, suelos, residuos* (tanto urbanos como peligrosos) *y recursos forestales* entre otros.

Asimismo, el diagnóstico ambiental del sitio del Proyecto sirvió para finalmente establecer los indicadores ambientales que podrán en algún momento evidenciar el impacto ambiental provocado por el Proyecto. En este sentido, los indicadores ambientales que como su nombre lo establece, nos indicarán algún proceso de cambio respecto a la ejecución del Proyecto son los que se listan a continuación, los cuales corresponden en parte a *Indicadores Básicos* para medir el desempeño ambiental de acuerdo con los indicadores de desempeño ambiental establecidos por el SNIA.

- Calidad del aire
- Nivel de ruido y vibraciones
- Superficies de excavaciones, cortes y terraplenes
- Presencia de caídos y deslaves
- Erosión eólica
- Calidad del suelo
- Capacidad permeable del suelo

- Patrón natural de drenaje y escorrentías
- Calidad del agua
- Agua potable
- Generación de aguas residuales
- Disponibilidad de agua
- Generación de residuos
- Cualidades estéticas
- Sobrevivencia de la vegetación reforestada
- Presencia de Fauna
- Flujo y Retorno económico
- Uso de la infraestructura férrea

Asimismo, en la siguiente tabla, se refiere el parámetro que se deberá considerar para establecer si se presenta el impacto ambiental o no en el Proyecto por la realización de sus obras y actividades.

Tabla V. 3. Indicadores Ambientales considerados para el Proyecto.

Componente Ambiental	Indicador Ambiental General	Indicador Ambiental Específico
Atmósfera	Calidad del aire	**Contaminación del aire** Indicador: Humos grises emitidos de escapes de vehículos pesados y maquinaria Límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-041 SEMARNAT-2015, *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible,* (valores establecidos, (Tablas 1 y 2 según aplique) NOM-045-SEMARNAT-2017, *Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición;* (Tablas 1 y 2 según aplique) Mantenimiento preventivo periódico (y correctivo y/o de sustitución cuando haga falta) y su *Reporte* de actividad reportada en bitácora Dispersión o suspensión de material particulado en el aire dentro del AP
	Nivel de ruido y vibraciones	**Exceso o incremento de los niveles de ruido** Indicador:

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Indicador Ambiental General	Indicador Ambiental Específico
		Límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994 (para zonas industriales con 68 dB de 06.00 am a 22.00 pm y con 65 dB de 22.00 pm a 6.00 am) Ruido excesivo fuera del perímetro del AP Tranquilidad (percepción sensorial de ruidos fuertes por acciones del Proyecto)
Geomorfología	Superficies de excavaciones, cortes y terraplenes	**Excedentes de explotación o material de relleno** Indicador: Invasión de superficies no autorizadas para actividades del Proyecto Inestabilidad de laderas aledañas a lo zona autorizada de extracción y/o alteración por vibración u otros mecanismos de repercusión Debilitamiento de la zona autorizada al finalizar la extracción Excedentes de materiales posteriores a las actividades de emplazamiento de terraplenes y cortes Acamellonado mal dispuesto de materiales o residuos Falta de compactación de los materiales para mantener zonas estables
	Presencia de caídos y deslaves	**Caídos y deslaves de taludes en cortes y terraplenes** Indicador: Presencia de materiales del talud caídos en las superficies del Proyecto Presencia de erosión excesiva de los taludes Derrumbe de materiales Presencia de detritos, rocas o caídas de diversos tamaños en zonas bajas de las laderas Cambios de los causes de los cuerpos de agua por taponamiento debido a los bloques de roca Ocurrencia de accidentes debido a la poca o nula prevención de fenómenos de este tipo
Suelo	Calidad del suelo	**Presencia de erosión en sitios en sitios en donde se aplicaron medidas de mitigación, superficies temporales del Proyecto, etc.** Indicador: Muerte de la vegetación rescatada o de las reforestaciones Agrietamiento del suelo

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Indicador Ambiental General	Indicador Ambiental Específico
		Aparición de cárcavas Exposición de la roca en zonas en donde se aplicaron medidas de mitigación por parte de los Programas Ambientales.
		Contaminación del suelo Indicador: Manchas evidentes en suelo de hidrocarburos o grasas (o aceites), derivados de derrames en actividades de mantenimiento de maquinaria o cercanos a almacenes de residuos peligrosos Manejo inadecuado de residuos peligrosos
	Generación de Residuos	**Dispersión y/o derrames de residuos sólidos urbanos y/o peligrosos en las áreas del Proyecto** Indicador: Mal manejo de residuos sólidos urbanos desde sus fuentes de generación y en el acopio temporal dentro del predio del Proyecto Gestión inadecuada de residuos peligrosos evidenciando mezcla de estos con otros residuos, almacenamiento temporal inadecuado y entrega para su disposición final y/o tratamiento posterior a los 6 meses marcados en la LGPGIR y su Reglamento
	Embalses o encharcamientos	Saturación del suelo/azolves Indicador Aparición de embalses o encharcamientos en las zonas del Proyecto o adyacentes a las obras de drenaje menor
Aguas superficiales	Patrón natural de drenaje y escorrentías	**Obstrucción de cauces** Indicador: Obstrucción de escurrimientos y cauces de agua con terraplenes sin salida a cauces primarios. Obstrucción de drenajes naturales materiales y residuos mal dispuestos o por caídos. No construir las obras de drenaje (mayores o menores) establecidas en Proyecto que permita el libre flujo de agua de la red hidrográfica No construir las obras de drenaje superficial que permita el escurrimiento del agua a través del Área del Proyecto a los cauces naturales.

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Indicador Ambiental General	Indicador Ambiental Específico
	Calidad del Agua	**Contaminación de escurrimientos y cauces de agua** Indicador: Inadecuada disposición de residuos y materiales en cauces y/o escurrimientos Caídos de obra en la construcción de puentes a los escurrimientos de agua Manejo inadecuado de aguas residuales permitiendo su conducción a escurrimientos o cauces de agua en la zona del Proyecto. Redirección de flujos de escurrimientos a cuerpos de agua que abastecen agua potable Derrames de agua en superficie de agua contaminada que puede infiltrase en el suelo y contaminar la zona vadosa de la zona.
	Agua potable	**Desperdicio de agua potable** Indicador: Uso irracional del recurso por los trabajadores y personal del Proyecto Derrames, desechos y fugas de los sistemas sanitarios móviles en cuerpos de agua
***Aguas subterráneas**	Calidad del Agua	**Contaminación de manantiales** Indicador: Derrames y desecho de agua residual cerca de manantiales y ojos de agua provenientes del acuífero.
	Disponibilidad de agua	**Obstrucción de la conexión hidráulica entre el acuífero y el Arroyo** Indicador: Cierre de surgencias de agua natural que actualmente brotan sobre el río debido al uso de explosivos, voladuras, maquinaria pesada y vibraciones.
	Agua potable	**Perforación de pozos** Indicador: Actualmente los acuíferos se encuentran en estado de veda para la concesión de nuevos pozos debido a la contaminación en el acuífero de Nogales y la baja disponibilidad de agua.

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Indicador Ambiental General	Indicador Ambiental Específico
Paisaje	Conectividad de la vegetación	**Fragmentación de la vegetación** Indicador: Muerte de la vegetación adyacente al AP Muerte de los individuos del rescate de flora y de las reforestaciones Porcentaje de sobreviviencia de las reforestaciones
	Cualidades estéticas	**Detrimento de la calidad paisajística urbana en el sitio** Indicador: Calidad perceptiva (Mala percepción de la imagen y entorno al Proyecto) Integridad Escénica (Acumulación de materiales de construcción y de residuos en varias áreas dentro del Proyecto, Inadecuado estacionado de vehículos pesados y maquinaria, Falta de mantenimiento de las áreas del Proyecto, Inadecuada ejecución de procesos de mantenimiento)
Vegetación	Conectividad de la vegetación	**Fragmentación de la vegetación** Indicador: Extensión de afectación en la vegetación de superficies no autorizadas Muerte de los individuos del rescate de flora y de las reforestaciones Porcentaje de sobreviviencia de las reforestaciones
	Porcentaje de sobrevivencia de individuos del rescate y reforestación	**Muerte de individuos de la vegetación** Indicador: Bajo porcentaje de sobrevivencia de individuos propios del rescate y de la reforestación No ejecución de las actividades de compensación
Fauna	Muerte de fauna	**Afectación y/o muerte de individuos de la fauna silvestre en específico de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010** Indicador: Afectación o muerte de individuos de especies endémicas o de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Indicador Ambiental General	Indicador Ambiental Específico
	Baja permeabilidad de la fauna a través de la Infraestructura férrea	**Monitoreo de los pasos de fauna** Indicador: Evidencia del uso de los pasos para fauna

Cabe señalar que los indicadores socioeconómicos son como naturalmente se realiza, monitoreados y estudiados a partir de las dependencias gubernamentales, a fin de establecer la viabilidad operativa del Proyecto, por lo cual, no se refieren en la anterior tabla. Sin embargo, si se estudiaron aspectos del medio socioeconómico, que permitieron identificar impactos adversos y benéficos.

Los anteriores indicadores ambientales dan pie a la identificación de los impactos ambientales que se prevé podrían presentarse en alguna de las Etapas de Preparación del Sitio, la Construcción y en la Operación y Mantenimiento.

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 MATRIZ DE INTERACCIONES CAUSA-EFECTO.

Para la identificación final de los posibles impactos ambientales que podrían presentarse por el desarrollo de las obras y actividades del Proyecto, se realizaron varios ejercicios como el desarrollo de una Matriz Causa-Efecto (Proyecto-Ambiente), en la se cruzaron las obras y actividades determinadas y descritas desde el Capítulo II para el Proyecto, respecto a los componentes y factores ambientales antes referidos y contemplados en los indicadores ambientales, esta Matriz se presenta a continuación.

Asimismo, una vez indicados los factores ambientales susceptibles de ser modificados y las acciones generadoras de cambio, se procedió a elaborar una matriz de interacciones causa-efecto, este método permite relacionar una actividad del Proyecto con un factor ambiental, de esta forma se representan de forma visual las interacciones para a su vez determinar los impactos ambientales.

En la siguiente Matriz que se representa en la tabla V.4, se sombrearon las celdas en donde se consideró que la acción del Proyecto tiene incidencia sobre alguno de los componentes y factores ambientales descritos anteriormente. En el Anexo V.1 (en **Electrónico, formato Excel**), se puede consultar la Matriz Causa-Efecto, también denominada comúnmente "Matriz Proyecto-Ambiente"

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V. 4. Matriz Causa-Efecto (cruce de los Componentes y Factores Ambientales respecto a las obras y actividades del Proyecto).

MATRIZ PROYECTO - AMBIENTE (CAUSA - EFECTO)

COMPONENTES AMBIENTALES			ATMÓSFERA		SUELO		GEOMORFOLOGÍA	HIDROLOGÍA		HIDROGEOLOGÍA			Paisaje	VEGETACION			FAUNA				DESARROLLO SOCIOECONÓMICOS					
FACTORES Y SUBFACTORES AMBIENTALES			AIRE	RUIDO	Componente edáfico		Relieve y geoformas	Escurrimientos Naturales y/o Cuerpos de Agua		Acuífero			Paisaje Natural	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema			Diversidad y abundancia de la fauna silvestre en el ecosistema				Dinámica Poblacional		Dinámica Económica			Perfil Territorial
ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO			Calidad del Aire	Nivel de Ruido	Recurso Suelo	Calidad del Suelo	Topografía y pendiente natural del terreno / Inestabilidad de laderas	Patrón Natural de drenaje y Escorrentías	Calidad del Agua Superficial	Surgencias de agua	Calidad del Agua Subterránea	Patrón natural de agua subterránea	Cualidades Paisajísticas	Cubierta Forestal y Hábitat	Servicios ecosistémicos	Presencia de especies prioritarias para su conservación	Calidad del Hábitat para la Fauna	Patrones conductuales	Presencia de Especies Protegidas	Corredores Biológicos	Composición urbano-rural	Instalaciones y accesos irregulares	Calidad de vida de los trabajadores del Proyecto	Conectividad y potencialidad en traslados de mercancías	Servicios Municipales	Tenencia de la tierra
Etapa	No.	Actividad																								
PREL	1.1	Contratación del personal																								
	1.2	Adquisición de materiales e insumos																								
	1.3	Liberación del DDV y áreas de ocupación del Proyecto																								
PREP SITIO	2.1	Trazo y nivelación																								
	2.2	Transporte de maquinaria y materiales del Proyecto																								
	2.3	Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento almacenes, habilitación de bancos de materiales)																								
	2.4	Desmonte																								
	2.5	Despalme																								
	2.6	Limpieza de residuos del desmonte y despalme																								
CONSTR	3.1	Excavaciones y cortes																								
	3.2	Construcción de obras de obras mayores (Puentes y Paso Vehicular)																								
	3.3	Construcción de obras de drenaje menor(Alcantarillas)																								
	3.4	Movimiento de tierras para conformar terraplenes del proyecto																								
	3.5	Limpieza de la zona del Proyecto, retiro de maquinaria y de instalaciones provisionales																								
	3.6	Construcción de Kiosk en Inarco Frontera																								
	3.7	Compactaciones																								
	3.8	Colocación de sub-balasto, balasto, durmientes y de rieles																								
	3.9	Señalización																								
	3.10	Limpieza de la zona del Proyecto, retiro de maquinaria y de instalaciones provisionales																								
OP Y MTTO	4.1	Operación de tráfico																								
	4.2	Mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura																								

Interacción Proyecto-Ambiente identificada (Positiva)
Interacción Proyecto-Ambiente identificada (Negativa)

Interacciones Proyecto-Ambiente por su Naturaleza	
Impacto naturaleza (+)	18
Impacto naturaleza (-)	124
Total de interacciones identificadas	**142**

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la Matriz Causa-Efecto se identifica la posible presencia o generación de 142 interacciones Proyecto-Ambiente. Lo que significa que de acuerdo con la experiencia del grupo interdisciplinario que identificó las interacciones ambientales, estas se podrán repetir por una o varias actividades u obras del Proyecto. El Grafico y tabla siguientes muestran el número de interacciones Proyecto-Ambiente.

Tabla V. 5 Interacciones Proyecto-Ambiente por etapa del Proyecto.

Número de Interacciones por Etapa del Proyecto			
Preliminares	**Preparación del Sitio**	**Construcción**	**Operación y Mantenimiento**
5	55	59	23

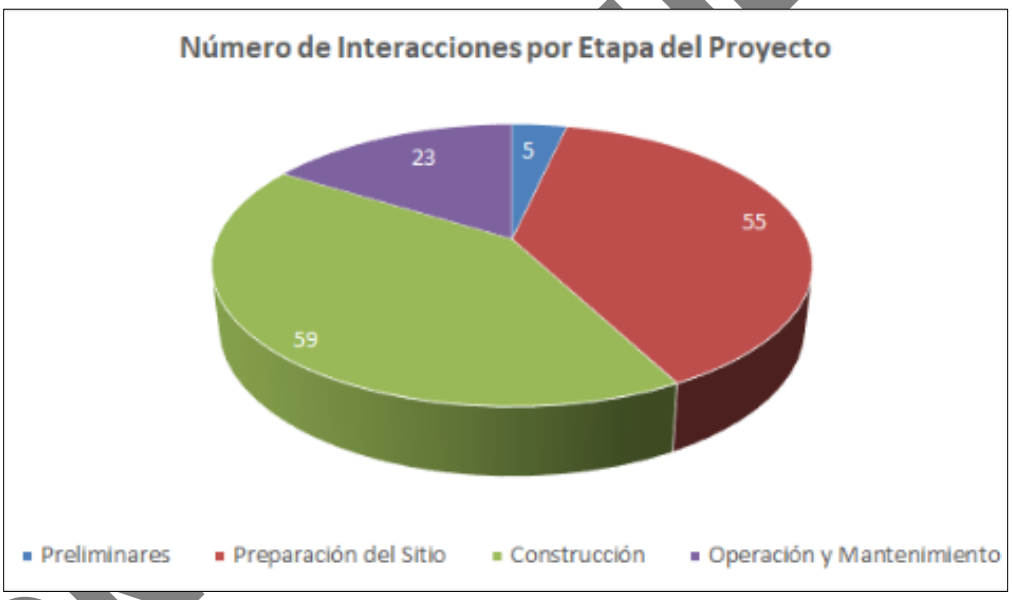


Figura V. 1. Número de interacciones Proyecto-Ambiente por etapa del Proyecto.

En resumen, según el cruce de las obras y actividades que prevé el Proyecto se contemplan por cada etapa de este las interacciones ambientales por componente que se muestran a continuación. En la misma línea, la etapa en la que se estima se presente la mayoría de los impactos ambientales, es la Construcción, posteriormente la de Preparación del Sitio y finalmente en menor medida la de Operación y Mantenimiento, lo cual tiene que ver con el propio proceso de emplazamiento de este Proyecto.

Asimismo, algunas de las interacciones ambientales se consideran benéficas y están estrechamente relacionadas con los aspectos socioeconómicos principalmente.

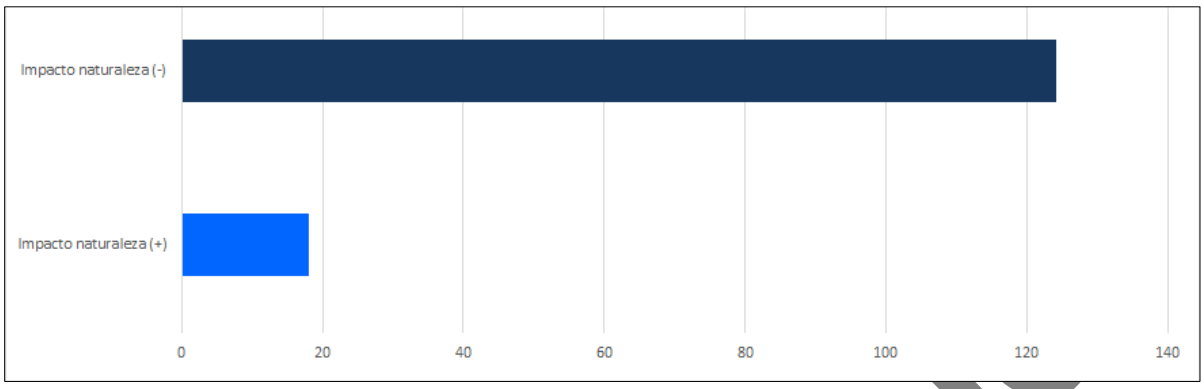


Figura V. 2. Interacciones Proyecto-Ambiente por su naturaleza (+ / -).

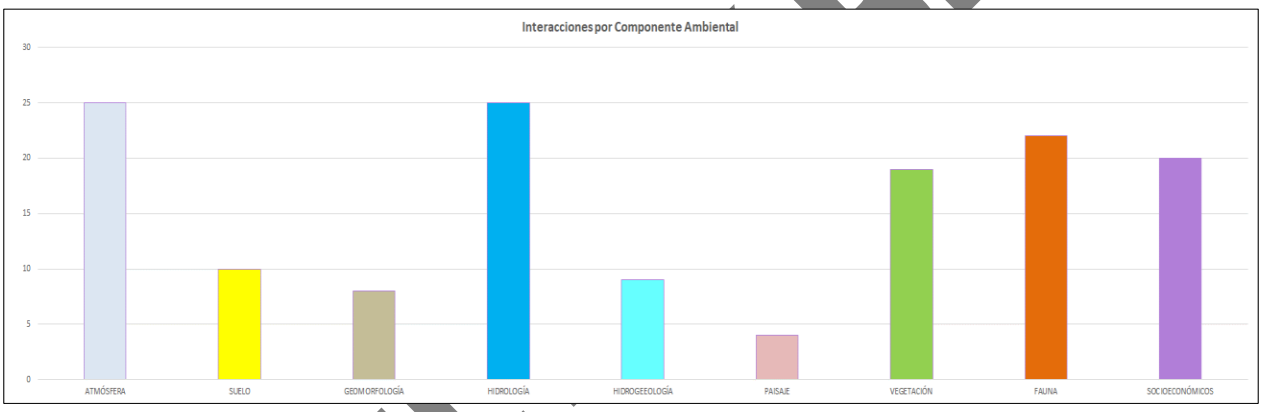


Figura V. 3. Número de interacciones ambientales por cada componente ambiental presente en el área del Proyecto.

La identificación de interacciones Proyecto / Ambiente del anterior método permitió identificar la posible presencia de diversos impactos ambientales que podrán presentarse por la acción del Proyecto. En este sentido, se revisaron nuevamente los indicadores ambientales identificando los impactos que se muestran en la siguiente Tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V. 6. Identificación de Impactos Ambientales

Aspecto	Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto		Impacto ambiental identificado
		Factor ambiental	Subfactor ambiental	
ABIÓTICOS	Atmósfera	Aire	Calidad del aire	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes
		Ruido	Nivel de Ruido	Incremento en los niveles de ruido
	Suelo	Componente edáfico	Recurso edáfico	Pérdida del recurso edáfico
			Calidad del suelo	Exposición a procesos erosivos
				Afectación de las propiedades físico-químicas del suelo
	Geomorfología	Relieve y geoformas	Topografía y pendiente natural del terreno	Modificación del relieve original del terreno en la zona del proyecto
			Inestabilidad de laderas	Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños)
				Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas
				Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal
	Hidrología	Escurrimientos naturales y/o cuerpos de agua	Patrón natural de drenaje y escorrentías	Alteración de la red de drenaje natural
				Azolve u obstrucción de escurrimientos
			Calidad del agua Superficial	Contaminación de cauces y escurrimientos
	Hidrogeología	Acuifero	Surgencias de agua	Obstrucción total o parcial de surgencias naturales
			Calidad del Agua Subterránea	Uso de agua contaminada en pozos

CONSULTA PÚBLICA

Aspecto	Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto		Impacto ambiental identificado
		Factor ambiental	Subfactor ambiental	
			Patrón natural de agua subterránea	Abatimiento del nivel de agua subterránea por el uso de agua en patio de maniobras
	Paisaje	Paisaje Natural	Cualidades paisajísticas	Modificación de las cualidades naturales del Paisaje en la etapa contructuva
BIÓTICOS	Vegetación	Diversidad de la vegetación en el ecosistema	Cubierta forestal y Hábitat	Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat
				Cambios en la estructura y composición florística
			Servicios ecosistémicos	Disminución en la Regulación hidrológica y Captura de carbono
				Alteración de corredores biológicos
			Presencia de especies prioritarias para su conservación	Afectación de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
				Aislamiento de poblaciones
	Fauna	Diversidad faunística	Calidad del Hábitat para la Fauna	Pérdida de hábitat para la fauna
				Efecto de Borde
			Patrones conductuales	Modificación a los patrones conductuales de los animales
			Presencia de especies protegidas	Atropello, muerte, caza y tráfico de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Corredores Biológicos	Efecto Barrera
				Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores
SOCIOECONÓMICOS	Desarrollo socioeconómico	Dinámica Poblacional	Composición urbano-rural	Alteración de la Composición Urbano-Rural

CONSULTA PÚBLICA

Aspecto	Componente ambiental	Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto		Impacto ambiental identificado
		Factor ambiental	Subfactor ambiental	
			Instalaciones y accesos irregulares	Incentivo Potencial de Instalaciones y Accesos
		Dinámica Económica	Empleos y calidad de vida de los trabajadores del Proyecto	Generación de empleo y mejora de calidad de vida de los trabajadores en el Proyecto
			Conectividad y potencialidad en traslados de mercancias	Mejora de la conectividad regional e incremento de la potencialidad de traslados de mercancías nacionales e internacionales en la región y otras regiones del país
			Servicios municipales	Incremento en la demanda de Servicios Municipales
		Perfil Territorial	Tenencia de la tierra	Problemática en la liberación del DDV

CONSULTA PÚBLICA

V.2.2 NATURALEZA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La naturaleza del impacto ambiental define el efecto resultante de este en positiva o negativa.

Impacto Positivo (+)

Aquel cuyo efecto es admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

Impacto Negativo (-)

Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la alteración, de la erosión o deposición extrema y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica y el carácter de un sitio, zona determinada o en su caso del sistema ambiental regional.

Por lo anterior conjuntando los datos mostrados hasta ahora, se puede establecer que identificaron 34 Impactos -ambientales que podrán tener naturaleza adversa o benéfica derivado de la interacción entre el Proyecto (obras y actividades) y los distintos componentes ambientales analizados. Estos impactos ambientales podrán repetirse y tendrán un índice distinto dependiendo de la actividad del Proyecto que los genere durante el tiempo de implementación y operación del Proyecto, como se podrá observar más adelante en la Matriz de evaluación o calificación de los Impactos Ambientales. En la Tabla siguiente se muestran los impactos Ambientales según su naturaleza benéfica o adversa.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V. 7. Naturaleza de los impactos ambientales identificados en el Proyecto.

Impacto ambiental identificado	Naturaleza del impacto	
	Positiva (+)	Negativa (-)
Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes		X
Incremento en los niveles de ruido		X
Pérdida del recurso edáfico		X
Exposición a procesos erosivos		X
Afectación de las propiedades físico-químicas del suelo		X
Modificación del relieve original del terreno en la zona del proyecto		X
Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños)		X
Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas		X
Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal		X
Alteración de la red de drenaje natural		X
Azolve u obstrucción de escurrimientos		X
Contaminación de cauces y escurrimientos		X
Obstrucción total o parcial de surgencias naturales		X
Uso de agua contaminada en pozos		X
Abatimiento del nivel de agua subterránea por el uso de agua en patio de maniobras		X

Impacto ambiental identificado	Naturaleza del impacto	
	Positiva (+)	Negativa (-)
Modificación de las cualidades naturales del Paisaje en la etapa contructuva		X
Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat		X
Cambios en la estructura y composición florística		X
Disminución en la Regulación hidrológica y Captura de carbono		X
Alteración de corredores biológicos		X
Afectación de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010		X
Aislamiento de poblaciones		X
Pérdida de hábitat para la fauna		X
Efecto de Borde		X
Modificación a los patrones conductuales de los animales		X
Atropello, muerte, caza y tráfico de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010		X
Efecto Barrera		X
Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores		X
Alteración de la Composición Urbano-Rural		X
Incentivo Potencial de Instalaciones y Accesos		X
Generación de empleo y mejora de calidad de vida de los trabajadores en el Proyecto	X	
Mejora de la conectividad regional e incremento de la potencialidad de traslados de mercancías nacionales e internacionales en la región y otras regiones del país	X	
Incremento en la demanda de Servicios Municipales	X	
Problemática en la liberación del DDV		X

De los 34 Impactos Ambientales identificados, se puede observar que 31 son negativos o adversos y 3 son positivos o benéficos.

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción VII, VIII, XV y X se consideran las siguientes definiciones:

VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos

CONSULTA PÚBLICA

naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Además de las definiciones anteriores, como ya se mencionó se tomaron en cuenta una serie de criterios y la naturaleza del impacto, de esta forma se agruparon en impactos adversos generales, adversos específicos e impactos positivos, en función de las afectaciones provocadas por el Proyecto en las diferentes etapas y actividades.

- **Criterios establecidos para la evaluación de impactos**

Las Matrices de interacción son ampliamente utilizadas en las evaluaciones de impacto ambiental. Sin embargo, esta técnica contiene un enfoque ilustrativo, ya que su poder analítico se considera insuficiente para el manejo eficaz en la toma de decisiones complejas. Se puede argumentar que el mal uso de las matrices de interacción tiene en algunos casos fallas, desvirtuando deliberadamente la aprobación de los Proyectos. Por lo tanto, una alternativa para mejorar la Evaluación de Impacto Ambiental en el corto plazo es mejorar el método de la matriz, de modo que se utilice una evaluación más rigurosa de los impactos a través de matrices matemáticas, por tales motivos la metodología de Bojórquez tapia, 1998 (Evaluación de los impactos ambientales y medidas de mitigación a través de matrices de matemáticas), se presenta como una oportunidad de determinar la importancia de los impactos a través de matrices de enlace mínimo, interpretativa modelos estructurales y ecuaciones exponenciales y lineales. Este método permite a los usuarios ver todas las posibles vías de interacciones causa-efecto y considerar los impactos primarios y secundarios identificados en una matriz. En consecuencia, el enfoque aumenta la eficacia y el rigor de las matrices en el manejo de datos complejos y la predicción de los impactos ambientales de una manera estricta y trazable.

En este sentido, de acuerdo con el esquema de Bojórquez et al. (1998) los impactos se dividen en básicos y complementarios. Los criterios básicos son: 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E), 3) duración (D). Los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A), 3) controversia (C).

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, es decir, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente; por lo que se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

Definición de los criterios:

1. **Naturaleza del impacto:** benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).

2. **Magnitud (M):** Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto.

3. **Extensión espacial (E):** Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignará la máxima calificación posible.

CONSULTA PÚBLICA

4. Duración (extensión temporal) (D): Tiempo en que el componente ambiental mostrará los efectos de la actividad. Se asignará el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y los demás valores tomando como criterio la vida útil de las obras del Proyecto.

5. Sinergismo (S): Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de los efectos individuales de cada una de ellas.

6. Efecto acumulativo (A): Cuando como consecuencia de una actividad, el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.

7. Controversia (C): Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal manera que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

- **Escalas utilizadas**

Los dos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con cero para denotar efectos mínimos sobre el ambiente, y 9 para denotar efectos máximos sobre el mismo. Y los valores de 0 a 9 fueron asignados considerando en la medida de lo posible estimaciones cuantitativas obtenidas a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios, mismos que fueron integrados en el mismo Capítulo.

Para variables:	Valor ordinal (escala principal)	Efecto
Sinergismo Efecto Acumul. Controversia	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Nulo Nulo A Bajo Muy Bajo Bajo Bajo a Moderado Moderado Moderado a Alto Alto Muy Alto Extr. Alto
Magnitud	0 = 0 0 y 1 = 0.5 2 y 3 = 2.5 4 y 5= 4.5 6 y 7= 6.5 8 y 9= 8.5	Clase 6 (nulo) Clase 5 (muy bajo) Clase 4 (bajo) Clase 3 (moderado) Clase 2 (alto) Clase 1 (muy alto)
Extensión	0 = 0.0 % 1 = 10% 2 = 20% 3 = 30% 4 = 40% 5 = 50% 6 = 60% 7 = 70% 8 = 80% 9 = 90-100%	Nulo (no se pierde) Nulo A Bajo Muy Bajo Bajo (se pierde poca) Bajo a Moderado Moderado (se pierde la mitad) Moderado a Alto Alto (se pierde mucha) Muy Alto Extr. Alto (se pierde prácticamente tod suelo de cierta calidad)
Duración	3 5 7 9	Bajo (se recupera rápidamente) Moderado (se recupera al corto plazo <5 añ Alto (se recupera al largo plazo >10 años) Extremadamente alto (permanente)

Tabla V. 8 Cuadro de criterios y valores utilizados para la calificación de los impactos ambientales.

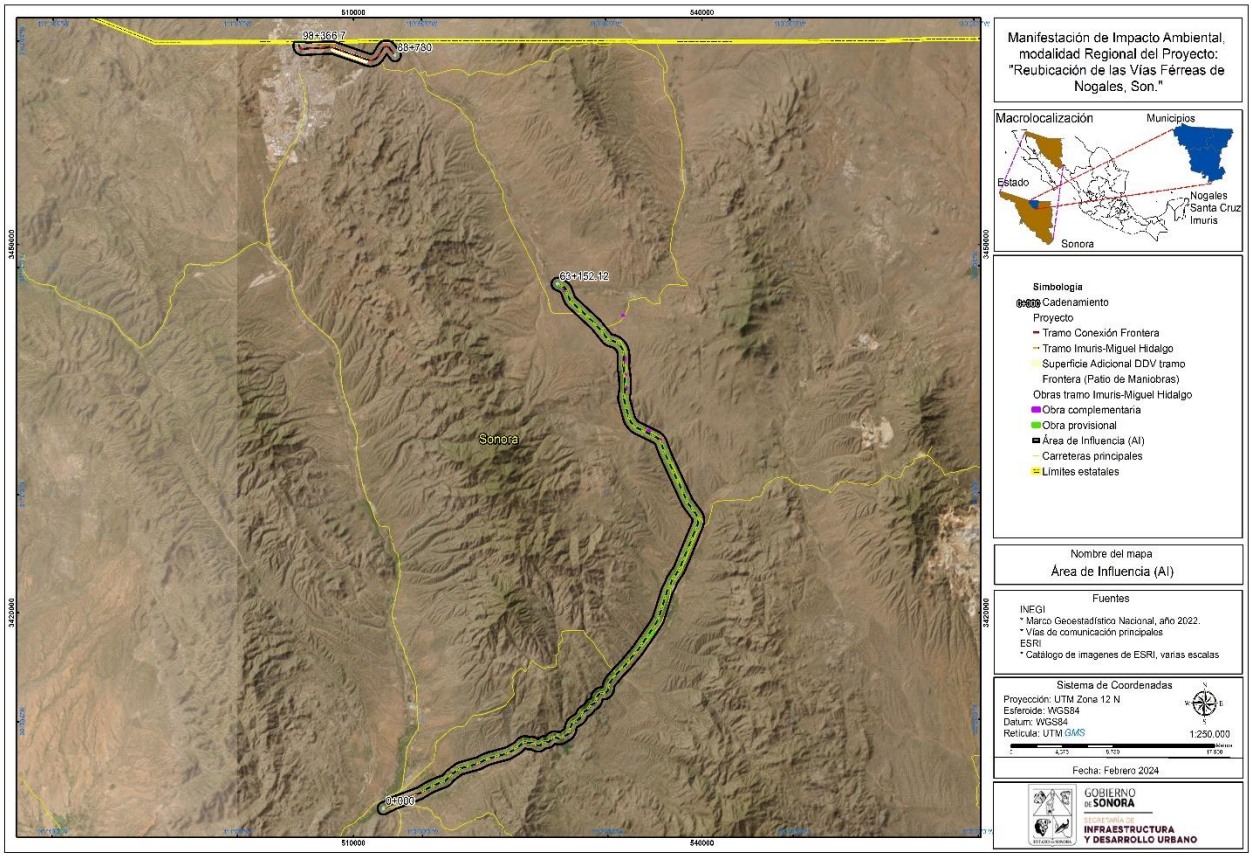
CONSULTA PÚBLICA

Por otro lado, también es importante mencionar que la categorización y evaluación de los impactos ambientales se estima se presenten en el Área de Influencia (AI), que corresponde al área en torno al Proyecto en donde se presentarán mayormente los impactos ambientales. Establecer la distancia a la cual la construcción del Proyecto ocasionará afectaciones es una cuestión compleja y multifactorial. Las afectaciones sobre los distintos componentes ambientales (fauna, vegetación, suelos, hidrología y actividades humanas) tienen diferentes escalas de desarrollo, y por lo consiguiente de estudio. El efecto que puede ocasionar el Proyecto sobre la flora será local ya que las afectaciones ocurren en el sitio de ocupación directa del Proyecto. En comparación, el efecto sobre fauna, la hidrología o la población humana, el efecto se dará en extensiones mayores, cuya escala de medición de efectos es regional. Algunos efectos importantes de vías férreas están limitados a distancias cortas, como lo es la emisión de partículas o la dispersión de residuos; mientras que otros efectos que involucran la transferencia de especies, energía y materia, se extienden distancias medias. Finalmente, afectaciones de carácter humano pueden llegar a tener repercusiones a grandes distancias; actividades capaces de interrumpir o afectar corredores biológicos, por ejemplo.

En este sentido, el Área de Influencia del Proyecto, corresponde a un buffer (que también se señala en el Capítulo IV del presente estudio) en el cual se presentarán la mayor parte de los impactos ambientales. Aunque habrá algunos otros que tienen un alcance mayor como son los impactos del medio socioeconómico. En el Mapa siguiente se muestra el AI del Proyecto, en donde se prevé ocurran la mayoría de los Impacto Ambientales.

Para establecer una zona de influencia directa de los impactos ambientales se estableció un área de Influencia de 500 m a partir de los ejes de cada Tramo del Proyecto en donde los impactos ambientales serán sobre todo más aparentes, aunque hay impactos de importancia como el efecto barrera para la fauna que afecta a distancias más amplias a esta área de influencia, pero que queda sujeta a los límites del SAR principalmente. Otros impactos de mayor alcance son los impactos de los aspectos socioeconómicos que pueden tener un alcance regional mayor al del SAR incluso. En el siguiente Mapa puede observarse a una pequeña escala el buffer del Área de Influencia del Proyecto respecto a los impactos ambientales.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa V. 1. Área de Influencia en ambos Tramos que conforman el Proyecto.

CONSULTA

La evaluación cuantitativa de los impactos ambientales se presenta en las matrices de evaluación de impacto (ver las Tablas que componen la Matriz de Evaluación de Impactos en la Tabla V.8). Cabe señalar que esta matriz considera el proyecto SIN tomar en cuenta ninguna medida de mitigación o recomendación realizada en este estudio. En Anexo V.1, se presenta a detalle dicha Matriz para su consulta.

También se debe señalar que la evaluación de los impactos ambientales es inherente a la calidad ambiental del sitio integrado por la combinación de sus diversos componentes del medio físico, biótico y social, sin embargo, aun así, la intensidad del impacto NO es la misma a lo largo de los Tramos del Proyecto o en alguno de ellos de forma específica, sobre todo en las áreas o terrenos en donde ya se ha llevado a cabo alguna actividad humana, situación que también se tomó en cuanta durante la evaluación de los impactos ambientales.

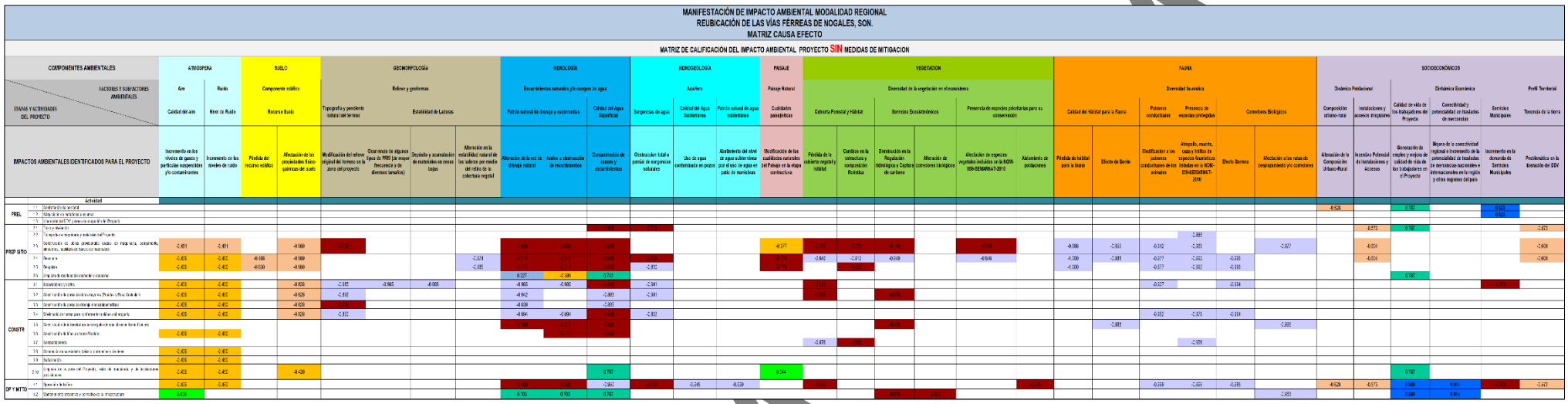
Con el empleo de la metodología de calificación de los impactos ambientales mediante el método matricial, se puede observar como cada actividad del Proyecto afecta a un componente ambiental según la escala de valores y criterios establecidos.

A continuación se muestran dos matrices de califiación de impactos ambiental en la primera se evalúan los impactos sin considerar alguna medida de mitigación y en la segunda se ponderan en la calificación la aplicación de acciones y medidas de control, prevención, mitigación y compensación diseñadas específicamente para este Proyecto, en donde comparativamente se

puede observar como el índice del imapcto ambiental en donde se consideran en primera instancia los critetios de “magnitud, extensión y duración” para su calificación, disminuye con la apliación en tiempo y forma de medidas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V. 9. Matriz de calificación de impactos SIN considerar medidas de mitigación.



Valor del índice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto	Total de Impactos Adeversos	Valor del índice de Impacto Benéfico	Calificación del Impacto	Total de Impactos Benéficos
0.111 - 0.280	Muy bajo	0	0.111 - 0.280	Muy bajo	1
0.281 – 0.460	Bajo	28	0.281 – 0.460	Bajo	2
0.461 – 0.640	Moderado	21	0.461 – 0.640	Moderado	0
0.641 – 0.820	Alto	42	0.641 – 0.820	Alto	9
0.821 – 1.000	Muy alto	52	0.821 – 1.000	Muy alto	6

Ver el Archivo Excel en Anexo V.1

CONSULTA

Una vez que se cruzaron todas las actividades ambientales respecto a los indicadores ambientales para identificar los impactos, estos se calificaron según los criterios y valores establecidos en el cuadro de la Tabla V.7.

Los resultados arrojan 161 Impactos Ambientales provodados por las obras y/o actividades del Proyecto. De estos 143 se consideraron adversos y 18 se consideraron benéficos. El análisis muestra que en las Etapas de Preparación del Sitio y la Construcción se presentarán la Mayor parte de los impactos identificados, tal como lo muestra el gráfico siguiente y los datos se refieren en la Tabla subsecuente.

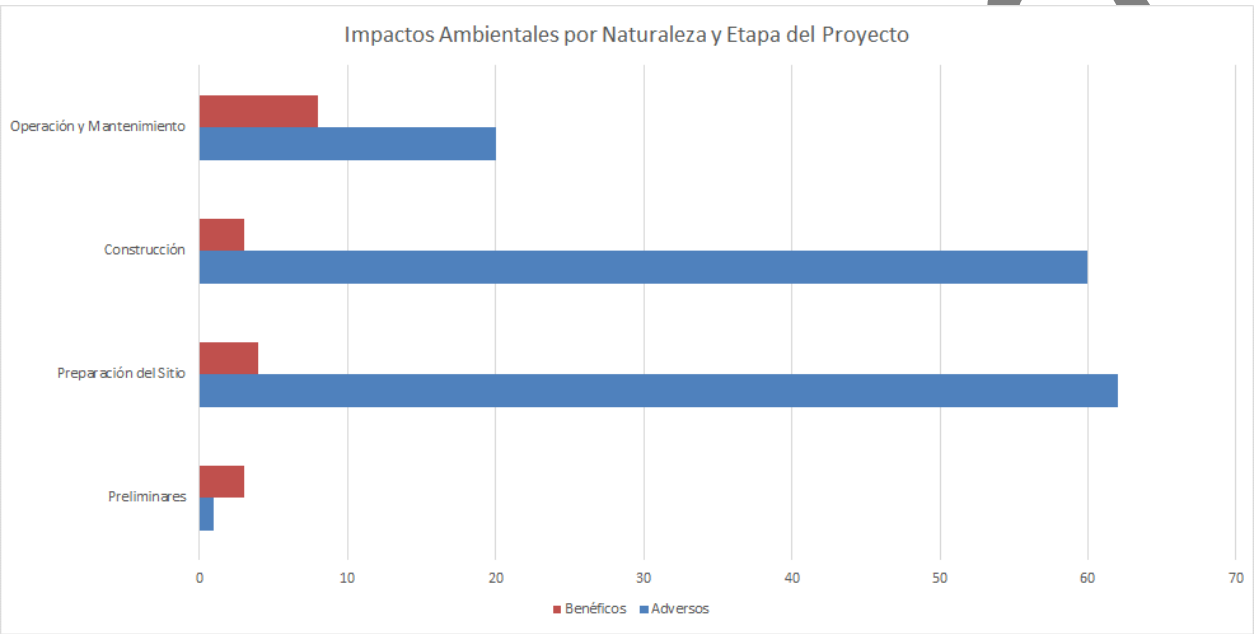


Figura V. 4. Impactos Ambientales adversos y benéficos en todas las etapas del Proyecto.

Tabla V. 10. Impactos Ambientales por naturaleza y etapa del Proyecto.

Impactos	Preliminares	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento
Adversos	1	62	60	20
Benéficos	3	4	3	8

Asimismo, por el índice del impacto tras la calificación, la distribución en la calificación se muestra a continuación

CONSULTA

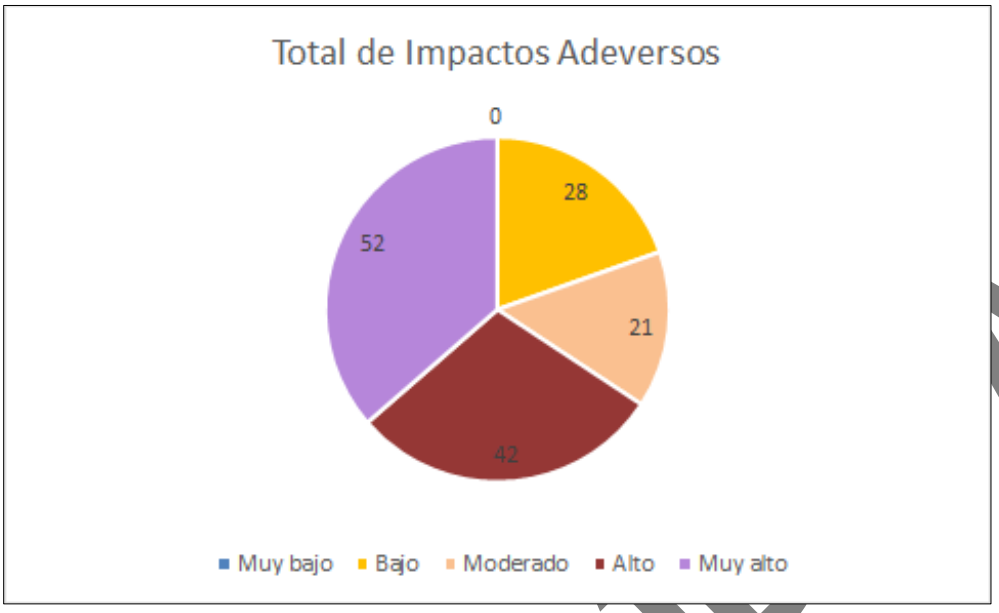


Figura V. 5 Impactos Ambientales totales adversos por índice.

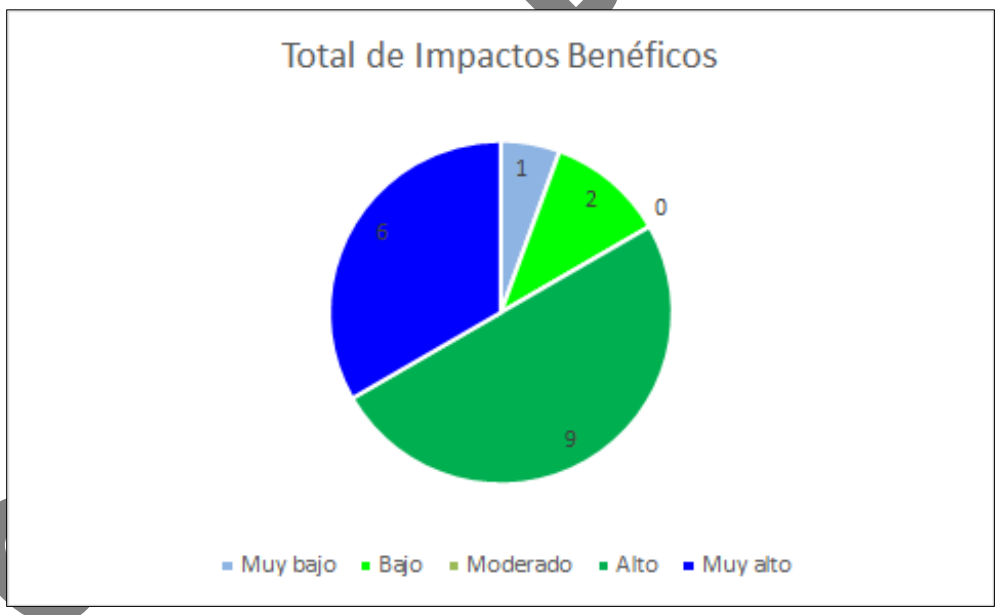


Figura V. 6 Impactos Ambientales totales benéficos por índice.

Los datos de los Índices de los Impactos Ambientales por componente ambiental se presentan en la siguiente tabla

Tabla V. 11. Impactos ambientales por componente ambiental y etapa del Proyecto.

Impactos ambientales adversos									
Componente ambiental	**Atmósfera**	**Suelo**	**Geomorfología**	**Hidrología**	**Hidrogeología**	**Paisaje**	**Vegetación**	**Fauna**	**Socioeconómicos**
Preliminares	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Preparación del sitio	6	5	3	11	3	3	9	15	6
Construcción	16	5	6	15	3	0	6	8	1
Operación y mantenimiento	2	0	0	3	3	0	4	4	4
Impactos ambientales benéficos									
Componente ambiental	**Atmósfera**	**Suelo**	**Geomorfología**	**Hidrología**	**Hidrogeología**	**Paisaje**	**Vegetación**	**Fauna**	**Socioeconómicos**
Preliminares	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Preparación del sitio	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Construcción	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Operación y mantenimiento	1	0	0	3	0		0	0	4

BORRADOR

Los anteriores datos se pueden observar de forma gráfica a continuación.

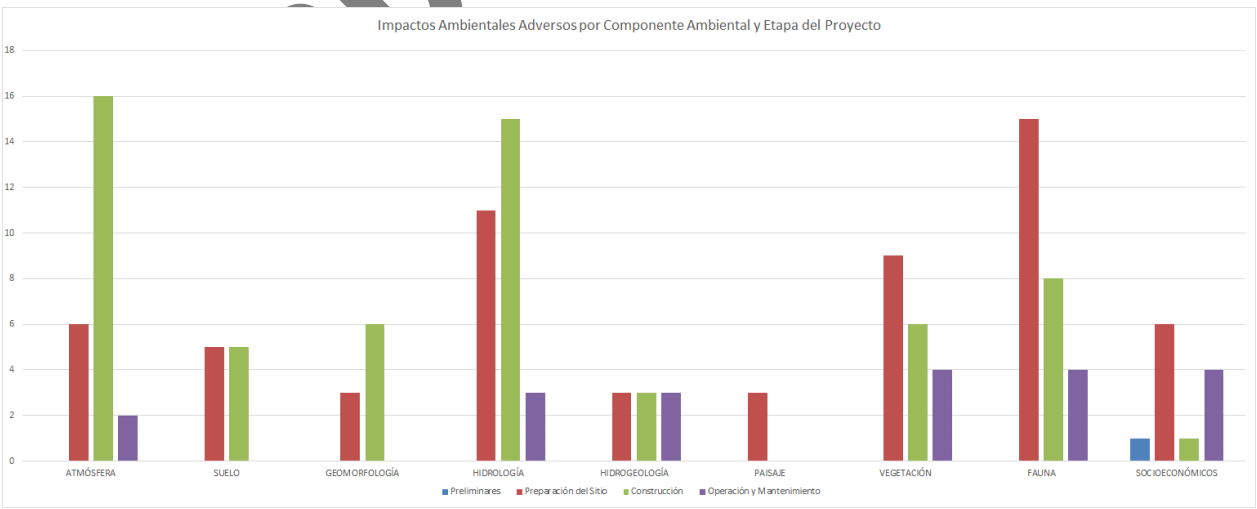


Figura V. 7. Impactos ambientales adversos por componente afectado.

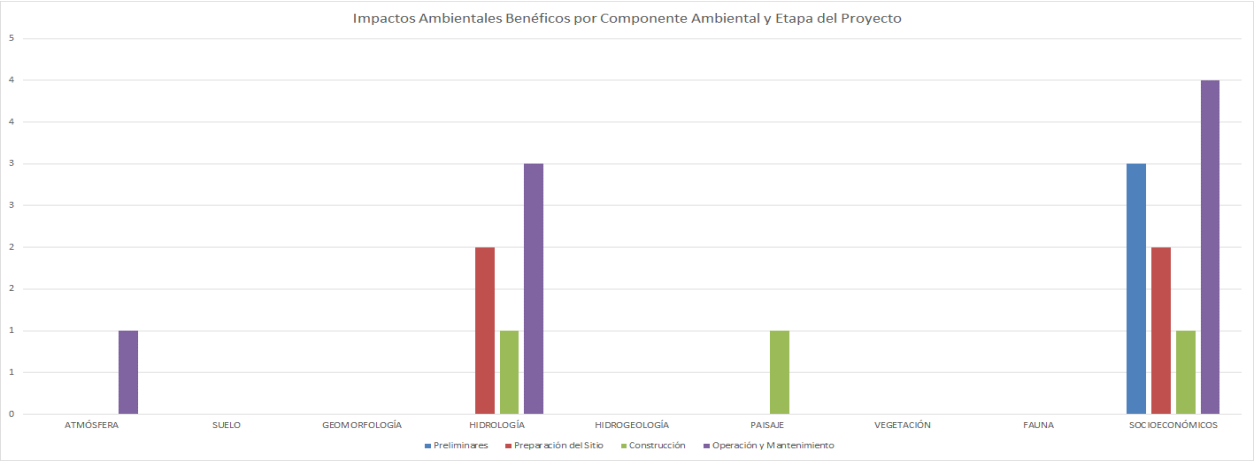


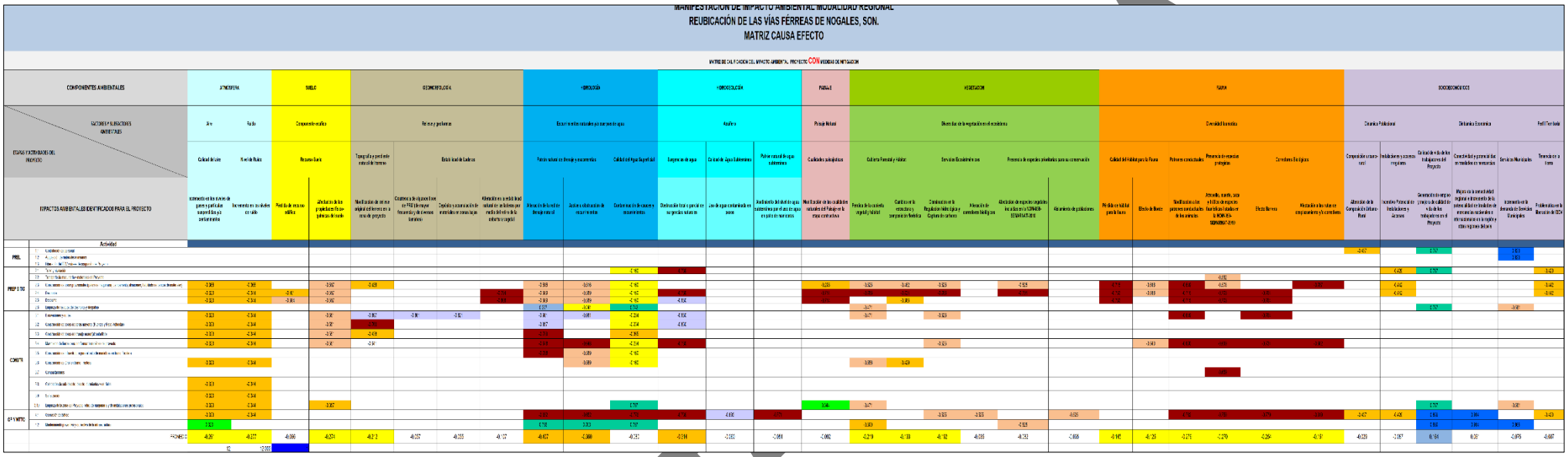
Figura V. 8. Impactos ambientales benéficos por componente afectado.

Según lo anterior los componentes más afectados por las acciones del Proyecto son, la hidrología, la Fauna, la Vegetación y la Atmósfera tranto en las Etapas de Preparaciópn del Sitio como en la Construcción.

Sin embargo, una vez que se implementan las medidas de protección, mitigación y compensación el efecto adeverdso del impacto tiende a reducirse en la mayoría de los casos. Este escenario puede observarse en la siguiente Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde el valor de las medidas de mitigación se pondero con el objeto de mostrar que la ejecución de medidas de mitigación es de gran importancia.

CONSULTA PÚBL

Tabla V. 12. Evaluación de Impactos -ambientales considerando Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación.



Valor del indice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto		Valor del indice de Impacto Benéfico		Calificación del Impacto	
0.111 - 0.280	Muy bajo	10	0.111 - 0.280		Muy bajo	1
0.281 – 0.460	Bajo	43	0.281 – 0.460		Bajo	2
0.461 – 0.640	Moderado	37	0.461 – 0.640		Moderado	0
0.641 – 0.820	Alto	43	0.641 – 0.820		Alto	9
0.821 – 1.000	Muy alto	10	0.821 – 1.000		Muy alto	6

CONSULTA

De acuerdo con lo anterior, la distribución en el índice de los Impactos ambientales se diferencia una vez que se aplican y/o ejecutan medidas de prevención, mitigación y compensación.



Figura V. 9. Índice de los mpactos adversos CON Medidas de Mitigación.

En este sentido el siguiente gráfico permite comparar ambos escenarios.

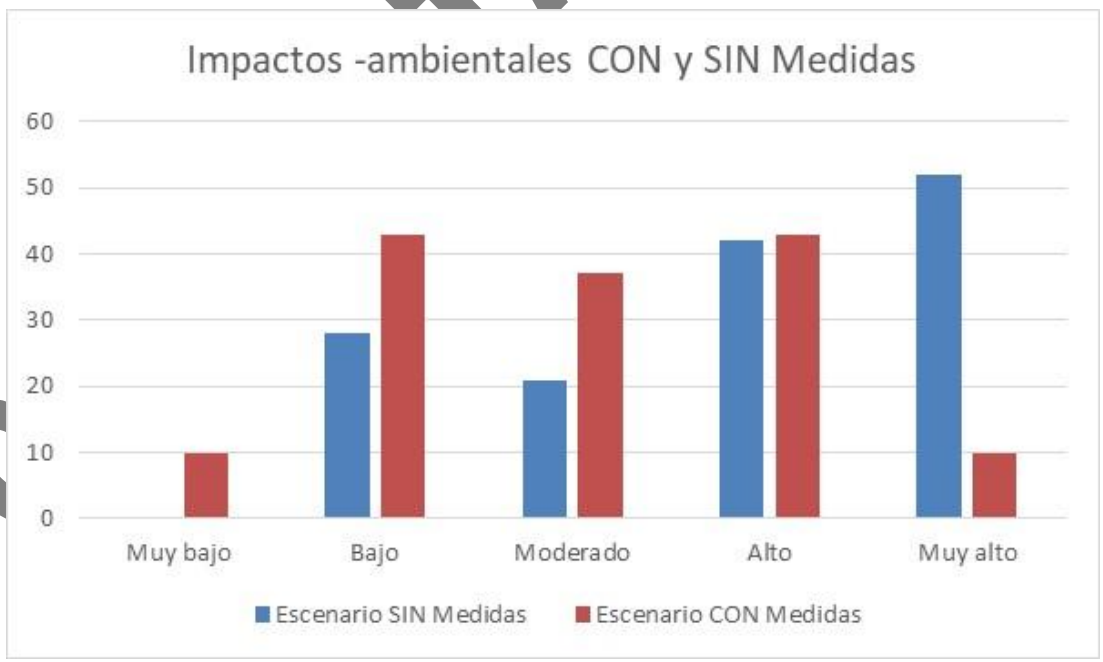


Figura V. 10. Gráfico comparativo del Índice de los Impactos adversos en el escenarios SIN mitigación y CON Mitigación.

La anterior gráfica muestra que la aplicación y/o ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación reduce el ídice de los impactos ambientales, pues estos pasan de ser “Muy Altos” a “Altos”, los “Altos” a “Moderados” y los “Bajos” a “Muy Bajos”.

V.3.1 Descripción de los Impactos Ambientales

En este apartado se describen los impactos ambientales que se identificaron mediante la metodología señalada en los apartados anteriores, estos se describen por componente ambiental que probablemente será afectado por el Proyecto en las diferentes etapas de implementación de este.

CONSULTA PÚBLICA

Atmósfera

Componente ambiental	Atmósfera	
Factor ambiental	Aire	
Subfactor ambiental	Calidad del aire	
Impacto identificado	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Construcción de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.** 2. Desmonte. **Índice del impacto: bajo.** 3. Despalme. **Índice del impacto: bajo.**
	Construcción	1. Excavaciones y cortes. **Índice del impacto: bajo.** 2. Construcción de obras de drenaje mayor. **Índice del impacto: bajo.** 3. Construcción de obras de drenaje menor. **Índice del impacto: bajo.** 4. Movimiento de tierras para conformar terraplenes del proyecto. **Índice del impacto: bajo.** 5. Construcciónde túnel en tramo frontera. **Índice del impacto: bajo.** 6. Colocación de balasto. **Índice del impacto: bajo.** 7. Colocación de sub-balasto. **Índice del impacto: bajo.** 8. Colocación de durmientes. **Índice del impacto: bajo.** 9. Instalación de rieles. **Índice del impacto: bajo.** 10. Señalización. **Índice del impacto: bajo.** 11. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.**
	Operación y mantenimiento	1. Operación de tráfico y mantenimiento de los nuevos tramos Imuris-San Miguel y Frontera. **Índice del impacto: bajo.**

Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Control de emisiones y partículas suspendidas. • Mantenimiento preventivo y/o correctivo de vehículos, equipos y/o maquinaria.

Descripción del(os) Impacto(s):

Las actividades derivadas de la preparación del sitio, la construcción, la operación y el mantenimiento de la obra en cuestión, implican el uso de quipos y maquinaria para la remoción de arbolado, suelos y rocas, y para las excavaciones, cortes, terraplenes, construcción de obras de drenaje mayor y menor, estructura férrea, etcétera. De este modo, se presentan dos tipos de impactos a la calidad del aire: el primero, relacionado con el incremento relativo en los niveles de emisiones de gases; y el segundo, con el desprendimiento de partículas suspendidas en el aire.

Si bien, este impacto es bajo, se debe considerar que el impacto negativo de los elementos contaminantes está en función de las concentraciones relativas y las relaciones espaciotemporales. En el caso de las etapas de preparación del sitio y construcción, la concentración de gases nocivos y levantamiento de polvo será alta en un lapso relativamente corto, impactando a los trabajadores directamente implicados en estas etapas; mientras que, en la etapa de operación y mantenimiento, la concentración de gases nocivos será baja en un lapso relativamente largo con una afectación poco significativa, ya que las comunidades aledañas al eje del Proyecto (hasta 100 m del derecho de vía) se localizan en espacios abiertos, en los cuales el viento constante disipará con rapidez las emisiones de gases y polvo.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Atmósfera	
Factor ambiental	Aire	
Subfactor ambiental	Nivel de ruido	
Impacto identificado	Incremento en los niveles ruido	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Construcción de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.** 2. Desmonte. **Índice del impacto: bajo.** 3. Despalme. **Índice del impacto: bajo.**
	Construcción	1. Excavaciones y cortes. **Índice del impacto: bajo.** 2. Construcción de obras de drenaje mayor. **Índice del impacto: bajo.** 3. Construcción de obras de drenaje menor. **Índice del impacto: bajo.** 4. Movimiento de tierras para conformar terraplenes del proyecto. **Índice del impacto: bajo.** 5. Construcciónde túnel en tramo frontera. **Índice del impacto: bajo.**

		6. Colocación de balasto. **Índice del impacto: bajo.** 7. Colocación de sub-balasto. **Índice del impacto: bajo.** 8. Colocación de durmientes. **Índice del impacto: bajo.** 9. Instalación de rieles. **Índice del impacto: bajo.** 10. Señalización. **Índice del impacto: bajo.** 11. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.**
	Operación y mantenimiento	1. Operación de tráfico y mantenimiento de los nuevos tramos Imuris-San Miguel y Frontera. **Índice del impacto: bajo.**
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Programa de Conservación de Suelos. ○ Rescate y conservación de suelo orgánico. ○ Rescate y conservación de residuos de desmonte. ○ Ejecución de obras de conservación y/o restauración de suelos en zonas degradadas en el SAR, y de ser necesario en el AI y el AP, para el control de la erosión y/o la minimización de la pérdida de suelo.	

Descripción del(os) Impacto(s):

Las actividades derivadas de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra en cuestión ocasionarán niveles de ruido que variarán en su intensidad de acuerdo con la actividad realizada, constituyendo un estímulo perjudicial para la fauna, el personal de la obra y las comunidades cercanas.

Las actividades de preparación del sitio y construcción presentarán impactos al ambiente por emisión de ruido debido al uso de maquinaria pesada para la remoción de arbolado, suelos y rocas, y para las excavaciones, cortes y terraplenes, construcción de obras de drenaje mayor y menor, etcétera. Además del ocasionado por el transito en la etapa de operación y mantenimiento. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales de la zona, el ruido se disipará con facilidad hasta alcanzar un nivel poco perceptible para las poblaciones aledañas al eje del Proyecto, afectando únicamente al personal de obra.

Si bien, el impacto será poco significativo, es necesario tomar en cuenta que no es totalmente mitigable para el personal de obra, por lo que será se sugiere a los encargados de la construcción de la obra, la correcta planeación del montaje y operación de los equipos y maquinaria de acuerdo con la normatividad vigente, de tal forma que las fuentes que produzcan ruido excesivo disminuyan sus niveles de emisión.

SUELO

Componente ambiental	Suelo

CONSULTA PÚBLICA

Factor ambiental	Componente edáfico	
Subfactor ambiental	Recurso suelo	
Impacto identificado	Pérdida del recurso edáfico	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Desmonte. **Índice del impacto: moderado.** 2. Despalme. **Índice del impacto: moderado.**
Medida(s) de Mitigación:	Listado • Programa de Conservación de Suelos. o Rescate y conservación de suelo orgánico. o Rescate y conservación de residuos de desmonte. o Ejecución de obras de conservación y/o restauración de suelos en zonas degradadas en el SAR, y de ser necesario en el AI y el AP, para el control de la erosión y/o la minimización de la pérdida de suelo.	

Descripción del(os) Impacto(s):

Las actividades de preparación del sitio ocasionarán una afectación directa a la cubierta edáfica debido a la remoción de la vegetación y del suelo. De este modo, se presentan dos impactos al recurso suelo: el primero, relacionado con el incremento de los niveles de erosión durante la etapa de desmonte, derivado de la exposición del suelo a agentes erosivos como el viento y la lluvia; y el segundo, relacionado con la remoción de la capa superficial del suelo, para dejar la superficie donde se pretende emplazar la infraestructura libre de materia vegetal que pueda descomponerse o semillas que puedan germinar, con el fin de lograr la estabilidad del terraplén.

En este sentido, los tipos de erosión que podrían presentarse durante la etapa de desmonte son:

- Erosión hídrica. Consiste en la remoción de partículas de suelo, por efecto de la lluvia, se puede presentar en varios grados, desde laminar hasta la formación de cárcavas, para el caso del proyecto de modernización se debe tener en cuenta que al ya haber un cuerpo del terraplén existente muchas de las zonas ya presentan estos procesos erosivos, provocados principalmente por el desmonte y despalme del proyecto original.
- Erosión eólica. Consiste en la remoción de partículas de suelo por la acción del viento. Afecta principalmente las zonas altas de pendientes pronunciadas y poca precipitación, ya que son las que ofrecen mayor resistencia al flujo del viento, por lo tanto, esta afectación será poco significativa.
- Erosión antrópica. Consiste en la pérdida de suelo por la acción directa de las actividades antrópicas mal planificadas. En el caso de este Proyecto, las obras de mitigación contribuirán a disminuir el efecto de las actividades antrópicas.

Sin embargo, es importante considerar que, de acuerdo con SEMARNAT (2004), casi el 40% de los suelos del Área de Proyecto se encuentran sujetos a procesos extremos de degradación física por pérdida de la función productica, ligeros de erosión eólica con pérdida del suelo superficial y moderados de erosión hídrica con pérdida de suelo superficial.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Suelo	
Factor ambiental	Componente edáfico	
Subfactor ambiental	Calidad del suelo	
Impacto identificado	Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Construcción de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.** 2. Desmonte. **Índice del impacto: moderado.** 3. Despalme. **Índice del impacto: moderado.**
	Construcción	1. Excavaciones y cortes. **Índice del impacto: moderado.** 2. Construcción de obras de drenaje mayor. **Índice del impacto: moderado.** 3. Construcción de obras de drenaje menor. **Índice del impacto: moderado.** 4. Movimiento de tierras para conformar terraplenes del proyecto. **Índice del impacto: moderado.** 5. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.**
Medida(s) de Mitigación:	Listado • Programa de Conservación de Suelos: ○ Descompactación del sustrato para la revegetación y/o reforestación de áreas afectadas. • Prevención de la contaminación del suelo.	

Descripción del(os) Impacto(s):

Las actividades derivadas de la preparación del sitio y construcción ocasionarán la modificación de la estructura del suelo por la compactación derivada del uso de equipos y maquinaria, además de la exposición de este a cualquier eventualidad por ausencia de la vegetación. Al introducir equipos y maquinaria que funcionan a base de diésel y gasolina, así como algunos aditivos, el mal manejo de estos puede alterar la composición química del suelo.

En este sentido, los impactos que podrían presentarse son:

- Deterioro de la estructura. La compactación del suelo y pérdida de materia orgánica produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje y una pérdida de la estabilidad; como consecuencia se produce un encostramiento superficial y por tanto aumenta la escorrentía y la erosión del suelo. La compactación del suelo deriva en la disminución de la infiltración del agua hacia el subsuelo y el incremento en la erosión de material por arrastre hídrico en las superficies compactadas.
- Disminución de la capacidad de retención de agua por degradación de la estructura o por pérdida de suelo. Esta consecuencia es especialmente importante para los suelos que pierden materia orgánica y se ubican en sitios con baja precipitación.

CONSULTA PÚBLICA

- Contaminación. Consiste en la degradación de la calidad del suelo, asociada a la presencia de sustancias química de origen antropogénico, que provocan cambios perjudiciales y reducen su función ecológica, afectando la microbiota, las plantas, la vida animal e incluso la salud humana, las redes tróficas y los ciclos biogeoquímicos. En el caso de este proyecto, estas sustancias podrían provenir del manejo de los compuestos químicos con los que funcionan los equipos y maquinarias.

GEOMORFOLOGÍA

Componente ambiental	Geomorfología	
Factor ambiental	Relieve y topografía	
Subfactor ambiental	- Topografía y pendiente natural del terreno	
Impacto identificado	• Modificación del relieve original (cortes de terreno/taludes)	
Acción del Proyecto que los genera	Construcción	Excavaciones: Alto Cortes: Alto Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales): Alto Construcción de túnel en tramo Frontera: Alto Construcción de obras de drenaje mayor (puentes y PIV): Medio Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas): Bajo Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto: Bajo
Medida(s) de Mitigación:	Listado • Estabilización de taludes por medio de terraceos, pilotes anclados, y/o determinación de la pendiente correcta del soporte de los materiales.	

Descripción del(os) Impacto(s):

Los procesos de remoción en masa, entre los que se encuentran los deslizamientos, los flujos, las caídas, entre otros, son movimientos pendiente abajo, de masas de suelos, rocas o detritos que conforman una superficie inclinada de una ladera o talud bajo la influencia de la gravedad (CENAPRED, 2021). De acuerdo con lo anterior, la inestabilidad de laderas puede originarse de manera natural pero en muchas ocasiones, las actividades antrópicas son factores detonantes para que esta ocurra. En el caso de la reubicación de las vías férreas de Nogales, la alteración y modificación del relieve por medio de la excavación y cortes de laderas para el paso del tren ha alterado considerablemente el relieve, al pasar de pendientes de cierto grado de pendientes a

CONSULTA PÚBLICA

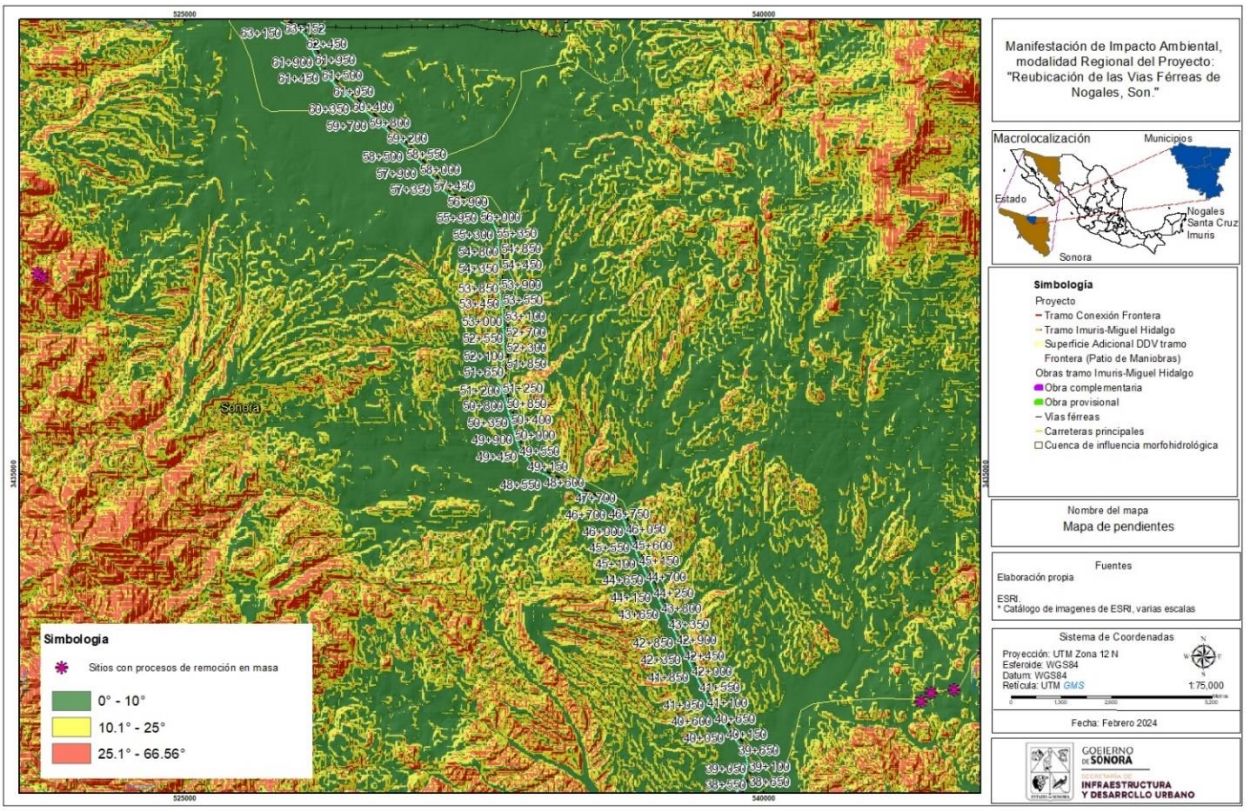
otro mas inclinado, asi como el uso de suelo, el que en su momento tenia cobertura vegetal y actualmente se encuentra como suelo desnudo poco compactado, razón por la cual las medidas de mitigación en estas zonas son primordiales para evitar la ocurrencia de mas y mayores PRM.



Foto V. 1. A la izquierda la modificación del relieve original de la derecha

En el mapa siguiente, se observa que el grado de inclinación de las pendientes en la zona de la terracería que comunica Nogales con la carretera Imuris-Cananea, zona que va del cadenamiento 63 + 150 al 41+ 550 aproximadamente, antes de que los trabajos técnicos comenzaran en la zona de estudio eran, en su mayoría, menores de 10°, y en la figura 1, se observan que después de los cortes que se han realizado, la inclinación de las laderas de los terraplanes y los taludes en muchos casos superan los 50°.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa V. 2. Mapa de pendientes en el área del proyecto, y la Cuenca geomofohidrológica.
Fuente: Elaboración propia.

CONSULTA

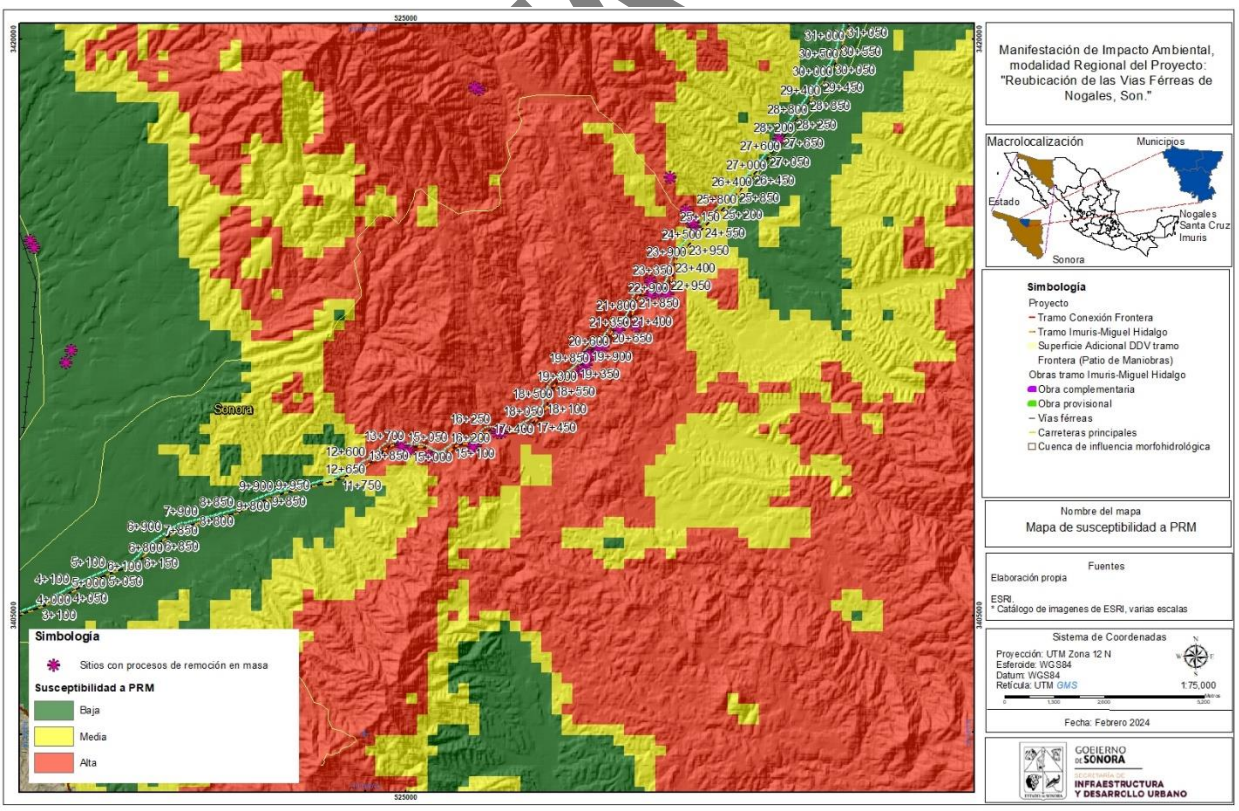
Componente ambiental	Geomorfología	
Factor ambiental	Relieve y topografía	
Subfactor ambiental	- Inestabilidad de laderas	
Impacto identificado	• Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños) • Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas	
Acción del Proyecto que los genera	Construcción	Excavaciones: Alto Cortes: Alto
Medida(s) de Mitigación:	Listado • Construcción de gaviones, muros, o mecanismos de contención de materiales sueltos provenientes de las laderas (como mallas antierosión), asi como sistemas correctos de drenajes. • Limpieza y desasolve de escorrentías, cunetas y drenajes presentes en el área de las obras del tren, asi como en las zonas de influencia de este.	

Descripción del(os) Impacto(s):

Los procesos de inestabilidad de laderas ocurren a velocidades distintas que van de años (como pueden ser los deslizamientos) a segundos (como las caídas de rocas o detritos) siempre y cuando exista un agente desencadenante (como la lluvia o los sismos) aunado a las características optimas de la ladera.

En muchos casos la ocurrencia de PRM se originan en ambientes naturales, sin actividades antrópicas que favorezcan su ocurrencia. En estos casos, la inclinación de las pendientes, la litología, el tipo de suelo, las fallas y fracturas, la presencia de ríos o escurrimientos, entre otras características naturales, son los factores que determinan la inestabilidad de laderas. Sin embargo, cuando las actividades antrópicas rompen el equilibrio que hay en el ecosistema actual, los eventos pueden ser mayores y mas frecuentes, en este sentido, las caídas de material sobre los cuerpos de agua y zonas bajas de la zona de estudio pueden ser evidencia de la alteración del ambiente.

En el mapa 2, se representa la zona más problemática en cuanto a la ocurrencia de PRM en relación con la presencia del arroyo Cocospera (del cadenamiento 12+500 al 23+550). Cabe señalar que aunque estos procesos son de origen natural, al recibir alteración alguna por cuestiones antrópicas se puede desestabilizar el equilibrio existente y pese a las medidas de mitigación, estas pueden no ser suficientes para reestablecerlo.



INFORMACIÓN PÚBLICA

Foto V. 2. Mapa susceptibilidad a PRM y tipo de procesos encontrados en la zona.

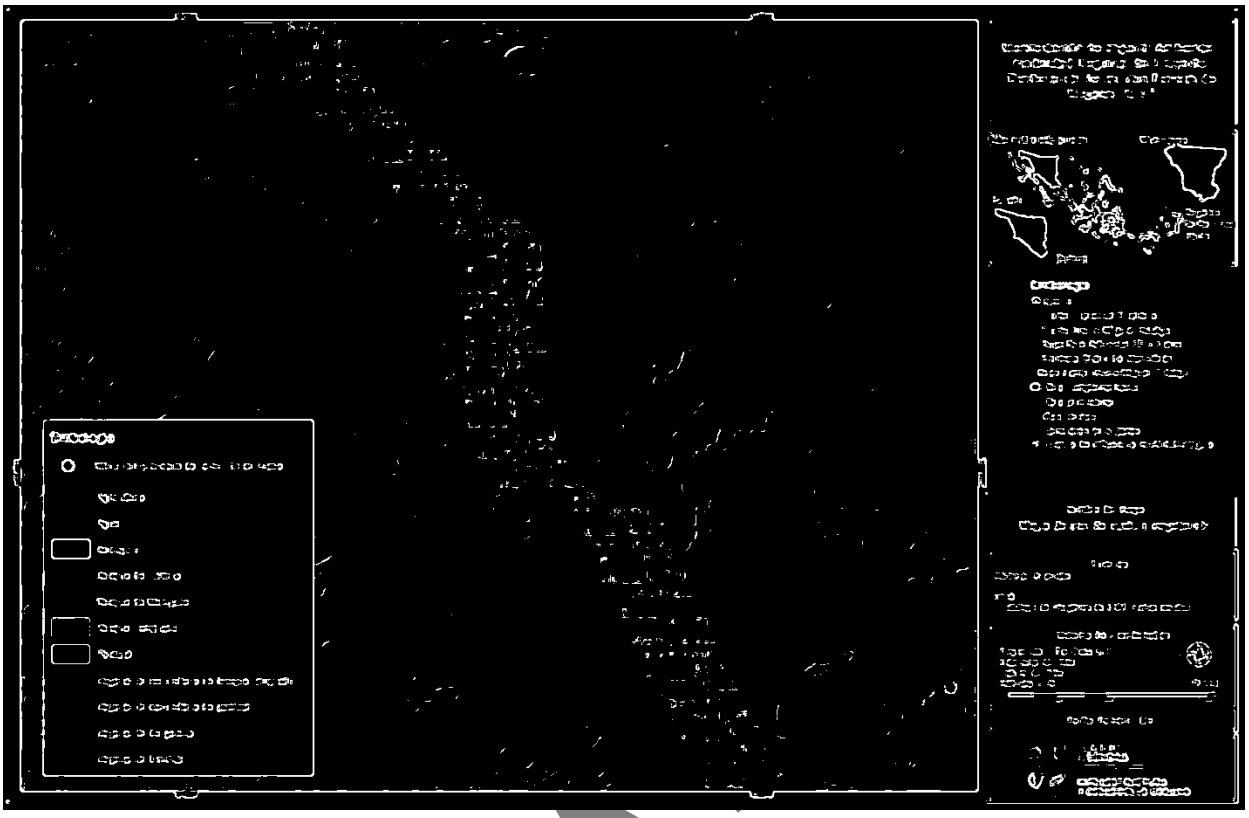
Componente ambiental	Geomorfología	
Factor ambiental	Relieve y topografía	
Subfactor ambiental	- Inestabilidad de laderas	
Impacto identificado	• Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal	
Acción del Proyecto que los genera	Construcción	Desmonte: Baja Despalme: Alta
Medida(s) de Mitigación:	Listado • Implementación de acciones de arrope y/o revegetación con especies de pastos nativos de la región. • Estabilización de laderas en los pasos propuestos para la fauna.	

Descripción del(os) Impacto(s):

En cuanto a los impactos relacionados de la inestabilidad de laderas por medio de del retiro de la cobertura vegetal, se enfoca principalmente a que esta permite disminuir la erosión, la infiltración y poder mantener el suelo en condiciones estables de humedad, protege al suelo del impacto de la lluvia, viento, erosión. Favorece el refuerzo de las laderas por medio de las raíces de los arboles o arbustos, permite la evapotranspiración y la infiltración, mecanismos que estabilizan de cierta forma, no solo a la ladera, sino al ecosistema en general. Por estas razones, al despalmar y desmontar una ladera, esta pierde su capacidad de compactación de los materiales y tiende a desestabilizarse con cualquier factor que incida en ella, ya que como se observa en el mapa 3, la cobertura vegetal de la zona que ya fue impactada por los trabajos de reubicación de las vías férreas (zona que va del cadenamiento 63 + 150 al 38 + 900), era de pastizales, bosques de mezquite y vegetación xerófila, sin intervención humana, lo que significa que las características hídricas, geológicas y climáticas eran prácticamente naturales, situación que en la actualidad, como se observa en la figura 4, la cobertura vegetal fue modificada y en algunas partes, eliminada totalmente, lo cual con el tiempo provocara cambios ecosistemicos importantes si no se aplican medidas de mitigación que permitan la estabilidad de la zona.

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la



Mapa V. 3. Mapa de uso de suelo y vegetación en la zona del Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo.

CONSULTA



Foto V. 3. Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal y cortes de terreno para la conformación del terrplén.

HIDROLOGÍA

Componente ambiental	Agua superficial	
Factor ambiental	Agua	
Subfactor ambiental	Patrón Natural de Drenaje	
Impacto identificado	Cambio en los patrones de drenaje debido a la construcción de terraplenes y pilas de puentes.	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	4. Construcción de obras provisionales: Impacto bajo. 5. Limpieza de áreas de ocupación: Índice del impacto Bajo. 6. Desmonte: Índice del impacto Moderado 7. Despalme: Índice del impacto Moderado
	Construcción	12. Excavaciones y cortes: Índice del impacto: Alto 13. Construcción de obras de drenaje mayor (puentes y PIV): Índice del impacto: Alto 14. Construcción de obras de drenaje menor(alcantarillas). Índice del impacto: moderado 15. Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto. Índice del impacto: Alto
	Operación y mantenimiento	1. Operación de tráfico: Índice del impacto Bajo.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural. • Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y permite mantener los caudales de los cauces preexistentes. • El diseño deberá apegarse en lo posible al patrón de drenaje natural, es decir, evitar la desviación o interrupción de las corrientes superficiales. • En caso de encauzar las escorrentías se deberán llevar a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y permite mantener los caudales de los cauces preexistentes.	

CONSULTA PÚBLICA

Descripción del(os) Impacto(s):

El escurrimiento es un fenómeno que ocurre cuando el suelo pierde la capacidad de infiltrar el agua proveniente de la precipitación. Estos escurrimientos convergen en ramificaciones que aumentan en intensidad, conforme la energía cinética del agua aumenta, formando ramificaciones de mayor tamaño y longitud. Estas ramificaciones reciben nombres de arroyos o

ríos intermitentes y forman patrones definidos sobre el relieve. Las afectaciones que puede tener una obra civil a un escurrimiento pueden ser tanto espaciales como temporales, y dependerán del tipo de obra y los agentes que intervengan durante su gestión. Para el proyecto, las afectaciones varían de acuerdo con cada etapa, como se describe a continuación:

Afectaciones durante la etapa de Preparación del sitio

Durante las acciones de preparación del sitio es necesario remover la cubierta vegetal, árboles, capas de suelo y las rocas que afloran de manera superficial. En zonas desérticas, como las del proyecto, los conductos preferenciales de flujo son poco marcados y son mayormente caóticos, debido a la poca precipitación durante la época de lluvias y los fuertes procesos de erosión durante la época de estiaje. El desmonte y despalme afectan la formación de escurrimientos naturales, formando flujos preferenciales en dirección a las obras de despalme y desmonte. Las afectaciones pueden considerarse de bajas a moderada, y dependerán de la ubicación de la obra. La afectación será baja, si el desmonte ocurre en zonas de captación baja (zonas aguas abajo de los escurrimientos) o será moderada si el desmonte ocurre en zonas de alta captación o de pendientes pronunciadas.

En la Figura siguiente se muestra un modelo del tres dimensiones de la zona del proyecto, del cadenamiento 0+000 al 63+150. Las partes con mayor sinuosidad se encuentran dentro de la reserva ecológica del Aribabi, aguas abajo y aguas arriba de la presa El Comaquito. Hacia el norte, las pendientes y las longitudes de los cauces disminuyen, hasta llegar a una zona de valle, que corresponde a el vaso de los escurrimientos del río Santa Cruz.

Las afectaciones serán mayores entre los cadenamientos 0+000 al 63+150 ya que el despalme y el desmonte serán más intensas en esta zona, ya que el relieve es más sinuoso, además de la cercanía con los cuerpos de agua, de el Arroyo Cocóspera y el vaso de la presa Comaquito. Los efectos de desmonte y despalme se incrementan se amplifican cuando comienza la etapa de construcción y sus efectos se detallan a continuación.

CONSULTA PÚBLICA

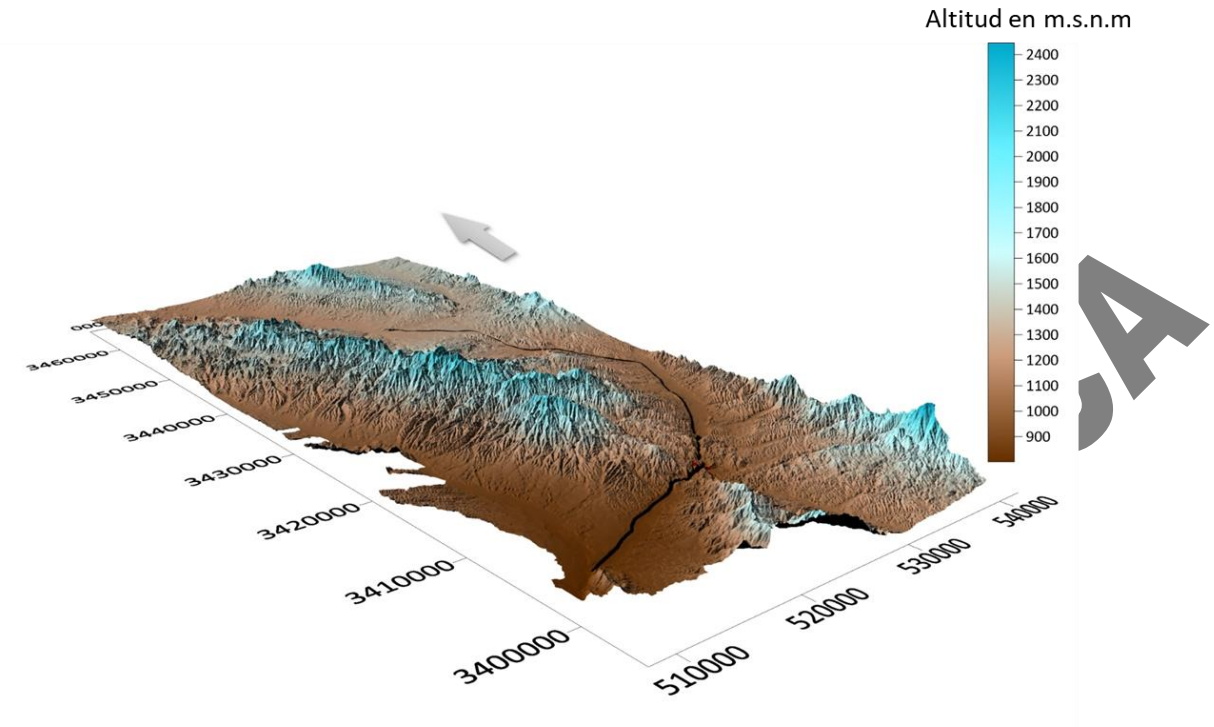


Figura V. 11. Modelo digital del terreno en vista 3D.

CONSULTA PÚBLICA

Afectaciones durante la etapa de Construcción

Durante la etapa de excavaciones y cortes los patrones de flujo sufren una modificación completa o parcial de las direcciones de flujo. El corte de una sección implica la perdida de área de escurrimiento o la interrupción total de la dirección de flujo.

Por otra parte, una vez realizado el trazo del proyecto, el cuerpo de la vía impide el paso de los escurrimientos superficiales, haciendo un efecto barrera, incluso los flujos más pequeños, alterando con ello el comportamiento natural del patrón de drenaje.

También se identifican impactos adversos ocasionados por las obras hidráulicas complementarias, sobre todo en los sitios donde se concentran los escurrimientos de algunas corrientes al salir del derecho de vía del camino. El caudal incrementado forma torrentes e incluso cañadas profundas que se ramifican con rapidez al encontrar un medio favorable, desbastando las tierras vecinas y llegando en ocasiones a retroceder para poner en peligro el camino.

En la Foto siguiente se muestra el proceso de corte, donde en el perfil de tierra se miran los diferentes cauces de drenaje que fueron interrumpidos.



Foto V. 4. Afectaciones a los patrones de drenaje debido al corte.

En la Foto a continuación se muestra la interrupción de un pequeño cauce debido a la construcción del terraplén.



Foto V. 5. Cauce en el que se contruirá una Obra de Drenaje Menor (se observa terraplén del lado izquierdo).

CONSULTA PÚBLICA

Los drenajes y obras deben elegirse con el objetivo de desviar lo menos posible los patrones naturales actuales. Hacia el Sur del proyecto (cadenamiento 0+000 – 11+500), los flujos son suaves, de poca pendiente, y forman una pequeña red de escurrimientos en dirección del valle donde se encuentra la ciudad de Ímuris. En esta zona el trazo del proyecto actúa como un pequeño parte aguas, entre la zona baja de la cuenca y los pequeños flujos que llegan a la zona de cultivo. Las obras de drenaje en esta zona deben permitir el paso de la escorrentía esporádica con poca pendiente y en dirección a los canales y zonas de cultivo como ocurre naturalmente.

Además, los drenajes en esta zona deben permitir la conexión hidráulica entre los canales actuales, que sirven como fuente de riego para los cultivos de la zona, debido a que, en época de secas, los flujos son bajos pero continuos, de poco gasto y poca altura (menores a 1 m/s de velocidad y de 10 a 40 cm de profundidad). Durante la época de lluvias, las precipitaciones son de poca duración y no mayores a los 40 mm, sin embargo, aguas arriba de la presa, los diferentes escurrimientos generan suficiente gasto para que el embalse de la presa El Comaquito necesite desfogue. Estas avenidas, junto con el grado de saturación de suelo, ocasionan que las zonas bajas y de valle inunden, por lo que las obras de drenaje deberán tener la capacidad de permitir el flujo para no generar zonas de inundación de mayor impacto.

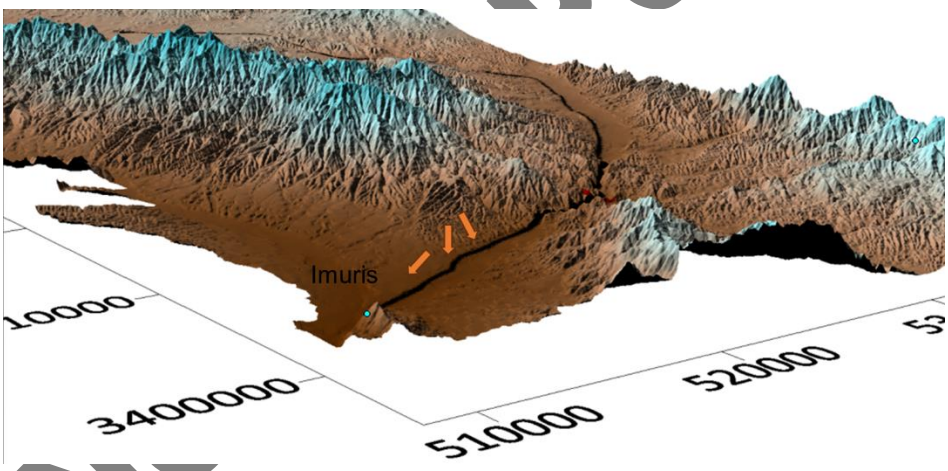


Figura V. 12. Flujos en la parte Sur

Aguas arriba de la presa El Comaquito, los flujos son de mayor energía, y provienen de las zonas altas de la Sierra, estos se encaminan por una red intrincada de drenajes naturales hasta el arroyo Cocóspera (ver Figura siguiente**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Estos a portes son los más importantes al sistema durante la época de lluvias. Las obras de drenaje en esta zona deben tener capacidad de sobrellevar las avenidas durante la época de lluvias y permitir el flujo libre hacia el arroyo, sin permitir estancamientos o almacenamientos de agua. Además de mantenimiento continúo debido a la acumulación de sedimentos y retiro de rocas de gran tamaño.

Estas cañadas son de cauce angosto, no mayor a 5 metros, por lo que en muchas ocasiones no son observables en modelos digitales de elevaciones con resoluciones iguales o mayores a los 5.0 m, sin embargo, forman un sistema de flujo intrincado, de alta energía y de alta contribución

CONSULTA PÚBLICA

al Arroyo Cocóspera. A continuación, se muestra un ejemplo de estos cauces angostos, pero de alta energía, que se observan aguas arriba de la presa El Comaquito, dentro de la reserva ecológica del Aribabi, entre los cadenamientos 18+000 y 23+450. Se debe hacer énfasis en esta zona ya que se requieren drenajes que permitan el libre flujo, pero protegidos por obras civiles, debido a los deslaves y fragmentos de roca de arrastre.

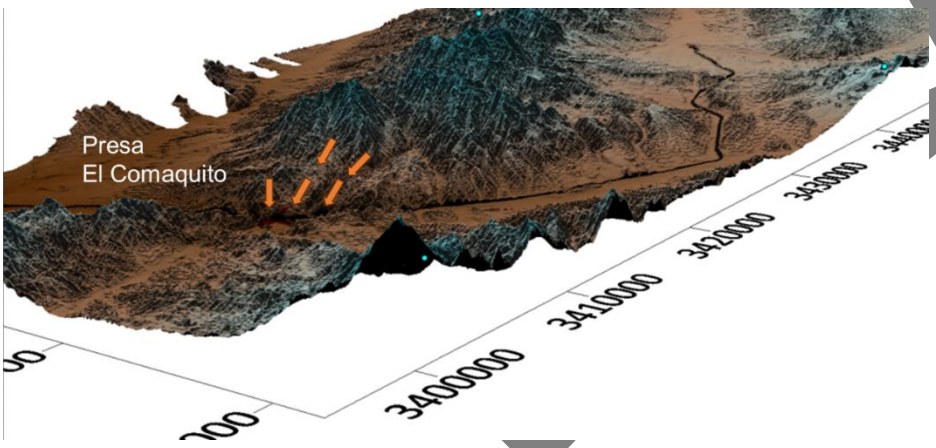


Figura V. 13. Flujos dentro de la reserva natural del Aribabi.

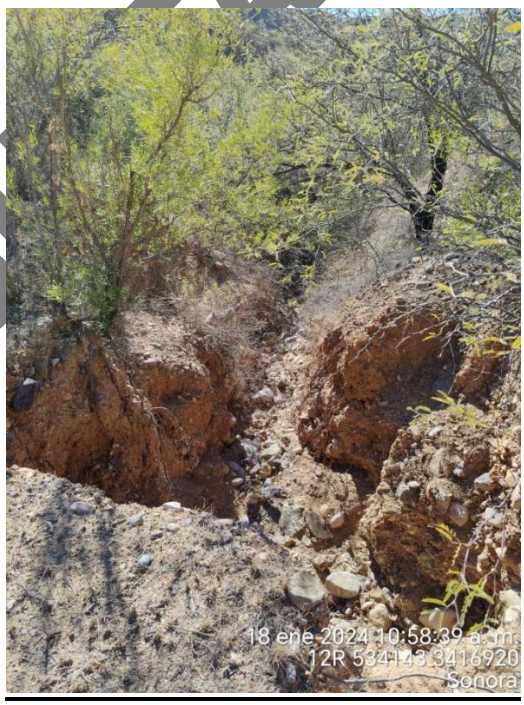


Foto V. 6. Ejemplo de los drenajes de alta energía menores a los 5 m.

CONSULTA

Hacia el centro del trazo, los flujos son de mayor cauce, aunque con áreas de captación más amplias y de menor energía. Los cauces son anchos y de profundidad considerable debido al paso continuo del agua. En este tramo, se recomineda pasos a desnivel o puentes para el sobre paso de barrancas y acantilados y obras de protección debido a los materiales de arrastre observados en diversos sitios.

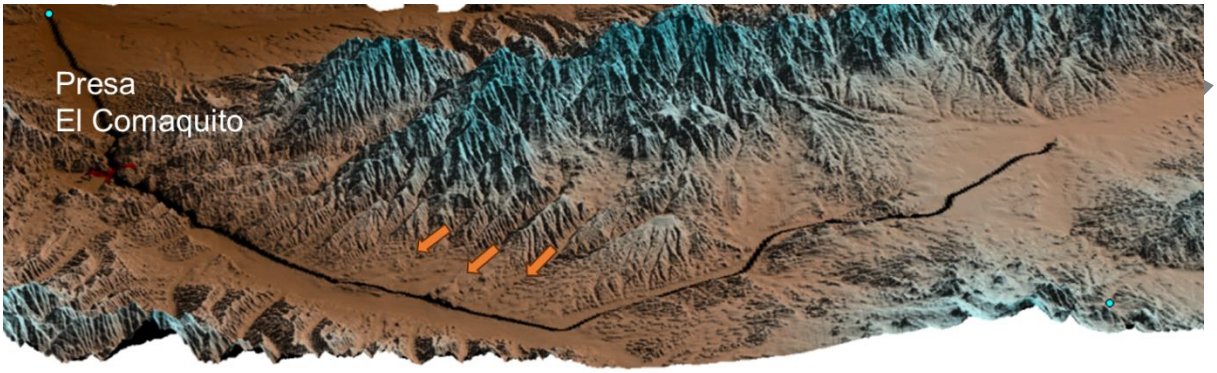


Figura V. 14. Drenajes al norte del Aribabi. Cadenamiento 24+350 -30+050

Estos escurrimientos son parte de los flujos que se dirigen hacia el cauce del Arroyo Cocóspera, son embargo, algunos de ellos son interceptados para su aprovechamiento en zonas de cultivo.



Foto V. 7. Ejemplo de las paredes de los cauces, donde se observan diferentes avenidas.

Hacia el norte del tramo se encuentran zonas de escurrimiento amplias, que se han formado por el flujo continuo (en temporada de lluvias) de agua, que ha formado una red de drenajes que le dan forma a todo el relieve de la zona. Es una región de escurrimiento del rio Santa Cruz y el trazo intercepta varios flujos que convergen hacia el río. Las obras drenaje deben encausar los flujos camino al norte para evitar la disminución del gasto hacia el río y deberá tomarse en cuenta la erosión del terraplén.

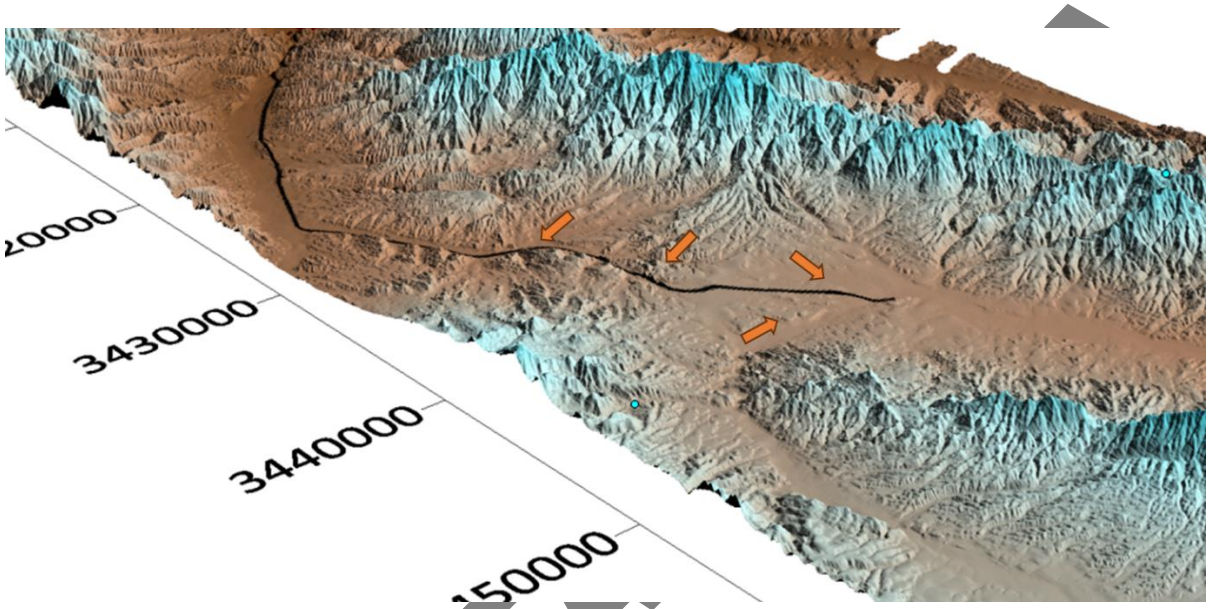


Figura V. 15. Drenajes al norte del trazo Ímuris - Hidalgo. Cadenamiento 50+00 -63+000.

CONSULTA

Afectaciones durante la etapa de Operación

Durante la operación del proyecto, la zona de terraplenes será un parte aguas artificial de los escurrimientos, que se encaminan de manera artificial a través de obras de drenaje. Estas obras son diseñadas con capacidades sobradas a eventos conocidos y calculadas durante la misma etapa de diseño. Sin embargo, eventos extraordinarios de precipitación, producto de temporales severos o lluvias atípicas, generan volúmenes de escurrimientos que son acompañados de movimientos de remoción en masa no calculados, en puntos donde los drenajes naturales son interrumpidos por la obra civil, y los drenajes artificiales no tienen la capacidad de encaminar los flujos. La misma obra agrava estos escurrimientos, ya que la mayoría de las veces va acompañado con diferentes materiales de arrastre, como ramas, forraje y basura.

En la Foto siguiente se muestran diferentes etapas de depósito, producto de diferentes direcciones de flujo, que han modificado en relieve en eventos de precipitación extraordinaria o acompañados de movimientos de remoción de masa.



Foto V. 8. Diferentes etapas de depósito producto de diferentes patrones de escurrimiento en el tiempo.

En la Foto a continuación se muestra uno de los cortes realizados que modifican el patrón de flujo en el cadenamiento 53+000.

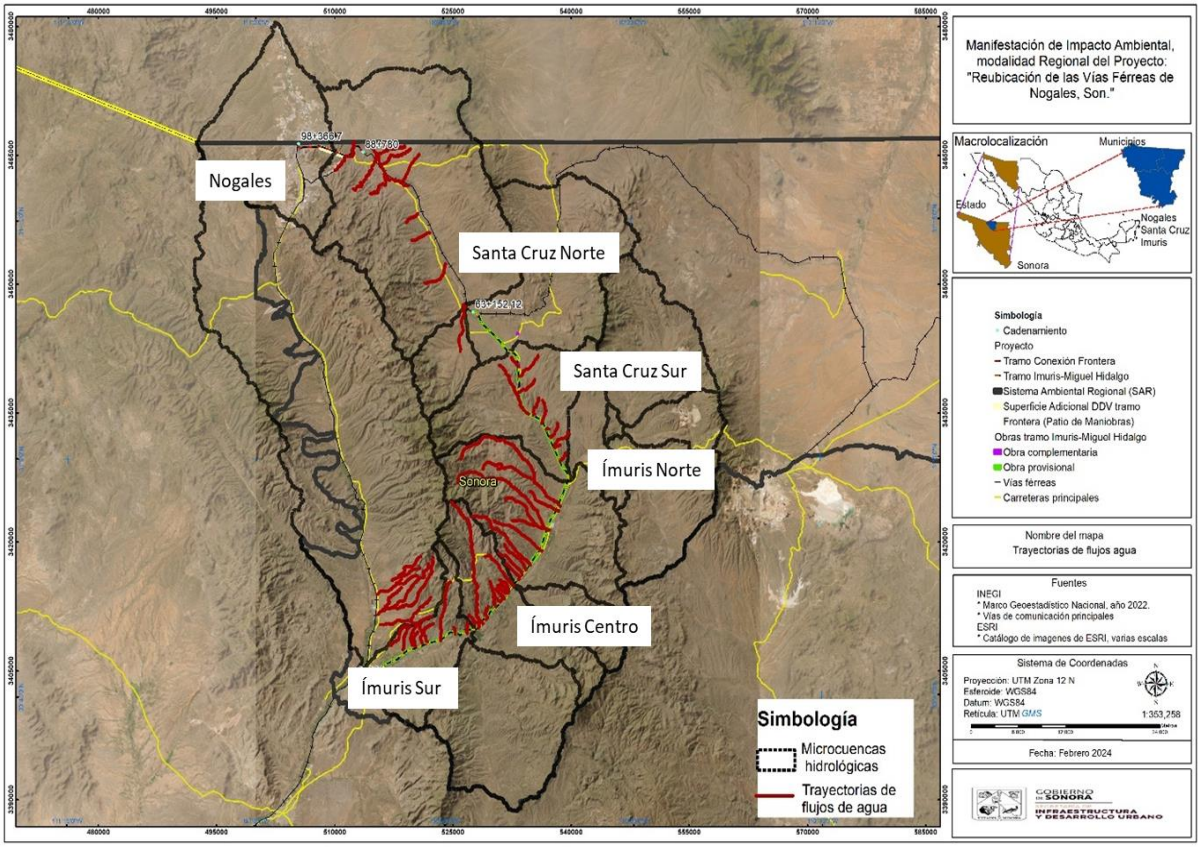


Foto V. 9. Modificación del relieve debido a la construcción de uno de los puentes del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Para zonificar el peligro por el cambio de patrones de flujo se realizaron diversos procesos de caracterización y modelación, iniciando por la caracterización de la red de drenajes

Los drenajes con mayor pendiente corresponden a los drenajes que provienen de las partes altas, aguas arriba de la Presa Comaquito. Al acercarse hacia las zonas bajas, los drenajes aminoran su pendiente, y ensanchan sus cauces, sin embargo, cerca del cadenamiento 18+000 y 19+000 los drenajes son de pendientes altas y con un arrastre considerable de material de distinto tamaño y características. (Mapa siguiente).



Mapa V. 4. Ubicación de los drenajes estudiados.

CONAGUA



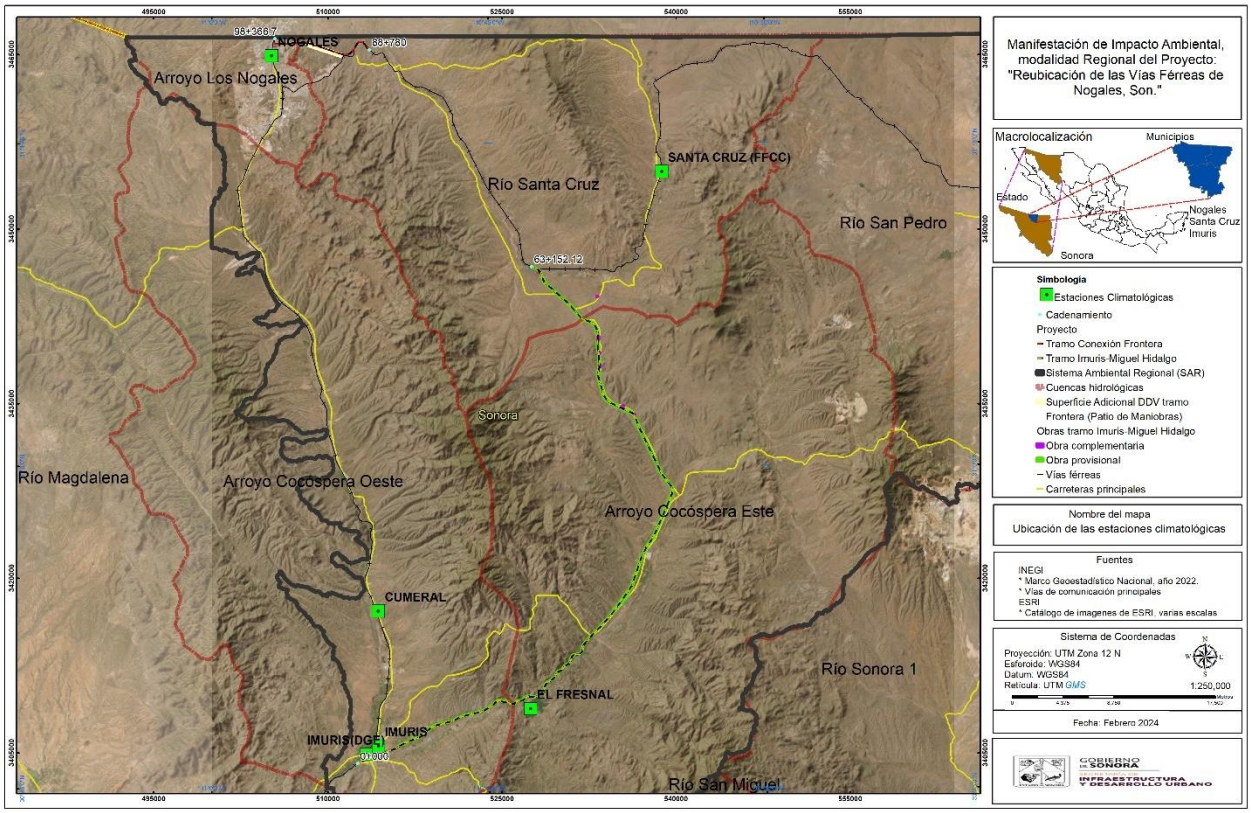
Foto V. 10. Drenaje característico de la zona cercano a la presa Comaquito cerca del cadenamiento 18+000.

Hacia el norte, aguas arriba de la presa (Ímuris Norte y Santa Cruz Sur), las pendientes y los drenajes aminoran su pendiente, y descargan los escurrimientos en pequeños valles que redirigen el agua hacia el río Santa Cruz.

Posteriormente, para establecer los valores de precipitación dentro del SAR se analizaron las estaciones meteorológicas dentro del mismo, con información obtenida del Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA

Existen seis estaciones en activo dentro del área del SAR con datos históricos a partir de 1968 y con valores actualizados hasta el 2018.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa V. 5. Ubicación de las estaciones climatológicas.

CONSULTA

Con esta información, se calcularon las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) con los cuales se obtuvieron los valores de precipitación máximo y su duración para cada periodo de retorno (2, 5,10, 25, 50, 100, y 500 años).

Para tiempos cortos de retorno, 2, 5 y 10 años, la intensidad es de menos de 100 con duraciones menores a los 10 minutos, que es consistente con los valores observados en la mayoría de las estaciones.

Para estaciones de periodo intermedio (25 y 50 años) la intensidad aumenta a más de 100 mm, pero con duraciones menores a 15 minutos

Para periodos largos se presentan las precipitaciones con valores mayores a 150 mm, pero igualmente con duraciones menores a 20 mm

Estos datos indican que las lluvias se presentan de manera aislada, de poca duración, y con gran intensidad, lo que provoca avenidas torrenciales localizadas, principalmente en los drenajes con mayor pendiente, mayor profundidad y menor resistencia al flujo. En campo se encontró evidencia de direcciones de flujo de diferentes fuentes de avenidas con grados de energía diferenciado.

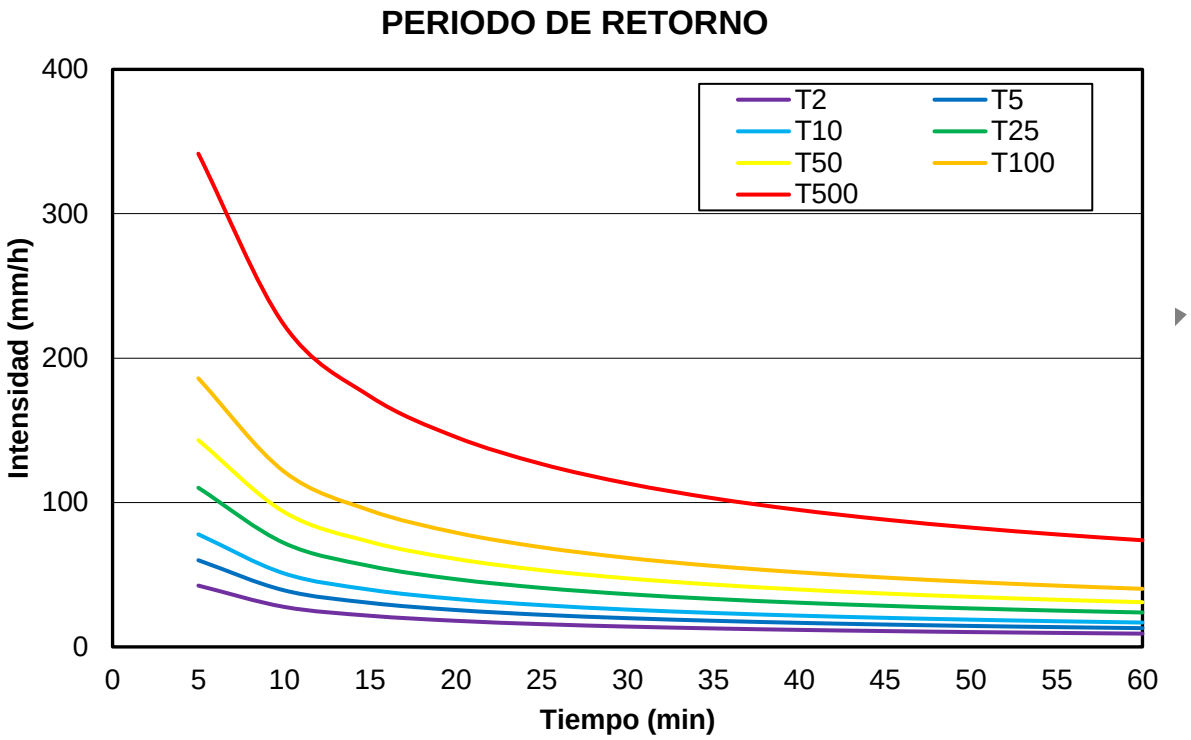


Figura V. 16. Periodos de retorno estación Ímuris.

CONSULTA

Con esta información (precipitación, características geométricas y energéticas de cada drenaje), se realizó una modelación de los cauces más representativos dentro de cada una de las microcuencas de afectación dentro del SAR.

La modelación se realizó en el programa HEC-RAS y el objetivo fue obtener las cantidades de agua necesarias para aumentar su nivel por unidad métrica (1 m).

Ejemplos de los cauces modelados se presentan en la primer figura siguiente. Posteriormente en la segunda Figura se presenta uno de los gastos estimados para aumentar un metro el nivel en secciones de cauce menores a 10 m. Para este caso, se visualiza que el resultado fue de 95 m^3

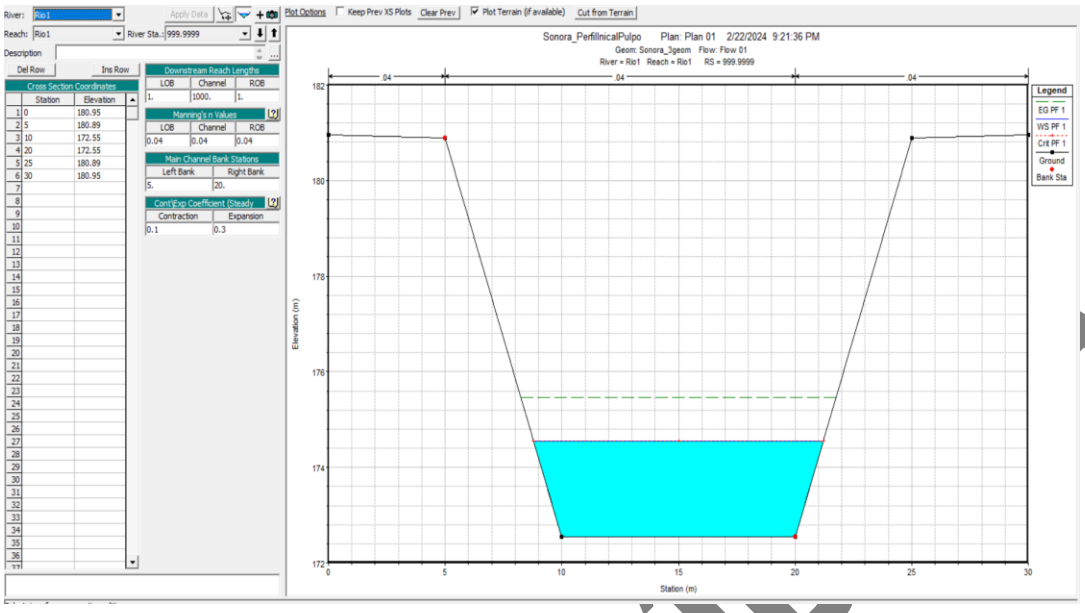


Figura V. 17. Modelación del cauce con HEC RAS.

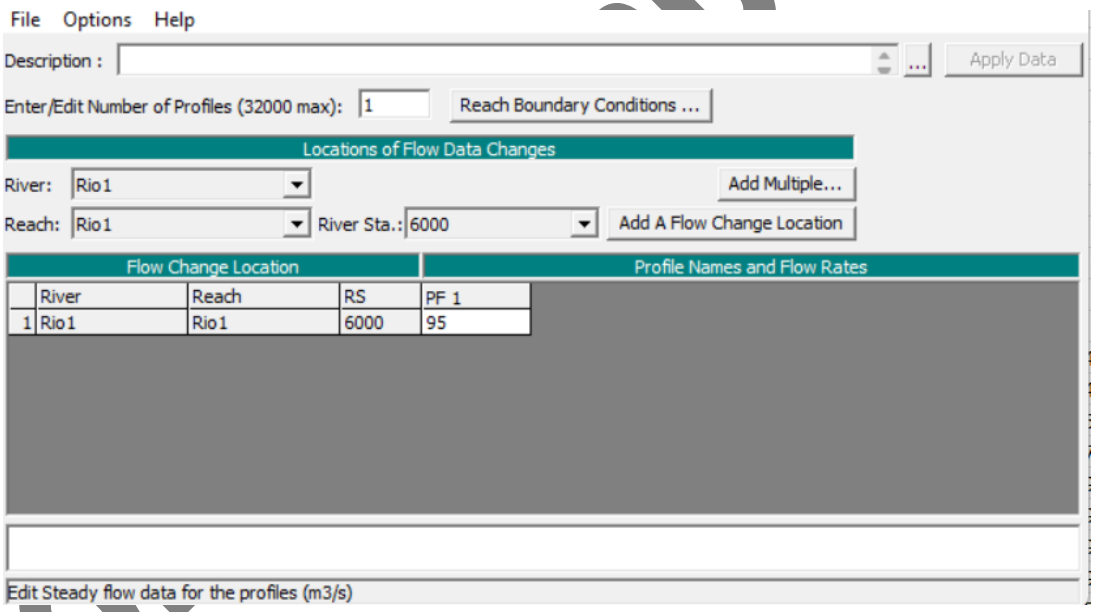
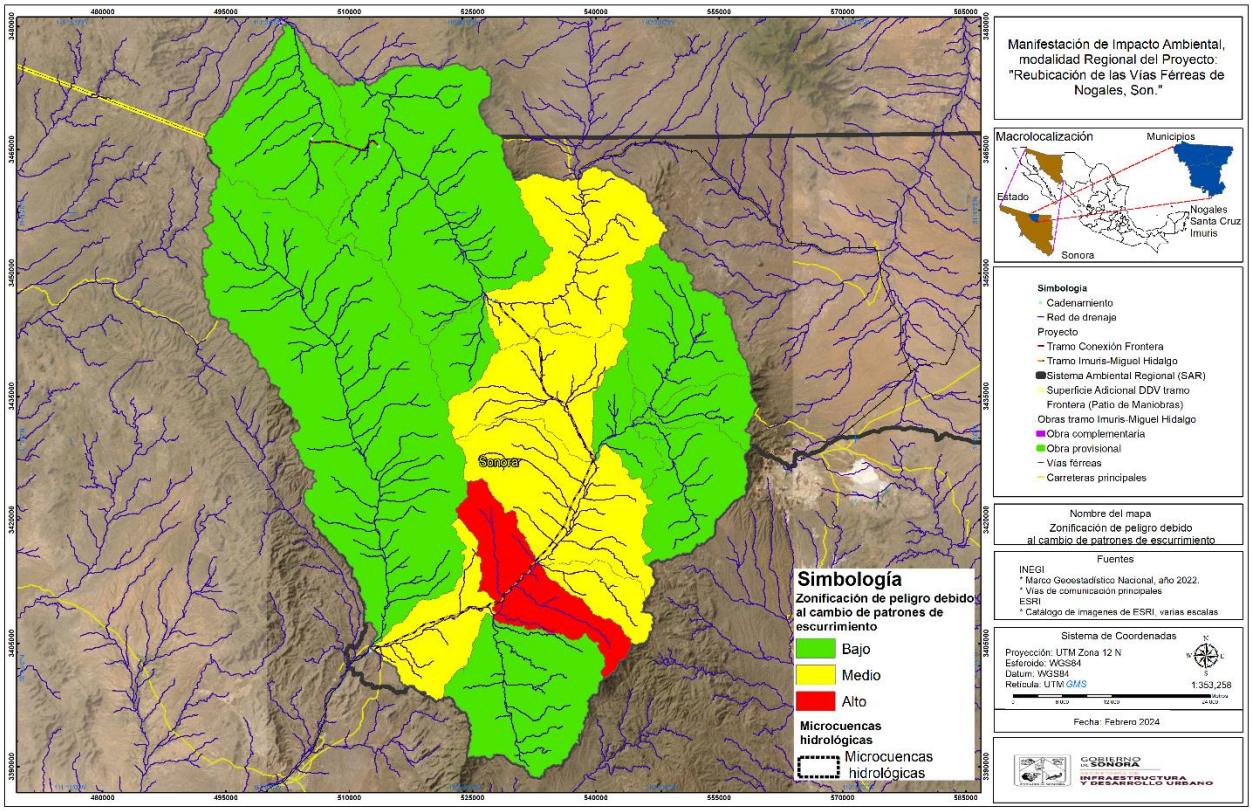


Figura V. 18. Valor estimado del gasto necesario para el aumento de nivel (95 m^3) para el caso de cauces menores a 10 m.

Con esta modelación, se pudo zonificar cada micro cuenca influenciada por el trazo en una escala de intensidad de peligro. En rojo, se muestran las cuencas con un peligro alto, debido a la pendiente y capacidad de aumentar su nivel con base a los valores de precipitación. En amarillo, las cuencas con un menor peligro, y en verde las cuencas con escurrimiento de menor energía y cuyo cauce llega al trazo de manera de pequeños flujos y con menores alturas.



Mapa V. 6. Zonificación de peligro por interrupción, corte o modificaciones al patrón de drenaje natural.

En síntesis, la zona más propensa a cambios en los patrones de drenaje se localiza en la cuenca de Arroyo Cocóspera, entre el cadenamiento 23+500 y la presa el Comaquito. El arroyo en esta sección se encuentra muy cerca de la presa y es susceptible a los cambios en los patrones de flujo, además de rodados de materia, caídos de roca y modificación de las pendientes.

Componente ambiental	Agua superficial	
Factor ambiental	Agua	
Subfactor ambiental	Calidad de agua	
Impacto identificado	Contaminación de agua en cauces debido a actividades humanas	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Trazo y nivelación: Índice del impacto Bajo. 2. Desmonte: Índice del impacto Bajo. 3. Despalme: Índice del impacto Bajo.
	Construcción	1. Excavaciones y cortes Índice del impacto Bajo 2. Construcción de obras de drenaje mayor (puentes y PIV) Índice del impacto Moderado.

		3. Construcción de obras de drenaje menor(alcantarillas). Índice del impacto Moderado 4. Movimiento de tierras para conformar terraplenes del proyecto. Índice del impacto Moderado 5. Construcción de infraestructura para el patio de maniobras en tramo Frontera Excavaciones y cortes. Índice del impacto Moderado
	Operación y mantenimiento	1. Operación de tráfico. Índice del impacto Moderado y Alto
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Buenas prácticas de higiene y seguridad en la obra. • Debe crearse un sitio de desechos sólidos y líquidos alejado de algún cauce o drenaje natural. • Debe preverse la posibilidad de que existan vertidos accidentales de sustancias líquidas altamente contaminantes como combustibles, aceites o aguas de residuo. • Reunir y reciclar los lubricantes y evitar los derrames mediante buenas prácticas • Proporcionar letrinas correctamente ubicadas y mantenidas. • Establecer medidas de seguridad específicas para evitar accidentes y derrames accidentales de combustibles. • Los combustibles deben colocarse sobre superficies impermeables y alejados de cauces naturales • Cuidar que la empresa que presta el servicio de letrinas tenga sus permisos en orden y cuente con un sitio adecuado para la disposición final de estos residuos. • Diseñar e implementar medidas de seguridad y un plan de emergencia para contener los daños que se ocasionan a raíz de un derrame accidental. • En el patio de maniobras, los combustibles deben colocarse sobre superficies impermeables que cuenten en su límite exterior con una barrera en caso de accidente, que el combustible sea recuperado en su totalidad para lo cual requiere un hoyo para utilizar bomba de achique.	

Descripción del(os) Impacto(s):

La contaminación de agua superficial durante la construcción y operación de una obra civil, es uno de los temas más estudiados, ya que su impacto varía en amplitud y severidad según el tipo de obra. Estos efectos van de la mano con el sistema de flujo superficial y el tipo de residuos que se generan durante su operación.

Para el caso general, durante la construcción de cualquier obra, la contaminación comienza con la presencia de actores antrópicos, como es la maquinaria y el mismo personal humano. Esta contaminación estará centrada en los frentes constructivos y los campamentos donde se hospedan las brigadas de trabajadores encargados de las actividades de preparación y construcción.

CONSULTA PÚBLICA

La principal causa de contaminación estará centrada en el incorrecto desecho de sustancias líquidas y sólidas, como son los desechos de letrinas sanitarias, basura reactiva o no reactiva y el derramamiento de aceites y combustibles. Que pueden ser evitadas con buenas prácticas de higiene y seguridad.

En el caso particular, la contaminación de la actividad de la obra civil, estará sujeta a el tipo de contaminación que se puede generar durante su operación. En el caso del proyecto, durante el proceso de operación, la contaminación provendrá del derramamiento de aceite y combustibles propios de la maquinaria férrea y de partículas suspendidas, producto de la erosión entre la vía, balastros y durmientes.

La contaminación puede ser pasiva o instantánea, según sea el caso

En el caso del proyecto, la contaminación pasiva se deberá a la contaminación hecha en superficie y que aún no se encuentra en contacto con un flujo de agua superficial. Esta contaminación pasiva, se convertirá en activa cuando sobrevenga la temporada de lluvia y los escurrimientos tengan contacto con los desechos.

Por otro lado, la caída de aceite, combustible o cualquier contaminante durante la operación del tren en cauces continuos podrís ser activa, lo que afectaría la calidad de agua (den las Fotos siguientes se muestran ejemplos de derrames pequeños de aceites).

COPIA PÚBLICA



a) Ejemplo de aceite dentro de las fracturas dentro de la roca.



b) Ejemplo de marca de aceite en una obra.

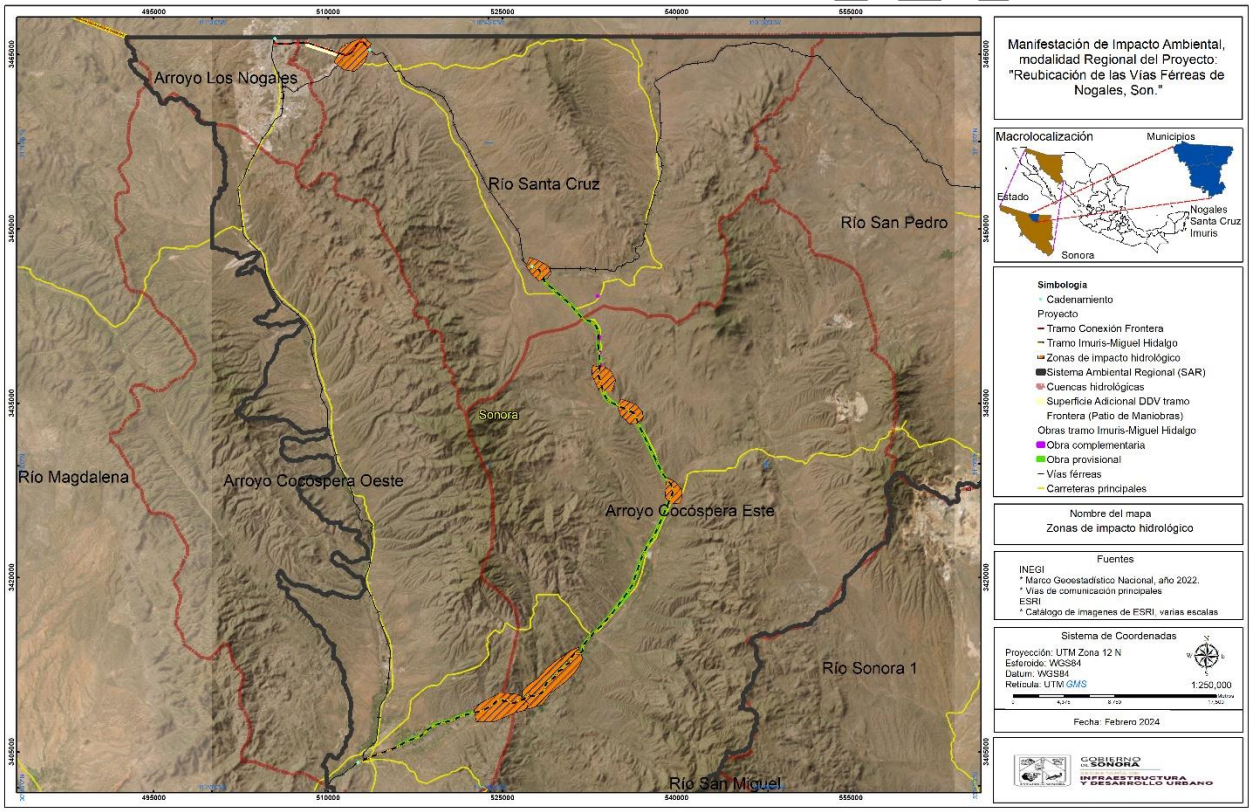
Foto V. 11. Ejemplos de contaminación producidos por caídas de aceite en cauces de agua superficialen una obra.

Los accidentes ferroviarios que puedan suscitarse durante la etapa de operación se categorizan como pasivos, de no existir contacto con un cauce continuo o cuerpo de agua, y sus afectaciones dependerán de la gravedad del accidente, y estos deberán ser estudiados y mitigados de manera independiente.

Debido a la naturaleza de los flujos, todos los cauces, continuos o intermitentes presentan un peligro de contaminación a causa de derrames durante cada una de las etapas.

Sin embargo, las principales afectaciones se darán en donde existen cuerpos de agua continuos o en los cauces de ríos principales, donde es susceptible un volumen considerable de agua, que tanga impacto en todo el sistema aguas abajo.

En el siguiente mapa se muestran las zonas de mayor impacto en cauces naturales continuos o intermitentes.



Mapa V. 7. Zonas de mayo impacto hidrológico debido a contaminación.

Componente ambiental	Agua subterránea
Factor ambiental	Manantial
Subfactor ambiental	Conducción de agua subterránea

Impacto identificado	Obstrucción de surgencias totales o parcialmente	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Trazo y nivelación: Impacto Bajo 2. Limpieza de las áreas de ocupación: Impacto Bajo 3. Desmonte: Impacto Bajo 4. Despalme: Impacto Moderado
	Construcción	1. Excavaciones y cortes. Impacto Alto 2. Compactaciones. Impacto Alto
	Operación y mantenimiento	1. Operación de tráfico: Bajo
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Monitoreo continuo durante obras de construcción • Aforo en cada una de las surgencias del río • Programa de monitoreo durante la operación.	

Descripción del(os) Impacto(s):

El Arroyo Cocóspera recorre 15 kilómetros desde el noreste de la localidad del mismo nombre hasta el vaso de la presa El Comaquito, durante su recorrido, el cauce se utiliza como fuente de agua potable para ganado y es la única fuente de agua para la fauna nativa durante la época de estiaje.

En campo, se identificó evidencia del aporte del acuífero a el cauce del Arroyo Cocóspera en forma de pequeños borbollones y surgencias localizadas sobre el mismo cauce. Principalmente, cerca del cadenamiento 19+500 a 24+000 en el Tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. En la Foto siguiente se presenta una de las surgencias ubicadas duramente el trabajo de campo en las coordenadas UTM X530642.00E y Y3412443.00N, aguas abajo del cadenamiento 21+100 del mismo Tramo.



Foto V. 12. Surgencia de agua en el cauce del Río Cocóspera.

CONSULTA PÚBLICA

En este punto, se realizó la medición del aporte del borbollón al afluente. En las siguientes Fotos se muestra el aforo realizado por el método de vadeo en el sitio de la surgencia.



Foto V. 13. Medición del caudal por vadeo.

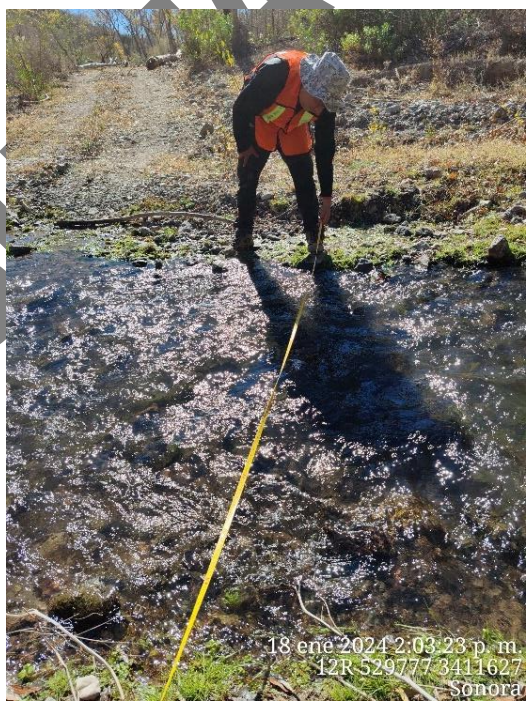


Foto V. 14. Medición del ancho del cauce.

CONSULTA PÚBLICA

Con base en los datos obtenidos de los aforos (Tabla siguiente) realizados aguas arriba y aguas abajo del borbollón, se pudo obtener un valor de aporte de aproximadamente 8 l/s. El valor puede variar debido a las irregularidades del río que provocan secciones anómalas de medición en el aforo.

Tabla V. 13. Valores obtenidos en campo.

Coordenada X	Coordenada Y	Datos
512271	3465513	Largo de aforo: 4 metros Ancho: ~2 metros Promedio velocidad: 3.978 s V=1.005 m/s
528792	3410754	Largo de aforo: 3 metros Ancho: ~2.9 metros Promedio velocidad: 4.2 s V=1.4 m/s

Se estima que existen más surgencias cercanas al punto de medición a lo largo del río, ya que los valores de gasto en las diferentes secciones aumentan conforme se avanza aguas abajo sobre el lecho del arroyo.

Se encontró abundante mineral de mica en el sitio analizado, identificado como biotita (grupo de minerales), cuyo origen se establece, pertenece a la formación granítica, que es el basamento de las formaciones de la zona, ya que las formaciones sedimentarias que afloran no poseen este mineral en su composición.

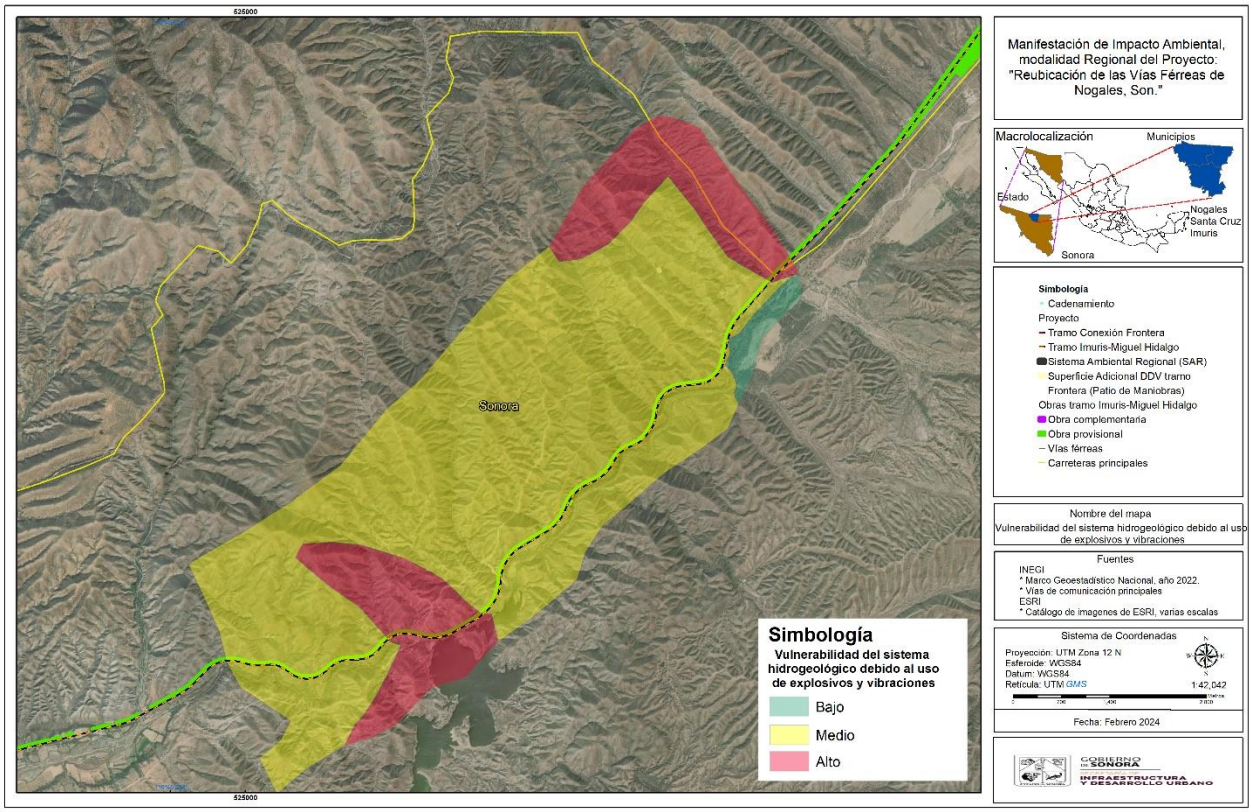
La comunicación de este tipo de borbollones en formaciones no sedimentarias es a través de pequeñas “venas” o vetas de agua, que se comunican entre sí por medio de pequeñas fracturas. Estas vetas o venas suelen ser minúsculas y pueden cerrarse o disminuir su caudal de acuerdo con las fluctuaciones del nivel freático, la tectónica del lugar o los mismos sedimentos y partículas suspendidas del agua que fluye.

Debido a ello, existe un delicado equilibrio entre el agua subterránea y el agua superficial, que es el soporte de todo el ecosistema en la región.

Se recomienda realizar un recorrido completo en el cauce del Río desde el vaso de la presa, hasta 12 kilómetros aguas arriba, e identificar todos los sistemas de interacción del acuífero con la superficie (borbollones). Se debe identificar el aporte de cada uno al sistema y realizar un monitoreo en cada uno de ellos, durante y posterior a los procesos de construcción.

El monitoreo debe ser continuo durante la construcción del proyecto haciendo énfasis durante las etapas de limpieza, corte y desmonte. Posterior a la etapa constructiva, el monitoreo puede realizarse de manera discreta, con una temporalidad mensual, hasta la siguiente temporada de estiaje.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa V. 8. Zona de mayo vulnerabilidad al uso de explosivos que pueden afectar las surgencias naturales.

CONSULTA

Componente ambiental	Agua subterránea	
Factor ambiental	Acuífero	
Subfactor ambiental	Calidad de agua	
Impacto identificado	Bajo rendimiento en el aprovechamiento de agua en pozos de extracción. Incremento del Abatimiento del nivel en pozos existentes	
Acción del Proyecto que los genera	Operación y mantenimiento	1. Operación: Alto
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Control del gasto concesionado. • Profundidad y ubicación del pozo de manera adecuada.	

Descripción del(os) Impacto(s):

El tramo frontera se encuentra en su totalidad sobre el acuífero Nogales, definido con la clave 2650 por la Comisión Nacional del Agua, localizado al norte del estado de Sonora, cubriendo una superficie de 120 km^2.

En esta zona se construirá el patio de maniobras y diversas obras complementarias que requieren el uso continuo de agua potable (como los edificios destinados a la aduna), sin embargo, el acuífero se encuentra en situación de veda desde el 25 de enero de 1961 y solo está limitado para el uso doméstico, industrial y riego.

Por otro lado, de acuerdo con los resultados del Monitoreo Conjunto de la Calidad de las Aguas Subterráneas, para determinar la Presencia de Contaminantes Antropogénicos en el Acuífero Transfronterizo en el Área de Nogales Sonora-Nogales, Ariz., realizado por la CNA, Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora, se concluyó que los pozos monitoreados presentaban concentraciones de percloroetileno (PCE), nitratos, coliformes totales y fecales (CONAGUA,2023).

Esto debido a la poca profundidad el nivel estático presentes en la zona, que varían dependiendo del área que van de 5 a 75 metros, siendo los más profundos en donde se encuentra la roca granítica y más somera en los materiales granulares.

El uso de agua de pozo para satisfacer las necesidades de las obras complementarías implicaría el aumento del abatimiento en la zona, y el uso de agua contaminada para actividades humanas.

Se deberá vigilar el origen del agua utilizada para las obras secundarías, y en caso de obtenerse del acuífero Nogales o Santa Cruz, vigilarse la calidad del agua y el abatimiento del pozo a través de un programa de monitoreo.

CONSULTA PÚBLICA

PAISAJE

Componente ambiental	Paisaje	
Factor ambiental	Paisaje natural	
Subfactor ambiental	Cualidades paisajísticas	
Impacto identificado	Modificación de las cualidades estéticas del paisaje.	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	1. Construcción de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.** 2. Desmonte. **Índice del impacto: alto.** 3. Despalme. **Índice del impacto: alto.**
	Construcción	1. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. **Índice del impacto: bajo.**
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Manejo Integral de Residuos. • Programa de Reforestación.	

	• Programa de Conservación de Suelos. • Control de emisiones de gases y/o partículas suspendidas. • Control en los niveles de ruido y horarios de trabajo.

Descripción del(os) Impacto(s):

Durante las actividades derivadas de la preparación del sitio y construcción, la calidad del paisaje se verá disminuida en virtud de que se apreciará una franja de nula vegetación por frente de trabajo respecto a la vegetación de las superficies adicionales al derecho de vía. Por tal motivo el apilamiento y acamellonamiento de los materiales que resulten de esta actividad provocarán el deterioro de la imagen del paisaje natural.

La intensidad con la que se percibirá este impacto, estará en función de las cualidades naturales actuales del paisaje, es decir, se percibirá con menor intensidad en las zonas donde se desarrollan actividades humanas las cuales desde su desarrollo afectaron las cualidades del paisaje natural y con mayor intensidad en las zonas que presentan poca perturbación antrópica.

VEGETACIÓN

En resumen, la construcción y operación de vías férreas pueden tener múltiples impactos negativos en la cubierta forestal y hábitat, los servicios ecosistémicos y la presencia de especies prioritarias para su conservación. Por lo tanto, es fundamental realizar evaluaciones de impacto ambiental exhaustivas y desarrollar medidas de mitigación adecuadas para minimizar estos impactos y promover la conservación de la biodiversidad y los servicios del ecosistema.

Componente ambiental	Vegetación	
Factor ambiental	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema	
Subfactor ambiental	Cubierta forestal y Hábitat	
Impacto identificado	Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	2. Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales) 3. Desmonte. Índice del impacto: moderado. 4. Despalme. Índice del impacto: moderado.
	Construcción	16. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. Índice del impacto: moderado.
	Operación y mantenimiento	5. Operación de la autopista. Índice del impacto: moderado.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Delimitación del Área de Proyecto, incluyendo servidumbres y superficies temporales.	

CONSULTA PÚBLICA

	• Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración Ecológica (Reforestación y Revegetación con especies nativas de la región)

Descripción del(os) Impacto(s):

Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat: La construcción de vías férreas y sus infraestructuras asociadas conlleva la eliminación directa de la vegetación en el área afectada, lo que resulta en la pérdida de hábitat para una variedad de especies vegetales y animales. Esta pérdida puede ser especialmente significativa en áreas con ecosistemas forestales, donde la vegetación es densa y diversa. En resumen, cada etapa del proyecto de construcción y operación del tren puede resultar en la pérdida de cubierta vegetal y hábitat, lo que afecta negativamente a la biodiversidad y la estructura del ecosistema. Es esencial implementar medidas de mitigación adecuadas para minimizar estos impactos y promover la conservación de la vegetación y los hábitats naturales afectados.

Construcción de obras provisionales:

Durante esta etapa, se requiere el despeje de terreno para la construcción de patios de maquinaria, campamentos, almacenes y bancos de materiales. Esta actividad implica la eliminación directa de la vegetación existente en el área, lo que resulta en la pérdida de hábitat para una variedad de especies vegetales. En particular, los ecosistemas forestales pueden verse severamente afectados debido a la pérdida de su cubierta vegetal densa y diversa.

Desmonte:

El desmonte implica la remoción completa de la vegetación en el área donde se construirán las vías férreas y sus infraestructuras asociadas. Esta actividad resulta en una pérdida significativa de hábitat para una amplia gama de especies vegetales que dependen de este entorno forestal.

Despalme:

El despalme implica la eliminación selectiva de la vegetación a lo largo del derecho de vía de las vías férreas. Aunque menos intensivo que el desmonte, aún resulta en la pérdida de hábitat y la fragmentación de corredores biológicos, lo que puede afectar la conectividad entre diferentes áreas y reducir la biodiversidad.

Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales:

Durante esta etapa, se retiran las estructuras temporales y se realiza una limpieza general del área de trabajo. Aunque no implica una eliminación adicional de vegetación a gran escala, puede resultar en disturbios adicionales en la vegetación remanente y el hábitat circundante.

Operación del Tren:

La operación continua del tren puede tener efectos secundarios en la cubierta vegetal y el hábitat a lo largo de su ruta. Esto puede incluir la compactación del suelo, la fragmentación adicional del hábitat y la alteración de los patrones de movimiento de la vida silvestre, lo que puede tener impactos negativos en la biodiversidad local y la salud del ecosistema. Además de la poda y clareo continuo derivado del mantenimiento a las vías.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Vegetación	
Factor ambiental	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema	
Subfactor ambiental	Cubierta forestal y Hábitat	
Impacto identificado	Cambios en la estructura y composición florística	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	6. Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales) 7. Desmonte. Índice del impacto: moderado. 8. Despalme. Índice del impacto: moderado.
	Construcción	17. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. Índice del impacto: moderado.
	Operación y mantenimiento	9. Operación de la autopista. Índice del impacto: moderado.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Delimitación del Área de Proyecto, incluyendo servidumbres y superficies temporales. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración Ecológica (Reforestación y Revegetación con especies nativas de la región)	

Descripción del(os) Impacto(s):

La construcción de vías férreas y sus infraestructuras asociadas puede resultar en una alteración significativa del paisaje, lo que a su vez conduce a cambios en la estructura y composición de la vegetación remanente en el área afectada. Estos cambios pueden ocurrir debido a varios factores:

Eliminación de especies dominantes: Durante las etapas de desmonte y despalme, las especies vegetales dominantes en el área pueden ser eliminadas para dar paso a la construcción de las vías férreas. Estas especies suelen ser aquellas que han ocupado el área durante un período prolongado y que tienen una importancia ecológica significativa en el ecosistema local. La pérdida de estas especies puede alterar la estructura y composición de la vegetación, dejando espacio para la colonización de nuevas especies.

Introducción de especies pioneras o invasoras: La perturbación del suelo y la vegetación durante la construcción de las vías férreas puede crear condiciones favorables para la colonización de especies vegetales pioneras o invasoras. Estas especies suelen ser rápidas en establecerse en ambientes perturbados y pueden desplazar a las especies nativas, alterando así la composición florística del área.

CONSULTA PÚBLICA

Alteración de los patrones de sucesión ecológica: La construcción de vías férreas puede interrumpir los procesos naturales de sucesión ecológica en el área afectada. La sucesión ecológica es el proceso mediante el cual las comunidades vegetales cambian con el tiempo en respuesta a disturbios y condiciones ambientales cambiantes. La perturbación causada por la construcción de vías férreas puede alterar estos patrones de sucesión, resultando en cambios en la estructura y composición de la vegetación.

La construcción de vías férreas puede causar cambios significativos en la estructura y composición florística del área afectada, ya sea mediante la eliminación de especies dominantes, la introducción de especies invasoras o la alteración de los patrones de sucesión ecológica. Estos cambios pueden tener repercusiones importantes en la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema local, destacando la importancia de implementar medidas de mitigación adecuadas para conservar la vegetación y promover la restauración de los hábitats afectados.

Componente ambiental	Vegetación	
Factor ambiental	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema	
Subfactor ambiental	Servicios ecosistémicos	
Impacto identificado	Disminución en la Regulación hidrológica y Captura de carbono	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	10. Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales) 11. Desmonte. Índice del impacto: moderado. 12. Despalme. Índice del impacto: moderado.
	Construcción	18. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. Índice del impacto: moderado.
	Operación y mantenimiento	13. Operación de la autopista. Índice del impacto: moderado.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Delimitación del Área de Proyecto, incluyendo servidumbres y superficies temporales. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración Ecológica (Reforestación y Revegetación con especies nativas de la región)	

Descripción del(os) Impacto(s):

La construcción de vías férreas puede tener un impacto significativo en la regulación hidrológica y la captura de carbono, dos servicios ecosistémicos clave que proporcionan beneficios tanto para el medio ambiente como para las comunidades locales:

Disminución en la regulación hidrológica: La alteración de los patrones naturales de drenaje y flujo de agua es una consecuencia directa de la construcción de vías férreas. La eliminación de

CONSULTA PÚBLICA

la vegetación y la compactación del suelo durante estas actividades reducen la capacidad del ecosistema para regular el ciclo hidrológico. Como resultado, se incrementa el riesgo de eventos como inundaciones, erosión del suelo y pérdida de calidad del agua. La vegetación juega un papel fundamental en la absorción y retención del agua, ayudando a regular el flujo de agua superficial y subterránea. La pérdida de esta vegetación puede conducir a una mayor escorrentía, lo que aumenta el riesgo de inundaciones y erosión.

Captura de carbono: La deforestación asociada con la construcción de vías férreas resulta en la pérdida de la capacidad del ecosistema para capturar y almacenar carbono atmosférico. Los bosques y la vegetación arbórea son importantes sumideros de carbono, ya que absorben dióxido de carbono (CO2) durante la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa y suelo. La eliminación de estos bosques libera grandes cantidades de carbono almacenado en la biomasa vegetal y el suelo, contribuyendo así al aumento de las concentraciones de CO2 en la atmósfera. Este proceso agrava el cambio climático global al intensificar el efecto invernadero y aumentar la temperatura del planeta.

Por lo que, la construcción de vías férreas puede tener efectos significativos en la regulación hidrológica y la captura de carbono, lo que puede tener consecuencias negativas para el medio ambiente y las comunidades locales. Es fundamental implementar medidas de mitigación adecuadas, como la reforestación de áreas afectadas y la implementación de prácticas de manejo sostenible, para minimizar estos impactos y promover la conservación de los servicios ecosistémicos clave.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Vegetación	
Factor ambiental	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema	
Subfactor ambiental	Servicios ecosistémicos	
Impacto identificado	Alteración de corredores biológicos	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	14. Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales) 15. Desmonte. Índice del impacto: moderado. 16. Despalme. Índice del impacto: moderado.
	Construcción	19. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. Índice del impacto: moderado.
	Operación y mantenimiento	17. Operación de la autopista. Índice del impacto: moderado.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Delimitación del Área de Proyecto, incluyendo servidumbres y superficies temporales. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración Ecológica (Reforestación y Revegetación con especies nativas de la región)	

Descripción del(os) Impacto(s):

La construcción de vías férreas puede tener un impacto significativo en los corredores biológicos que son vitales para la vegetación. Estos corredores son rutas naturales que permiten la dispersión de semillas, el intercambio genético y el movimiento de la vida vegetal entre diferentes áreas. La construcción de vías férreas puede interrumpir estos corredores biológicos de varias maneras:

Fragmentación del hábitat: Las vías férreas actúan como barreras físicas que dividen los hábitats naturales, impidiendo que la vegetación se mueva libremente de un área a otra. Esta fragmentación puede dificultar que las especies vegetales migren o se dispersen, lo que limita su capacidad para adaptarse a cambios ambientales y colonizar nuevas áreas.

Aislamiento de poblaciones: La fragmentación causada por las vías férreas puede aislar poblaciones de plantas, lo que puede reducir la diversidad genética y aumentar el riesgo de endogamia. Esto puede hacer que las poblaciones sean más susceptibles a enfermedades, cambios ambientales y eventos catastróficos.

Interferencia con la dispersión de semillas: Las vías férreas pueden obstaculizar la dispersión natural de semillas, ya que actúan como barreras físicas que impiden el movimiento de las semillas por el paisaje. Esto puede afectar la capacidad de regeneración de la vegetación y reducir la biodiversidad en el área afectada.

La construcción de vías férreas puede alterar significativamente los corredores biológicos que son fundamentales para la vegetación. Esto puede tener efectos negativos en la diversidad genética, la dispersión de semillas y la capacidad de adaptación de la vegetación a largo plazo. Es importante considerar estos impactos durante la planificación y ejecución de proyectos de construcción de vías férreas, e implementar medidas de mitigación para minimizar el daño a los corredores biológicos y promover la conservación de la vegetación.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Vegetación	
Factor ambiental	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema	
Subfactor ambiental	Presencia de especies prioritarias para su conservación	
Impacto identificado	Afectación de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	18. Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales) 19. Desmonte. Índice del impacto: moderado. 20. Despalme. Índice del impacto: moderado.
	Construcción	20. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. Índice del impacto: moderado.
	Operación y mantenimiento	21. Operación de la autopista. Índice del impacto: moderado.

Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Delimitación del Área de Proyecto, incluyendo servidumbres y superficies temporales. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración Ecológica (Reforestación y Revegetación con especies nativas de la región)

Descripción del(os) Impacto(s):

La eliminación de vegetación durante las diversas etapas del proyecto de construcción de vías férreas puede tener un impacto directo en especies vegetales prioritarias para su conservación, especialmente aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies se consideran de especial importancia debido a su vulnerabilidad, rareza o valor ecológico, y su pérdida o disminución puede tener graves consecuencias para la biodiversidad y el equilibrio ecológico. Algunos de los posibles impactos incluyen:

Pérdida de hábitat: La eliminación de vegetación durante la construcción de vías férreas puede resultar en la pérdida de hábitat para especies vegetales prioritarias. Estas especies pueden depender de hábitats específicos que están siendo afectados o destruidos por las actividades de construcción.

Fragmentación del hábitat: La construcción de vías férreas puede fragmentar el hábitat de especies vegetales, lo que puede dificultar su capacidad para dispersarse, encontrar pareja y acceder a recursos como agua y alimento. Esta fragmentación puede reducir la conectividad entre poblaciones y aumentar el riesgo de extinción local.

Alteración de la dinámica poblacional: La perturbación causada por la construcción de vías férreas puede afectar la dinámica poblacional de especies vegetales prioritarias. La pérdida de individuos o la degradación del hábitat puede reducir la viabilidad de las poblaciones a largo plazo, especialmente si estas especies ya están en riesgo.

Aislamiento de poblaciones: La construcción de vías férreas puede aislar poblaciones de especies vegetales, lo que puede reducir la diversidad genética y aumentar la vulnerabilidad de estas poblaciones a enfermedades, cambios ambientales y eventos catastróficos.

Así, la eliminación de vegetación durante las diferentes etapas del proyecto de construcción de vías férreas puede tener efectos adversos en especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es fundamental identificar y mitigar estos impactos mediante medidas de conservación adecuadas, como la reubicación de especies, la restauración del hábitat y la implementación de prácticas de manejo sostenible.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Vegetación
Factor ambiental	Diversidad y abundancia de la vegetación en el ecosistema

Subfactor ambiental	Presencia de especies prioritarias para su conservación	
Impacto identificado	Aislamiento de poblaciones	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	22. Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales) 23. Desmonte. Índice del impacto: moderado. 24. Despalme. Índice del impacto: moderado.
	Construcción	21. Limpieza de la obra y retiro de obras provisionales. Índice del impacto: moderado.
	Operación y mantenimiento	25. Operación de la autopista. Índice del impacto: moderado.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Delimitación del Área de Proyecto, incluyendo servidumbres y superficies temporales. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora • Programa de Restauración Ecológica (Reforestación y Revegetación con especies nativas de la región)	

Descripción del(os) Impacto(s):

el aislamiento de poblaciones de especies vegetales debido a la fragmentación del hábitat causada por las vías férreas es un aspecto crucial a considerar en términos de conservación biológica. Este fenómeno puede tener varios impactos negativos:

Conectividad genética reducida: La fragmentación del hábitat puede dificultar o impedir el intercambio genético entre poblaciones de una misma especie. Esto puede llevar a una reducción en la diversidad genética dentro de las poblaciones aisladas y, eventualmente, a una pérdida de adaptabilidad y resistencia a enfermedades y cambios ambientales.

Endogamia: Cuando las poblaciones se vuelven pequeñas y aisladas, hay un mayor riesgo de apareamiento entre parientes cercanos, lo que aumenta la incidencia de endogamia. La endogamia puede llevar a la acumulación de alelos dañinos y a una disminución en la aptitud de la descendencia, lo que puede poner en peligro la viabilidad de la población a largo plazo.

Pérdida de diversidad genética: La falta de flujo génico entre poblaciones puede resultar en una disminución de la diversidad genética en el paisaje. Una menor diversidad genética puede hacer que las poblaciones sean menos resilientes a los cambios ambientales y más susceptibles a eventos catastróficos, como enfermedades o desastres naturales.

Vulnerabilidad ante cambios: Las poblaciones aisladas pueden ser más vulnerables a los cambios ambientales repentinos, ya que tienen menos capacidad para adaptarse a nuevas condiciones o migrar hacia áreas más favorables. Esto aumenta el riesgo de extinción local y puede tener consecuencias negativas para la estabilidad del ecosistema en su conjunto.

Por lo tanto, es crucial implementar estrategias de conservación que promuevan la conectividad entre las poblaciones aisladas, como la creación de corredores biológicos o la restauración de

CONSULTA PÚBLICA

hábitats para facilitar el movimiento de especies vegetales a través del paisaje. Esto ayuda a mantener la diversidad genética y fortalecer la resiliencia de los ecosistemas frente a los desafíos ambientales.

FAUNA

Componente ambiental	Fauna	
Factor ambiental	Diversidad faunística	
Subfactor ambiental	Calidad del Hábitat para la Fauna	
Impacto identificado	Pérdida del hábitat para la fauna	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	• Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales). Índice del impacto: alto. • Desmonte. Índice del impacto: alto. • Despalme. Índice del impacto: alto.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna estipulado en las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre • Supervisión ambiental permanente durante la construcción del Proyecto con la finalidad de respetar las áreas destinadas al DDV, campamentos y bancos de materiales	

En la etapa de preparación del sitio, principalmente durante las actividades de habilitado de bancos de materiales, desmonte y despalme, el impacto que se presenta en el hábitat de la fauna es significativo debido a que se realiza la remoción total de la vegetación lo que conlleva a la pérdida de las fuentes de alimento y refugio para los animales.

Componente ambiental	Fauna
Factor ambiental	Diversidad faunística
Subfactor ambiental	Calidad del Hábitat para la Fauna
Impacto identificado	Efecto borde

CONSULTA PÚBLICA

Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	• Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales). Índice del impacto: Alto. • Desmonte. Índice del impacto: Alto.
	Construcción	• Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto. Índice del impacto: Alto.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna estipulado en las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre.	

Cuando un ecosistema se fragmenta se presenta el efecto borde que se caracteriza por un cambio abrupto en los límites de los fragmentos del ecosistema. Este cambio implica variaciones en las condiciones ambientales del interior del fragmento viéndose afectado el microclima por acción de la insolación y los efectos del viento, lluvias, heladas, etcétera.

Estas variaciones en las condiciones ambientales dan lugar a cambios en las dinámicas poblacionales de la flora y fauna del sitio ya que algunas especies se ven benefiaciadas por las nuevas características de estas zonas de transición, mientras que otras especies disminuyen en sus abundancias.

En la etapa de preparación del sitio es mas evidente este impacto en el habilitado de bancos de materiales y desmonte ya que al haber eliminado la totalidad de la vegetación en el sitio cambian las condiciones medio ambientales del entorno.

Con los movimientos de tierras para conformar terraplénes del proyecto durante la etapa de construcción, este impacto se incremeta ya que al haber conformado barreras físicas de hasta 20 m de altura las condiciones microclimaticas cambian de manera significativa.

Componente ambiental	Fauna	
Factor ambiental	Diversidad faunística	
Subfactor ambiental	Patrones conductuales	
Impacto identificado	Modificación a los patrones conductuales de los animales	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	• Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales). Índice del impacto: moderado. • Desmonte. Índice del impacto: Alto. • Despalme. Índice del impacto: Alto.
	Construcción	• Excavasión y cortes Índice del impacto: Alto. • Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto. Índice del impacto: Alto.

CONSULTA PÚBLICA

	Operación y mantenimiento	• Operación de tráfico. Índice del impacto: Alto.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. • Capacitación y concientización del personal de obra	

Los patrones conductuales de los animales cambiarán durante las distintas etapas de preparación del sitio y construcción para adaptarse a una infraestructura que es ajena al ecosistema. Por ejemplo, especies huidizas al hombre como es el caso del Jaguar (*Panthera onca*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Puma (*Puma concolor*), entre otras, tienden a alejarse de la zona de afectación al percibir movimiento de personal y maquinaria inherente a la construcción de la vía férrea, mientras que otras especies con cierto carácter de oportunismo como es el caso del Mapache (*Procyon lotor*), el Coati (*Nasua narica*), e incluso el Oso Negro Americano (*Ursus americanus*), entre otras especies se podrían acercar a las inmediaciones del proyecto (principalmente en los campamentos y maquinaria) en búsqueda de alimento procesado.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento, algunas especies de ranas nocturnas podrían verse afectadas en su comportamiento por la iluminación artificial del tren (Buchanan, 1993).

En el caso de algunas especies de reptiles su comportamiento se verá modificado ya que muchos de estos animales ocupan las vías férreas como hábitat para alimentarse, refugiarse y poder asolearse.

Con respecto a las aves se tiene que el ruido y la luz artificial que generaría el paso de los trenes provocarían una alteración en la reproducción y el comportamiento de forrajeo (De Molenaar *et al*., 2006; Hill, 1992; Gauthreaux y Belser, 2006; Poot *et al.,* 2008).

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Fauna	
Factor ambiental	Diversidad faunística	
Subfactor ambiental	Presencia de especies protegidas	
Impacto identificado	Afectación de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	• Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales). Índice del impacto: Alto • Transporte de maquinaria y materiales del Proyecto. Índice del impacto: Alto. • Desmonte. Índice del impacto: Alto. • Despalme. Índice del impacto: Alto.
	Construcción	• Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto. Índice del impacto: Alto.

		• Compactaciones. Índice del impacto: Alto.
	Operación y mantenimiento	• Operación de tráfico. Índice del impacto: Alto.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre. • Capacitación y concientización del personal de obra • Señalización permanente de tipo preventivo y prohibitivo de cacería, captura o maltrato animal en las inmediaciones del derecho de vía	

El impacto que se presenta en las distintas etapas constructivas del proyecto ferroviario es Alto esto debido a que a partir de los muestreos realizados en la zona se registró la presencia de 20 especies protegidas por las leyes mexicanas (dos anfibios, cuatro reptiles y un ave con Protección especial, Pr; seis especies de reptiles, un ave y tres mamíferos Amenazadas, A y tres especies de mamíferos en Peligro de extinción, P), además de una especie de anfibio endémica.

El presente impacto se incrementa en invierno ya que muchas especies de anfibios y reptiles se encuentran refugiados bajo tierra y al realizar las actividades del desmonte y despalme del terreno, cortes, conformación de terraplenes y compactaciones provocan que estos animales mueran aplastados o atropellados por la circulación de la maquinaria.

Componente ambiental	Fauna	
Factor ambiental	Diversidad faunística	
Subfactor ambiental	Corredores Biológicos	
Impacto identificado	Efecto barrera	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	• Desmonte. Índice del impacto: moderado • Despalme. Índice del impacto: moderado
	Construcción	• Excavación y Cortes. Índice del impacto: Alto. • Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto. Índice del impacto: Alto.
	Operación y mantenimiento	• Operación de tráfico. Índice del impacto: Alto.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación del Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto	

CONSULTA PÚBLICA

Uno de los principales impactos que se presenta cuando se construye una infraestructura lineal como es el caso de una vía férrea es la fragmentación del ecosistema. Este impacto se manifesta en distintas magnitudes, por ejemplo, en la etapa de preparación del sitio durante las actividades de desmonte y despalme del sitio, se creó una barrera para pequeños vertebrados como es el caso de los anfibios, reptiles, musarañas y roedores, ya que el suelo quedo desprovisto de vegetación y/o refugios que permiten a estos animales puedan cruzar de manera segurá a través del área de afectación.

En la etapa de construcción este impacto se evidenció cuando se realizaron cortes y terraplanes, en donde este último llegan a alcanzar alturas de 20 metros, lo que impide que cualquier vertebrado terrestre no volador pueda transitar libremente a través del ecosistema.

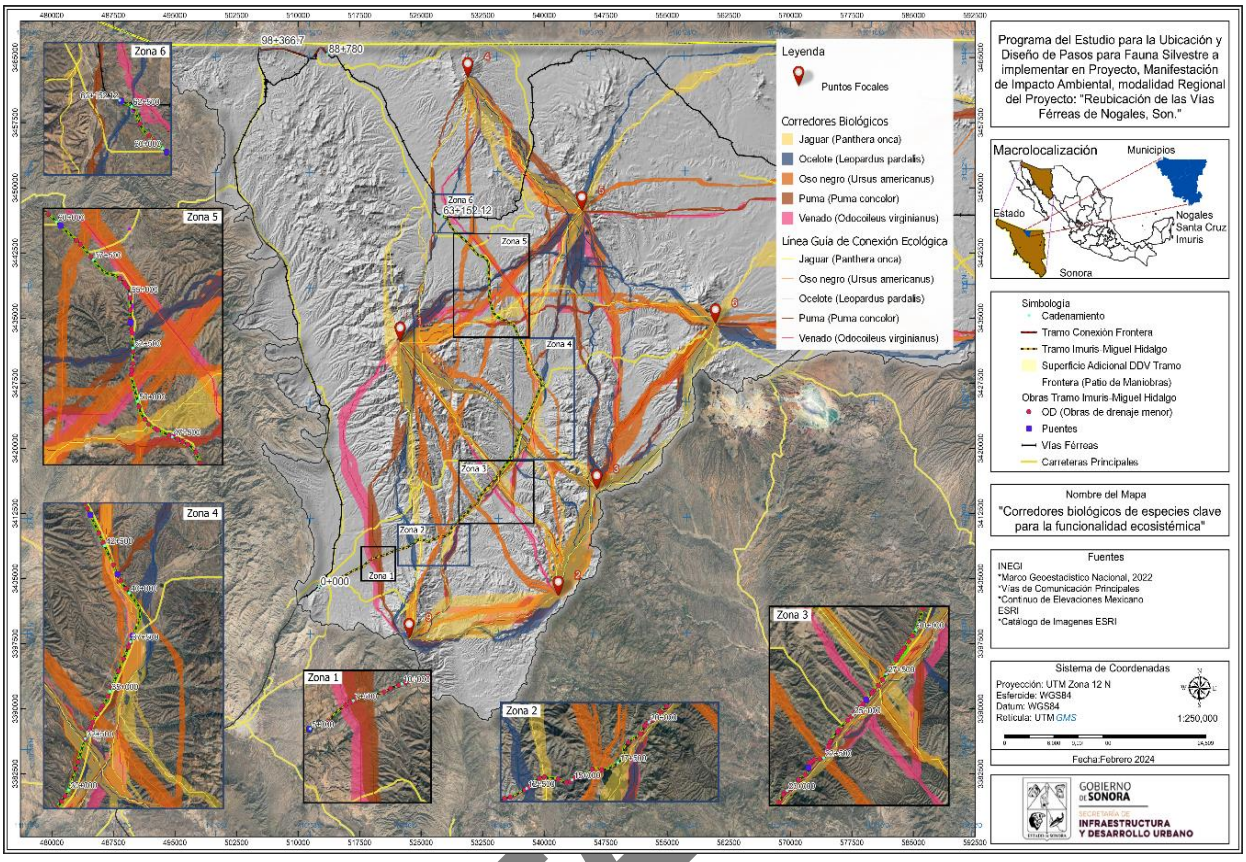
Dentro de las especies que se verán afectadas por la fragmentación del ecosistema están los grandes mamíferos que presentan una alta capacidad de desplazamiento como es el caso del Jaguar, Puma, Ocelote y Oso Negro, las cuales presentan movimientos entre el estado mexicano de Sonora y el estado de Arizona en EEUU.

Este impacto tendrá un efecto sinérgico ya que actualmente la Autopista Federal 2 es una barrera que fragmenta en gran medida el ecosistema que conecta el corredor biológico existente entre la Sierra el Pinito y la Sierra Azul, esto en su parte sur del proyecto.

Es importante mencionar que dentro de estas dos sierras se ha descrito las poblaciones estables más norteñas de México del Ocelo y Jaguar, especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuyos individuos (principalmente machos) migran hacia el sur de Estados Unidos.

El siguiente mapa se muestra la distribución de corredores biológicos para cinco especies prioritarias en el Sistema Ambiental de Referencia, identificadas a través de un estudio de la fauna local. Estas especies incluyen el Jaguar (*Panthera onca*), el Ocelote (*Leopardus pardalis*), el Puma (*Puma concolor*), el Oso negro (*Ursus americanus*), y el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*). Las representaciones más gruesas en el mapa señalan los corredores con un flujo acumulado superior al 75%, indicando zonas con alta probabilidad de movimiento para estas especies. En contraste, las líneas más delgadas muestran las rutas directas entre áreas focales, representando la ruta de mayor probabilidad de desplazamiento de estas especies.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa V. 9. Corredores ecológicos clave para la funcionalidad ecosistémica.

CONSULTA

Para facilitar su análisis, el mapa se ha segmentado en seis zonas a lo largo del tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. En la primera zona, que va desde el cadenamiento 5+000 al 10+000, se observa un solapamiento entre los corredores del venado cola blanca y el puma, específicamente entre los puntos 6+500 y 8+500, con longitudes de corredor de aproximadamente 1,092 metros para el venado y 1,361 metros para el puma.

La zona 2, extendiéndose desde el cadenamiento 12+000 hasta el 20+000, presenta una serie de intersecciones cruciales para los corredores biológicos de diversas especies. Entre los puntos 12+000 y 13+000, se encuentra el corredor del Ocelote, que conecta el área focal 2 con el área focal 1. Avanzando un poco, entre los 13+000 y 14+000, se cruza el corredor del Jaguar, mientras que el corredor del Oso Negro se halla entre los 16+000 y 17+000. Estos corredores, que no presentan solapamiento entre sí, tienen longitudes de 880 metros, 523 metros y 569 metros, respectivamente, marcando rutas importantes de tránsito para estas especies. Es relevante destacar que, pasando el cadenamiento 19+000, la vía del tren se alinea de forma paralela con uno de los corredores biológicos más críticos, ubicado junto al sistema ribereño al norte de la presa Comaquito. Aunque en esta sección no hay un cruce de un corredor biológico como tal, la vía solapa de forma paralela con una parte de los corredores biológicos que pasan por dicho ripario.

En la zona 3, específicamente en el segmento que va desde el cadenamiento 26+000 hasta el 27+500, se observa una intersección significativa de los corredores biológicos del venado cola blanca, el jaguar y el puma. Los anchos de los corredores interrumpidos por esta interacción son, respectivamente, de 195 metros para el venado cola blanca, 1,127 metros para el jaguar y 810 metros para el puma. Esta área demuestra una notable confluencia de rutas críticas para el movimiento de estas especies. Posteriormente, la continuidad de la sección hasta el cadenamiento 30+000 se caracteriza por su desarrollo paralelo al sistema ribereño, presentando solapamientos con algunas áreas en los límites de estos ecosistemas fluviales. Adicionalmente, en el punto marcado como 30+500, se produce una intersección de aproximadamente 300 metros del corredor biológico del puma, evidenciando otra zona de importancia para la conectividad de esta especie dentro del área de estudio.

La zona 4, ubicada entre los 31+000 y los 43+000, se destaca como el segmento con la interacción más intensa entre la infraestructura vial y los corredores biológicos identificados. Inmediatamente después del cadenamiento 31+500 y a lo largo de un segmento de 1,100 metros, se produce un notable solapamiento entre los corredores de todas las especies mencionadas, a excepción del correspondiente al oso negro. Este último, sin embargo, encuentra su punto de cruce de forma independiente 550 metros más adelante, extendiéndose por 600 metros adicionales. Más adelante, iniciando en el cadenamiento 36+000 y continuando hasta el 39+500, se observa la zona con el solapamiento más significativo y la intersección más amplia con el sistema ribereño. Durante este tramo, los corredores de las cuatro especies se superponen en una extensión aproximada de 3,700 metros, marcando una de las áreas de mayor relevancia en cuanto a la conservación de la conectividad ecológica y el movimiento de la fauna dentro del Sistema Ambiental de Referencia.

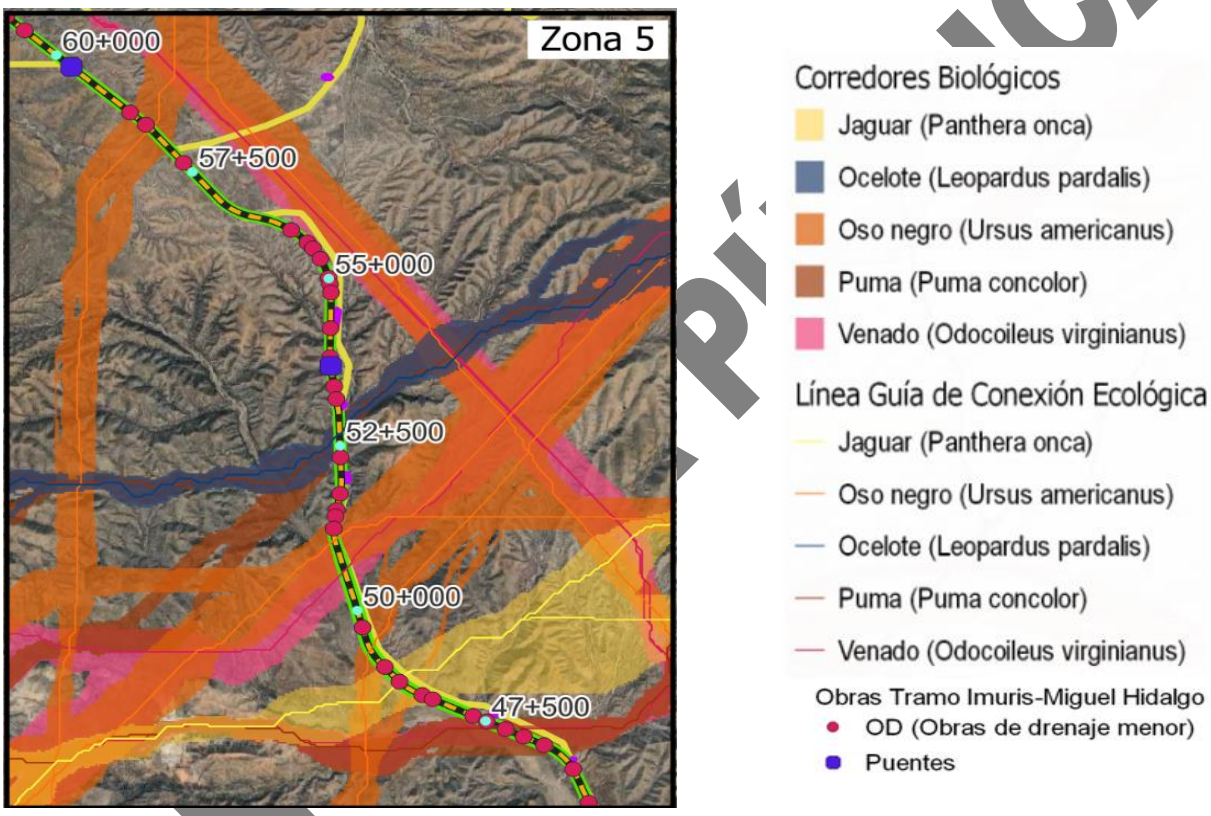
La zona 5, que se ubica entre los 46+000 y los 59+000, parece visualmente tener menos actividad en comparación con la zona 4, pero esto no disminuye su importancia en términos de conectividad ecológica ya que, a pesar de no solaparse directamente con corredores ribereños, sí presenta intersecciones con los corredores biológicos de todas las especies al menos una vez a lo largo de su extensión. La interacción comienza en los 46+000, donde el corredor del puma cruza un tramo significativo de 1300 metros; este encuentro es seguido por la intersección del corredor del jaguar, que ocupa 1000 metros después de los 48+000 y luego, de forma más breve, 525 metros después de los 49+000. Cerca del punto 50+500, la ruta se complica con la confluencia de los corredores del venado cola blanca y del oso negro abarcando 1250 metros, y poco antes de llegar a los 52+500, los caminos de migración del ocelote y del puma se cruzan por 550 metros. La interacción en esta zona concluye después de los 58+500, donde el corredor del oso negro vuelve a hacer presencia por 717 metros, reiterando la densa red de vías migratorias para la fauna que caracteriza a esta área.

La zona 6 marca otro punto de interacción relevante cerca del 62+500, donde se encuentra una intersección de 225 metros con el corredor del ocelote, cerrando el análisis de interacción entre las vías y los corredores biológicos a lo largo del área estudiada. Este detallado seguimiento subraya la importancia de considerar la conservación de corredores biológicos en la reubicación de las vías férreas, para mitigar los impactos en la biodiversidad y mantener la conectividad ecológica de estas especies prioritarias.

Finalmente, se observan obras de drenaje y puentes que, aunque podrían funcionar como pasos de fauna, es esencial evaluar si su diseño es compatible con las características requeridas para

CONSULTA PÚBLICA

los requerimientos de la fauna, de tal suerte que podamos asegurar su uso por la misma; de lo contrario, no serían funcionales como pasos de fauna. Es importante destacar y observar en el mapa que algunas de las zonas por donde cruzan los corredores cuentan con obras de drenaje que podrían ser adaptadas como pasos para fauna, mientras que en otros sitios esto no ocurre. En este caso, es crucial mejorar la permeabilidad de la obra para que el corredor ecológico pueda mantener su funcionalidad. Un ejemplo de esta situación se ilustra en la siguiente figura. En ella se observa que para el jaguar se pudiera usar la obra de drenaje ubicada entre el cadenamiento 47+500 y el 50+000. Pero para el ocelote se tendría que contemplar la construcción de un paso de fauna entre el cadenamiento 52+500 y el 55+000.



Mapa V. 10. Los puntos rojos y azules representan a las obras de drenaje y puentes respectivamente. En el mapa se observa como existen zonas donde se tienen corredores ecológicos y no existen obras de drenaje y zonas donde las obras de drenaje pueden ser adaptadas como corredores ecológicos .

Entender la dinámica de la conectividad ecológica es importante para poder establecer estrategias que resulten funcionales para la construcción y para los mismos ecosistemas y sus servicios para la humanidad. En este sentido, derivado del análisis de red, se observa como la zona 1 es una zona estratégica para mantener la conectividad de los ecosistemas al tener un mayor número de conexiones con el resto de las áreas focales (Ver Figura y Tabla a continuación), conexiones que mantienen el flujo de materia y energía del ecosistema y por lo tanto de la funcionalidad de los hábitats para la fauna. En ese sentido la fragmentación de la zona

1 implica un alto impacto ambiental si no se asegura su permeabilidad al ser fragmentada por el tren.

Tabla V. 14. Tabla de los índices de centralidad de la red de conectividad ecológica.

Área Focal	Grado	Cercanía	Intermediación	Vector Propio
1	6	0.100	9.000	1.000
2	2	0.063	0.000	0.487
3	4	0.083	2.500	0.785
4	2	0.067	0.000	0.502
5	5	0.091	7.500	0.840
6	3	0.077	4.000	0.549
7	2	0.067	2.000	0.292
8	2	0.059	1.000	0.230
9	2	0.067	0.000	0.502

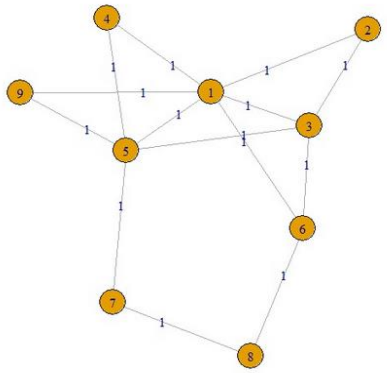


Figura V. 19. Representación de la Red de conectividad ecológica, resultado del modelo.

Componente ambiental	Fauna	
Factor ambiental	Diversidad faunística	
Subfactor ambiental	Corredores Biológicos	
Impacto identificado	Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores	
Acción del Proyecto que los genera	Preparación del sitio	• Construcción de obras provisionales (patios de maquinaria, campamento, almacenes, habilitado de bancos de materiales). Índice del impacto: Alto.
	Construcción	• Movimiento de tierras para conformar terraplénes del proyecto. Índice del impacto: Alto.
	Operación y mantenimiento	• Operación de tráfico. Índice del impacto: Alto.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación del Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto	

Entre el estado de Sonora, México y Arizona, EE.UU., la fauna terrestre migra a través de las Islas de Cielo que son sierras y montañas que llegan a alcanzar los 3,300 msnm, que se encuentran separadas y rodeadas por valles y llanuras desérticas que simulan una isla (la montaña) en medio del mar (el desierto).

CONSULTA PÚ

Estos corredores son prioritarios para especies que se encuentran en Peligro de extinción como es el caso del Jaguar (*Phantera onca*), el Oso Negro Americano (*Ursus americanus*), y el Ocelote (*Leopardus pardalis*), además de especies que presentan una alta capacidad de desplazamiento y amplios ámbitos hogareños como es el caso del Puma (*Puma concolor*) y el Gato Móntés (*Lynx rufus*).

Estos corredores están siendo fuertemente afectados por la construcción del presente proyecto ferroviario ya que esta dividiendo en dos al corredor Sierra Azul-El Pinito en su punto más vulnerable en el valle del río Cocóspera, sitio que funciona como un oasis en medio del desierto en donde encuentra refugio una alta diversidad de especies animales, resaltando la presencia de numerosas especies de reptiles protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como es el caso del Monstruo de Gila (*Heloderma suspectum*), Lagarto Escorpión de Arizona (*Elgaria kingii*), Serpiente Coral de Sonora (*Microuroides euryxanthus*), Víbora de Cascabel Cola Negra (*Crotalus molossus*), Tortuga del Desierto (*Gopherus agassazii*), Lagartija Cachora (*Callisaurus draconoides*), entre otras.

Es importante señalar que este corredor estaba parcialmente fragmentado por la construcción y operación de la Autopista 2, por lo que la construcción del presente proyecto ferroviario presentará un efecto sinérgico, en todas las etapas constructivas del proyecto.

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

Para el análisis de los impactos residuales se tomó en cuenta, el momento actual de la zona sin Proyecto alguno, el momento futuro, pero sin medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación y finalmente el momento futuro con el Proyecto en operación y con la implementación y aplicación de medidas. Aunado al modelo matricial antes mencionado se realizó un índice promedio de impacto residual con mitigación obteniendo el porcentaje de reducción del impacto después de dicha mitigación (Tabla siguiente).

Como se puede apreciar en la tabla los impactos residuales tienen una intensidad “muy baja”, con un porcentaje promedio de reducción de impactos después de la mitigación del 19.3%, en donde todos los impactos ambientales adversos tienen posibilidad de bajar su efecto residual, siempre que las medidas de mitigación se implementen y ejecuten en tiempo y forma. No obstante, la fragmentación del paisaje (y los elementos que lo componen) que causo la autopista actual que opera causo un impacto alto, por lo que el diseño y aplicación de medidas de prevención, mitigación y para el presente Proyecto de forma específica según las necesidades de los recursos naturales y los componentes ambientales en la zona será de gran importancia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla V. 15. Impactos residuales por el Proyecto.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL			INDICE PROMEDIO DE IMPACTO SIN MITIGACION	INDICE PROMEDIO DE IMPACTO CON MITIGACION (INDICE DE IMPACTO RESIDUAL)	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL	% DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO DESPUES DE LA MITIGACIÓN
MEDIO ABIOTICO	AIRE	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes	-0.232	-0.261	Muy Bajo	-12.5%
	RUIDO	Incremento en los niveles de ruido	-0.264	-0.277	Muy Bajo	-4.8%
	SUELO	Pérdida del recurso edáfico	-0.052	-0.066	Muy Bajo	-25.7%
		Exposición a procesos erosivos	-0.224	-0.274	Muy Bajo	-22.5%
		Afectación de las propiedades físico-químicas del suelo	-0.199	-0.212	Muy Bajo	-6.5%
	GEOLOGIA - GEOMORFOLOGÍA	Modificación del relieve original del terreno en la zona del proyecto	-0.047	-0.057	Muy Bajo	-22.3%
		Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños)	-0.047	-0.055	Muy Bajo	-16.8%
		Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas	-0.093	-0.107	Muy Bajo	-14.5%
		Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal	-0.301	-0.407	Bajo	-35.3%
	HIDROLOGÍA	Alteración de la red de drenaje natural	-0.276	-0.360	Bajo	-30.3%
		Azolve u obstrucción de escurrimientos	-0.835	-0.314	Bajo	62.4%
		Contaminación de cauces y escurrimientos	-0.277	-0.080	Muy Bajo	71.3%
	HIDROGEOLOGÍA	Obstrucción total o parcial de surgencias naturales	-0.045	-0.314	Bajo	-597.0%
		Uso de agua contaminada en pozos	-0.045	-0.060	Muy Bajo	-33.1%
		Abatimiento del nivel de agua subterránea por el uso de agua en patio de maniobras	-0.075	-0.051	Muy Bajo	31.3%
	PAISAJE	Modificación de las cualidades naturales del Paisaje en la etapa contructiva	-0.227	-0.092	Muy Bajo	59.6%
		Adaptación del Proyecto durante su operación al paisaje natural	-0.150	-0.219	Muy Bajo	-46.1%
MEDIO BIOTICO	VEGETACION	Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat	-0.187	-0.133	Muy Bajo	28.7%
		Cambios en la estructura y composición florística	-0.034	-0.192	Muy Bajo	-469.9%
		Disminución en la Regulación hidrológica y Captura de carbono	-0.081	-0.035	Muy Bajo	56.8%
		Alteración de corredores biológicos	-0.032	-0.082	Muy Bajo	-154.3%
		Afectación de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-0.149	-0.035	Muy Bajo	76.6%
		Aislamiento de poblaciones	-0.146	-0.191	Muy Bajo	-30.5%
	FAUNA	Pérdida de hábitat para la fauna	-0.273	-0.185	Muy Bajo	32.1%
		Efecto de Borde	-0.322	-0.293	Bajo	9.0%
		Modificación a los patrones conductuales de los animales	-0.236	-0.311	Bajo	-31.4%
		Atropello, muerte, caza y tráfico de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-0.146	-0.282	Bajo	-92.7%
		Efecto Barrera	-0.060	-0.170	Muy Bajo	-184.6%
		Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores	-0.112	-0.029	Muy Bajo	74.0%
MEDIO SOCIOECONOMICO	ASPECTOS SOCIALES	Problemática en la liberación del DDV	-0.284	-0.203	Muy Bajo	28.5%

El gráfico resultado del anterior análisis de impactos residuales se presenta a continuación.

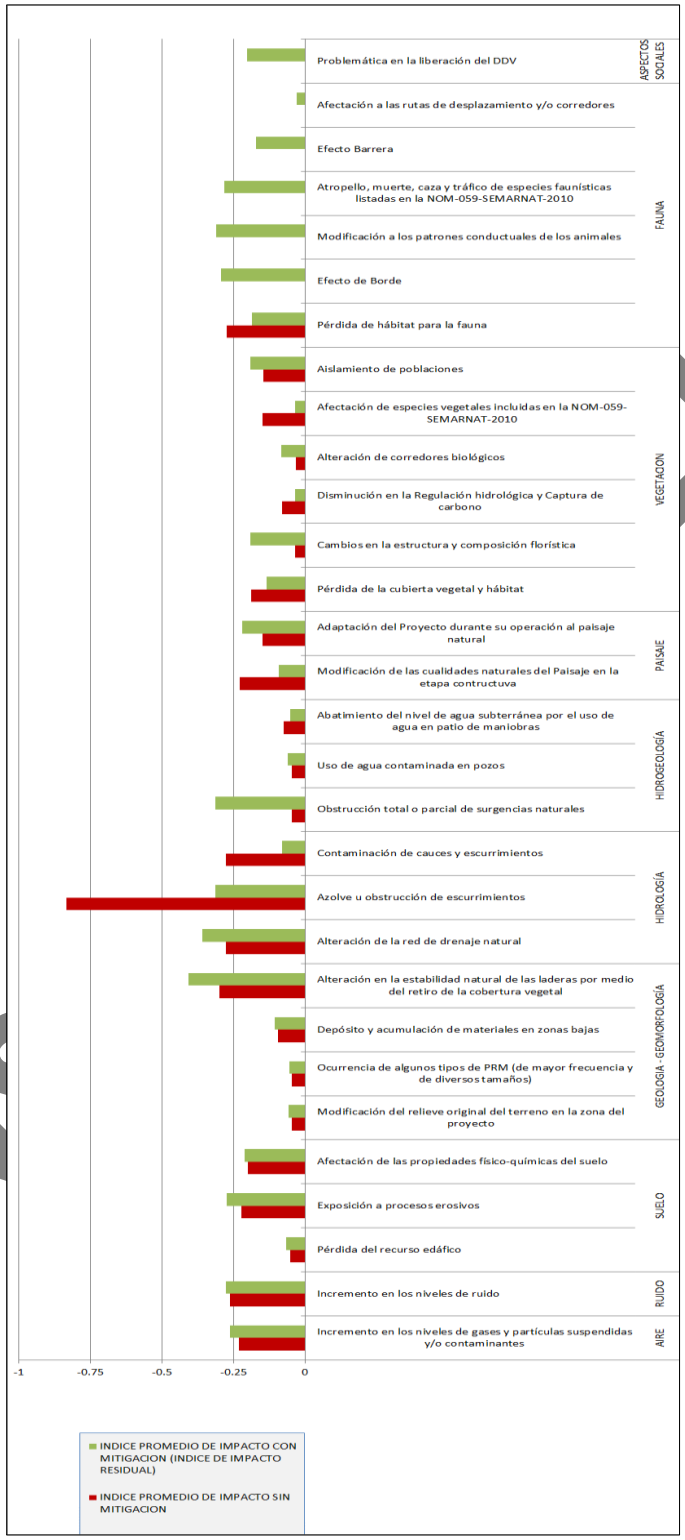


Figura V. 20. Gráfico que arroja la diferencia entre los promedios de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con la implementación de medidas de mitigación.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS

En apartados anteriores se presentaron y describieron los principales impactos ambientales que serán derivados de esta obra. No obstante, algunos impactos pueden ocasionar efectos sobre el ambiente que resultan de la **sinergia**[1] entre varias actividades, dando como resultado un impacto mayor que la conjunción de los impactos individuales que produciría cada actividad. En este sentido, se resalta que los efectos sobre la vegetación conllevarán, además, efectos sobre la fauna, la vegetación y el suelo. Asimismo, al eliminar la cobertura vegetal, el suelo será expuesto y favorecerá su erosión. Este impacto se prevé puede ser importante dada la susceptibilidad de los suelos a la erosión eólica, sin embargo, mitigable siempre que se implemente la medida de compensación a través del Programa de Reforestación (Ver en Anexo VI.7)

El impacto sinérgico de mayor importancia que puede ocurrir por la construcción del Proyecto será la afectación a la vegetación. De ahí la importancia de cumplir con las medidas de mitigación propuestas en este estudio y de vigilar estrictamente la realización de las obras (tarea que deberá desempeñar la empresa encargada de la supervisión ambiental de esta obra).

El impacto sinérgico resultará de las actividades de desmonte y despalme de la franja dentro del área de ceros del Proyecto, y la fragmentación del Paisaje (vegetación y hábitat para la fauna silvestre). Esto conformará una importante barrera física, visual y auditiva para el desplazamiento de los organismos, particularmente reptiles y mamíferos. Esta reducción en el espacio de movilización para los organismos podría repercutir en mayores presiones para el establecimiento de territorios, búsqueda de alimento, efectos sobre las poblaciones de presas que posteriormente se reflejarán como efectos en las poblaciones de depredadores; efectos que al largo plazo y de forma permanente seguirán presentándose una vez que la Ampliación esté concluida, hasta que se alcance un nuevo equilibrio en la distribución de los organismos con respecto a la construcción.

Se restablecerá un corredor natural de vegetación mediante acciones de reforestación, en donde la fauna regresará a las inmediaciones y se podrá promover la conectividad en el sitio, sobre todo para mamíferos medianos y algunos reptiles.

Además de los anteriores impactos sinérgicos, existen otros impactos, los **acumulativos**[2], en los que el efecto sobre el componente ambiental se incrementa en el tiempo, aún después de que la actividad generadora haya terminado. Motivo de ello, existirán importantes restricciones para la contratista, estrecha vigilancia de la supervisión ambiental y un reglamento de comportamiento de trabajadores de observancia obligatoria.

La mayoría de los impactos anteriormente descritos, son prevenibles o mitigables e incluso compensables de alguna manera. No obstante, hay efectos que, a pesar de la mitigación, permanecerán en el sitio, o en su caso se sumaran a los que antes del Proyecto ya existen en la región; a estos impactos se les denomina impactos residuales e impactos acumulativos.

CONSULTA PÚBLICA

[1] Sinergia: Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.

[2] Efecto acumulativo: Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incremente con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.

Los impactos acumulativos son aquellos que se suman a los impactos ambientales que ocurrieron en el pasado o están ocurriendo en el presente y que no necesariamente, son provocados por la misma actividad a la que refiere el presente Proyecto que es de una vía de comunicación. A diferencia del impacto acumulativo, el impacto residual es el que persiste aun cuando se implementen medidas de mitigación. Para establecer los impactos residuales de este Proyecto, se tomaron los impactos que después de calificarlos aplicando la(s) medida(s) correspondiente(s) de control. Prevención, mitigación y/o compensación resultaron moderados y altos (impacto significativo). De los cuales resultaron los que se muestran en la siguiente Tabla V.14

En este sentido mediante un análisis del efecto acumulativo que se evalúa en la metodología de Bojórquez a continuación se establece el efecto acumulativo por impacto identificado en el Proyecto.

En dicha Tabla se presentan los impactos más significativos durante la evaluación de impactos (los que obtuvieron valores de Moderados, Altos y Muy Altos), a partir de aquí, se englobaron por factor ambiental, con el objeto de identificar el valor y con ello el efecto acumulativo. Los resultados que se obtuvieron fueron:

En la siguiente tabla se presentan solo los impactos acumulativos que se consideraron para el Proyecto.

Tabla V. 16. Efecto Acumulativo de los Impactos Ambientales.

Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto		**Impacto ambiental identificado**	**Efecto Acumulativo del Impacto**
Factor ambiental	**Subfactor ambiental**		
Aire	Calidad del aire	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes	Nulo a Bajo
Ruido	Nivel de Ruido	Incremento en los niveles de ruido	Nulo a Bajo
Componente edáfico	Recurso edáfico	Pérdida del recurso edáfico	Bajo a Moderado
		Afectación de las propiedades físico-químicas del suelo	Bajo
Relieve y geoformas	Topografía y pendiente natural del terreno	Modificación del relieve original del terreno en la zona del proyecto	Moderado a Alto
	Inestabilidad de laderas	Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños)	Moderado
		Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas	Moderado a Alto
		Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal	Moderado a Alto
Escurrimientos naturales y/o	Patrón natural de	Alteración de la red de drenaje natural	Bajo a Moderado
		Azolve u obstrucción de escurrimientos	Bajo a Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Indicadores Ambientales susceptibles de cambio por acción del Proyecto		Impacto ambiental identificado	Efecto Acumulativo del Impacto
Factor ambiental	**Subfactor ambiental**		
cuerpos de agua	drenaje y escorrentías		
	Calidad del agua Superficial	Contaminación de cauces y escurrimientos	Bajo a Moderado
Acuifero	Surgencias de agua	Obstrucción total o parcial de surgencias naturales	Bajo a Moderado
	Calidad del Agua Subterránea	Uso de agua contaminada en pozos	Bajo a Moderado
	Patrón natural de agua subterránea	Abatimiento del nivel de agua subterránea por el uso de agua en patio de maniobras	Bajo a Moderado
Paisaje Natural	Cualidades paisajísticas	Modificación de las cualidades naturales del Paisaje en la etapa contructuva	Moderado
Diversidad de la vegetación en el ecosistema	Cubierta forestal y Hábitat	Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat	Moderado
		Cambios en la estructura y composición florística	Bajo
	Servicios ecosistémicos	Disminución en la Regulación hidrológica y Captura de carbono	Bajo
		Alteración de corredores biológicos	Moderado
	Presencia de especies prioritarias para su conservación	Afectación de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Moderado
		Aislamiento de poblaciones	Bajo
Diversidad faunística	Calidad del Hábitat para la Fauna	Pérdida de hábitat para la fauna	Moderado
		Efecto de Borde	Moderado a Alto
	Patrones conductuales	Modificación a los patrones conductuales de los animales	Moderado
	Presencia de especies protegidas	Atropello, muerte, caza y tráfico de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Moderado
	Corredores Biológicos	Efecto Barrera	Moderado
		Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores	Moderado a Alto

CONSULTA PÚBLICA

V.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Derivado del análisis del Proyecto y su interacción con el ambiente se puede concluir lo siguiente:

1. El Proyecto no presenta ninguna limitación expresa respecto a los instrumentos jurídicos, normativos, de planeación o de ordenamiento del territorio, de hecho, es totalmente congruente con las políticas de desarrollo del Plan Nacional de Desarrollo al ser esta infraestructura que servirá para la comunicación de bienes y personas. Y únicamente presenta limitantes restrictivas que puden atenderse con medidas de prevención, mitigación y compensación.
2. La calidad ambiental del sitio es de moderada a alta, la menor calidad del AP es la más cercana al tramo en construcción debido a que ya esta intervenido. Esta misma Área del Proyecto influyó para determinar tanto los indicadores ambientales como los componentes que podrían verse afectados, permitiendo establecer una línea base del estado ambiental del sitio en el Capítulo IV del presente estudio, en el caso de los impactos ambientales, tuvo un peso determinante al momento de calificar los impactos ambientales.
3. El análisis de los componentes y factores ambientales permitió identificar 161 impactos ambientales que podrán generarse repetidamente por diversas actividades del Proyecto. Entonces de acuerdo con lo anterior, el cruce de las actividades del Proyecto respecto a los componentes y factores ambientales arrojó un total de 143 impactos ambientales adversos y 18 impactos ambientales benéficos.
4. La mayoría de los impactos adversos se identificó para las etapas de preparación del sitio y la construcción por lo que cuando estas etapas del Proyecto terminen, muchos de los impactos desaparecerán, quedando aquellos de origen residual y acumulativo, pero para los cuales se ha diseñado un esquema de estrategias para su mitigación principalmente mediante acciones compensatorias que deberán ponerse en marcha en tiempo y forma para evitar incrementar el número y la magnitud de los impactos y que su importancia recae en la aplicación de los Programas Ambientales.
5. Se identificaron impactos ambientales benéficos que están relacionados principalmente con los aspectos socioeconómicos, lo cual, reitera a la infraestructura férrea como parte importante para promover el desarrollo local y regional, que es uno de los mayores interese en la construcción de este Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO VI

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 4

VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambientalregional 5

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental 5

VI.1.1 Descripción de las Medidas de Mitigación 6

VII.1.1.1 Buenas Prácticas Ambientales 16

VI.1.2 Descripción de las Medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación relativas a reducir los impactos ambientales causados por el Proyecto 33

VI.1.2.1 Medidas enfocadas al Medio Físico o Abiótico 33

Aire 33

Ruido 34

Suelo 35

Geología/Geomorfología 42

Hidrología (Superficial y Subterránea) 57

Paisaje 73

VI.1.2.2 Medidas enfocadas al Medio Biótico 75

Vegetación 75

Fauna 89

Socioeconómicos 108

VI.2 Programa de vigilancia ambiental 111

VI.2.1 Instrumentos para el seguimiento y monitoreo 112

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1. Resumen de Medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación a aplicarse para el Proyecto. 7
Tabla VI. 2. Obras de drenaje adicionales. 61
Tabla VI. 3. Obras de protección propuestas. 62
Tabla VI. 4. Propuesta de especies sujetas para el rescate y reubicación. 76
Tabla VI. 5. Indicadores de seguimiento. 79
Tabla VI. 6. Listado de especies florísticas propuestas para la reforestación/revegetación. 82

Tabla VI. 7. Coordenadas que conforma el polígono para llevar a cabo estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales para luciérnaga. 91
Tabla VI. 8. Dimensiones de los 21 puentes propuestos en el área de afectación. 108

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa VI. 1. Mapa de ubicación de cadenamientos sobre imágenes de satelite. 44
Mapa VI. 2. Mapa de ubicación de la Superficie adicional DDV tramo Frontera. Fuente: Elaboración propia. 47
Mapa VI. 3. Mapa de susceptibilidad a PRM y tipos de procesos en la zona de estudio. 49
Mapa VI. 4. Mapa de uso de suelo y vegetación con la presencia de sitios con PRM. 54
Mapa VI. 5. Ubicación de la zona de protección y conservación de luciérnagas 91
Mapa VI. 6. Mapa de Conectividad de la Fauna resultado de la aplicación del modelo predictivo. 104
Mapa VI. 7. Mapa de corredores ecológicos a partir del Modelo. Cada color indica una especie analizada. 105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI. 1. Flujos en la parte Sur 59
Figura VI. 2. Flujos dentro de la reserva natural del Aribabi. 59
Figura VI. 3. Drenajes al norte del Aribabi. Cadenamiento 24+350 -30+050 60
Figura VI. 4. Drenajes al norte del trazo Ímuris - Hidalgo. Cadenamiento 50+00 -63+000. 60
Figura VI. 5. Sensor tipo Diver para el monitoreo continuo de niveles. 70
Figura VI. 6. Ejemplo de señalética para alertar sobre el cruce de fauna silvestre. 101

ÍNDICE DE FOTOS

Foto VI. 1 Ejemplo de la impartición de la campaña de concientización ambiental al personal de obra. 20
Foto VI. 2 Ejemplo de la buena disposición de los residuos sólidos. A) Contenedores adecuados para el confinamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados; B) Buenas prácticas por parte de los trabajadores de la obra. 21
Foto VI. 3 Ejemplo de recolección de residuos sólidos urbanos por la empresa contratada para ello. 21
Foto VI. 4 A) Ejemplo del manejo de residuos de desmonte; B) Ejemplo de manejo de residuos de desmonte. Los residuos vegetales fueron colocados en un sitio para conformar una composta y posteriormente integrarlo a las labores de un vivero para mantenimiento de vegetación rescatada. 22
Foto VI. 5 Troceado de los individuos arbóreos 23
Foto VI. 6 Almacenamiento de residuos vegetales 23

CONSULTA PÚBLICA

Foto VI. 7 Picado de ramas producto del desmonte 23
Foto VI. 8 Incorporación de material vegetal al suelo producto del despalme. 23
Foto VI. 9 Sitio de acopio y almacenamiento temporal de residuos peligrosos, en donde se indica el tipo de material resguardado en el área y extintor señalado adecuadamente. 24
Foto VI. 10 A) Uso de equipo de protección personal, necesario para realizar sus labores; B) Botiquín de primeros auxilios. 25
Foto VI. 11 Ejemplo de carga de combustible *in situ*. A) Llenado de gasolina de una bomba para extraer el agua, debajo lado izquierdo se puede observar el uso de una lona para prevenir posibles derrames de combustibles sobre el suelo; B) Carga de diésel a un vibro compactador usando una lona sobre el suelo natural para evitar posibles derrames de combustible y el uso de equipo de protección personal adecuado. 27
Foto VI. 12 A) Sanitario portátil; B) Colecta de aguas sanitarias. 30
Foto VI. 13. Modificación del relieve para la construcción de las vías del tren. 45
Foto VI. 14. Modificación del relieve para la construcción de las vías del tren (N31°7’38.74”; W110°40’46.32”). 45
Foto VI. 15. Laderas alteradas sin trabajos de compactación y con alta inestabilidad de materiales (N31°8'38.05"; W110°42'0.14"). 46
Foto VI. 16. Modificación del relieve para la construcción de las vías del tren (N31°19'43.49"; W110°55'7.04"). 47
Foto VI. 17. Caidas de material de diferente tamaño cerca de la zona donde planean hacer trabajos para la reubicación de las vías del tren (N30°50'3.82"; W110°41'31.25"). 50
Foto VI. 18. Laderas con materiales sueltos (N30°49'48.86"; W110°41'53.53") 50
Foto VI. 19. Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas 51
Foto VI. 20. Estabilización de deslizamiento con vegetación y drenajes. 52
Foto VI. 21. Retiro de cobertura vegetal por la realización de los trabajos técnicos (N31°8'32.15"; W110°41'56.31"). 54
Foto VI. 22. Retiro de cobertura vegetal por la realización de los trabajos técnicos (N31°7'50.85"; W110°41'3.11"). 55
Foto VI. 23. Modificación de cobertura vegetal por la realización de los trabajos técnicos (N31°5'12.24"; W110°39'1.22"). 55
Foto VI. 24. Estabilización de ladera (para el control de erosión y revegetación) por medio de coberturas de geoceldas rellenas de suelo fértil, o coberturas de material sintético u orgánico, conocidas como geomantas y biomantas. 56
Foto VI. 25 Obra de drenaje actual. 63
Foto VI. 26. Pequeña cañada formado por el escurrimiento de agua dentro de la zona del Aribabi. 64
Foto VI. 27. Surgencia identificada en el Arroyo Cocóspera. 68
Foto VI. 28. Regleta para el monitoreo de Nivel. 69
Foto VI. 29 Acciones de rescate de individuos de la flora en sitio de Proyecto. 84
Foto VI. 30. Ejemplo del continuidad del dosel natural. 86
Foto VI. 31 Ejemplo de señalética sugerida. 87
Foto VI. 32. Implementación de vivero rústico temporal para el mantenimiento de individuos rescatados 89

CONSULTA PÚBLICA

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VI “Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional”. La Fracción IV del Artículo 13 del REIA, establece que la MIA-R debe contener las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados para el Proyecto, en este sentido, se propondrán la medidas correspondientes y ambientalmente viables de llevarse a cabo, para prevenir, controlar, minimizar, restaurar y/o compensar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del Proyecto.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción XIII y XIV se consideran las siguientes definiciones:

> **XIII. Medidas de prevención**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
>
> **XIV. Medidas de mitigación**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

CONSULTA PÚBLICA

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTALREGIONAL

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, atenuar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

A. **de Prevención.-** aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.

B. **de Mitigación.-** aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del Proyecto.

C. **de Restauración.-** acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

D. **de Compensación.-** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias y deben atenderse en todas las etapas del Proyecto.

En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del Proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

De acuerdo con la descripción de los tipos de medidas realizada en el anterior apartado, para este Proyecto se consideró dividir las medidas de los impactos generales y que ocurren por la ejecución de cualquier obra de construcción y las medidas de los impactos significativos considerados en el Capítulo V de este documento.

Las medidas a implementar por el Promovente y/o contratista, deberán estar acordes al nivel de importancia del impacto, tratando de evitar aquellos severos y críticos o en su defecto priorizando

CONSULTA PÚBLICA

las acciones para contrarrestarlos, sin que ello signifique que no se implementen las medidas necesarias para los impactos restantes.

VI.1.1 Descripción de las Medidas de Mitigación

Las medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación por impacto ambiental identificado en el Proyecto se resumen en la siguiente Tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla VI. 1. Resumen de Medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación a aplicarse para el Proyecto.

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
Aire: – **Buenas Prácticas Ambientales** – **Control de emisiones de contaminantes y polvos**	Incremento en los niveles de gases y/o partículas suspendidas y contaminantes	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	• Se cumplirá con los límites máximos permisibles de emisión de gases (NOM-041-SEMARNAT-2015). • Se cumplirá con los límites máximos permisibles de opacidad de humo (NOM-045-SEMARNAT-2017). • Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de material, las tolvas de los camiones de transporte de materiales o residuos térreos deberán ser cubiertos con lona. • Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de vehículos automotores, maquinaria y equipos de la construcción. • Riego al suelo no consolidado para evitar la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos automotores, maquinaria y equipo (cada que sea posible con agua tratada). • Control de velocidad de los camiones y/o maquinaria dentro de los frentes de trabajo durante la construcción a fin de evitar el levantamiento de polvos. • Supervisión ambiental de obra para la Implementación del	Prevención	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
			Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental		
Ruido: – **Buenas Prácticas Ambientales** – **Control en los niveles de ruido y horarios de trabajo**	Incremento en los niveles de ruido	• Preparación del sitio • Construcción • Operación y mantenimiento	• Observancia de la NOM-080-SEMARNAT 1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 • Control en los horarios de trabajo, sobre todo en los sitios cercanos a las zonas urbanas para evitar trabajos nocturnos. • Se proveerá al personal con equipos de protección contra ruidos y polvo. • Implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de vehículos automotores, maquinaria y equipo. • Los vehículos automotores deberán reducir o eliminar el uso de claxon, sirenas o equipos que generen ruido adicional. • Implementación de un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados de la obra. • Supervisión ambiental de obra para la Implementación del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental	Prevención	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción
Suelo: – **Buenas Prácticas Ambientales** – **Programa Ambiental: Acciones de**	• Pérdida del recurso edáfico • Modificación de las propiedades físicoquímicas del suelo	• Preparación del sitio • Construcción	• Implementación de acciones para el rescate del horizonte orgánico del suelo en superficies en donde la pendiente y las características lo permitan, (preferentemente 10 cm de espesor).	Prevención Restauraicón Compensación	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reuso en Obra			• Delimitación de superficies dentro del Derecho de Vía para evitar extender el impacto • Reutilización del suelo y rescatado en reforestación y recuperación de superficies • Manejo y disposición adecuada de residuos según Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento y manejo correcto de sustancias potencialmente contaminantes • Restauración de superficies ocupadas por obras provisionales, complementarias y asociadas (escarificación, descompactación y revegetación de estas superficies)		
Geomorfología – **Buenas Prácticas Ambientales** – **Estabilización de taludes por medios mecánicos (Proyecto Ejecutivo)**	• Modificación del relieve original (cortes de terreno/ taludes)	Construcción	• Estabilización de taludes por medio de terraceos, pilotes anclados, y/o determinación de la pendiente correcta del soporte de los materiales.	Restauración y Compensación	Permanente: • Construcción
	• Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños)		• Construcción de gaviones, muros, o mecanismos de contención de materiales sueltos provenientes de las laderas (como mallas antierosión), asi como sistemas correctos de drenajes. • Limpieza, desasolve y mantenimiento de escorrentías, cunetas y drenajes presentes en el área de las obras del tren, asi como en las zonas de influencia de este.	Prevención y Mitigación	Permanente: • Construcción
	• Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas				

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
	• Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal		• Implementación de acciones de arrope y/o revegetación con especies de pastos nativos de la región.	Restauración y Compensación	
Agua – **Buenas Prácticas Ambientales** – **Programa Ambiental Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación**	– Alteración de la red de drenaje natural – Azolve u obstrucción de escurrimientos – Contaminación de cauces y escurrimientos	Preparación del Sitio Construcción Operación y Mantenimiento	• Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural. Construcción de Obras de drenaje mayores y menores para el libre flujo del agua. • En caso de encauzar las escorrentías se deberán llevar a cursos fluviales ya existentes • Manejo y disposición adecuada de residuos según Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento y manejo correcto de sustancias potencialmente contaminantes • Buenas prácticas de higiene y seguridad en la obra. • Reunir y reciclar los lubricantes y evitar los derrames • Los combustibles deben colocarse sobre superficies impermeables y alejados de cauces naturales • Cuidar que la empresa que presta el servicio de letrinas tenga sus permisos en orden y cuente con un sitio adecuado para la disposición final de estos residuos. • Diseñar e implementar medidas de seguridad y un plan de emergencia para contener los	Prevención y mitigación (Todas las medidas)	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción Perídica • Operación y Mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
			daños que se ocasionan a raíz de un derrame accidental. • En el patio de maniobras, los combustibles deben colocarse sobre superficies impermeables y seguir las recomendaciones de Norma Oficial Mexicana, NOM-EM-003-ASEA-2016		
Hidrogeología – **Buenas Prácticas Ambientales** – **Programa Ambiental Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación**	– Obstrucción total o parcial de surgencias naturales – Uso de agua contaminada en pozos – Abatimiento del nivel de agua subterránea por el uso de agua en patio de maniobras	Preparación del Sitio Construcción Operación y Mantenimiento	• Aforo en cada una de las surgencias del río • Monitoreo continuo durante obras de construcción • Programa de monitore de cantidad y calidad de agua de las surgencias • Control del gasto concesionado Profundidad y ubicación del pozo de manera adecuada siguiendo las recomendaciones de la norma, NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996	Prevención	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción Periódica • Operación y Mantenimiento
Vegetación: – **Programa Ambiental: Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre** – **Programa Ambiental: rograma de Acciones de**	– Pérdida de la cubierta vegetal y hábitat – Cambios en la estructura y composición florística – Disminución en la Regulación hidrológica y Captura de carbono	Preparación del Sitio Construcción	• Implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora con énfasis en especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras que puedan tener interés ambiental. • Mantenimiento de individuos rescatados en vivero rustico • Delimitación de superficies a desmontar para evitar extender el impacto • Derribo/tala direccionado en caso de aplicar	Prevención, mitigación y compensación	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas	– Alteración de corredores biológicos – Afectación de especies vegetales incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 – Aislamiento de poblaciones		• Procedimiento para el manejo integral de residuos de manejo especial (RME), resultantes del desmonte • Restauración de sitios ocupados por obras provisionales, complementarias y asociadas al Proyecto (escarificación, descompactación y revegetación de estas superficies) • Capacitación y concientización del personal de obra (implementación de Reglamento Interno) • Compensación mediante reforestación de superficies seleccionadas para dicha actividad con especies nativas de la región. • Restauración por compensación de áreas afectadas en ADVC por el cruce del Proyecto. • Supervisión ambiental de actividades		
Fauna: – **Programa Ambiental: Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre** – **Programa Ambiental: Estudio para la**	– Pérdida de hábitat para la fauna – Efecto de Borde – Modificación a los patrones conductuales de los animales – Atropello, muerte, caza y tráfico de especies faunísticas	Preparación del Sitio y Construcción Operación y Mantenimiento Operación y Mantenimiento	• Implementación de Programa de Rescate, Reubicación y Ahuyentado de Fauna antes de las actividades de desmonte. Incluye el Ahuyentado de fauna de las superficies de trabajo. • Monitoreo y supervisión ambiental permanente durante la construcción del Proyecto • Capacitación y concientización del personal de obra (implementación de Reglamento Interno)	Prevención, mitigación y compensación	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción Periódica • Operación y Mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto	listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 – Efecto Barrera – Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores		• Ubicación y diseño de pasos para fauna en concordancia con la(s) especies que potencialmente se hayan identificado se desplacen por corredores biológicos en la zona. • Vallado preventivo en borde de pasos de fauna • Señalización permanente de tipo preventivo en sitios identificados como zonas potenciales de paso o desplazamiento de fauna • Restauración del hábitat para la fauna por compensación (reforestación de sitios afectados y construcción de refugios para pequeños vertebrados en sitios previamente seleccionados)		
Paisaje: – **Buenas Prácticas Ambientales**	– Disminución de las cualidades estéticas del paisaje	• Preparación del sitio • Construcción	• Cumplimiento de actividades de acuerdo con calendario o programa de obra • Limpieza periódica y acopio de materiales y residuos en sitios adecuados, según procedimiento para el manejo integral de los residuos generados por actividades del Proyecto • Estacionado de maquinaria en patio de maniobras y únicamente dentro del DDV, • Mantenimiento de la vía de comunicación y sus obras mayores y menores	Prevención	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción
Socioeconómicos: – **Buenas Prácticas Ambientales**	– Alteración de la Composición Urbano-Rural		• Estacionado correcto de vehículos y maquinaria durante las actividades del Proyecto y al	Prevención Mitigación (en su caso)	Permanente: • Preparación del sitio • Construcción

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
– **Publicación de políticas y estrategias que garanticen la conservación de la biodiversidad y el manejo sustentable de los recursos naturales** – **Acciones tendientes a establecer un programa de estructura territorial y protección de los derechos territoriales**	– Incentivo Potencial de Instalaciones y Accesos – Problemática en la liberación del DDV		término de estas durante la construcción de entronques. • Limpieza frecuente de las superficies del Proyecto, acopio adecuado de residuos e implementación del procedimiento para el manejo integral de estos • Disposición adecuada de RSU y RME en sitio autorizado o contratación de empresa privada para el manejo final de los residuos. Manejo adecuado y entrega de los RP a empresa especializada para su tratamiento (reporte semestral ante la SEMARNAT de la generación de estos residuos). • Descarga de aguas residuales sanitarias y de obra en cumplimiento con la normatividad aplicable en la materia. • Protección y conservación mediante acciones y medidas de mitigación y compensación los recursos y componentes ambientales presentes en el SAR y Área del Proyecto, que sean incluidas dentro de las políticas públicas que involucren a distintos actores del Proyecto y distintos niveles de gobierno, a la comunidad científica y a la sociedad civil • Fomento de un crecimiento poblacional inclusivo y sostenible		Periódica/ Esporádica: • Operación y Mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Componente/ Factor Ambiental	Nombre del(os) impacto(s) ambiental(es)	Etapa ambiental en la que se presenta el impacto	Nombre de las Medidas (Acciones / Programas)	Tipo de Medida (de Prevención, Mitigación, Restauración y Coimpensación	Duración de las medidas
			• Reconocimiento de los derechos de los legítimos poseedores de la tierra • Liberación adecuada del derecho de vía. • Desalentar la trasnformación de la propiedad social a privada • Prestación de los servicios municipales de forma oportuna y adecuada evitando que las acciones del Proyecto interfieran con las actividades municipales naturales.		

CONSULTA PÚBLICA

De lo anterior se debe resaltar el esquema de mitigación, restauración y compensación diseñado de forma específica para atenuar los impactos ambientales conformado de los Programas Ambientales que se anexan al final de esta Capítulo para su evaluación en conjunto con esta MIA-R, además de otras medidas y acciones específicas incluidas dentro del presente Capítulo.

Los Programas Ambientales que conforman este esquema estratégico de medidas de mitigación, restauración y compensación es el siguiente, además de otras medidas y acciones que se proponen:

Anexo VI.1	Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre
Anexo VI.2	Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
Anexo VI.3	Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reuso en Obra
Anexo VI.4	Acciones de Protección de Escurrimientos, Cauces y Cuerpos de Agua y su Conservación
Anexo VI.5	Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto
Anexo VI.6	Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental (Alineado con el Programa de Obra; que incluya todas las medidas y acciones de los Programas Ambientales)
Anexo VI.7	Programa de Acciones de reforestación y revegetación en compensación por los impactos en ecosistemas

Los Programas Ambientales podrán mitigar, restaurar y compensar uno o más impactos ambientales identificados en el Capítulo V, por lo que a continuación en conjunto con las demás medidas se refiere sobre que impactos deben ser aplicados.

Asimismo, se incluye un documento técnico denominado **Estudio Técnico Económico**, en el que de forma detallada se desglosan los costos de las medidas de mitigación

VII.1.1.1 Buenas Prácticas Ambientales

Las buenas prácticas ambientales son uno de los instrumentos más eficaces para la prevención de impactos generales que normalmente se presentan en las obras constructivas de Proyectos de vías de comunicación como es una vía férrea y que pudieran afectar los Componentes y Factores Ambientales durante su desarrollo; se basan en la ejecución de una serie de acciones enfocadas a la prevención de accidentes, al ahorro de recursos y energía y a la prevención de derrames y vertidos tanto de sustancias como de residuos, reduciendo las pérdidas sistemáticas o accidentales de materiales en forma de contaminantes.

Para el Proyecto en análisis se proponen las siguientes, lo que en consecuencia podrá prevenir y en muchos casos reducir y evitar el impacto adverso considerado.

Entre las “Buenas Prácticas Ambientales” que se proponen se implementen para este Proyecto se encuentran las siguientes:

1. Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra.
2. Implementación de diversos procedimientos que incluyan:

CONSULTA PÚBLICA

   a. El manejo integral de los Residuos (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos).
   b. Seguridad e Higiene en el trabajo (incluye implementación del Programa de Contingencias y Protección Civil).
   c. Ahorro de recursos y energía.
   d. Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames).
   e. Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados.
   f. Reglamento Interno de Protección Ambiental.
3. Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto.
4. Instalación de servicios sanitarios adecuados.
5. Rehabilitación de sitios usados de forma provisional.
6. Supervisión ambiental de obra.

Estas buenas prácticas ambientales que se proponen para su implementación en este Proyecto son enunciativas más no limitativas, por lo que el Promovente y la(s) Contratista(s) podrá implementar otras que consideren necesarias con el mismo alcance y objeto que es el de la protección del ambiente. A continuación, se describen con mayor detalle:

1. Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra

Además de la preparación que deberá tener el personal en materia de seguridad y salud en el trabajo, se deberá proporcionar una capacitación y sensibilización ambiental, a continuación, se describen los estatutos generales de dicha actividad:

Preparación ambiental del personal

Es ideal que antes de que empiece la obra y preferentemente cada tres meses, por los cambios de personal que suelen tener este tipo de actividades, se imparta capacitación ambiental y de seguridad a los trabajadores, esta capacitación permitirá sensibilizar al personal al cuidado de los componentes ambientales (flora, fauna, suelo, paisaje, entre otros), como al de resguardar su propia salud. En primera instancia, se debe de generar la información puntual y comunicar ésta al personal que interviene en obra, a todos niveles y en todas las etapas constructivas del Proyecto.

Como parte de la concientización o sensibilización ambiental, se sugiere tomar en cuenta los siguientes puntos:

CONSULTA PÚBLICA

1. Presentar de forma sintetizada, la información necesaria para que el personal que intervendrá en las actividades de desmonte, despalme, así como el rescate y conservación de flora, fauna y suelo orgánico en su caso, desarrolle sus actividades de manera consciente y con base a las técnicas que implican las medidas de mitigación propuestas, para que lleguen a buen término.
2. Debe de procurarse que la información que se elabore para la capacitación y concientización del personal en obra sea lo más comprensible posible para que los trabajadores puedan entender el objetivo de dicha capacitación.
3. Es conveniente el seguimiento de las prácticas realizadas por los trabajadores de la construcción de la obra de acuerdo con la capacitación ambiental recibida y derivada de los Programas y Procedimientos implantados.
4. Se deberá informar a todo el personal de obra el tipo de individuos que podrían presentarse durante el desarrollo del proyecto y como deberá ser su participación para su protección como parte de los programas de rescate, reubicación y/o protección de flora y fauna, por lo que será importante contar con un equipo de supervisión ambiental quienes a su vez podrán impartir la capacitación y dar a conocer las campañas de protección a la fauna y a la flora en los periodos de tiempo necesarios.

Mecanismos de comunicación

Los mecanismos para la comunicación de los Procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se podrán realizar de acuerdo con lo siguiente:

1. Lograr acuerdos con el encargado, residente de obra, supervisor o responsable de la construcción del Proyecto y prestadores de servicio, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante su desarrollo.
2. Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la ejecución de las medidas de prevención y conservación ambientales (particularmente en la protección y rescate de la flora y fauna silvestre, del suelo orgánico y los residuos del desmonte, por ejemplo, cuando sea al caso).
3. Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesario de por lo menos una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como fierreros, carpinteros, soldadores, etcétera, y en atención a la actividad que desarrollan dentro de la obra.
4. Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como el manejo de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.
5. Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes Procedimientos de acuerdo con el nivel de conocimiento de los involucrados.
6. Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada Programa, por parte de los involucrados.

CONSULTA PÚBLICA

7. Distribuir material impreso (listados, folletos, trípticos, carteles, catalogo ilustrado de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010[1], CITES[2], IUCN[3] y endémicas, que existen en la zona de afectación del proyecto) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.
8. Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizarán para la comunicación de los Planes (listas de asistencia, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.).
9. Iniciada la etapa de construcción, se designará el personal que será capacitado y se dará a conocer los Programas y Procedimientos necesarios de acuerdo al nivel jerárquico de su estructura administrativa.
10. Se recomienda la contratación de un especialista en flora y fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de la construcción del trazo), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevar a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
11. Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el NO cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
12. Para el caso del procedimiento de prevención de derrames de sustancias tóxicas o peligrosas como por ejemplo los combustibles, es necesario que el encargado de la misma de seguimiento junto con el personal involucrado en estas tareas y cumpla con las actividades propuestas en cada Programa y Procedimiento respectivo, así como a las Normas Oficiales Mexicanas, Leyes y Reglamentos establecidos para su funcionamiento.
13. Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.

En siguiente Foto se presentan ejemplos de la capacitación y concientización ambiental durante el desarrollo constructivo de un proyecto, dirigida a todo el personal participante en la construcción.

CONSULTA PÚBLICA

[1] NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
[2] CITES: Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora
[3] UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza




Foto VI. 1 Ejemplo de la impartición de la campaña de concientización ambiental al personal de obra.

CONSULTA PÚBLICA

2. Procedimiento para el manejo integral de los residuos (Plan de Recolección de Desechos Sólidos, ver en Anexo VI.5)

El procedimiento para el manejo integral de los residuos generados en obra deberá incluir a los residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y los residuos peligrosos (RP) que puedan generarse; dicho procedimiento deberá considerar los lineamientos aplicables y contenidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, a continuación, se describen las medidas generales que deberá contener este Procedimiento

Residuos Sólidos Urbanos

- → Los residuos sólidos urbanos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos para la obtención del permiso acerca de la disposición final de residuos por parte de los municipios en donde incide el Proyecto.
- → Se deberán colocar, en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados para depositar y acopiar los residuos, a fin de reducir el volumen de residuos por manejar de forma temporal.
- → Se deben prever mecanismos de reaprovechamiento, reutilización y/o reciclaje de los residuos urbanos, por lo que su clasificación y separación desde la fuente de generación son importantes.
- → Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emita para tal efecto el Ayuntamiento.
- → El contratista deberá contemplar un servicio de recolección y transporte de los residuos a un sitio de disposición final adecuado, previo al inicio de la construcción, que ejecute la recolección periódica de los residuos sólidos y de manejo especial de toda índole en los frentes de trabajo. Esta recolección y transporte de residuos podrá ser por un particular o

en su caso la podrá realizar el Servicio de Limpia Municipal, previo acuerdo con el departamento municipal correspondiente.

En las siguientes Fotos se pueden observar los contenedores utilizados para el acopio temporal de residuos, los cuales presentan un color de acuerdo con el residuo que almacenarán, así como el Servicio de Limpia Municipal realizando la recolección en obra. Cabe destacar que es preferente que los residuos vayan en bolsas lo que evitará su esparcimiento y que los líquidos propios de la descomposición se rieguen en cualquier lado.



A)



B)

Foto VI. 2 Ejemplo de la buena disposición de los residuos sólidos. A) Contenedores adecuados para el confinamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados; B) Buenas prácticas por parte de los trabajadores de la obra.



Foto VI. 3 Ejemplo de recolección de residuos sólidos urbanos por la empresa contratada para ello.

CONSULTA PÚBLICA

Residuos de Manejo Especial

Los residuos de manejo especial que prácticamente se generarán durante las acciones del Proyecto corresponden a material de jardinería y poda (restos de vegetación proveniente del desmonte y material terreo del despalme que no sea susceptible de rescate).

El material residual vegetal que conforma el follaje y ramas pequeñas deberá ser troceado, picado y dispuesto en el sitio que defina la autoridad competente. En caso de resultar pertinente, el material triturado podrá ser incorporado al material del despalme que sea parte del horizonte orgánico y que pueda rescatarse para su uso posterior en las actividades de restauración. En su caso los troncos de árboles más grandes podrán ser usados para delimitar superficies del proyecto como barreras de control de caídos de materiales o tierra.

Todo aquel material residual del desmonte que no pueda ser aprovechado, se deberá poner a disposición del ayuntamiento para su uso directo o su aprovechamiento.



A)



B)

Foto VI. 4 A) Ejemplo del manejo de residuos de desmonte; B) Ejemplo de manejo de residuos de desmonte. Los residuos vegetales fueron colocados en un sitio para conformar una composta y posteriormente integrarlo a las labores de un vivero para mantenimiento de vegetación rescatada.

Por ningún motivo se deberá verter el material residual del desmonte en canales de agua o zonas con manglar ya que ello incrementaría la producción de sulfatos (tóxicos para la fauna).

Ver Fotos siguientes como ejemplos del manejo de residuos del desmonte.

CONSULTA PÚBLICA



Foto VI. 5 Troceado de los individuos arbóreos



Foto VI. 6 Almacenamiento de residuos vegetales



Foto VI. 7 Picado de ramas producto del desmonte



Foto VI. 8 Incorporación de material vegetal al suelo producto del despalme.

CONSULTA

De manera general se deben de tomar en cuenta las siguientes medidas de mitigación y preventivas durante el desmonte:

a) Desmontar únicamente en las áreas necesarias para la construcción del proyecto, sin alterar parches de vegetación original fuera de sitios autorizados en donde no se requiera desmontar. Esto traerá beneficios desde un punto tanto estético como funcional a nivel comunidades vegetales y fauna. Se deberá cumplir con la legislación ambiental del estado de Sonora y también con las disposiciones locales a nivel municipal.

Residuos Peligrosos

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que presentan alguna o varias de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa y que se encuentran señalados en alguno de los listados

de la NOM-052-SEMARNAT-2005[4]. Para su manejo, almacenamiento temporal y disposición o tratamiento final, se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Por lo tanto, la contratista deberá darse de alta como pequeño generador de residuos de este tipo ante la SEMARNAT y entregar los manifiestos del tratamiento y cantidad de este tipo de residuos cada que le sean requeridos.

Este procedimiento deberá estar ligado con el de mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos de la obra con el fin de que desde el trasvase del combustible, acciones de mantenimiento de dicha maquinaria, se puedan acopiar cualquier sustancia residual y/o materiales como estopas a los contenedores adecuados, los cuales deberán de ubicarse cercanos al desarrollo de actividades de mantenimiento; estos deberán contar con su respectiva tapa y deberán estar rotulados indicando el tipo de residuo que contienen.

Su acopio en la obra deberá ser temporal, posteriormente deberán ser entregados a una empresa contratista que cuente con el permiso vigente y este dada de alta de igual forma con la autoridad correspondiente, para que dé el tratamiento adecuado a los residuos peligrosos.

En cada frente de obra, patio de maquinaria, o lugar donde se realicen trabajos que impliquen la generación de RP, se deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de residuos peligrosos. Este sitio deberá estar techado, ventilado, con piso de cemento y con contenedores adecuados para cada tipo de residuo (como estopas con gasolina, aceite gastado, baterías y acumuladores, pinturas y solventes, entre otros.). Además, deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (como derrames, incendio, por ejemplo). Ver ejemplo en Foto siguiente.

CONSULTA PÚBLICA



Foto VI. 9 Sitio de acopio y almacenamiento temporal de residuos peligrosos, en donde se indica el tipo de material resguardado en el área y extintor señalado adecuadamente.

[4] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

3. Seguridad y Salud en el trabajo (incluirá un Programa Interno de Atención a Contingencias y Protección Civil).

En los frentes de trabajo e instalaciones de la obra, deberá existir un botiquín de primeros auxilios con un manual y personal capacitado en la aplicación de éstos. Se deberá tener ubicado el hospital o centro de salud más cercano y forma de contacto o comunicación con algún vehículo disponible para transporte en caso de accidente, para lo cual primero se deberá informar de forma inmediata al supervisor y/o residente de obra y posteriormente siguiendo el protocolo de papeleo.

Todos los trabajadores deberán portar chalecos distintivos y membretes de identificación preferentemente, así como equipo de seguridad y ropa adecuada al tipo de trabajo, incluyendo casco. Preferentemente la contratista deberá suministrar el equipo de protección personal y uniforme de obra el cual deberá ser obligatorio. Asimismo, el personal que este expuesto al ruido generado por la maquinaria, deberá portar tapones para los oídos. En la siguiente foto, se pueden observar ejemplos del equipo de seguridad y del botiquí. Se deberá implementar la señalización apropiada de tipo preventivo dirigida no solamente a la Población, sino también la indicada para el personal de obra.


A)



B)

Foto VI. 10 A) Uso de equipo de protección personal, necesario para realizar sus labores; B) Botiquín de primeros auxilios.

Entre las medidas básicas de protección y seguridad se encuentran:

- → Uso obligatorio de equipo de seguridad (uniforme, casco y tapones auditivos).
- → Evitar el uso de celulares en espacios y horas de trabajo
- → No fumar en zonas cerradas y con combustibles y otras sustancias potencialmente peligrosas.
- → Cumplir con los requisitos de seguridad para actividades de buceo.
- → Implementación de señalización adecuada y delimitación de superficies.
- → Mantener con orden y limpieza las zonas de trabajo (acopiar apropiadamente todos los residuos que se generen en con tenedores, así como los materiales excedentes y

CONSULTA PÚBLICA

herramientas usados en obra, estacionar apropiadamente los vehículos y maquinaria, entre otros).

Programa Interno de Atención a Contingencias y Protección Civil

Se deberá implementar el Programa Interno de Atención a Contingencias correspondiente conforme lo soliciten y se maneja ya en el CIP, adicionalmente se deberán tomar acciones de protección civil, todo en virtud de que en la zona se presentan huracanes y otros eventos meteorológicos y/o físicos. Con el objeto de que en caso de que haya una ocurrencia de un fenómeno físico, el personal de obra cuente con la preparación y protocolos correspondientes para la atención a las emergencias.

4. Ahorro de recursos y energía.

Durante todas las etapas del proyecto se deberá prever el ahorro de los diferentes recursos suministrados en la obra, desde los materiales usados, evitando el desperdicio. Se deberá promocionar el ahorro del agua cruda utilizada para actividades de construcción, así como del agua potable para el uso de trabajadores y para aseo personal. La maquinaria se mantendrá en operación y accionados sus motores únicamente cuando sea necesario y así lo requiera la actividad

El combustible, deberá almacenarse de forma adecuada y en contenedores herméticos, evitando con esto derrames que puedan ocasionar contaminación en agua y suelo.

5. Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames).

El manejo y transporte de sustancias químicas deberá realizarse conforme a lo establecido en la Legislación y/o normatividad vigente, observando la norma NOM-010-STPS-1999[5], que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. Asimismo, todas las sustancias químicas y materiales que se almacenen deberán contar son su hoja de seguridad para que pueda ser consultada por los trabajadores.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta), siempre y cuando cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de gasolina y atención a contingencias.

[5] NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral

CONSULTA PÚBLICA

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con antelación dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones. En caso de abastecimiento de combustibles *in situ*, previo al mismo se deberá colocar un geotextil o lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger el suelo de cualquier derrame accidental. Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias. En caso de derrame accidental sobre el suelo, éste se deberá recoger inmediatamente y si existen indicios de contaminación del suelo, se deberán seguir las indicaciones señaladas en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012[6], que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

En lo referente a la construcción de instalaciones provisionales para almacenamiento de combustibles, éstas deberán seguir las normas establecidas en los listados de sustancias potencialmente peligrosas en función del volumen por almacenar, así como de la legislación aplicable en la materia. Dentro del almacén de combustibles, los contenedores deben estar claramente rotulados y cerrados. El piso con un firme de concreto y barreras de contención en caso de derrames. Se deberá contar con aditamentos para control de incendios, tales como palas, baldes, extintores y arena, entre otros.

En la Foto siguiente se puede observar un ejemplo de trasvase de combustible a maquinaria de obra.

COPIA PÚBLICA



A) B)

Foto VI. 11 Ejemplo de carga de combustible *in situ*. A) Llenado de gasolina de una bomba para extraer el agua, debajo lado izquierdo se puede observar el uso de una lona para prevenir posibles derrames de combustibles sobre el suelo; B) Carga de diésel a un vibro compactador usando una lona sobre el suelo natural para evitar posibles derrames de combustible y el uso de equipo de protección personal adecuado.

[6] NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación

6. Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados

Se deberá implementar un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra que incluya el mantenimiento preventivo, correctivo y de sustitución, así mismo se deberá contemplar en caso de que el equipo sea rentado se provea a toda la maquinaria usada en la obra de forma periódica y cada que sea necesario.

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo a reparar o cargar, evitando con esto la posible contaminación del suelo o de corrientes de agua en el peor de los casos. Se deberá realizar la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas. Para la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio y gasolineras en los centros urbanos más próximos.

Se deberá verificar por parte de la contratista que los vehículos de carga, maquinaria y equipos cuenten con el mantenimiento preventivo y correctivo (preferentemente suministrado fuera de la superficie de trabajo y únicamente cuando sea necesario en los patios de maniobras y estacionado en donde se ubique el taller temporal instalado), que proporcione a las unidades un funcionamiento óptimo y con base a las Normas Oficiales Mexicanas:

- ✓ NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- ✓ NOM-045-SEMARNAT-2017. Que establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Se deberán atender las especificaciones de cada equipo o maquinaria utilizada tanto para la Planta de Tratamiento como para la Línea de conducción. También se deberá considerar la disminución de ruidos y la observancia de la NOM-011-STPS-2001[7], que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Todas las actividades comprendidas en el mantenimiento de maquinaria y vehículos deberán quedar reportadas en una bitácora.

[7] NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido

CONSULTA PÚBLICA

7. Reglamento Interno de Protección Ambiental

Se sugiere la implementación de un reglamento interno de protección ambiental, que considere sanciones a los trabajadores en caso de infringir la protección de los componentes ambientales, el cual puede ser elaborado con ayuda de la supervisión ambiental.

Este reglamento deberá especificar a los trabajadores que queda estrictamente prohibido cazar, pescar, transportar (a menos que se realicen actividades de reubicación de fauna en los términos que marque el Programa de Protección de Fauna autorizado) o poseer ejemplares de fauna silvestre en sus viviendas y sitios en donde se realicen actividades del proyecto. De igual forma para la flora silvestre quedará prohibido dañar, comercializar, consumir o sustraer flora (esto último sin el permiso correspondiente de la autoridad).

8. Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos (en su caso), almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto

La ubicación de instalaciones provisionales como oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y/o comedores que requiera el proyecto, obedece a las necesidades de proximidad y acceso que tiene la obra. No obstante, la contratista debe cumplir además con ciertos criterios ambientales para seleccionar los sitios de ubicación de estas instalaciones:

1) Se deberán elegir prioritariamente sitios ya perturbados, desmontados, compactados y/o cementados.
2) Los sitios deben localizarse fuera de zonas que puedan ocasionar la contaminación de cuerpos de agua por acarreo de materiales y contemplar medidas y diseños que garanticen que no ocurrirá la contaminación de los mismos.
3) Verificar con el CENAPRED o instancia similar a nivel local las condiciones de riesgo en los sitios elegidos, particularmente ante la incidencia de tormentas, huracanes y fuertes crecientes.
4) Seleccionar sitios donde deba desmontarse vegetación arbustiva, de forma preferente sobre la arbórea.
5) Seleccionar en lo posible sitios que cuenten con instalaciones de servicios de gas, luz, drenaje y agua potable.
6) La ocupación de la superficie de instalaciones provisionales como casetas y almacenes o patios de maniobras deben ser contempladas en la superficie de afectación del Proyecto sin rebasar la superficie autorizada.
7) Utilizar preferentemente en la construcción de infraestructura provisional material de fácil instalación y desmantelamiento como madera, láminas, paneles, etc., ya que deberán ser totalmente retirados del sitio una vez concluido su uso.

CONSULTA PÚBLICA

9. Instalación de servicios sanitarios adecuados

Debido a que en las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán aguas sanitarias y residuales producto de actividades de obra, se deberán aplicar las siguientes medidas de prevención y mitigación:

Aguas Sanitarias

La construcción de instalaciones provisionales requiere de infraestructura sanitaria; por tal motivo, la ubicación de los sitios deberá considerar espacios en zonas pobladas, en donde se brinden este tipo de servicios. No obstante, ello no será posible en todos los frentes de obra, por lo que en caso de no existir posibilidades de conexión a la red sanitaria municipal, se deberá dotar a las instalaciones provisionales con servicios sanitarios portátiles o en su caso se deberán implementar garantizando mediante un sistema de tratamiento de acuerdo al volumen generado, que dichas aguas cumplan con lo establecido en la NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado; también se podrá contratar una empresa autorizada que recoja las aguas sanitarias dándoles el tratamiento adecuado.

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello, se sugiere la colocación de por lo menos dos sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.


A)


B)

Foto VI. 12 A) Sanitario portátil; B) Colecta de aguas sanitarias.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, proveer papel sanitario suficiente a la demanda y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades.

COPIA PÚBLICA

Aguas Grises y jabonosas

En el área de campamentos y comedores si estos llegan a implementarse como parte de obras complementarias, se generarán aguas grises producto del aseo del personal y trastes de cocina, las cuales deberán estar preferentemente conectadas al sistema de drenaje municipal. No obstante, de no ser factible, las instalaciones de aseo del personal y fregaderos de cocina deberán estar conectadas a instalaciones que aseguren que dichas aguas no serán vertidas directamente al suelo o corriente de agua. Como opciones se puede considerar la construcción de una fosa de desecación, con fondo impermeable, aledaño a las instalaciones provisionales, hacia la cual fluyan estas aguas y se evaporen gradualmente y se azolven los lodos de forma periódica por parte de una empresa especializada para tal fin.

El diseño de la capacidad de dichas fosas deberá asegurar que no ocurran derrames por rebasar su capacidad de retención. Los residuos de la evaporación de estas fosas deberán ser periódicamente removidos y dispuestos en donde señale la autoridad municipal. Otra opción es la construcción de fosas sépticas hacia las que se drenen dichas aguas, para este sistema de igual forma deberán contratarse una empresa colecte y transporte el agua almacenada para su posterior tratamiento.

Aguas de obra

El lavado de ollas y equipos con restos de concreto se deberá realizar en sitios donde se haya colocado un firme de concreto, construyendo preferentemente cunetas de captación y lavaderos que los conduzcan a una fosa séptica o de desecación, por ejemplo.

Previo a la realización del lavado, se deberá colocar una malla fina similar a la utilizada en mosquiteros, que retenga la mayor cantidad posible de residuos de concreto del agua vertida. Estos residuos retenidos deberán ser dispuestos junto con los residuos sólidos de construcción y en los términos que señalen la ley y la autoridad para el efecto. La disposición de estas aguas preferentemente deberá ser como ya se mencionó hacia una fosa de desecación o séptica. Queda estrictamente prohibido el lavado de ollas y equipos cercanos a escurrimientos y cuerpos de agua, así como el vertido de agua residual de cualquier tipo en escurrimientos o cuerpos de agua.

El sitio seleccionado para el lavado de equipos de obra deberá quedar dentro de los patios de construcción y estacionado de maquinaria; dichos sitios al final de la construcción deberán ser restauradas, retirando en su totalidad el concreto que no forme parte de alguna estructura.

10. Rehabilitación de sitios usados de forma provisional

Una vez concluido el uso provisional del sitio para emplazamiento de patios y otras obras complementarias, deberán aplicarse medidas que generen un proceso de recuperación del ecosistema, consistente en la remoción de todo tipo de infraestructura o elemento extraño al paisaje original, retiro de planchas de concreto o capa de suelo afectada por las actividades, o

CONSULTA PÚBLICA

bien la descompactación del suelo sobre el que se instaló la infraestructura. Cubrir de forma expandida el suelo orgánico producto del despalme sobre esta superficie e implementar acciones de revegetación.

Es importante señalar que la vegetación reforestada no será igual a la existente al inicio, lo que implica un impacto residual en paisaje y vegetación; impacto que eventualmente se irá reduciendo al ocurrir la colonización y rehabilitación de una comunidad secundaria de forma natural, que cada vez incluya un mayor número de especies de la comunidad existente a lo largo del tiempo (proceso sucesional natural de especies en comunidades).

11. Supervisión ambiental de la obra

Dado que la prevención y protección ambiental son parte indivisible del proyecto es indispensable incorporar personal profesional especialista en flora y fauna silvestre en las etapas de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de hacer una correcta supervisión ambiental durante la implementación de las medidas de mitigación. En este sentido, el equipo encargado de la supervisión será el responsable de la vigilancia y seguimiento de las distintas actividades que se lleven a cabo antes, durante la construcción y operación del Proyecto.

Previo al inicio de obras, se deberá corroborar que la constructora cuente con los Programas de Acciones de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, mismo que deberá contar con la aprobación de la SEMARNAT. Previo a la realización de las obras de preparación del sitio y construcción del Proyecto, la empresa constructora deberá contar con un grupo de supervisión, los cuales serán los encargados de documentar todo lo relacionado con actividades de manejo, rescate y reubicación de la flora y la fauna; así como del cambio de uso del suelo en terrenos forestales. La supervisión de la obra deberá documentar que se realicen las actividades y acciones contenidas en los programas ambientales de manera apropiada.

Tanto la Supervisión Ambiental como la Capacitación Ambiental son prácticas adecuadas que deben implementarse de forma adecuada y periódica a fin de dar un seguimiento de las actividades del Proyecto y de sensibilizar al personal de obra sobre la importancia de la ejecución de las medidas de mitigación y de la protección y conservación de los recursos naturales y de los componentes ambientales en el Área del Proyecto y del SAR.

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.2 Descripción de las Medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación relativas a reducir los impactos ambientales causados por el Proyecto

VI.1.2.1 Medidas enfocadas al Medio Físico o Abiótico

Aire

Medidas enfocadas a mitigar y/o atenuar los impactos que afectan al aire

Impacto al que va dirigida la acción	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Control de emisiones y partículas suspendidas. • Mantenimiento preventivo y/o correctivo de vehículos, equipos y/o maquinaria.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción
Recursos necesarios para su instrumentación	• Especialista en supervisión ambiental • Transporte • Computadora • Equipo de seguridad
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Bitacora con el registro de la supervisión ambiental • Bitácora con el registro de mantenimiento de los vehículos, equipos y maquinaria

Descripción de la(s) medida(s):

Control de emisiones de polvo y contaminantes.

En las actividades de preparación del sitio y construcción se generan partículas suspendidas y/o polvos, producto de la remoción de la vegetación, el suelo y las rocas, y el uso de vehículos, maquinaria y transportación de equipos y materiales.

Como medida de prevención se deberá cumplir lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Así mismo se tiene que atender lo establecido por la NOM-045-SEMARNAT-2017, la cual indica los límites máximos permisibles referentes a la opacidad del humo emitido por vehículos que usan como combustible el diésel.

Asimismo, si las obras se llevan a cabo durante la temporada menos lluviosa las partículas que se desagregan se vuelven volátiles, por lo tanto, será necesario regar el suelo no consolidado para evitar la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos automotores, equipos y/o

CONSULTA PÚBLICA

maquinaria, de ser posible con agua tratada, especialmente en zonas cercanas a asentamientos humanos. Adicionalmente, para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de material, las tolvas de los camiones deberán ser cubiertos con lonas para evitar que los materiales se caigan o derramen. Asimismo, los camiones deberán operar a velocidades controladas dentro de los frentes de trabajo, para evitar el levantamiento de polvo.

Además, en caso de ser necesario, se utilizará tapial en las zonas cercanas a las localidades para disminuir el impacto visual, el ruido, incrementar la seguridad y prevenir accidentes. Esta medida también es aplicable en todas las actividades que tengan que ver con la circulación de vehículos y en zonas que tengan que ver con la remoción de suelo. Y se implementara la supervisión ambiental de obra, en el marco del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental.

Mantenimiento preventivo y/o correctivo de vehículos, equipos y/o maquinaria.

Por otro lado, los vehículos, equipos y/o maquinaria, deberán contar con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La constructora no podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, se deberá contar con sitios asignados para ello dentro de la obra, donde también se deberá tener una zona de disposición de tambos de aceite y otras para llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Asimismo, se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

CONSULTA PÚBLICA

Ruido

Medidas enfocadas a mitigar y/o atenuar los impactos que incrementan los niveles de ruido.

Impacto identificado	Incremento en los niveles de ruido
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Control de niveles de ruido y horarios de trabajo. • Mantenimiento preventivo y/o correctivo de vehículos, equipos y/o maquinaria.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción
Recursos necesarios para su instrumentación	• Especialista en supervisión ambiental • Transporte • Computadora • Equipo de seguridad
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Bitacora con el registro de la supervisión ambiental • Bitácora con el registro de mantenimiento de los vehículos, equipos y maquinaria

Descripción de la(s) medida(s):

Control de emisiones de ruido y horarios de trabajo.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, el ruido no puede ser totalmente mitigable para la población aledaña al eje del Proyecto y el personal de obra, por lo que se sugiere a los organismos encargados de la construcción de la obra la correcta planeación del montaje y operación de los equipos y maquinaria de acuerdo con la normatividad vigente, de tal forma que las fuentes que produzcan ruido excesivo disminuyan sus niveles de emisión.

Con referencia al ruido, es importante señalar que los vehículos empleados en cada una de las actividades que conforman el presente proyecto deben cumplir lo estipulado en la NOM-080SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores. Por lo tanto, los vehículos automotores deberán reducir o eliminar el uso de claxon, sirenas o equipos que generen ruido adicional. Así mismo, es importante que los trabajadores usen tapones auditivos, con la finalidad de evitar algún problema de salud.

Por ningún motivo se deberán realizar actividades en horarios nocturnos, principalmente con motosierras. Por ende, se deberá establecer un plan de circulación y/u operación de maquinaria y vehículos pesados. Además, se deberá proveer al personal de la obra de equipos de protección contra ruidos y polvo.

Mantenimiento preventivo y/o correctivo de vehículos, equipos y/o maquinaria.

Por otro lado, los vehículos, equipos y/o maquinaria, deberán contar con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La constructora no podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, se deberá contar con sitios asignados para ello dentro de la obra, donde también se deberá tener una zona de disposición de tambos de aceite y otras para llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Asimismo, se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

CONSULTA PÚBLICA

Suelo

Medidas enfocadas a mitigar y/o atenuar los impactos que afectan al suelo

Impacto identificado	Pérdida de suelo
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:**

	• Programa de Conservación de Suelos. ○ Rescate y conservación de suelo orgánico. ○ Rescate y conservación de residuos de desmonte. ○ Ejecución de obras de conservación y/o restauración de suelos en zonas degradadas en el SAR, y de ser necesario en el AI y el AP, para el control de la erosión y/o la minimización de la pérdida de suelo.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	Durante la etapa de preparación del sitio y supervisión durante 5 años.
Recursos necesarios para su instrumentación	• Especialista en conservación de suelos • Transporte • Computadora • GPS • Equipo de seguridad • Camara fotográfica • Cuadrilla de ayudantes (peones) • Materiales en menor • Herramientas menores
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Bitacora con el registro de la supervisión ambiental • Informe semestral de las condiciones de las obras de conservación de suelos implementadas

Descripción de la(s) medida(s):

Las actividades relacionadas con la preparación del sitio producen un impacto directo sobre los componentes del ambiente, como son: el suelo, agua y organismos. El suelo se considera como un bien de carácter no renovable en términos de la escala temporal humana, debido a ello debe ser protegido para mantener sus propiedades y funciones en el largo plazo. Es un recurso básico para las actividades humanas y como sistema integrado incluye especies vegetales, animales y microorganismos diversos que interactúan mediante procesos físicos y biológicos. Estos procesos ayudan a mantener los ciclos de agua, energía y nutrimentos que son la base de los ecosistemas. También actúa como un filtro para proteger y amortiguar a otros componentes del ecosistema de diversos daños o de la contaminación. Por lo que la mala aplicación de las medidas consideradas para la conservación del suelo conlleva a que este se degrade perdiendo sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

De manera general se puede decir que las medidas de mitigación comprenden la realización de prácticas que incentiven el desarrollo de materia orgánica en el suelo, aumentando la infiltración y una cubierta vegetal eficaz. Como parte de las medidas de mitigación se tiene contemplado el rescate y conservación del suelo, principalmente del suelo orgánico, para su reutilización en zonas degradadas. Este horizonte, en algunas zonas de los diferentes tramos, será prioritario para su rescate debido al contenido de materia orgánica y nutrientes que puede aportar para la regeneración de la vegetación y el suelo mismo.

CONSULTA PÚBLICA

Rescate y conservación de mantillo y suelo orgánico para la rehabilitación de zonas degradadas.

Para llevar a cabo el planteamiento de las medidas de mitigación hay que tomar en cuenta que la afectación edáfica por la construcción de la obra se da principalmente por la pérdida del área donde será emplazada la obra. En esta área se realiza el despalme del horizonte orgánico del suelo y los horizontes minerales hasta donde sea necesario de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos.

El primer paso que se debe seguir para evitar que se incremente la erosión que pudiera afectar tanto la estabilidad de la obra como del área circundante a ésta, es que el desmonte considere solamente la línea de ocupación directa por el proyecto y, en caso de ser necesarias, las áreas requeridas para la construcción de campamentos, almacenes, oficinas y patios de maniobra. Por tal motivo se deberá evitar desmontar superficies fuera de las mínimas necesarias para albergar estas instalaciones e infraestructura.

Debido a su alto contenido de materia orgánica los horizontes superficiales del suelo (deben ser prioritarios para su conservación y uso futuro, ya qué almacenan nutrientes y un banco de semillas que sirven como regeneradoras y puede ser utilizado en los sitios donde se llevara a cabo la reforestación y/o restauración.

De acuerdo con la fotointerpretación realizada en oficina y el muestreo en campo, los suelos presentes en el Área del Proyecto presentan horizontes orgánicos poco desarrollados, por lo que las medidas propuestas deberán enfocarse prioritariamente en las áreas en las que el suelo está asociado a cubiertas vegetales naturales. Las áreas para la realización del rescate y conservación de suelos deberán ser puestas a consideración del especialista que ejecute las acciones, contemplando la capacidad de maniobra del personal y la maquinaria en la zona.

Rescate del suelo orgánico.

- Como primera medida, se debe realizar la limpieza del sitio donde se llevará a cabo el despalme del suelo, las zonas de maniobra o de afectación se deben limitar a las establecidas. Por ningún motivo se deberán extender estas áreas más allá de las designadas para este fin.
- Previo al despalme se establecerán los sitios para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitando las áreas por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo son los costados del derecho de vía que no vayan a ser afectados por la construcción o en las zonas donde se llevara a cabo la restauración, que carezcan de vegetación y que preferentemente tengan una topografía plana o con una muy ligera pendiente. La cantidad de suelo que será emplazada en cada sitio será en base a la planeación que lleve a cabo el especialista.
- Se debe identificar la profundidad del horizonte fértil u orgánico (este por sus características edáficas debe ser prioritario para su conservación). Para este Proyecto la profundidad del despalme deberá ser de la superficie hasta máximo los 15 cm y de

CONSULTA PÚBLICA

acuerdo con la capacidad de maniobra de la maquinaria en sitios de pendientes pronunciadas.

- La capa superficial del suelo orgánico será removida evitando hasta donde sea posible la compactación o alteración de sus propiedades. La remoción se hará desplazándolo con cuidado, y se recomienda colocarlo formando pilas trapezoidales, estas deberán tener una orientación paralela a la dirección predominante del viento, el tamaño recomendable es de 10 metros de largo, 4 metros de ancho y 2 metros máximo de altura, dejando entre cada pila un espacio de 4 metros, no obstante, las dimensiones variarán en función de la superficie y el material despalmado disponible para esta conservación dentro del área de la obra.
- El traslado y acopio del suelo se debe hacer en un terreno con buenas condiciones de drenaje superficial que tenga un mínimo riesgo de inundación y con protección de la erosión eólica e hídrica. Es recomendable implementar trampas de sedimentación para disminuir la cantidad de sólidos arrastrados en el periodo de lluvias.
- Es necesario resguardar el suelo apilado por medio de estacas con letreros, acordonamiento o colocando un cerco provisional que delimite esta área. Esto evitará afectaciones o mal uso del suelo y del espacio destinado para su resguardo. Debe evitarse que el suelo acamellonado sea utilizado como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se fomentará y conservará de la mejor manera posible el suelo.
- Para proteger las pilas de suelo de la erosión y que conserve sus características de fertilidad, se debe colocar una cubierta protectora vegetal sobre la pila (abono verde) y realizar el intercalado de los materiales del desmonte con el suelo rescatado, pueden utilizarse también los restos de las zonas agrícolas y los pastizales.

CONSULTA PÚBLICA

Abonos verdes.

El abono verde consiste en la incorporación al suelo de masa vegetal no descompuesta, con la finalidad de conservar y/o recuperar la productividad del mismo. Actualmente se conceptúa como abono verde a la utilización de plantas en rotación, sucesión y asociación, incorporándose al suelo o dejándose en la superficie ofreciendo protección, ya sea como un mantenimiento y/o recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Los beneficios que presenta el uso de estos abonos son:

- Proteger la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento.
- Mantiene elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición dejan canales en el suelo y la cobertura evita una desagregación y sellado de la superficie y reduce la velocidad de la escorrentía.
- Promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años, el contenido de materia orgánica.

- Atenúa la amplitud térmica y disminuye la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua.
- Por medio del sistema radicular, rompe capas duras y promueve la aireación y estructuración del suelo, induciendo la preparación biológica del suelo.
- Promueve el reciclaje de nutrimentos; el sistema radicular bien desarrollado tiene la capacidad de traslocar los nutrimentos que se encuentran en capas profundas hacia las capas superficiales del suelo, poniéndolos a disposición de las plantas sucesoras.
- Disminuye la lixiviación de nutrimentos; la ocurrencia de lluvias intensas y de precipitaciones elevadas normalmente induce a un intenso proceso de lixiviación de nutrimentos. El abono verde, al retener nutrimentos en la fitomasa y liberarlos de forma gradual durante la descomposición del tejido vegetal, atenúa este problema.
- Promueve la adición de nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica de las leguminosas.
- El crecimiento de los abonos verdes y su descomposición activan el ciclo de muchas especies de macroorganismos y principalmente microorganismos del suelo, cuya actividad mejora la dinámica física y química del suelo.

Las principales características que deben ser observadas para la selección de los abonos verdes son:

- Presentar rápido crecimiento inicial (agresividad inicial) y eficiente cobertura del suelo; producción de elevadas cantidades de fitomasa (materia verde y seca); capacidad de reciclaje de nutrimentos; facilidad de implantación y manejo en campo; presentar bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades y no comportarse como planta hospedera.
- Presentar un sistema radicular profundo y bien desarrollado; ser de fácil manejo para su incorporación al suelo.
- Presentar tolerancia o resistencia a la sequía.
- Presentar tolerancia a la baja fertilidad y capacidad de adaptación a suelos degradados; se sugiere, además: pertenecer a la familia de las leguminosas; poseer semillas de tamaño medio (1000 a 1500 semillas/kg.), aptas para germinar en suelo preparado convencionalmente; especies que produzcan plántulas robustas, capaces de soportar la inclemencia del tiempo; poseer semillas permeables al agua, lo que facilita la germinación; no ser plantas trepadoras, principalmente si fueran de ciclo perenne.

A pesar de requerir tantas características, esto no significa que cada especie deba cumplir todos estos requisitos. En realidad, dependiendo de la especie de abono verde algunos de los puntos pueden ser despreciados. Difícilmente una especie cumplirá al mismo tiempo con todos los requisitos mencionados anteriormente. Por esta razón, sólo algunas de estas características serán de importancia fundamental, siendo por lo tanto utilizadas como criterios de selección. Las especies serán seleccionadas, en conjunto, entre el especialista en suelos y de vegetación con el fin de elegir la más adecuada para cada zona.

CONSULTA PÚBLICA

Una vez que el suelo reúna estas condiciones, deberá permanecer así todo el tiempo que duren las obras de construcción y/o hasta su reaprovechamiento. Una vez que se vaya a realizar la reforestación o revegetación de los sitios, los suelos que se encuentran apilados servirán para llevar a cabo la rehabilitación de las zonas degradados. La constructora, con base en el programa de reforestación y el especialista ejecutor del Programa de Conservación de Suelos, realizará la remoción del suelo y el tendido sobre las superficies seleccionadas.

Manejo de residuos de desmonte.

- El desmonte se realizará de forma gradual, de acuerdo con las diferentes fases del Proyecto y calendario de actividades, con el fin de no dejar superficies expuestas de forma innecesaria y evitar la erosión del suelo.

- Los residuos del desmonte (ramas, hojas y arbustos) se trozarán. Una parte de estos serán colocados de forma intercalada a las pilas de suelo y servirán como protección contra fenómenos meteorológicos y contra la erosión.

- Al llevar a cabo el troceo o triturado de los residuos vegetales se favorecerá su desintegración, principalmente durante la época de lluvias; este, al mezclarse con el suelo permitirá tener un producto de mejor calidad con el cual poder ejecutar las actividades de revegetación o reforestación para este Proyecto.

- Los residuos orgánicos, junto con los abonos verdes, colocados en las pilas de suelo durante la temporada de lluvias ayudarán a la infiltración del agua y a mantener la humedad del suelo por más tiempo; a través de la descomposición de estos materiales se contribuirá a la regeneración del suelo y a devolver parte de los nutrimentos, además de contribuir a la proliferación de la microfauna típica.

Obras de conservación y/o restauración de suelos.

Son un conjunto de acciones, medidas y estrategias destinadas a evitar o mitigar la degradación de los recursos suelo y agua, así como a su mejoramiento y recuperación de manera que rindan el mayor beneficio colectivo mediante el flujo sostenido de sus funciones básicas, optimizando y diversificando las opciones de desarrollo de las generaciones presentes y futuras. En el caso del Proyecto, como parte de las medidas de compensación, se seleccionaron sitios dentro del SAR que con la aplicación de medidas de restauración mejoren la conectividad de los ecosistemas, entre las cuales se encuentran el cabeceo de cárcavas, la construcción de presas de costales y terrazas de seto vivo, la reforestación con especies nativas y el ripado.

CONSULTA PÚBLICA

Impacto identificado	Modificación de las propiedades fisicoquímicass del suelo
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Programa de Conservación de Suelos: o Descompactación del sustrato para la revegetación y/o reforestación de áreas afectadas. o Prevención de la contaminación del suelo
Tiempo en el que se instrumentará o duración	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción
Recursos necesarios para su instrumentación	• Especialista en conservación de suelos • Transporte • Computadora • GPS • Equipo de seguridad • Camara fotográfica • Cuadrilla de ayudantes (peones) • Materiales en menor • Herramientas menores
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Bitacora con el registro de la supervisión ambiental

Descripción de la(s) medida(s):

<u>Descompactación del suelo.</u>

La compactación que se presenta en las zonas de afectación, como caminos de acceso y patios de maniobra, por el constante paso de vehículos y personal, tiene efectos negativos sobre las propiedades de los suelos como: cambios en la distribución y tamaño de los poros, disminución de la aireación del suelo, reorientación de los granos para formar una estructura más densa, incremento en la densidad aparente que dificulta el crecimiento radicular, disminuye la infiltración, restringe el intercambio gaseoso, promueve la erosión hídrica debido a que favorece la escorrentía superficial y la resistencia a la recarga hídrica, teniendo como consecuencia poca disponibilidad de nutrientes para las plantas y el desarrollo de microorganismos.

Por lo anterior es necesario realizar la descompactación (ripado) de los horizontes superficiales del suelo, con el fin de propiciar el establecimiento y desarrollo de especies vegetales que poblarán el suelo. Dicho procedimiento consiste en disgregar la superficie del suelo a una profundidad de 40 cm, permitiendo adquirir una condición suelta de los horizontes del suelo; se realizará con un escarificador de tal forma que al introducir los dientes se produzca un ripiado constante en toda la zona a descompactar disgregando los terrones y obteniendo agregados homogéneos. Las áreas donde se realizarán estas acciones es en los sitios que hayan sido afectados por el paso de maquinaria, fuera del área de ocupación permanente y otros diferentes usos como patios de maniobras, almacenes, oficinas y caminos de acceso.

CONSULTA PÚBLICA

Una vez que se vaya a realizar la restauración y/o reforestación de zonas degradadas se deberá llevar a cabo la remoción del suelo acamellonado tendiéndolo de manera uniforme sobre estas, donde se promoverá la revegetación con el banco de semillas del suelo.

Prevención de la contaminación del Suelo:

- La recarga de combustible de vehículos se deberá de llevar a cabo preferentemente en estaciones de servicio destinadas para ello en los centros urbanos más cercanos. Si la recarga de combustible se tiene que hacer cerca del proyecto, está se deberá realizar dentro del área de instalaciones provisionales, éste deberá ser el mismo durante el tiempo que dure la obra. Para prevenir un posible derrame, el área de manipulación de combustibles debe estar rodeada por un pretil de contención sobre una loza preferentemente de concreto, ésta debe mantenerse limpia con el fin de hacer más sencilla la recuperación del líquido si llegará a derramarse.
- En caso de que se tenga que realizar la recarga de combustible de los vehículos in situ, se debe contar con vehículos que cuenten con personal, señalamientos y aditamentos, adecuados para el despacho de los combustibles y atención de contingencias y se deberá de llevar a cabo en un sitio donde no se encuentre expuesto el suelo, ya sea que se coloque una lona bajo la zona donde realizará la recarga o preferentemente se realice en un área que se encuentre cubierta con una plancha de concreto o pavimento.
- El almacenamiento de combustibles o sustancias que puedan derramarse deben almacenarse en bodegas o áreas cercadas donde se puedan manipular con facilidad. Todos los contenedores deben estar debidamente rotulados especificando su contenido.
- En caso de que se llegue a presentar algún accidente o derrame de hidrocarburos se deberán atender las recomendaciones establecidas en la NOM-138-SEMARNAT//SSA12012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Geología/Geomorfología

Medidas enfocadas a mitigar y/o atenuar los impactos que modifican la geología y morfología del Área del Proyecto.

Impacto al que va dirigida la acción	• Modificación del relieve original (cortes de terreno/ taludes)
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Estabilización de taludes por medio de terraceos, pilotes anclados, y/o determinación de la pendiente correcta del soporte de los materiales.

CONSULTA PÚBLICA

Tiempo en el que se instrumentará o duración	Durante y después de los trabajos de construcción de la reubicación de las vías férreas de Nogales, Sonora
Recursos necesarios para su instrumentación	Personal especializado (geólogos, ingenieros civiles, topógrafos, auxiliares), ayudantes generales, maquinistas. Maquinas especializadas como: perforadora, compactador manual, tractor, retroexcavadora, pala mecánica, camiones de volteo, pipas, mezcladora, etc. Equipo de seguridad personal (guantes, lentes, etc.)
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Análisis y supervisión de las obras por realizarse • Monitoreo y reporte de las obras de estabilización • Mantenimiento y limpieza de cada obra que requiera la atención

Descripción de la(s) medida(s):

<u>Estabilización de taludes por medio de terraceos, pilotes anclados, y/o determinación de la pendiente correcta del soporte de los materiales</u>

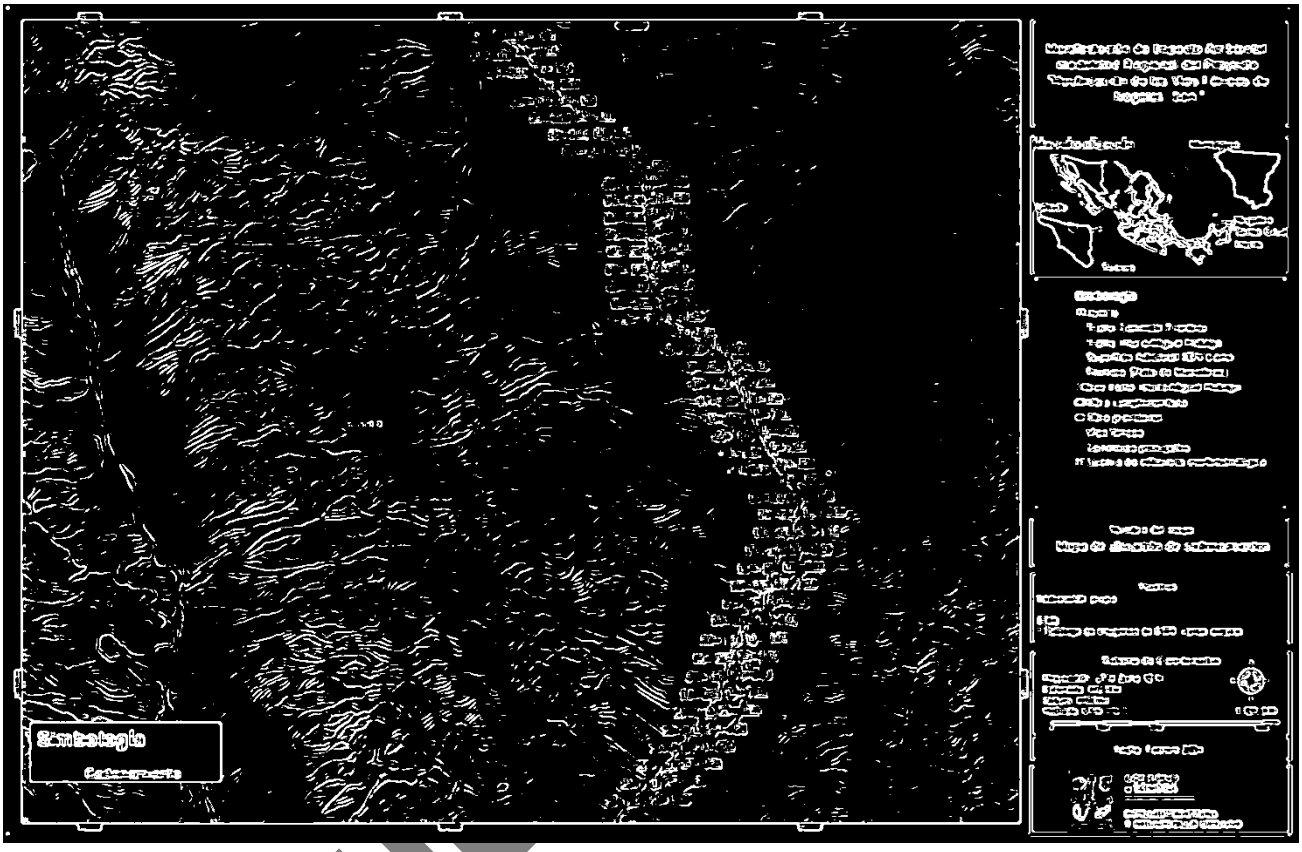
Las condiciones de estabilidad de laderas en los estudios de riesgos de origen geológico-geomorfologico, en ausencia de la actividad humana, suele ir ligada a zonas de relieve montañoso, precipitaciones, erosión en causes, formaciones litológicas sensibles a la ocurrencia de PRM (Pérez de Ágreda, 2005). Sin embargo, en relación con actividades antrópicas, los procesos de remoción de masa se relacionan con alteraciones del relieve como excavaciones, minería, apertura de laderas para caminos, vibraciones por paso de vehículos, trenes, paso de ganado, etc (CENAPRED, 2021). Respecto a la estabilización de laderas, Alberti et al., (2006) sugieren una clasificación general de las técnicas de mitigación de deslizamientos de acuerdo a la función que las fuerzas que actuan sobre el material tienen al ser estabilizado. La reducción de fuerzas actuantes incluyen: Cambios de la pendiente (abatimiento de taludes, remoción de materiales en las cabeceras, escalonamiento del talud), Drenaje (superficial y subsuperficial), Protección de la superficie con revestimientos (biomantas, geoceldas, redes de alta resistencia, concreto lanzado, mampostería, cubierta vegetales) y Reducción del peso en la ladera.

Garnica et al (2014) menciona que la altura del terraplén incide en la estabilidad de la estructura, por ejemplo, los terraplenes con alturas grandes dependen de la resistencia de otros factores como el drenaje del suelo y, en ese sentido, 5 metros de altura representa un riesgo bajo, 5 a 10 metros implica un riesgo medio, 10 a 20 metros es un riesgo alto y más de 20 metros implica un riesgo mayúsculo. Sin embargo, los rangos anteriormente descritos dependen mucho de la consolidación del material del que se encuentre conformada la ladera y los factores que insidan en ella.

En el caso de la zona de estudio, los trabajos de excavación y corte han impactado considerablemente la forma natural del relieve. La principal zona con este tipo de cambios se ha detectado en el tramo que va del cadenamiento 63 + 152 al 32 + 300 (Mapa siguiente). De acuerdo con los análisis realizados en este estudio, la inclinación de las pendientes de esta zona no excedían los 10° o 15°, sin embargo, con la apertura para la reubicación de las vías férreas, además de modificar la topografía del lugar, y alterar el uso de suelo, los taludes actuales rondan

CONSULTA PÚBLICA

entre los 32° a más de 70° de inclinación dependiendo la estabilidad del material sobre el cual están construidos (Figura 1 y 2). Esto de acuerdo con la información obtenida en campo y a las mediciones realizadas sobre taludes de dicho tramo.



Mapa VI. 1. Mapa de ubicación de cadenamientos sobre imágenes de satelite.
Fuente: Elaboración propia.

Durante la visita a la zona, se pudieron observar laderas impactadas con cierto grado de inestabilidad debido a que, hasta ese entonces, hacían falta trabajos de compactación de materiales, asi como delimitación y formación de taludes en algunas zonas (Figura 3). Es importante señalar que en esta zonaestos tramos, y en laslos que posteriormente sean impactadasseran impactados, se deberán tener trabajos correctos de mitigación y estabilización para evitar que la inestabilidad de los taludes incremente y afecte tanto los trabajos recién hechos, como a los factores socio-economicos y ambientales pre-existentes a estos.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

CONSULTA



Foto VI. 13. Modificación del relieve para la construcción de las vías del tren.



Foto VI. 14. Modificación del relieve para la construcción de las vías del tren (N31°7’38.74”; W110°40’46.32”).

CONSULTA PÚBLICA

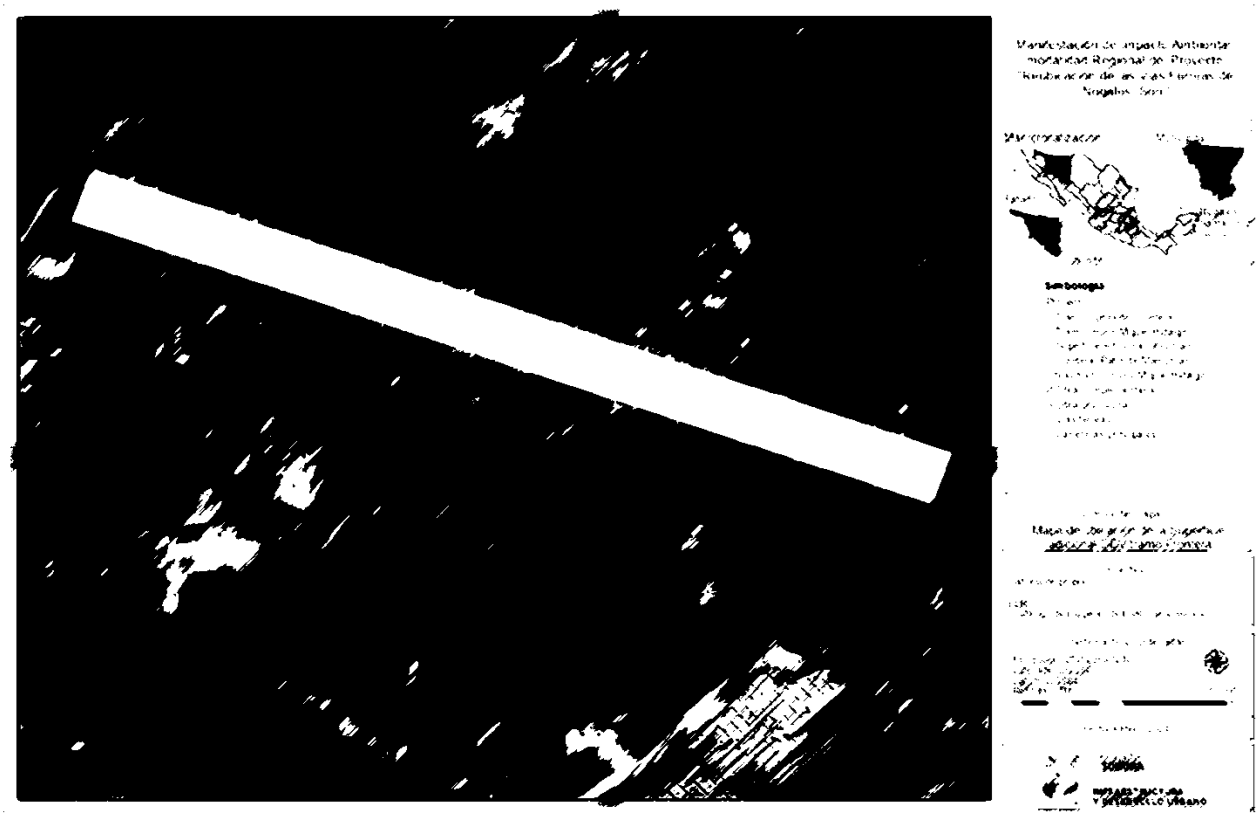


Foto VI. 15. Laderas alteradas sin trabajos de compactación y con alta inestabilidad de materiales (N31°8'38.05"; W110°42'0.14").

Otra zona que se ha visto modificada en cuanto a la forma del relieve natural debido a los cortes y excavaciones que se han realizado para la reubicación de las vías de Nogales, es la localizada cercana a las coordendas N31°19'43.49"; W110°55'7.04" donde se cuentra la entrada de lo que será el túnel de superficie adicional DDV tramo Frontera (Mapa siguiente).

CONSULTA PÚBLICA

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública



Mapa VI. 2. Mapa de ubicación de la Superficie adicional DDV tramo Frontera. Fuente: Elaboración propia.



En esta zona, la ladera ha sido cortada para poder dar acceso a lo que será el túnel, y ha sido reforzada por medio de pilotes anclados, no obstante, después de que los trabajos de ingeniería concluyan, se deberán generar nuevos trabajos de mitigación que permitan generar la estabilidad de las condiones ambientales iniciales (Foto siguiente).

Foto VI. 16. Modificación del relieve para la construcción de las vías del tren (N31°19'43.49"; W110°55'7.04").

Impacto al que va dirigida la acción	• Ocurrencia de algunos tipos de PRM (de mayor frecuencia y de diversos tamaños) • Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Construcción de gaviones, muros, o mecanismos de contención de materiales sueltos provenientes de las laderas (como mallas antierosión), asi como sistemas correctos de drenajes. • Limpieza y desasolve de escorrentías, cunetas y drenajes presentes en el área de las obras del tren, asi como en las zonas de influencia de este.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	Durante la afectación a las laderas y después de los trabajos de construcción de la reubicación de las vías férreas de Nogales, Sonora
Recursos necesarios para su instrumentación	Personal especializado, ayudantes generales, camiones de volteo, retroexcavadora, compactadoras, camión cisterna, equipo de topografía, palas, pisones, carretillas, etc. Material de construcción como: arena, gravilla, mortero, acero, etc.
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Análisis y supervisión de las obras por realizarse • Monitoreo y reporte de las obras de estabilización • Mantenimiento y limpieza de cada obra que requiera la atención

Descripción de la(s) medida(s):

<u>Construcción de gaviones, muros, o mecanismos de contención de materiales sueltos provenientes de las laderas (como mallas antierosión), asi como sistemas correctos de drenajes</u>

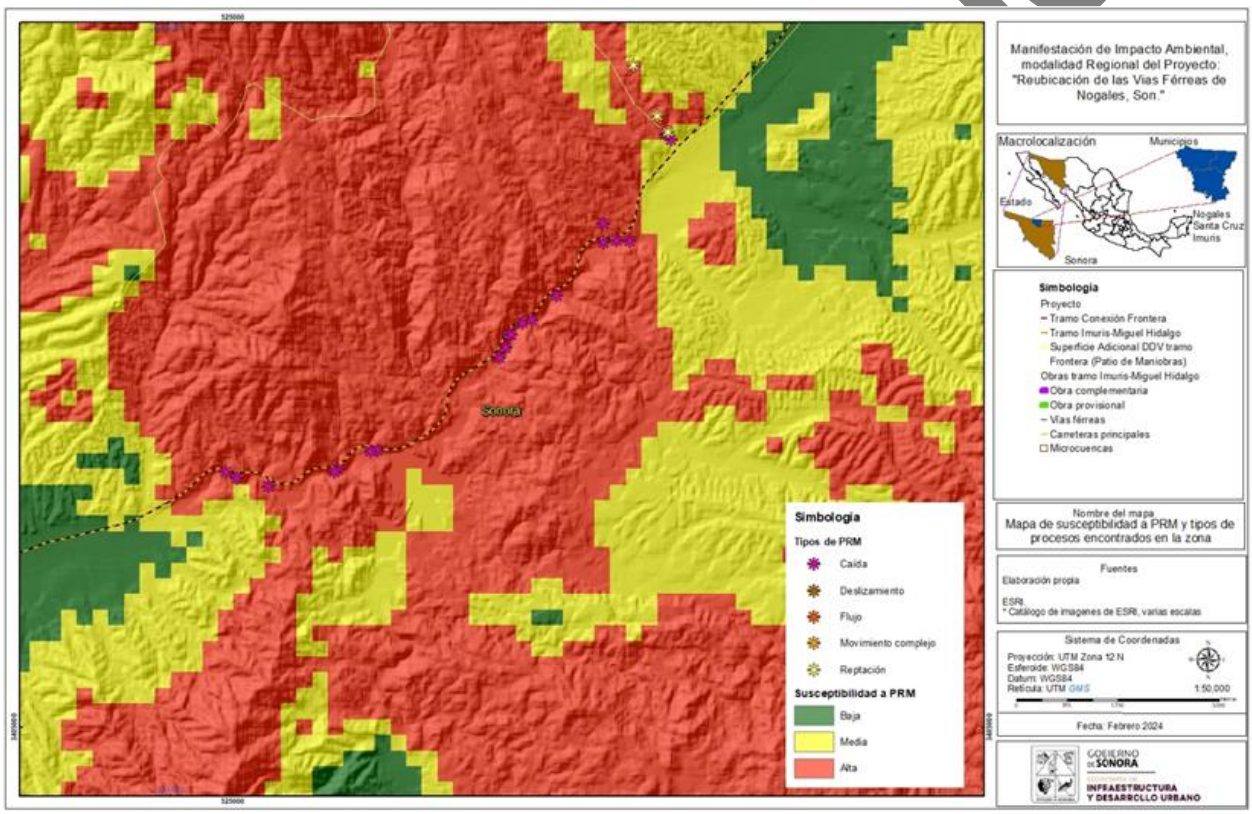
En la naturaleza no siempre es posible identificar áreas susceptibles de movimientos del terrero, sin embargo, si existen factores que permiten evidenciar dichos procesos como pueden ser la aparición de grietas, el rompimiento de las infraestructuras y/o el surgimiento de abultamientos en las superficies del terreno (naturales y artificiales); otro indicio son los suelos saturados y el desarrollo de manantiales en sitios que no son húmedos, la formación de escarpes y escalonamientos o cuando los árboles, postes y otras estructuras presentan un grado de inclinación (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, 2021). En cuanto a los sistemas de drenajes, se debe tener presente el nivel freático que los manantiales evidencian en la superficie, ya que las áreas cercanas a ellos, son susceptibles a la ocurrencia de PRM (Garnica et al., 2014).

Alberti et al., (2006) sugieren que es posible incrementar las fuerzas de resistencia de las laderas mediante la instalación de ciertas estructuras al pie de los taludes, por ejemplo, estructuras de retención (muros), anclajes o pilotes y micropilotes; asimismo, se puede optar por incrementar la resistencia interna a través de tierra armada, soil nailing, inyecciones, vibrosustitucion o jet

CONSULTA PÚBLICA

grouting (Figura 6). Este tipo de medidas de mitigación se recomiendan en las zonas donde la litología permita el anclaje de los materiales necesarios para su instalación.

En la zona de estudio esta situación es muy evidente en la zona del Rancho Aribabi y sus alrededores, puntualmente entre los cadenamientos 12 + 300 y 23+ 550, donde por sus condiciones físicas, los procesos de remoción en masa son frecuentes en conjunción con la presencia del arroyo Cocospera. Cabe señalar que la zona antes mencionada por presentar laderas con las de 15° de inclinación, litologías susceptibles a inestabilidad de laderas y, alta capacidad de drenaje en los escurrimientos presentes en las zonas de escurrimientos que conforman el área, se convierte en una de las zonas mas inestables en cuanto a PRM se identificaron dentro del SAR y de la cuenca de influencia hidromorfologica (Mapa siguiente).



Mapa VI. 3. Mapa de susceptibilidad a PRM y tipos de procesos en la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

La inestabilidad de laderas se puede evidenciar en la zona pese a que las actividades de excavación y corte aun no se habían iniciado durante la visita a campo. Muestra de los procesos mencionados anteriormente son las figuras 5 y 6 en las cuales se observan caídas de rocas en ambientes naturales, en las cuales, por las condiciones propias de la litología y el relieve, el material poco consolidado de diferente tamaño se desprende y cae.



Foto VI. 17. Caidas de material de diferente tamaño cerca de la zona donde planean hacer trabajos para la reubicación de las vías del tren (N30°50'3.82"; W110°41'31.25").

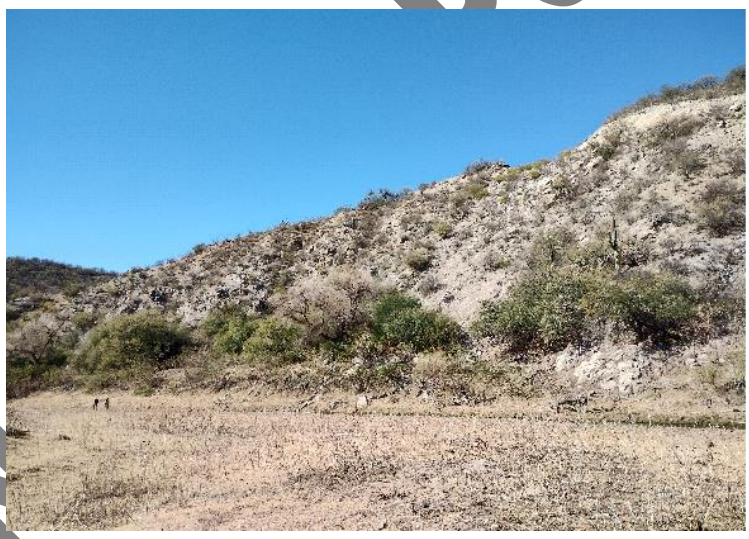


Foto VI. 18. Laderas con materiales sueltos (N30°49'48.86"; W110°41'53.53")

CONSULTA PÚBLICA

En figura 7, la caída de bloques ocurrió sobre el Río Cocospera en el que, de ser más frecuentes o de mayor tamaño, estos movimientos en masa podrían causar taponamiento o desvio del cauce natural del río.

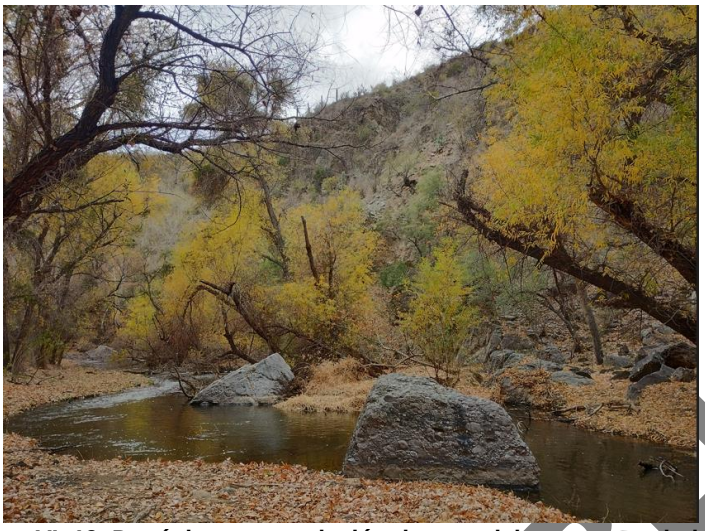


Foto VI. 19. Depósito y acumulación de materiales en zonas bajas

Limpieza, desasolve y mantenimiento de escorrentías, cunetas y drenajes presentes en el área de las obras del tren, asi como en las zonas de influencia de este

De acuerdo con Garnica *et al*., 2014, las alcantarillas bloqueadas no permiten que el agua fluya correctamente, lo cual puede provocar que el agua se estanque al pie del talud, esto tiende a saturalo y puede causar que el terreno pierda su habilidad para resisitir su propio peso y pueda generar un derrumbe. Para el caso de las cunetas, drenajes, y demás obras de infraestructura, cuando estas presentan fisuras que el agua superficial fluya hacia abajo, lo cual puede erosionar el talud o permitir que el agua se quede estancada y ocasiones problemas de infiltración lo cual puede originar un deslizamiento. Rico *et al.,* 1992 y Garnica *et al*., 2014 mencionan que las tuberías, alcantarillas, cunetas o cualquier otra obra de dfenaje que descargue agua sobre el talud o ladera que permita el escurimiento dentro de esta, puede provocar un PRM, ya que el agua de estos elementos pueden desequilibarla (Foto siguiente).

CONSULTA PÚBLICA



Foto VI. 20. Estabilización de deslizamiento con vegetación y drenajes.
Fuente: https://www.geoace.com/es/case/-Contrucci%C3%B3n-de-Movimiento-de-Tierra/Rehabilitaci%C3%B3n-del-Talud%2C-Ruta-119%2C-Miaoli%2C-Taiw%C3%A1n

Aunque, existe la creencia de que una mayor compactación del suelo implica mejores resultados y que, por lo tanto, las obras priorizan la mayor compactación posible, es pertinente considerar medidas preventivas contra el agua —obras de subdrenaje— para evitar tener terraplenes de suelo fino, compactados en exceso y expuestos a la acción hídrica que merma su resistencia. Rico *et al.,* 1992; Álvarez, 2012 y Garnica et al., 2014, concluyen que existe una relación entre el agua-humedad de un sitio y la deformación de los terraplenes, razón por la que sugieren evitar el uso de arcillas expansivas como parte de la estructura, incluso si la compactación del material es adecuada.

Impacto al que va dirigida la acción	• Alteración en la estabilidad natural de las laderas por medio del retiro de la cobertura vegetal
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación de acciones de arrope y/o revegetación con especies de pastos nativos de la región. • Estabilización de laderas en los pasos propuestos para la fauna.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	Posterior a los trabajos de construcción de la reubicación de las vías férreas de Nogales, Sonora
Recursos necesarios para su instrumentación	Personal especializado (biólogos, zoologos). Palas, picos, alambre, abono, semillas, bidones, agua, plántulas o plantas.
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	• Análisis y supervisión de las zonas trabajadas • Monitoreo y reporte semanal de las especies plantadas • Mantenimiento y limpieza de las especies hasta que se puedan desarrollar por si solas.

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de la(s) medida(s):

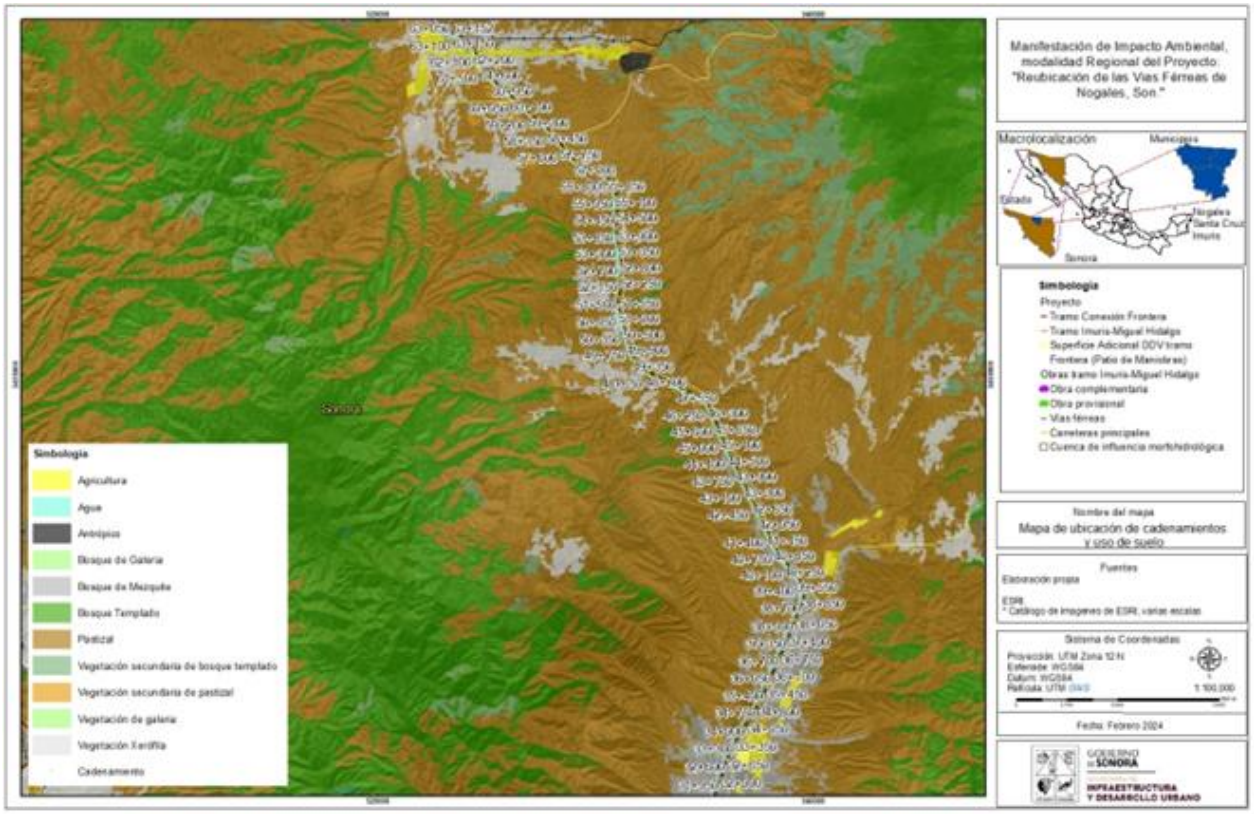
Implementación de acciones de arrope y/o revegetación con especies de pastos nativos de la región

Respecto a la implementación de acciones de arrope y/o revegetación con especies de pastos nativos de la región, la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2021) recomienda que las actividades de revegetación deben concentrase en ciertos rubros: el derecho de vía, las áreas fuera del derecho de vía ocupadas temporalmente por las obras, los terrenos que se propongan para revegetar como medida de compensación ambiental y las áreas abandonadas por rectificación de trazo. Zonas que en las que la reubicación de las vías férreas de Nogales, Sonora deberán tener trabajos de mitigación considerables y constantes para prevenir y/o disminuir la ocurrencia de PRM a lo largo del tramo, ya que como se observa en el mapa 3, la cobertura vegetal de la zona a impactar era de pastizales, bosques de mezquite y vegetación xerófila, sin intervención humana, lo que significa que las características hídricas, geológicas y climáticas eran prácticamente naturales.

Respecto al tema de la inestabilidad laderas originada por la carencia de cobertura vegetal de la zona, es de mencionar que todo el tramo y su derecho de vía, así como las zonas permitidas para la extracción de material que se encuentren en áreas elevadas y/o zonas de pendientes son susceptibles a este fenómeno, específicamente el tramo que comprende los cadenamientos 62 + 200 al 32 + 300 (Mapa siguiente). Dentro de estos, existen zonas en los que los terraplenes se localizaran en zonas bajas o planas, sin embargo, estas infraestructuras también deberán tener sus procesos de estabilización con la finalidad de que los materiales de los que están compuestos no se descompacten y rueden o afecten las vías de comunicación adyacentes a estos, asi como las zonas bajas que se encuentren cercanas.

Inicialmente, el uso de suelo presente en esta área comprendia pastizales, vegetación xerófila y bosque de mezquite, principalmente. Sin embargo, después del inicio de los trabajos de reubicación de las vías férreas de Nogales, el uso de suelo se modifico drásticamente a tener en todo el tramo a Suelo desnudo, en donde los materiales de los que están compuestas las laderas quedaron a la intemperie, provocando en algunas de ellas caídas de detritos, rocas y/o bloques. Evidencias de lo anterior se presentan en las figuras 9, 10 y 11, en las cuales, por el corte de las laderas y los factores externos como el viento de la zona, los materiales presentan cierto grado de inestabilidad, en algunos cortes, mayor que otros, debido a la inclinación del terraplén, el tipo de litología y la compactación del material.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa VI. 4. Mapa de uso de suelo y vegetación con la presencia de sitios con PRM.
Fuente: Elaboración propia.



Foto VI. 21. Retiro de cobertura vegetal por la realización de los trabajos técnicos (N31°8'32.15"; W110°41'56.31").



Foto VI. 22. Retiro de cobertura vegetal por la realización de los trabajos técnicos (N31°7'50.85"; W110°41'3.11").



Foto VI. 23. Modificación de cobertura vegetal por la realización de los trabajos técnicos (N31°5'12.24"; W110°39'1.22").

CONSULTA PÚBLICA

Para realizar los trabajos de mitigación por medio de revegetación se deben considerar algunos aspectos como: la ubicación geográfica, el área de afectación, el uso del suelo y la cubierta vegetal antes de la construcción. Garnica *et al.,* (2014) señalan que la vegetación con una altura menor a 15 cm permite una mejor estabilidad y que entre más amplia sea la superficie cubierta por la vegetación la protección será mayor (Figura siguiente).



Foto VI. 24. Estabilización de ladera (para el control de erosión y revegetación) por medio de coberturas de geoceldas rellenas de suelo fértil, o coberturas de material sintético u orgánico, conocidas como geomantas y biomantas.
Fuente: https://www.tdmmexico.mx/soluciones-control-revegetacion/

CONSULTA PÚ

En el caso de obras especificas en los pasos propuestos para la fauna, el Gobierno de España (2015) menciona que la elección de las estructuras se determina en función de tres criterios: el interés del tramo para conectividad ecológica en general y, en particular, para los desplazamientos de fauna, el relieve de la zona en el que se colocarán los pasos de fauna y las especies de referencia. Respecto a los elementos más relevantes que se vinculan directamente con las obras, se señala la conexión del hábitat a ambos lados de la vía conlleva conservar la cubierta vegetal, pero se trata de un criterio que aplica a grandes estructuras a través de túneles o ecoductos acondicionados, fundamentalmente en puntos que se hayan reconocido como sitios de atropello de fauna (Correa, 2020; Bauni *et al.,* 2017; Rodríguez, 2013; Green *et al.,* 2004). En el caso de las condiciones topográficas, el relieve puede dictar los sectores específicos que requieran un paso de fauna, ya sea mediante pasos inferiores o elevados según la disposición de la vía respecto al relieve; asimismo, se recomienda que los pasos tengan accesos al mismo nivel que el terreno adyacente, por ejemplo, cuando la vía discurre sobre desmontes es mejor utilizar pasos superiores y si la vía corre sobre terraplén se deben utilizar pasos inferiores

Otras recomendaciones incluyen la construcción de pasos superiores que estén acondicionados con rampas de acceso poco pronunciadas; en el caso de que la vía atraviese media ladera y la sección sea de desmonte-terraplén, estas áreas no son adecuadas para colocar pasos de fauna, excepto cuando se construyan adaptaciones según las condiciones del terreno (Gobierno de España, 2015). Debe considerarse que los pasos de fauna estén diseñados para ser utilizados por el mayor número de especies y, en ese sentido, las estructuras deben ser aptas para todos los organismos (Correa, 2020); además, aunque estas estructuras requieren mantenimiento periódico, se sugiere que se sitúen en áreas con baja perturbación de actividades antrópicas. Si bien, lo más común son los ecoductos (puentes verdes) y los túneles, otras instalaciones son los

puentes dosel, pasos suspendidos sobre las vías que permiten que ciertos animales crucen de forma segura y aunque son más factibles sobre terrenos planos, son aplicables para diferentes topografías siempre que su soporte y la pendiente se contemplen durante la fase de instalación (Correa, 2020).

Hidrología (Superficial y Subterránea)

Impacto al que va dirigida la acción	Cambio en los patrones de drenaje debido a la construcción de terraplenes y pilas de puentes.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural. Las desviaciones de caudales superficiales deben evitarse en lo posible, encauzándose las aguas de escorrentía a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y permite mantener los caudales de los cauces preexistentes. • El diseño deberá apegarse en lo posible al patrón de drenaje natural, es decir, evitar la desviación o interrupción de las corrientes superficiales. • En caso de encauzar las escorrentías se deberán llevar a cursos fluviales ya existentes, puesto que esto evita erosiones hidráulicas no deseadas y permite mantener los caudales de los cauces preexistentes. • Mantenimiento y desazolve periódico de las obras de drenaje.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	**Toda la etapa de preparación y construcción.**
Recursos necesarios para su instrumentación	Personal experto en hidráulica e hidrología superficial Modelo hidrológico de flujo superficial. Brigadas de limpieza y desazolve
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	Monitoreo semestral del azolve Durante toda la preparación y construcción **Libre paso de las obras de drenaje**

Descripción de la(s) medida(s):

<u>Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural.</u>

La mitigación a la interrupción de escorrentía natural debe abordarse con estudios del comportamiento de la escorrentía y la afectación del trazado sobre este. Los trazos de vías de comunicación idealmente, desde el punto de vista del drenaje o escorrentía, deberían seguir a lo largo de las divisorias entre grandes zonas de drenaje (parte aguas naturales). Así, todas las corrientes fluirían alejándose de la vía y el problema del drenaje quedaría reducido a tener cuidado del agua que cae sobre el Proyecto y sus taludes, sin embargo, en muchos casos, los

CONSULTA PÚBLICA

trazados que van paralelamente a las grandes corrientes son mucho menos convenientes, ya que cruzan todos los afluentes en los lugares donde estas son más grandes. (Hernandez Michaca, J. L., et al 2000).

Una vez que se establece el trazo, se debe tomar en cuenta dos puntos importantes:

(1) Estimación de las velocidades máximas de escurrimiento

(2) Diseño hidráulico

La estimación de las velocidades se realiza a través de un análisis hidrológico, donde se obtiene el gasto máximo de diseño y los periodos de retorno establecidos. El estudio deberá cumplir con los criterios de la Norma N PRY CAR 1 06 001/00 que establece los criterios para la ejecución de estudios hidráulico-hidrológicos para puentes.

Para el diseño de drenajes se debe consultar la norma N PRY CAR 4 01 003/16 una vez seleccionado el tipo contenido en la Normas N PRY CAR 1 01 002, y N PRY CAR 1 01 003

Evitar la desviación o interrupción de las corrientes superficiales

Los drenajes y obras deben elegirse con el objetivo de desviar lo menos posible los patrones naturales actuales.

Hacia el Sur del proyecto, los flujos son suaves, de poca pendiente, y forman una pequeña red de escurrimientos en dirección del valle donde se encuentra la ciudad de Imuris (Figura siguiente). En esta zona el trazo del proyecto actúa como un pequeño parte aguas, entre la zona baja de la cuenca y los pequeños flujos que llegan a la zona de cultivo. Las obras de drenaje en esta zona deben permitir el paso de la escorrentía esporádica con poca pendiente y en dirección a los canales y zonas de cultivo como ocurre naturalmente.

CONSULTA PÚBLICA

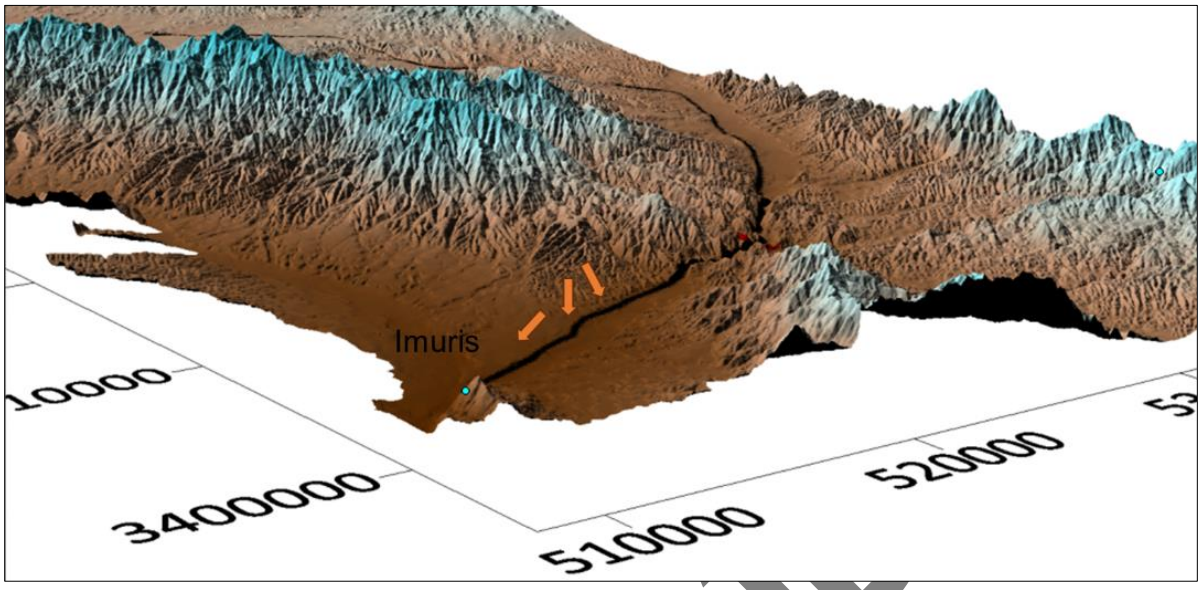


Figura VI. 1. Flujos en la parte Sur

Aguas arriba de la presa El Comaquito, los flujos son de mayor energía, y provienen de las zonas altas de la Sierra (Figura siguiente), estos se encaminan por una red intrincada de drenajes naturales hasta el arroyo Cocóspera. Estos aportes son los más importantes al sistema durante la época de lluvias. Las obras de drenaje en esta zona deben tener capacidad de sobrellevar las avenidas durante la época de lluvias y permitir el flujo libre hacia el arroyo, sin permitir estancamientos o almacenamientos de agua. Además de mantenimiento continúo debido a la acumulación de sedimentos y retiro de rocas de gran tamaño.

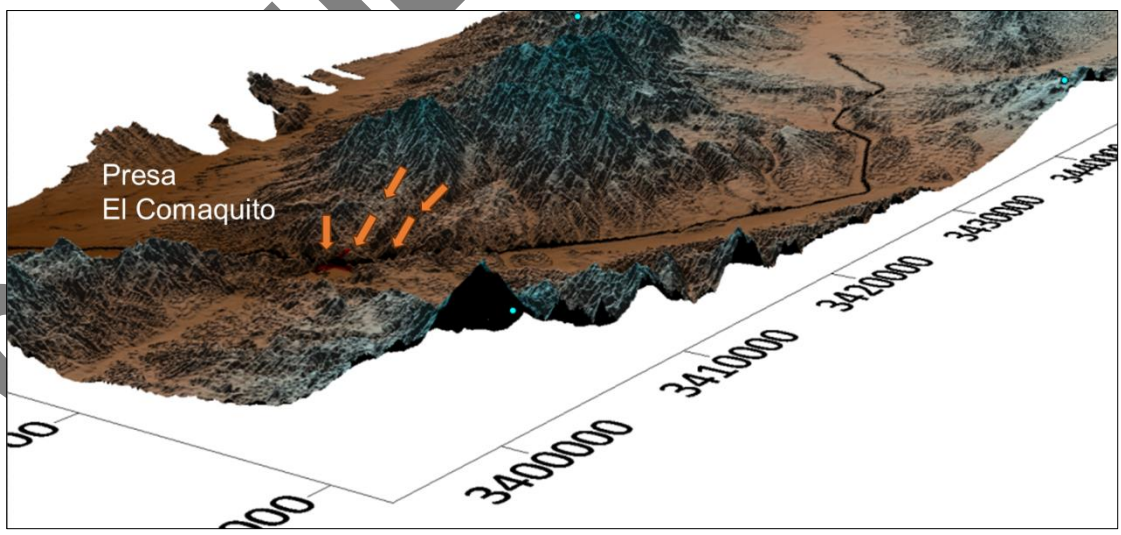


Figura VI. 2. Flujos dentro de la reserva natural del Aribabi.

Hacia el centro del trazo, los flujos son de menor energía, aunque con áreas de captación más amplias y con drenajes más extensos (Figura siguiente). Los cauces son anchos y de profundidad considerable debido al pazo continuo del agua. En este tramo se sugiere pasos a desnivel o puentes para el sobre paso de barrancas y acantilados.

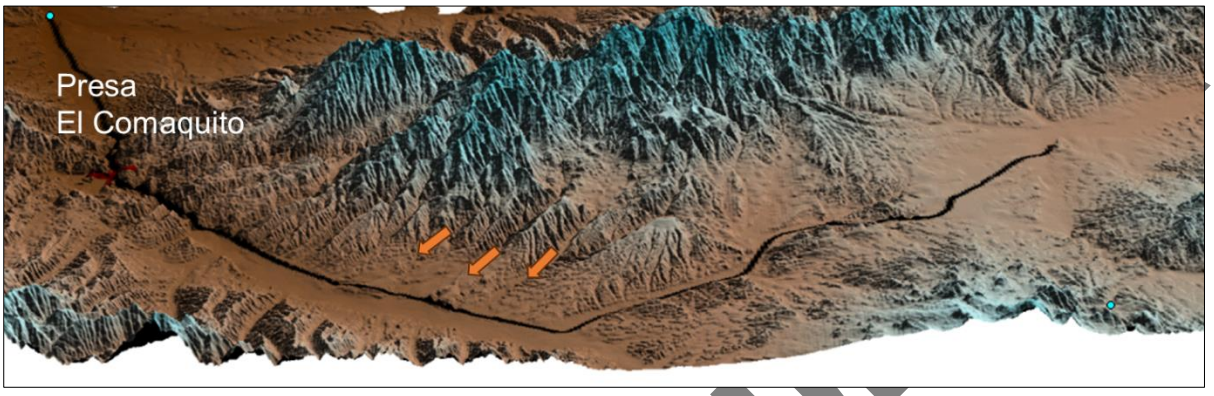


Figura VI. 3. Drenajes al norte del Aribabi. Cadenamiento 24+350 -30+050

Hacia el norte del tramo se encuentran zonas de escurrimiento amplias, que se han formado por el flujo continuo (en temporada de lluvias) de agua que ha formado una intrincada red de drenajes que le dan forma a todo el relieve de la zona (Figura Siguiente). Es la zona de escurrimiento principal del rio Santa Cruz el trazo intercepta varios flujos que convergen hacia el río. Las obras drenaje deben encausar los flujos camino al norte para evitar la erosión del terraplén.

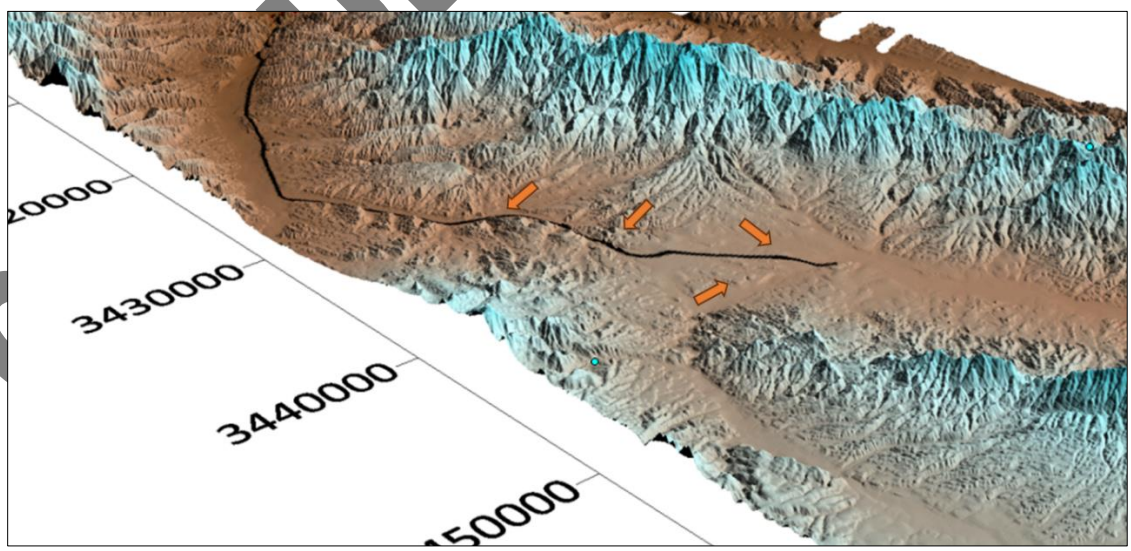


Figura VI. 4. Drenajes al norte del trazo Ímuris - Hidalgo. Cadenamiento 50+00 -63+000.

Con base a lo anterior, se realizan diversas recomendaciones y obras de protección adicionales a las propuestas originalmente por el proyecto.

Tabla VI. 2. Obras de drenaje adicionales.

Obra de drenaje	Coordenada X	Coordenada Y	Observaciones
Tubo 8+315.02	[redacted]		
O1			
O2			
O3			
O4			
Tubo 16+125.82			
O5			
O6			
O7			
O8			
O9			
O10			
O11			
O12			
O13			
O14			
O15			
O16			
O17			
O18			
O19			
Tubo 55+800			
O20	529361	3444810	Obra complementaria para evitar encharcamientos.

Dentro del Aribabi, se recomienda proteger el cauce de caídos, producto de la modificación del relieve natural en los siguientes sitios.

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Tabla VI. 3. Obras de protección propuestas.

Obra de protección	Coordenada X	Coordenada Y	Observaciones
P1	[redacted]		
P2			
P3			
P4			
P5			
P6			
P7			
P8			
P9			
P10			
P11			
P12			
P13			

Documento testado con fundamento en el artículo 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública

COPIA

Se recomienda ampliamente cuidar y ampliar las obras de drenaje en las zonas dentro del Aribabi (Cad. 18+000 y 23+450) ya que existen múltiples drenajes secundarios que mostraron tener alta energía ya que provienen de zonas altas, y estos producen flujos que erosionan intensamente las litologías, principalmente, las rocas de tipo conglomerado, que favorecen los movimientos de remoción en masa y fuertes avenidas por la cantidad de agua que pueden llegar a acarrear hacia el cauce del arroyo Cocóspera, principalmente en época de lluvias.

Llevar a cursos fluviales ya existentes

El tramo Imuris – Hidalgo atraviesa dos cuencas hidrológicas principales, la del río Santa Cruz, al norte y la Cuenca del Arroyo Cocóspera al sur.

A partir del cadenamiento 56+500 se observa un parte aguas topográfico, que divide ambas cuencas. La parte norte del trazo, a partir de este cadenamiento, tiene dirección casi paralela a los drenajes secundarios que escurren en dirección S-N, hacia el cauce principal del río Santa Cruz, sin embargo, existen pequeños cauces que cruzan el trazo, entre los cadenamientos

61+100 y 57+000. Estos cauces deben ser encaminados hacia las ramificaciones secundarías del río Santa Cruz para no afectar su aporte a este afluente.

Al sur, el trazo del proyecto es perpendicular a la mayoría de los escurrimientos provenientes de la Sierra poniente, y unas secciones de la parte Norte Oriente. En su camino hacia el sur, entre los cadenamientos 36+000 y 17+500 se encuentran los drenajes naturales con más aporte al Arroyo Cocóspera durante la época de lluvias. Se deberá prestar más atención a los drenajes de esta zona ya que todos deben encaminar el flujo superficial al Arroyo.

Las obras de drenaje deben tener las características pertinentes para permitir el desalojo de agua y encaminarlas hacia el cause principal, pero sin erosionar el terraplén.

Mantenimiento y desazolve periódico de las obras de drenaje

El proyecto incluye la con (Ver Foto siguiente) y losas.



Foto VI. 25 Obra de drenaje actual.

Dichas obras, deben contar con un programa de conservación y mantenimiento, además de un programa de reparación mayor

El mantenimiento y conservación debe ser permanente, ya que las obras de drenaje deben estar en condiciones de libre flujo, principalmente, previo al inicio de la temporada de lluvias. En zonas

CONSULTA PÚBLICA

desérticas como la del proyecto, la mayoría del azolve observado en obras de drenaje se debe a la acumulación de sedimentos finos, la acumulación de ramas y matorrales y el crecimiento de arbustos, que buscan las zonas húmedas de suelo para su desarrollo.

En la zona sur, aguas arriba de la presa El Comaquito, se debe hacer énfasis en el mantenimiento continuo, ya que los drenajes naturales tienen una gran capacidad de arrastre por las pendientes en algunos de ellos.

En la Foto a continuación, se muestra el tipo de arrastre que se encuentra aguas arriba de la presa el Comaquito. La acción del agua erosiona tanto el cauce natural como las paredes del drenaje, formando pequeñas barrancas y arrastrando fragmentos de roca considerables.



Foto VI. 26. Pequeña cañada formado por el escurrimiento de agua dentro de la zona del Aribabi.

La detección de la necesidad de un mantenimiento correctivo, debe ser resultado del monitoreo continuo. Las obras de drenaje son susceptibles a agrietarse o sufrir rupturas por caídos y vibraciones o un evento extraordinario natural o antropogénico.

Este mantenimiento debe restaurar las condiciones de flujo naturales y evitar la interacción entre el agua y la misma obra, que puede provocar socavación o tubificación dentro de los terraplenes.

Algunos trabajos abarcan la sustitución o reconstrucción de la misma obra

Impacto al que va dirigida la acción	Contaminación de agua en cauces debido a actividades humanas.
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Buenas prácticas de higiene y seguridad en la obra. • Debe crearse un sitio de desechos sólidos y líquidos alejado de algún cauce o drenaje natural. • Debe preverse la posibilidad de que existan vertidos accidentales de sustancias líquidas altamente contaminantes como combustibles, aceites o aguas de residuo. • Reunir y reciclar los lubricantes y evitar los derrames mediante buenas prácticas • Proporcionar letrinas correctamente ubicadas y mantenidas. • Establecer medidas de seguridad específicas para evitar accidentes y derrames accidentales de combustibles. • Los combustibles deben colocarse sobre superficies impermeables y alejados de cauces naturales • Cuidar que la empresa que presta el servicio de letrinas tenga sus permisos en orden y cuente con un sitio adecuado para la disposición final de estos residuos. • Diseñar e implementar medidas de seguridad y un plan de emergencia para contener los daños que se ocasionan a raíz de un derrame accidental. • En el patio de maniobras, los combustibles deben colocarse sobre superficies impermeables.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	**Toda la etapa de preparación construcción y operación**
Recursos necesarios para su instrumentación	Supervisión de higiene y seguridad Programa de mitigación en caso de accidente Sitios establecidos para el desecho de aguas negras
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	Supervisión de limpieza semanal, según la obra en el caso de la etapa de construcción Hasta bimestral dependiendo de las medidas Capacitación gente una vez al mes Durante toda la preparación, construcción y en la etapa de operación con énfasis en el patio de maniobras y en el cruce de cauces primarios.

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de la(s) medida(s):

Las Buenas prácticas de higiene y seguridad en la obra se refieren al buen seguimiento de las reglas básicas de higiene y seguridad de acuerdo con el tipo de obra, desde mantener la integridad de equipos y personal, hasta el correcto desecho de residuos diarios, producto de la actividad humana diaria. En particular para evitar la contaminación de flujos superficiales, los desechos líquidos y sólidos deben tener un área específica para su colocación. Se debe hacer énfasis en que esta área debe estar alejada de cauces de ríos, intermitentes o continuos, impidiendo su interacción con escurrimientos de agua de lluvia o flujos de ríos y arroyos continuos.

El manejo y almacenamiento de aceites y combustibles debe realizarse en un ambiente limpio, seco, con temperatura controlada o conocida, evitando la exposición directa a la luz solar. Se debe evitar zonas sujetas a humedad o vibraciones excesivas.

Los recipientes de almacenamiento deben mantenerse cerrados lejos de fuentes de calor o flamas. Los aceites, combustibles o lubricantes, que comúnmente se almacenan en tambores o tanques; deben estar siempre en buenas condiciones y ser adecuados para su tipo de contenido, contando con el etiquetado correspondiente

Deberá contarse con programas en caso de derramamiento accidental en cada sitio, ya que el aceite, combustible u otros líquidos reactivos o no reactivos generarían una pluma contaminante que afectaría todo el sistema aguas debajo de los afluentes. El programa debe contemplar el retiro inmediato del fluido contaminante y un monitoreo continuo de la calidad de agua, aguas abajo del cauce donde ocurrió el accidente, sin importar si este sucedió en época de flujo continuo o intermitente.

La instalación de servicios sanitarios portátiles debe ser adecuada y alejada de cualquier cauce de agua natural, que impida el derrame accidental de los desechos. La empresa o empresas en cargadas del mantenimiento de sanitarios portátiles deberá contar con los permisos adecuados para el correcto manejo y desecho de aguas negras.

Se debe prohibir la limpieza de máquinas y vehículos sobre y cerca de cauces de escurrimientos superficiales, y no utilizar el agua de los arroyos de cauce natural.

Un caso particular, se presenta en el Tramo Frontera, en el cadenamiento 93+100 – 93+025, donde se planea la instalación de un patio de maniobras que incluye diversas obras civiles. Destaca la construcción de un área de abasto de combustible, que incluye la instalación de dos tanques de almacenamiento de Diesel de 480,000 litros cada uno, y dos tanques de almacenamiento de aceite con la misma capacidad, además de un tanque de resguardo para el aceite usado o sucio.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, NOM-EM-003-ASEA-2016, el área donde se instalarán los tanques de Almacenamiento, debe contar con pisos y diques impermeables, con cajas de registro de drenaje industrial que evite la filtración de derrames al subsuelo, además deben de contar con un pendiente del 1%, para permitir el libre escurrimiento de líquidos hacia los registros de drenaje aceitoso; diseñado para soportar la carga hidrostática considerando el tipo de suelo y la zona sísmica del lugar.

CONSULTA PÚBLICA

Impacto al que va dirigida la acción	Obstrucción de surgencias totales o parcialmente
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Identificación de cada una de las surgencias del río • Aforo en cada una de las surgencias del río • Monitoreo continuo durante obras de construcción • Monitore en la operación

	• Establecimiento de una línea base de la calidad de agua
Tiempo en el que se instrumentará o duración	**Toda la etapa de construcción y operación**
Recursos necesarios para su instrumentación	Brigadas de monitoreo de agua superficial
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	Durante la etapa de corte se deberá supervisar el gasto del arroyo de manera diaria. Temporalidad propuesta Durante la etapa de construcción se deberá supervisar de manera semanal Se deberá generar una bitácora del gasto de cada aporte, especialmente en época de secas Durante la etapa de operación se deberá monitorear una vez al mes o colocar estación hidrométrica, donde se generen reportes mensuales

Descripción de la(s) medida(s):

Identificación de cada una de las surgencias del río

Se debe realizar recorrido para la identificación de surgencias lo largo del Arroyo Cocóspera a partir del cadenamiento 24+500, hasta el vaso de la presa El Comaquito. El recorrido debe realizarse sobre el cauce del río, con un avance lento.

Los puntos de surgencias reúnen características como las siguientes

- Sedimentos finos a muy finos (arcillas) alrededor de la surgencia
- Pequeñas corrientes en dirección contraria al flujo natural del río
- Presencia de mineral de mica dentro de los sedimentos
- Un lecho del río cóncavo
- Un ligero gradiente en la temperatura del agua del río (entre 3 y 5 grados).

En la Foto siguiente se muestra una de las surgencias localizadas en el Arroyo, donde se muestra la concavidad del lecho del río debido a la surgencia, rodeada de sedimentos finos. Puede apreciarse ligeras corrientes producidas por el borbollón en dirección contraria al flujo natural del río.

CONSULTA PÚBLICA



Foto VI. 27. Surgencia identificada en el Arroyo Cocóspera.

En cada lugar de surgencia, se debe registrar la coordenada y las condiciones naturales del sitio (pendiente, vegetación, cercanía con el camino y el trazo).

Aforo en cada una de las surgencias del río

Una vez identificado la surgencia, se deberá realizar un aforo sobre el lecho del río, aguas arriba (aproximadamente 10 metros alejado de la surgencia) y aguas abajo de la surgencia, con el objetivo de medir el aporte de cada una a el cauce del río.

Se recomienda el uso de la metodología propuesta por el manual de la Comisión Nacional del Agua para el aforo en canales y ríos (CONAGUA, 2007).

Se deberá registrar el aporte de cada surgencia y comparar el aporte total con la disponibilidad reporta en el Cap. IV

CONSULTA

Monitoreo continuo durante obras de preparación y construcción

A partir de las actividades de desmonte y despalme, se deberá realizar un monitoreo constante del aporte de cada una de las surgencias identificadas. El monitoreo puede realizarse a treves de dos métodos

Regletas Se puede instalar una regleta sobre el lecho del río, aguas abajo de cada surgencia, y registrar la altura del nivel del río (Ver Foto siguiente). La medición debe estará acompañada de la toma de la velocidad del río. La medida de la velocidad del río debe realizarse como lo indica el manual de la Comisión Nacional del Agua para el aforo en canales y ríos (CONAGUA, 2007).

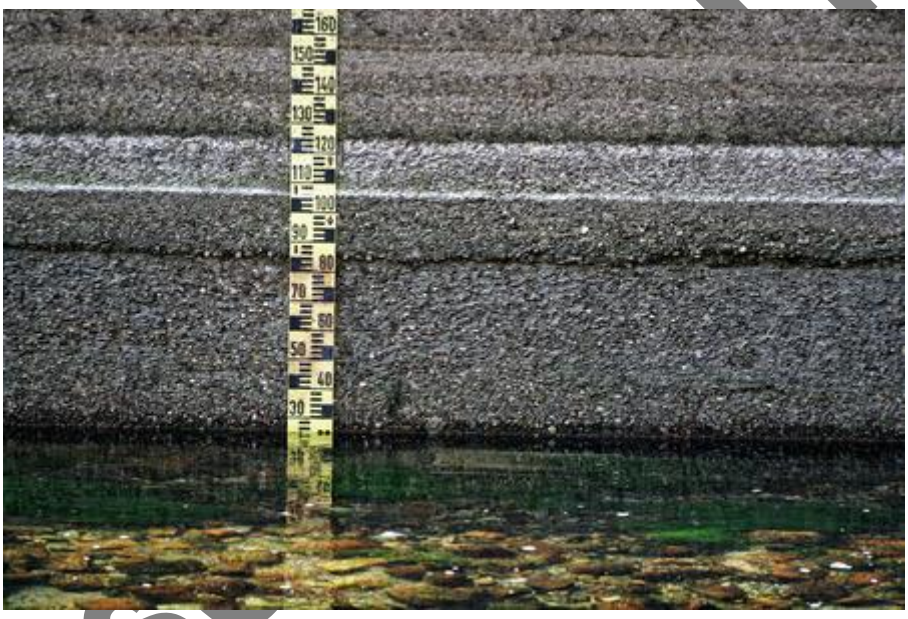


Foto VI. 28. Regleta para el monitoreo de Nivel.

Sensores de nivel: Se puede instalar un sensor tipo Diver en el lecho del río, y monitorear el nivel de agua (Ver Foto siguiente). La medición del sensor debe estar acompañada de la toma de velocidad del río, de acuerdo con el manual de la Comisión Nacional del Agua para el aforo en canales y ríos (CONAGUA, 2007).

CONSULTA



Figura VI. 5. Sensor tipo Diver para el monitoreo continuo de niveles.

El monitoreo del nivel y la velocidad debe realizarse de manera diaria durante las operaciones de desmonte y despalme y en toda la etapa de construcción. Cualquier cambio o descenso súbito en el nivel del lecho del río deben notificarse y las operaciones deberán ser suspendidas hasta comprobar o desmentir la correlacione entre las operaciones y el descenso del río. Para ello se deberá revisar el aporte de cada surgencia de manera individual y verificar con la obtenida en la primera etapa de aforos.

Establecimiento de una línea base de la calidad de agua

Una línea base es la primera medición de ciertos indicadores químicos y de calidad, la cual se utiliza como referencia para el control ambiental de posibles fuentes de contaminación o vertimientos. La línea base se considera el punto de partida o situación inicial del escenario al que se desea dar seguimiento.

El estudio e interpretación de la línea base ayuda al control exigente de la calidad de agua en una zona o componente hidrológico y con ello tener un control de las posibles afectaciones que se puedan tener durante o posterior a un evento que pueda modificar las condiciones originales.

Los parámetros para establecer la línea base corresponden a los establecidos en la NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua

CONSULTA PÚB

Impacto al que va dirigida la acción	Calidad de agua subterránea por aprovechamientos del acuífero
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Control del gasto concesionado.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	**Toda la etapa de operación**
Recursos necesarios para su instrumentación	Personal experto en hidráulica e hidrología superficial
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	**Cumplir con las normas oficiales de calidad de agua**

Descripción de la(s) medida(s):

Al inicio de las operaciones de cualquier pozo de bombeo, para abastecer de agua cualquier necesidad del proyecto, especialmente en el área que se encuentra dentro del área de maniobras y obras complementarias, se deberá establecer una línea base de calidad de agua de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. La cual recibió una actualización el 2 de mayo de 2022

La Norma tiene como objetivo establecer los límites permisibles de calidad que debe cumplir el agua para uso y consumo humano, y es de observancia obligatoria para los organismos responsables de los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados

Actualmente, en el acuífero de Nogales, que corresponde a territorio mexicano, se identificó la presencia en las aguas subterráneas contaminadas, con la presencia de 5 agentes principales, percloroetileno, nitratos, coliformes fecales y totales, hierro y manganeso y en el acuífero correspondiente a territorio de Estados Unidos, percloroetileno, nitratos y arsénico.

El pozo o los pozos construidos deberán contar con la suficiente profundidad para no extraer agua subterránea de los primeros estratos donde se identificaron los contaminantes, aunque es importan mencionar que el agua del Proyecto se adquirirá de pozos existentes por lo que no se prevé la construcción de un pozo, no obstante, se deberá observar el uso eficiente del agua. A diferencia del agua superficial, en la que puede observarse el proceso de contaminación y la localización de las fuentes contaminantes, en el agua subterránea será necesario realizar un monitoreo continuo de la calidad de agua como se mencionó anteriormente. En algunas ocasiones, la calidad de agua en un pozo recién construido cumple con las condiciones recomendadas por la NOM-127-SSA1-2021, sin embargo, es debido a que la influencia de las plumas contaminantes no ha actuada en el campo de afectación del pozo, o este no a operado con el suficiente tiempo para interactuar con el origen de la pluma.

CONSULTA PÚBLICA

Para el caso del proyecto, la zona de influencia podría estar alejada de la fuente de contaminación de nitratos, que se encuentra dentro de la Ciudad de Nogales, o de las zonas de cultivo, dentro de la zona limítrofe con E.U.

Razón por la cual, el pozo podría ver los efectos la pluma de contaminación semanas o meses posterior a su construcción. Por tal motivo tambien se recomienda realizar un monitoreo periódico cada 6 meses, durante los primeros dos años de operación y posteriormente espaciarlo de manera anual durante 5 años más. En caso de no verse afectada la calidad, la operación podrá continuar, en caso contrario, el pozo se deberá clausurar de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996 y buscar alguna otra alternativa de explotación, como la de un pozo con mayor profundidad.

mpacto al que va dirigida la acción	Patrón natural de agua subterránea Incremento del Abatimiento del nivel en pozos existentes
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Profundidad y ubicación del pozo de manera adecuada. • Control del gasto concesionado.
Tiempo en el que se instrumentará o duración	**Toda la etapa de operación**
Recursos necesarios para su instrumentación	Personal experto en hidráulica e hidrología superficial Modelo de flujo subterráneo
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	Durante toda la preparación y construcción **Cumplir con las normas de extracción**

Descripción de la(s) medida(s):

Profundidad y ubicación del pozo de manera adecuada.

De manera general, las vías de comunicación, como las vías férreas, no recurren a la perforación de pozos para la disponibilidad de agua. El agua es transportada desde un origen, a cada una de las unidades donde el agua se requiere, como casetas, centros modales u obras complementarias. Para el caso del proyecto, se prevé la construcción de diversas obras complementarias en el tramo Frontera. Estas obras complementarias incluyen un patio de maniobras y la construcción de diversos edificios de aduana, SAT, almacenes entre otros. Este tipo de edificaciones requieren el uso constante de un volumen considerable de agua, el cual es mitigado por la perforación de un pozo, que extrae agua de un acuífero. Para el tramo frontera, el acuífero que corresponde es el Acuífero Los Nogales (ver Capitulo IV).

La construcción del o los pozos deberán realizarse bajo las condiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de

CONSULTA PÚBLICA

agua para prevenir la contaminación de acuíferos. El pozo deberá tener como objetivo, un intervalo del acuífero que no se encuentre bajo las influencias de una fuente contaminante, como se mencionó en la etapa anterior, pero además cumplir con las condiciones de gasto de operaciones adecuadas de acuerdo con el gasto permitido por la concesión correspondiente, donde se indica la disponibilidad de aguas subterráneas.

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Actualmente, el resultado de la disponibilidad de agua subterránea hecho por CONAGUA indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, existe un déficit es de 862,652 m3 anuales, razón por la cual, se deberá prestar atención al tema de abastecimiento de agua en esta zona en particular (patio de maniobras y obras complementarias).

Para poder hacer uso de un aprovechamiento se recomienda:

- Revisar las condiciones actuales de las concesiones otorgadas a agentes de gobierno, para observar los gastos disponibles en dichas concesiones.
- Contar con un modelo conceptual del acuífero que permita establecer la profundidad óptima para la explotación del acuífero
- Vigilar que el gasto asignado a el pozo o los pozos no exceda los gastos permitidos por las concesiones.
- Realizar un monitoreo continuo a los niveles dinámicos dentro del pozo y pozos circundantes para prevenir abatimientos excesivos dentro del acuífero.

Paisaje

Impacto	**Disminución de las cualidades estéticas del paisaje**	
Acción del Proyecto que provoca el impacto.	Preparación del sitio	Construcción y emplazamiento de obras provisionales. Desmonte. Despalme. Limpieza del terreno.
	Construcción	Limpieza del sitio y retiro de maquinaria.
Acciones propuestas	• Implementación de acciones de manejo integral de residuos • Acciones de Rescate y Conservación de Suelos Orgánicos del Despalme para Reuso en Obra • Control de emisiones de gases y/o partículas suspendidas • Control en los niveles de ruido y horarios de trabajo • Buenas Prácticas Ambientales	

Descripción de las medidas:

CONSULTA PÚBLICA

La culminación de la propia obra de ampliación coadyuvará a que este impacto se deje de presentar, así como la ejecución de las actividades de la obra y de las Estrategias de mitigación evitarán una percepción negativa de la obra y evitarán cualidades negativas hacia el paisaje.

Implementación de acciones para el maneio integral de los residuos

Por lo anterior se considera que la aplicación de las acciones de manejo integral de residuos de todo tipo desde el punto de vista ambiental y de salud pública es muy importante ya que permitirá mitigar los impactos negativos a distintos componentes ambientales, a la salud de los trabajadores y a reducir la presión sobre los recursos naturales cinrcundantes al Área del Proyecto, por lo que además se promoverá el mantenimiento de la infraestructura en donde se considere la recolección de los residuos de cualquier tipo, a fin de no promover tiraderos clandestinos o la generación de fauna nociva.

Las particularidades del manejo integral de los residuos se pueden consultar en las Buenas Prácticas Ambientales al principio del presente Capítulo.

Programa de Conservación de Suelos

La implementación adecuada de las acciones de estos Programas sobre todo en la recuperación de áreas libres dentro del DDV del Proyecto coadyuvará a una mejor percepción del Proyecto, el cual, con el paso del tiempo se integrará de forma definitiva al paisaje urbano de la región. Por lo anterior se considera que una vez den inicio las actividades de revegetación y/orestauración se podrá reutilizar el suelo para arropar la superficie donde se pretende emplazar la vegetación, cuando sea necesario. Adicionalmente, la reforestación promoverá una imagen del paisaje más positiva y en un mediano plazo este impacto podrá reducirse en un buen porcentaje.

Control de emisiones de gases y/o partículas suspendidas

Control en los niveles de ruido y horarios de trabajo

En general la aplicación de las acciones contenidas en las Buenas Prácticas Ambientales promoverá una mejor percepción de la ejecución de las actividades durante la construcción. Este impacto será puntual (por frente de obra) y las medidas de mitigación podrán implementarse de la misma forma, mejorando las cualidades estéticas de la zona. Una vez termine la etapa constructiva este impacto dejará de percibirse

CONSULTA PÚBLICA

VI.1.2.2 Medidas enfocadas al Medio Biótico

Vegetación

El desarrollo del Proyecto deriva en mejoras sociales y económicas tanto a nivel local como regional, no obstante, implica consecuencias tales como impactos ambientales negativos al entorno donde se implementará, como es el caso de la contaminación acústica, efecto borde, efecto barrera, entre otros.

Teniendo como objetivo mitigar dichos impactos y fomentar infraestructuras más sostenibles, es necesario determinar las afectaciones potenciales implícitas en la modernización de la presente estructura vial y así establecer las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación aplicables en cada una de las etapas del Proyecto.

Impacto identificado	Disminución y/o pérdida de la cubierta vegetal
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre. • Colocación de señalética de protección a la flora y prohibición de fogatas o incendios. • Delimitación del área del Proyecto y zonas provisionales previo al inicio de actividades. • Elaboración de composta y troceo de los componentes menores de la vegetación y poner a disposición de los propietarios los productos maderables y/o de importancia local. • Acciones de reforestación con especies nativas de la región, de sitios fuera del DDV previamente establecidos como compensación. • La revegetación con especies nativas de la región de las áreas afectadas de forma temporal dentro del DDV y terraplenes en donde la pendiente lo permita. • Sensibilización ambiental dirigida a personal que labore en actividades del Proyecto como parte de las “buenas prácticas ambientales” • Supervisión ambiental

Descripción de la(s) Medida(s) de Mitigación:

Para la mitigación de los impactos generados por la remoción de las coberturas vegetales se propone la implementación de acciones de identificación y rescate de individuos de importancia ecológica que por sus características requieren de acciones inmediatas para su recuperación y restauración en condiciones similares a las actuales para la conservación de sus poblaciones, como parte de las Acciones de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre que se integra al presente estudio, dicha medida específica está diseñada para este Proyecto y puede consultarse en el Anexo VI.1, el cual, además se presenta para su validación como parte de la evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Para alcanzar dicha conservación forestal, se propone en este programa de Acciones de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre (Anexo VI.1) las condiciones a considerar para la selección, extracción y replante de los individuos a rescatar. Así como las técnicas y la metodología empleada para cada una de las actividades y las características para el establecimiento de un vivero para el acopio y restauración de los individuos para este fin.

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, tiene como objetivos principales el conservar la diversidad de las especies más susceptibles a ser afectadas por la ejecución del Proyecto, establecer estrategias funcionales para el establecimiento, sobrevivencia y desarrollo de los individuos rescatados y conservar las condiciones de densidad y composición dentro del SAR de los ecosistemas identificados en el área del Proyecto.

Las especies previstas para rescatarse serán seleccionadas de acuerdo con características cómo:

- Patrón de distribución.- Se dará prioridad a las especies que tienen una distribución endémica, así como a especies nativas, las especies introducidas o invasoras no serán consideradas para conservar las características naturales de los sitios donde sea removida la cubierta vegetal, promoviendo la restauración de las condiciones primarias de los tipos de vegetación, lo que evitará que las especies invasoras desplacen a las especies naturales.
- Condiciones de conservación.- Las especies prioritarias para este efecto son aquellas que tienen algún estatus de conservación en los instrumentos legales a nivel nacional como la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las establecidas en la declaratoria del Listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación establecida en el DOF del día 05 de marzo del 2014 por la SEMARNAT y los listados internacionales como la Red List de la UICN, y los apéndices de CITES.
- Especies de lento crecimiento.- Se considera necesario hacer el rescate de los individuos de especies que tienen un desarrollo vegetal lento, es decir, alcanzan la madurez sexual en un término prolongado, lo cual dificulta su propagación y la conservación de la población mediante germoplasma, es por esto por lo que se realiza la conservación de los elementos de especies de las familias Asparagaceae, Cactaceae y Crassulaceae.

Entre las especies sujetas al rescate y reubicación se sugieren las siguientes descritas en la Tabla siguiente, así como las técnicas y el número de individuos a rescatar.

Tabla VI. 4. Propuesta de especies sujetas para el rescate y reubicación.

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos / ha	Técnica de rescate Propuesta
Matorral desértico micrófilo			
Carnegiea gigantea	Saguaro	4	Completa / Esquejes / Semilla

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos / ha	Técnica de rescate Propuesta
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	132	Completa / Esquejes / Semilla
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	8	Completa / Esquejes / Semilla
Mammillaria grahamii	Biznaga chollo chico	10	Completa / Esquejes / Semilla
Mammillaria heyderi	Biznaga china	1	Completa / Esquejes / Semilla
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	2	Completa / Esquejes / Semilla
Prosopis laevigata	Mezquite	7	Semilla
Coursetia glandulosa	Palo dulce	20	Completa / Semilla
Fouquieria splendens	Ocotillo	28	Completa / Semilla
Jatropha dioica	Sangre de drago	171	Completa / Esquejes
Phaulothamnus spinescens	Bachata	8	Completa / Esquejes / Semilla
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	9	Completa / Esquejes / Semilla
	Total	**400**	
Bosque de galería			
Nombre científico	**Nombre común**	**No. de individuos / ha**	**Técnica de rescate**
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	2	Completa / Esquejes / Semilla
Populus fremontii	Álamo	2	Completa / Esquejes / Semilla
Salix gooddingii	Sauce norteño	2	Completa / Semilla
Prosopis laevigata	Mezquite	28	Semilla
Ambrosia monogyra	Jejego	1066	Completa / Semilla
	Total	**1100**	
Bosque de mezquite			
Nombre científico	**Nombre común**	**No. de individuos / ha**	**Técnica de rescate**
Agave palmeri	Lechuguilla	2	Completa / Semilla
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	2	Completa / Esquejes / Semilla
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	1	Completa / Esquejes / Semilla
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	1	Completa / Esquejes / Semilla
Mammillaria heyderi	Biznaga china	1	Completa / Esquejes / Semilla

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos / ha	Técnica de rescate Propuesta
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	57	Completa / Esquejes / Semilla
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	13	Completa / Esquejes / Semilla
Acacia greggii	Tepame	42	Completa / Semilla
Celtis reticulata	Palo blanco	4	Completa / Semilla
Prosopis laevigata	Mezquite	32	Semilla
Sapindus saponaria	Jaboncillo	118	Completa / Semilla
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	12	Completa / Semilla
Celtis pallida	Acebuche	36	Completa / Semilla
Fouquieria splendens	Ocotillo	6	Completa / Semilla
Sarcomphalus obtusifolius	Garrapatilla	73	Completa / Semilla
	Total	**400**	
Pastizal natural			
Nombre científico	**Nombre común**	**No. de individuos / ha**	**Técnica de rescate**
Bouteloua repens	Navajita rastrera	**2 kg por especie**	Semilla
Bouteloua barbata	Navajita		
Setaria macrostachya	Pajita tempranera		
Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	1	Completa / Semilla
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	1	Completa / Semilla
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	2	Completa / Esquejes / Semilla
	Total	**4**	
Bosque de encino			
Nombre científico	**Nombre común**	**No. de individuos / ha**	**Técnica de rescate**
Juniperus arizonica	Enebro de Arizona	4	Completa / Semilla
Agave palmeri	Lechuguilla	2	Completa / Semilla
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	1	Completa / Esquejes / Semilla
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	2	Completa / Semilla
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre Oriental	12	Completa / Esquejes / Semilla
Prosopis laevigata	Mezquite	302	Semilla
Quercus emoryi	Encino prieto	432	Completa / Semilla
Celtis pallida	Acebuche	345	Completa / Semilla

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	No. de individuos / ha	Técnica de rescate Propuesta
	Total	**1100**	
Mezquital xerófilo			
Nombre científico	**Nombre común**	**No. de individuos / ha**	**Técnica de rescate**
Agave palmeri	Lechuguilla	5	Completa / Semilla
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	2	Completa / Esquejes / Semilla
Echinocereus rigidissimus	Cabeza de viejo	2	Completa / Esquejes / Semilla
Prosopis laevigata	Mezquite	124	Semilla
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	81	Completa / Semilla
Fouquieria splendens	Ocotillo	174	Completa / Semilla
Mimosa biuncifera	Garabatillo	12	Completa / Semilla
	Total	**400**	

Asimismo, se propone la utilización de los siguientes indicadores de seguimiento y desempeño de las actividades.

Tabla VI. 5. Indicadores de seguimiento.

Indicador	Descripción
Capacitación del personal:	No. de trabajadores capacitados/ No. de trabajadores contratados.
Organismos rescatados por especie:	Número de individuos rescatados por especie.
Organismos reubicados por especie:	Número de individuos reubicados.
Tasa de supervivencia:	Para la evaluación se consideración los siguientes criterios: 90% Aceptable 85% Alerta 70% Umbral inadmisible En caso de llegar al umbral Alerta se levanta una acción preventiva y en caso de llegar al umbral inadmisible se levanta una NO conformidad y de requerirse, se hará una revisión de los procedimientos aplicados y en su caso se llevarán a cabo las medidas de mitigación y correcciones necesarias, para asegurar el 85% de supervivencia de las plantas.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, esta medida se complementará con un Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas (ver en Anexo VI.7), en el cual se contemplan los estatus de conservación las especies más vulnerables de las que acorde a los apartados de flora correspondientes (en el Capítulo IV) serán removidas del AP a fin de utilizarlas en la plantación y con ello promover su presencia dentro del ecosistema.

El Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas contendrá estrategias para asegurar la sobrevivencia de al menos el 80% de los individuos de las especies seleccionadas a fin de conservar la abundancia de los individuos establecidos en la plantación y a su vez fomentar el establecimiento de nuevas especies. El área reforestada (con especies nativas) se ubicará preferentemente en la periferia del terreno, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.

Asimismo, dentro del DDV o muy cercano a este se instalará un sitio de confinamiento temporal para el manejo y rehabilitación de los individuos de flora rescatados para su reubicación en los polígonos marcados en el Programa de Reforestación.

Por otro lado, en el área destinada para la reforestación se instalará un *vivero temporal*, que será donde se hará el tratamiento, germinación y mantenimiento de las plántulas generadas a partir del germoplasma rescatado del desmonte y despalme.

El diseño de plantación de las acciones de Reforestación y Revegetación será similar en cuanto a densidad (individuos/hectárea) y composición (nodricismos) presentes en el sitio del Proyecto.

Ejecutar las actividades tal como se plantean en los Programas Ambientales supone una mejoría en la composición de la cubierta vegetal, ya que se pretende fomentar la distribución natural de especies nativas, minimizando el arribo de especies oportunistas o invasoras, aumentando la abundancia y diversidad de especies bajo lineamientos planteados en Programas ambientales enfocados a los tipos de vegetación presentes, así como la continuidad en las cubiertas vegetales de la región.

Respecto a la reforestación se indica que El PROYECTO se desarrolla en áreas forestales, representado por seis tipos de vegetación que son: matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo, bosque de encino, bosque de galería, bosque de mezquite y pastizal natural. Estos ecosistemas controlan la erosión, la generación, conservación y recuperación del suelo; generan oxígeno, contribuyen a la captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes; mantienen la provisión de agua en calidad y cantidad; propician y permiten la polinización de plantas y el control biológico de plagas; permiten la apreciación del paisaje y la recreación; además de proporcionar servicios ambientales. Sin embargo, las actividades del PROYECTO en sus diferentes etapas generan un impacto directo en estos ecosistemas, como la remoción de la cubierta vegetal en toda la superficie del PROYECTO, provocando la reducción de la evapotranspiración y aumentando la reflectividad (fracción de radiación incidente reflejada por una superficie) del suelo, logrando a mediano o largo plazo una disminución de la humedad del suelo.

Por lo anterior, como medida de compensación se establece el presente Programa en donde se consideran las especies nativas provenientes del rescate en el área de desplante de la obra (información detallada en el Programa Ambiental denominado: *Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre* (ver en Anexo VI.1), relacionado con este Proyecto, así como

CONSULTA PÚBLICA

la compra de la planta en los viveros locales autorizados para la donación y/o venta de individuos reproducidos de forma sostenible y bajo el estricto apego a la normativa vigente.

Como se mencionó anteriormente, la construcción del Proyecto afectará 438.246 ha de superficie forestal, por lo tanto, para mitigar la afectación de las obras y actividades del Proyecto hacia la vegetación, se pretende compensar una superficie 1:1, es decir de aproximadamente la misma superficie.

Es importante referir que la superficie forestal afectada se compensará con el mismo porcentaje o mayor al tipo de vegetación representada de acuerdo con referencias de la CONAFOR. Por lo tanto, se compensará áreas con vegetación de galería, bosque de encino, bosque de mezquite, matorral desértico micrófilo, matorral de mezquite y pastizal natural.

Los sitios donde se realizará la restauración ecológica serán aquellos según lo que marca el REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. TÍTULO PRIMERO DE LAS DISPOSICIONES GENERALES. CAPÍTULO ÚNICO. Artículo 2. XXXV. Tierras frágiles, aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural.

Aunado a esto, se delimitaron polígonos de tierras para su reforestación con una superficie de 438.25 ha. Con esta propuesta se pretende dar conectividad a la vegetación aledaña, a los pasos de fauna, sitios que requieren ser restaurados, así como reducir la erosión de los suelos.

Estos polígonos se ubican dentro del área del SAR como son: sitios donde se realizaron las obras provisionales, en ANP privada (Rancho Aribabi), en sitios prioritarios para la reforestación (SPR) y sitios de atención prioritaria (SAP). Y se pueden consultar en el ***Anexo VI.7 Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas***.

Asimismo, es importante mencionar que las superficies propuestas para restaurar son como su nombre lo indica “propuestas” que pueden ser modificadas por la Promovente del Proyecto si no se llega a alguna negociación con los propietarios. Sin embargo, la superficie propuesta tendrá que ser similar o por arriba de la superficie de afectación, y se tendrán que considerar los cinco tipos de vegetación forestal que se ven afectados por el emplazamiento del Proyecto y sus obras con proporciones similares a los propuestos. Cabe mencionar que el ejecutor debe contar con los permisos necesarios de particulares o de las autoridades pertinentes para realizar correctamente este Programa de Reforestación dentro de los polígonos propuestos.

Los Mapas a detalle, así como las coordenadas UTM de los Vértices de cada polígono propuesto para la ejecución de acciones de Reforestación y Revegetación, se pueden consultar en el Anexo VI.7., adjunto a este Estudio de Impacto Ambiental.

Adicionalmente el conjunto de las acciones de reforestación de todas las áreas recomendadas en el Programa y derivadas de la ejecución del Proyecto, permitirá el establecimiento de superficies verdes que a su vez, propicien las condiciones de anidamiento, desplazamiento y refugio para la fauna local; amortiguamiento del ruido ocasionado por acciones antrópicas en su caso hacia las localidades cercanas; freno a los procesos erosivos; conservación de suelo, mejora

CONSULTA PÚBLICA

de sus propiedades y finalmente ofrecerá condiciones de confort a pobladores de la región al proporcionar sombra y un paisaje más agradable.

Por otro lado, la mezcla de especies propuesta a utilizar para las acciones de reforestación y revegetación son las indicadas en la siguiente Tabla.

Tabla VI. 6. Listado de especies florísticas propuestas para la reforestación/revegetación.

Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Acacia greggii	Tepame	MK
Agave palmeri	Lechuguilla	BQ, MKX
Ambrosia monogyra	Jejego	BG
Bouteloua barbata	Navajita	PN
Bouteloua repens	Navajita rastrera	PN
Calliandra eriophylla	Charrasquillo	MDM, MK, MKX
Carnegiea gigantea	Saguaro	MDM
Celtis pallida	Acebuche	BQ, MK
Celtis reticulata	Palo blanco	MK
Coursetia glandulosa	Palo dulce	MDM
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	BQ, MK, KKX, PN
Cylindropuntia thurberi	Cardenche de Sonora	MDM, MK
Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	PN
Echinocereus rigidissimus	Cabeza de viejo	MKX
Ferocactus emoryi	Biznaga barril del desierto de Sonora	MDM, MK
Fouquieria splendens	Ocotillo	MDM. MK, MKX
Jatropha dioica	Sangre de drago	MDM
Juniperus arizonica	Enebro de Arizona	BQ
Mammilaria grahamii	Biznaga chollo chico	MDM
Mammillaria heyderi	Biznaga china	MDM, MK
Mimosa biuncifera	Garabatillo	MKX
Neltuma laevigata	Mezquite	MDM, MK, BQ, BG, MKX
Nolina microcarpa	Soyate cortadillo	BQ, PN
Opuntia engelmannii	Nopal cuijo	MK
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	BG
Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	MK
Phaulothamnus spinescens	Bachata	MDM
Populus fremontii	Álamo	BG
Quercus emoryi	Encino prieto	BQ
Salix goodingii	Sauce norteño	BG

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Tipo de vegetación
Sapindus saponaria	Jaboncillo	MK
Sarcomphalus obtusifolius	Garrapatilla	MK
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	PN
Stenocereus thurberi	Pitayo dulce	MDM
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre Oriental	BQ

Y finalmente las densidades de Plantación también son señaladas en el Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas (Anexo IV.7 a la MIA-R).

Impacto identificado	Incremento de la Fragmentación del dosel de vegetación natural
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre. • Colocación de señalética de protección a la flora y prohibición de fogatas o incendios. • Delimitación del área del Proyecto y zonas provisionales previo al inicio de actividades. • Programa de Reforestación de Compensación Ambiental con especies nativas de la región, de sitios fuera del DDV previamente establecidos como compensación. • La revegetación con especies nativas de la región de las áreas afectadas de forma temporal dentro del DDV y terraplenes en donde la pendiente lo permita. • Sensibilización ambiental dirigida a personal que labore en actividades del Proyecto como parte de las “buenas prácticas ambientales” • Supervisión ambiental

Descripción de la(s) Medida(s) de Mitigación:

La ejecución de los Programas Ambientales representa uno de los ejes principales para la mitigación de los impactos negativos en la vegetación natural de la región, ya que se sustenta de actividades como el rescate y reubicación de flora, reforestación, revegetación de áreas y en la supervisión de la ejecución de cada uno de los lineamientos establecidos en dichos programas, ya que forman un entramado de acciones que fundamentan entre todos el éxito en la minimización de los impactos generados en las áreas afectadas por el Proyecto.

La reforestación de zonas sin vegetación aparente que se encuentran en desuso o donde el componente edáfico tiene un daño profundo, representa un mejoramiento significativo para la continuidad de las masas forestales que se distribuyen de manera natural en el entorno.

De manera puntual, en el AP se encuentran parches que conservan la cubierta vegetal de forma fragmentada, especialmente por la apertura de parcelas para cultivo de frutales, por lo que

CONSULTA PÚBLICA

realizar acciones de reforestación en zonas aledañas favorecerá la distribución natural de las especies, ayudando en la conectividad de las masas forestales.

Es importante recalcar que las masas forestales incluyen los pastizales naturales, popal, tular y la vegetación acuática, por lo que no se deben subestimar estos tipos de vegetación, la correcta ejecución de los programas de conservación enlistados anteriormente estará particularizados al tipo de vegetación y flora local.

Por lo tanto, realizar las acciones marcadas y el alcance de los objetivos una correcta ejecución recae en la supervisión de cada una de las actividades a realizar, el seguimiento y corrección oportuna de los impactos significa un alto índice de éxito en la realización de los programas, el cual es vital para alcanzar los limites proyectados para cada uno de los impactos.

Es probable que durante las distintas etapas del Proyecto la flora silvestre presente quede expuesta por las actividades de la maquinaria y personal contratado, quedando comprometida su integridad física, por lo que es importante que antes del inicio de la obra y preferentemente cada 3 meses, por los cambios de personal que suele tener este tipo de Proyectos, se impartan pláticas de educación ambiental para establecer lineamientos sobre precaución, protección y conservación de las especies que tienen presencia potencial dentro del SAR y en particular en el Derecho de vía.

En la siguiente fotografía podemos observar un ejemplo de rescate de un individuo realizado para otro Proyecto, destacando que se debe dar capacitación al personal de trabajo que ejecuten estas actividades, ya que el rescate de individuos debe asegurar su supervivencia y se debe tener cuidado con el manejo de los sistemas radiculares (raíces) para evitar dañarla, así como minimizar el maltrato de las estructuras foliares (tallos y hojas) y la rotura de estructuras de soporte (tallos).

ULTA PÚBLICA



Foto VI. 29 Acciones de rescate de individuos de la flora en sitio de Proyecto.

Impacto identificado	Disminución de servicios ambientales que presta la vegetación
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre. • Colocación de señalética de protección a la flora y prohibición de fogatas o incendios. • Delimitación del área del Proyecto y zonas provisionales previo al inicio de actividades. • Elaboración de composta y troceo de los componentes menores de la vegetación y poner a disposición de los propietarios los productos maderables y/o de importancia local. • Programa de Reforestación de Compensación Ambiental con especies nativas de la región, de sitios fuera del DDV previamente establecidos como compensación. • La revegetación con especies nativas de la región de las áreas afectadas de forma temporal dentro del DDV y terraplenes en donde la pendiente lo permita. • Sensibilización ambiental dirigida a personal que labore en actividades del Proyecto como parte de las "buenas prácticas ambientales" • Supervisión ambiental

Descripción de la(s) Medida(s) de Mitigación:

Con la finalidad de asegurar que no se destruya o transforme el hábitat más allá de la superficie autorizada por la SEMARNAT para la implementación del presente Proyecto, es importante que se lleve a cabo una supervisión ambiental que asegure la instalación de los campamentos temporales en áreas ya impactadas carentes de vegetación natural y/o que dicha instalación se realice dentro del mismo DDV.

Cada capacitación deberá abordar temas como la fauna silvestre presente en la zona y su importancia para el ecosistema, las medidas de seguridad en caso de encuentro con fauna potencialmente peligrosa para el hombre y recomendaciones sobre la protección de las especies silvestres dejando claramente la prohibición a todo el personal sobre la caza extracción y/o tráfico de especies silvestres.

La correcta ejecución de los Programas ambientales supone una mejora sustancial en la distribución de los tipos de vegetación que serán afectados, ya que lejos de fragmentar o disminuir la abundancia y diversidad de especies nativas, se beneficiará y aumentará calidad de los servicios ambientales a través de la distribución de masas vegetales saludables y cin conectividad biológica para una sucesión ecológica con caracteres cada vez más cercanos al clímax esperado en su composición.

Además de las medidas antes mencionadas, el Mantenimiento y conservación de superficies libres revegetadas dentro del Área del proyecto con especies herbáceas y/o arbustivas que permitan mantener un estrato con especies que sean nativas, evitando o disminuyendo la competencia con especies invasoras como son los pastos africanos que cuentan con una amplia distribución a nivel nacional pero que ha desplazado especies de pastos mexicanos que permiten una mayor diversidad de especies, así como un adecuado manejo mediante chaponeo o

CONSULTA PÚBLICA

mantenimiento de los límites del DDV, acciones para prevención de incendios forestales y deshierbe constante.



Foto VI. 30. Ejemplo del continuidad del dosel natural.

El desarrollo de Proyectos de infraestructura férrea puede representar una mejoría significativa no solo los aspectos económicos y sociales, sino también los referentes al medio ambiente. Específicamente las acciones derivadas en campañas de restauración ecológica aunado a la difusión de conocimiento e información útil a la población en general, ya que una porción considerable del personal que labora en la ejecución de las actividades son de comunidades locales, por lo que conocer e identificar los recursos naturales que los rodean conduce a acciones de conservación al entorno, se ha observado que cuando el personal se ve identificado con la riqueza biológica que posee su región tiende a realizar actividades de protección aun después de concluido el Proyecto, propagando información bien documentada de boca en boca y hacia generaciones futuras, por lo que no se debe desestimar la realización de actividades de comunicación y sensibilización en los frentes de trabajo del Proyecto mediante la supervisión y vigilancia ambiental, así como el fomento de buenas prácticas que se deben difundir con todos los niveles de trabajadores dentro del Proyecto, el apoyo de esta sensibilización puede realizarse mediante señalización dentro del DDV, como refuerzo de la información difundida.

CONSULTA PÚBLICA



Foto VI. 31 Ejemplo de señalética sugerida.
Fuente: Internet, 2022

El adecuado manejo de este producto servirá como una mitigante contra la pérdida de suelo orgánico durante el despalme, el cual, deberá ser apilado en un área provisional y troceado de forma fina para su reintegración a las áreas de revegetación y/o reforestación.

Asimismo, el sitio donde se resguarde este material deberá ser un área despejada y alejada de conglomerados forestales, una zona limpia y con señalización adecuada para evitar que se depositen residuos sólidos urbanos, así como la prevención de conatos de incendios, así como evitar atrayentes de fauna.

Impacto identificado	Afectación de especies de la flora silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las prioritarias para su conservación (de acuerdo con otros listados y/o su importancia ecológica) Aislamiento de Poblaciones
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre. • Colocación de señalética de protección a la flora y prohibición de fogatas o incendios. • Delimitación del área del Proyecto y zonas provisionales previo al inicio de actividades. • Acciones de reforestación con especies nativas de la región, de sitios fuera del DDV previamente establecidos como compensación. • La revegetación con especies nativas de la región de las áreas afectadas de forma temporal dentro del DDV y terraplenes en donde la pendiente lo permita. • Sensibilización ambiental dirigida a personal que labore en actividades del Proyecto como parte de las “buenas prácticas ambientales”

CONSULTA PÚBLICA

	• Supervisión ambiental

Descripción de la(s) Medida(s) de Mitigación:

Para evitar la afectación a las poblaciones de especies presentes en el AP, especialmente aquellas que puedan estar enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, con alguna categoría de riesgo y su posible aislamiento, se debe ejecutar el Programa Ambiental dcenominado: Acicones de Protección, Rescate y Reubicación de Flora Silvestre donde se deben describir las estrategias necesarias para la extracción de las especies, su adecuación (vivero temporal o área de confinamiento temporal) y su posterior reubicación. Entre las principales acciones a realizar, además de las que incluidas en los Programas Ambientales (Programa de Rescate y Reubicación de Flora en y el Programa de Reforestación), se listan las siguientes:

- Las especies deberán ser reubicadas en áreas similares a la de la extracción y bajo las mismas condiciones (nodricismo) en las que se encontraban al momento de ser rescatadas.
- Dentro del Programa de Rescate y Reubicación se detallan las metodologías necesarias que se deben seguir en la ejecución del Programa, para asegurar la sobrevivencia de las especies.
- Queda prohibida la extracción y comercialización de organismos de flora fuera del área del Proyecto.
- La supervisión y vigilancia ambiental se asegurará que se implementen campañas de sensibilización ambiental y que sean realizadas con la mejor de las técnicas de difusión dedicadas al personal de obra, así como de su continuidad, el seguimiento a las alertas generadas por el personal y en la minimización de la extracción de flora o recursos naturales por parte del personal.
- Las actividades de este tipo aumentan también los índices de éxito en la ejecución de los Programas Ambientales que son satélites al Proyecto, ya que aumentan la cantidad de recursos humanos capaces de identificar flora que es sujeta a rescate y conservación para la reintroducción mediante la reubicación y reforestación.

La conservación e instauración de masas forestales en áreas cercanas al DDV mediante el rescate y la conservación del germoplasma de ejemplares sanos es uno de los ejes rectores para la mitigación de los impactos de las comunidades vegetales dentro del área del Proyecto. Al conservar estos elementos se aumenta la probabilidad de éxito en la plantación y reubicación de los individuos dentro de los polígonos considerados para estas actividades (Consultar los Anexos sobre Acciones de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre; Programa de Acciones de Reforestación y Revegetación en Compensación por los Impactos en Ecosistemas).

CONSULTA PÚBLICA




Foto VI. 32. Implementación de vivero rústico temporal para el mantenimiento de individuos rescatados.

Fauna

Impacto identificado	Pérdida del hábitat para la fauna
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** 1. Revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna estipulado en las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre 2. Supervisión ambiental con la finalidad de respetar las áreas destinadas al DDV, campamentos y bancos de materiales
Tiempo en el que se instrumentará o duración	1. Posterior a la construcción de los pasos para fauna y/o adecuación de las obras de drenaje como pasos para fauna 2. Durante todo el tiempo que dure el proceso constructivo
Recursos necesarios para su instrumentación	1. Para realizar las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre es necesario la participación de 2 especialistas en fauna, un médico veterinario que atenderá a la fauna lastimada en un campamento y dos peones de apoyo. El personal deberá estar debidamente equipoado e identificados con chalecos con colores brillantes, cascos, guantes y viboreras, además del equipo para la captura y manipulación de los ejemplares como es el caso de trampas tipo Sherman y Tomahawk, contenedores de plástico, bolsas de manta de distintas tallas, ganchos y pinzas herpetológicas, binoculares, etc. 2. Los dos especialistas en fauna silvestre encargados de dirigir las acciones de Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre serán los responsables de impartir estas charlas.
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	1. Se entregarán informes mensuales de los ahuyentamientos, rescates y reubicaciones de fauna silvestre. Se proponen los indicadores de realización y seguimiento los cuales se describen en el Anexo VI.2 “Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre”. 2. Cada mes deberá presentarse una lista del personal que tome el curso de capacitación. Tanto la eficiencia como eficacia ira dirigido a que el 100 % del

CONSULTA PÚBLICA

	personal que integra la platilla de obra tome dicha charla de capacitación y concientización. 3. Medidas específicas para la protección de luciernagas

1. **Revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna estipulado en las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre**

Esta pérdida de hábitat incurre en que se elimine de manera permanente las fuentes de alimento, sitios de anidación, refugios para especies de talla pequeña y mediana, la pérdida de la continuidad del hábitat, etc, en el área de afectación, por lo que es necesario implementar acciones de revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna, ya que esto permitirá que una vez culminado el proceso constructivo se recupere en parte el hábitat afectado, mitigando a su vez otros impactos como es el caso del efecto borde y afectación a las rutas de dispersión de la fauna silvestre.

2. **Supervisión ambiental con la finalidad de respetar las áreas destinadas al DDVV, campamentos y bancos de materiales**

Con la finalidad de que se respete la superficie autorizada para realizar las acciones de desmonte y desplamde del sitio, tanto en el derecho de vía, bancos de materiales, áreas de campamentos y caminos de acceso, se deberá cumplir con una supervisión ambiental a lo largo de todos los frentes de trabajo en donde se reportará a la autoridad correspondiente el cumplimiento de estas acciones.

3. **Medidas específicas para la protección de luciernagas**

Medidas generales:

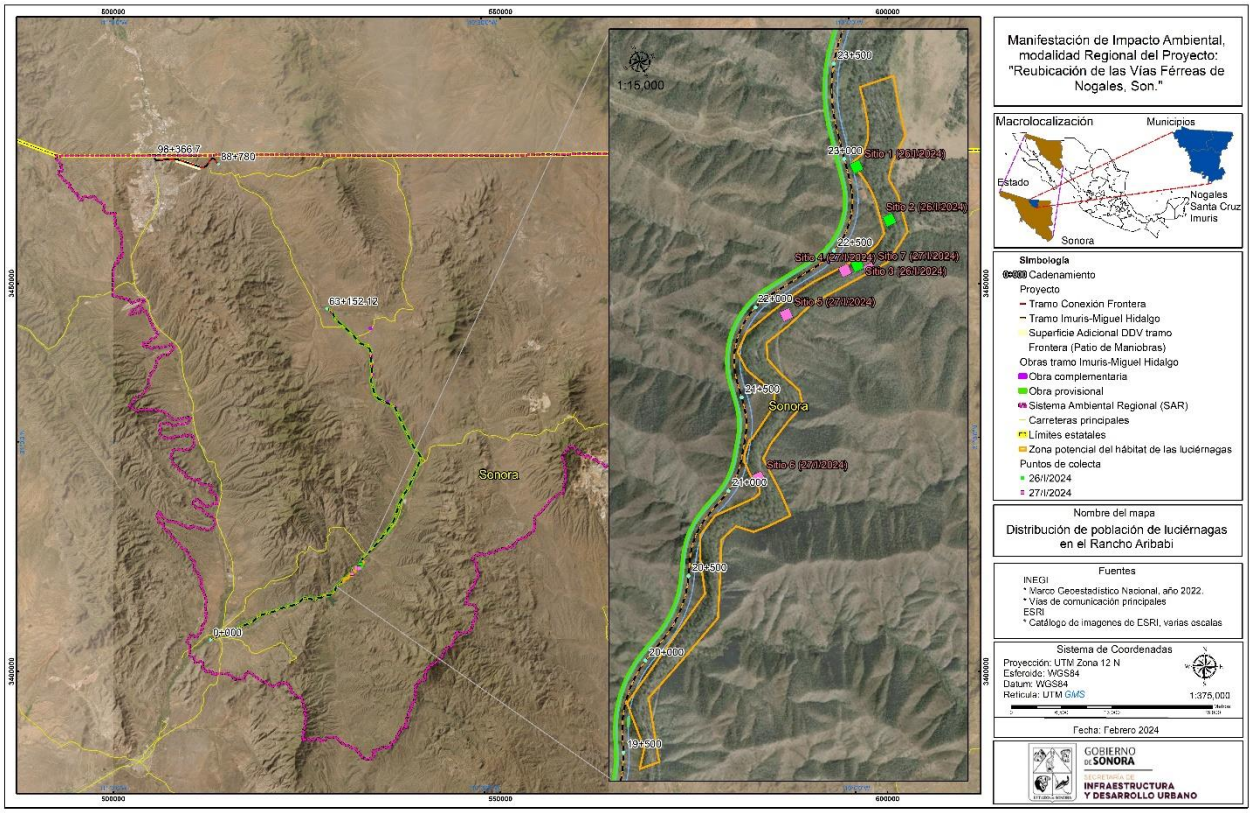
-Impulsar investigaciones para aumentar el conocimiento sobre la distribución de especies, su evolución, exigencias ambientales y su importancia en los ecosistemas. Es necesario realizar una evaluación en temporada de luciérnagas, aproximadamente en los meses de junio a septiembre, para identificar las especies presentes en la zona.

-Elaborar censos poblacionales en áreas que puedan servir como sitios de conservación para las especies.

Descripción de las medidas específicas:

En el Mapa se representa polígono para llevar a cabo estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales para luciérnagas.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa VI. 5. Ubicación de la zona de protección y conservación de luciérnagas.

Las coordenadas geográficas de los vértices del polígono de protección y conservación sugerido para las Luciernagas se muestrane en la tabla a continuación.

Tabla VI. 7. Coordenadas que conforma el polígono para llevar a cabo estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales para luciérnaga.

Latitud Norte	Longitud Oeste
30.8361831	-110.6887345
30.8390518	-110.6876582
30.8410766	-110.6825695
30.8443080	-110.6806267
30.8445913	-110.6795819
30.8440068	-110.6788487
30.8439561	-110.6766748
30.8469047	-110.6767179
30.8483495	-110.6735159
30.8490490	-110.6733578

CONSULTA

Latitud Norte	Longitud Oeste
30.8509142	-110.6742017
30.8510054	-110.6742063
30.8524133	-110.6707254
30.8526767	-110.6660910
30.8535776	-110.6644333
30.8553487	-110.6640704
30.8561789	-110.6641492
30.8576734	-110.6623288
30.8604273	-110.6615583
30.8606222	-110.6634535
30.8589784	-110.6638902
30.8583257	-110.6642158
30.8577425	-110.6647867
30.8575943	-110.6654878
30.8572824	-110.6655510
30.8560210	-110.6652935
30.8539598	-110.6656212
30.8534540	-110.6669276
30.8533105	-110.6701564
30.8525030	-110.6746444
30.8518922	-110.6755132
30.8509490	-110.6754696
30.8494544	-110.6746464
30.8489028	-110.6748962
30.8479295	-110.6769584
30.8471168	-110.6776820
30.8457106	-110.6775587
30.8454786	-110.6776914
30.8453882	-110.6779952
30.8454423	-110.6803404
30.8448742	-110.6815513
30.8423274	-110.6826111
30.8392100	-110.6889647
30.8369575	-110.6891746
30.8362587	-110.6898078

CONFIDENCIAL

- Plan de manejo de cobertura vegetal

Uno de los principales riesgos para la fauna es la pérdida de hábitat, por lo que es necesario que se contemple un plan de manejo de cobertura vegetal, la vegetación es el núcleo del mantenimiento del hábitat de muchas especies como las luciérnagas. Las luciérnagas prefieren sitios con altos niveles de humedad y cobertura vegetal, lo que afecta positivamente su riqueza y abundancia (Braham, 2015). Por lo que es necesario que se garantice la protección de la vegetación circundante durante la ejecución de las actividades del proyecto de reubicación de las vías. En este sentido, se requiere que se establezcan claramente las áreas designadas de remoción de vegetación antes de iniciar los trabajos, con el propósito de limitar los impactos a las zonas destinadas a la construcción y operación y evitan tener contacto con el hábitat de luciérnagas en el rio Cocospera. La remoción de vegetación (desmonte) será supervisada en función del progreso de la obra y se llevará a cabo de forma manual en zonas aledañas al polígono de hábitat de luciérnagas, utilizando herramientas como motosierras, hachas, azadones y machetes, prohibiendo estrictamente el uso de maquinaria pesada u otros métodos que puedan causar daños al suelo o a la vegetación circundante en este espacio. Estas directrices se aplican a todo el personal involucrado en las actividades. La empresa contratista se encargará de vigilar el cumplimiento de estas medidas. Se llevará a cabo una campaña de concientización y capacitación para sensibilizar a los trabajadores sobre la importancia de preservar la flora.

- Plan de manejo de residuos peligrosos

Durante el desarrollo de la obra de reubicación de las vías, se generan diferentes tipos de residuos, algunos de ellos provenientes de los vehículos empleados en las obras. Los residuos al tener un mal manejo pueden ser considerados como una fuente importante de contaminación del suelo y agua, lo que podría afectar de manera irreparable el hábitat de las luciérnagas .Los residuos deberán ser almacenados para prevenir la dispersión no controlada de desechos peligrosos y facilitar su gestión adecuada. Así mismo, cada recipiente deberá estar debidamente identificado mediante la etiqueta correspondiente. Estos desechos no deberán colocarse en ninguna circunstancia en la zona de hábitat de las luciérnagas.

- Programas de conservación de suelo.

La contaminación del suelo genera impactos negativos en el ambiente y en las personas, altera el equilibrio de nutrientes, materia orgánica y microorganismos que sustentan las poblaciones de insectos. Las actividades industriales como la producción de bienes de consumo han generado focos de contaminación por el manejo inadecuado de materiales peligrosos y todo tipo de residuos.

Evitar el paso peatonal y de maquinaria en zonas de hábitat de la Luciernaga en época reproductiva principalmente, ya que se compacta y erosiona el suelo, lo que causa la muerte de los estados inmaduros de las luciérnagas, así como puede dificultar la oviposición (Lewis, 2020).

CONSULTA PÚBLICA

En relación con las luciérnagas, y como ya se ha mencionado, todas las etapas de huevo, larva y pupa se desarrollan en el suelo; las larvas pasan meses o años alimentándose de caracoles, lombrices de tierra y otras presas de cuerpo blando. En estado adulto, las luciérnagas ocupan la parte terrestre para el cortejo y apareamiento (Lewis, 2020), por lo que hay que asegurar un desarrollo óptimo para la conservación de las luciérnagas.

Hay especies cuyas larvas son acuáticas, semiacuáticas o terrestres, por lo que, en su mayoría se encuentran en cuerpos de agua o cercanas a ellos. Se ha observado un declive en las poblaciones debido, en parte, a la contaminación del agua por el aumento de la urbanización y los efluentes industriales junto con la canalización de los ríos, los cuales degradan el hábitat del río y redujeron la supervivencia de estas larvas acuáticas y sus presas de caracoles (Lewis et al., 2020).

Se recomienda eliminar los contaminantes orgánicos e inorgánicos del río para evitar que el oxígeno disuelto disminuya, así como monitorear al menos seis parámetros clave del Índice de Calidad del Agua, poniendo especial atención a la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y el nitrógeno amoniacal ya que se ha observado que estos influyen negativamente en las poblaciones de luciérnagas (Fauditz et al., 2021). Igualmente se recomienda evitar la quema de todo tipo de compuestos (incluyendo cigarrillos) y el tránsito de automóviles cerca del río ya que estos producen α-benzopireno, hidrocarburo altamente tóxico, el cual es soluble en agua (Zhang et al., 2021).

En términos generales se observa que el proyecto no incide con la zona de luciérnagas, pero si se localiza muy cercano a ella, en algunos puntos más que otros. Por lo que se deberá tener alta protección y seguir todas las indicaciones de bunas prácticas en estas zonas.

- Mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria.

Los equipos y maquinaria por el uso constante generan desgastes de sus componentes, entre ellos empaques, sellos herméticos, mangueras y conexiones, lo que podría ocasionar el derrame de líquidos y fluidos como gasolina, aceite, refrigerantes, etc. Esas sustancias al entrar en contacto con el suelos y cuerpos de agua de manera directa o por lixiviados, generarían la contaminación de esos componentes, afectando de manera directa el desarrollo y el mantenimiento de las poblaciones de las luciérnagas, debido a las características biológicas de estos insectos, ya que los estados inmaduros de algunas especies se desarrollan en el suelo y otras en cuerpos de agua.

Para evitar el derrame de líquidos y provenientes del equipo y maquinaria utilizados durante el proyecto, obra de reubicación de las vías que podrían ocasionar contaminación del suelo y de cuerpos de a agua, deberá contar con un programa de revisión y mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo del equipo y/o maquinaria utilizados. Preferentemente la constructora no podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores y de ninguina forma dentro del Polígono de la ADVC Rancho el Aribabi, se deberá contar con sitios asignados para ello dentro de la obra, donde también se deberá contar con una zona de disposición de tambos de aceite y otras para llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las

CONSULTA PÚBLICA

unidades vehiculares. Se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

- Delimitación de áreas autorizadas.

La delimitación de las áreas autorizadas para la realización de las actividades del proyecto será una medida preventiva para que el personal que labore reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos, sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del proyecto. Al invadir áreas no autorizadas podrían afectar la cobertura vegetal donde las luciérnagas adultas habitan y utilizan como perchas durante el cortejo durante la época de reproducción. También, al transitar por sitios donde se sabe de la presencia de luciérnagas, ya sea a pie o con maquinaria generaría un impacto directo sobre las poblaciones al compactar el suelo, ocasionando la reducción de la oxigenación del suelo, menor contenido humedad, disminución de la filtración del agua, reducción de la actividad de microfauna de la cual se alimentan las larvas de luciérnagas (Semarnat, 2013) Por ello, previo al inicio de las actividades de preparación del sitio, en particular del desmonte, un equipo de topografía delimitará con ayuda de los planos autorizados y de estacas, o cualquier otro elemento visual identificable, el área que cubren los polígonos del proyecto siguiendo la NOM-086-SCT2-2015, que nos indica el tipo señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales, con el objetivo de no invadir áreas sin autorización posteriormente.

A continuación, se describe la forma adecuada la delimitación:

- Georreferenciación: Se debe de contar con cartografía y planos georreferenciados de los polígonos correspondientes a cada obra del Proyecto y contar con las coordenadas envolventes de las mismas, dichas coordenadas serán utilizadas para realizar el marcaje perimetral en campo.
- Marcaje: El marcaje será la manera de delimitar visualmente los polígonos donde se realizarán las diferentes obras. El marcaje puede ser realizado de dos formas: mediante destacado y marcaje con cinta flagging.

- Uso de lámparas con luz tenue

Las luciérnagas, durante la época de apareamiento, emiten señales lumínicas para que machos y hembras de la misma especie se puedan reconocer, por lo que uno de los principales factores que afectan el cortejo y la reproducción de las luciérnagas es la contaminación lumínica (Lewis et al., 2004). Asimismo, se ha observado que tras dos semanas de exposición a luz artificial la mortalidad de las larvas aumenta y puede afectar la expresión genética de las mismas. Principalmente afecta la expresión de genes relacionados con la regulación de los niveles hormonales, el sistema reproductivo, los ritmos circadianos, así como la diferenciación neuronal (Chen et al., 2021). Aunado a lo anterior, se ha observado que las larvas de luciérnagas limitan su actividad de búsqueda de alimento bajo iluminación artificial brillante (Mbugua et al., 2020). Lo que lleva a una disminución de la población.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo que, durante el desarrollo de la obra de reubicación de las vías, se sugiere que las actividades se lleven a cabo aprovechando la luz del día para evitar el uso de luz artificial. Se sugiere el uso de luz roja tenue durante los periodos de trabajo nocturno, ya que las luciérnagas son menos sensibles a este tipo de luz (Cronin et al., 2000, Metcalfe, 2021). O en su defecto, trabajar en temporada previa a junio o posterior a septiembre, de querer trabajar por la noche

Durante el funcionamiento de los ferrocarriles o trenes en la etapa operativa, en aquellas zonas prioritarias para las luciérnagas, si se requiere de iluminación artificial durante las noches se deberá emplear luz dirigida que evite la disipación (contaminación lumínica). Además de que solo se encuentren encendidas en el tramo de vías en el que se encuentren circulando los trenes. Se sugiere el uso de sensores de movimiento o temporizadores para reducir el tiempo de exposición. En caso de que sea necesario que el interior del tren se encuentre iluminado, es necesario que se coloquen cortinas que eviten que la luz del interior se refleje al exterior del tren por la noche.

Para conocer el impacto real que podría tener las luces artificiales asociadas a las vías férreas sobre las poblaciones de luciérnagas, se deben de implementar un programa de monitoreo en la época de apareamiento mayo-julio, que es cuando se pude tener una certeza del tamaño de la población, ya que es cuando los adultos se encuentran activos, por lo que se tiene que llevar a cabo previo a la reubicación de las vías y de manera periódica cuando se encuentre en funcionamiento del tren. El monitoreo de luciérnagas se debe de llevar a cabo por personal con conocimiento de las técnicas de monitoreo específicas para luciérnagas y de identificación taxonómica de luciérnagas.

- Uso de barreras de sonido

En términos de ruido, el impacto generado por las vías férreas puede ser aún mayor que el de las carreteras. (Barrientos y Borda-de-Água, 2017) La principal fuente de ruido proviene de las locomotoras, del sistema de frenado de los vagones y de las vibraciones por la fricción de las ruedas con el riel, así como del silbato (Clausen et al., 2012).

En general, la contaminación acústica afecta a la fauna, principalmente puede afectar directamente la expresión genética, el estrés fisiológico y la función inmune, la mayoría de los impactos relacionados con el ruido parecen involucrar respuestas conductuales (Francis y Barber, 2013). Las luciérnagas son sensibles a la contaminación acústica, se ha observado que al percibir sonidos cesan la señalización de cortejo (Shen y Li, 2023).

Deseablemente se deben implementar las siguientes técnicas para la disminución del ruido:

- Fijadores de rieles (rail fastenings), estos sujetadores especializados están diseñados para aislar la estructura del puente del riel, reduciendo así el ruido.
- Amortiguadores de rieles, están diseñados para absorber vibraciones específicas, reduciendo así el ruido generado al pasar los trenes.
- Almohadillas debajo de los durmientes (under-sleepers pads o USP), son un componente de inserción que se instala debajo de las traviesas. Son usadas generalmente para mejorar la resiliencia de las vías del ferrocarril mejorando así la estabilidad de las vías,

CONSULTA PÚBLICA

aunado a ello se ha observado que es una herramienta esencial para reducir el ruido y las vibraciones.

Aunadas a estas, técnicas para reducir directamente el ruido y la vibración en los ferrocarriles se pueden realizar medidas de mantenimiento, tales como mantener lubricadas las bridas y corregir el desgaste de los rieles (Kaewunruen et al., 2017)

Las barreras acústicas son elementos comúnmente utilizados para aislar el ruido de los ferrocarriles y carreteras. Estas estructuras pueden construirse con tierra, madera, hormigón o metal o pueden constituirse con vegetación densa a lo largo de las vialidades (Bashir et al., 2015). Por lo que en este se recomienda evitar el desmonte y la pérdida de cobertura vegetal.

Impacto identificado	Efecto borde
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna estipulado en las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre
Tiempo en el que se instrumentará o duración	• Posterior a la construcción de los pasos para fauna y/o adecuación de las obras de drenaje como pasos para fauna
Recursos necesarios para su instrumentación	1. Para realizar las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre es necesario la participación de 2 especialistas en fauna, un médico veterinario que atenderá a la fauna lastimada en un campamento y dos peones de apoyo. El personal deberá estar debidamente equipoado e identificados con chalecos con colores brillantes, cascos, guantes y viboreras, además del equipo para la captura y manipulación de los ejemplares como es el caso de trampas tipo Sherman y Tomahawk, contenedores de plástico, bolsas de manta de distintas tallas, ganchos y pinzas herpetológicas, binoculares, etc. 2. Los dos especialistas en fauna silvestre encargados de dirigir las acciones de Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre serán los responsables de impartir estas charlas.
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	1. Se entregarán informes mensuales de los ahuyentamientos, rescates y reubicaciones de fauna silvestre. Se proponen los indicadores de realización y seguimiento los cuales se describen en el Anexo VI.2 “Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre”. 2. Cada mes deberá presentarse una lista del personal que tome el curso de capacitación. Tanto la eficiencia como eficacia ira dirigido a que el 100 % del personal que integra la platilla de obra tome dicha charla de capacitación y concientización.

CONSULTA PÚBLICA

- **Revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna estipulado en las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de la Flora Silvestre**

Con la finalidad de mitigar el efecto borde el cual hace referencia a las modificaciones en los procesos bióticos y físicos de un ecosistema que surgen producto de una transición abrupta en

un área que anteriormente era homogénea, se implemetará como medida de mitigación la revegetación en las inmediaciones de los pasos para fauna.

Se revegetará con especies de flora nativas a la zona que sean arbustivas a ambos lados de cada entrada de la obra que se desee adecuar, esto para encausar a la fauna hacia las obras mixtas (paso de agua y fauna), además al presentar vegetación a las entradas de cada obra permitirá que la fauna no sienta recelo al usar las obras mixtas para cruzar a través de ellas.

Impacto identificado	Modificación a los patrones conductuales de los animales
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** 1. Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 2. Capacitación y concientización del personal de obra
Tiempo en el que se instrumentará o duración	1. Cinco días antes y durante todo el tiempo que duren las actividades de desmonte y despalme del sitio por frente de trabajo y una vez a la semana durante todo el evento constructivo 2. Una vez al mes a lo largo de todo el tiempo que tarde el proceso constructivo
Recursos necesarios para su instrumentación	3. Para realizar las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre es necesario la participación de 2 especialistas en fauna, un médico veterinario que atenderá a la fauna lastimada en un campamento y dos peones de apoyo. El personal deberá estar debidamente equipoado e identificados con chalecos con colores brillantes, cascos, guantes y viboreras, además del equipo para la captura y manipulación de los ejemplares como es el caso de trampas tipo Sherman y Tomahawk, contenedores de plástico, bolsas de manta de distintas tallas, ganchos y pinzas herpetológicas, binoculares, etc. 4. Los dos especialistas en fauna silvestre encargados de dirigir las acciones de Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre serán los responsables de impartir estas charlas.
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	3. Se entregarán informes mensuales de los ahuyentamientos, rescates y reubicaciones de fauna silvestre. Se proponen los indicadores de realización y seguimiento los cuales se describen en el Anexo VI.2 “Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre”. 4. Cada mes deberá presentarse una lista del personal que tome el curso de capacitación. Tanto la eficiencia como eficacia ira dirigido a que el 100 % del personal que integra la platilla de obra tome dicha charla de capacitación y concientización.

CONSULTA PÚBLICA

1. Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Como medida de mitigación para evitar que la fauna sea afectada por atropello, cacería o maltrato por parte del personal que participa en la construcción del proyecto, además de evitar que ciertas especies de animales se adecuen a la presencia humana y cambien su comportamiento como

respuesta en la búsqueda de alimento procesado, se recomienda contar con una serie de acciones encaminadas a la protección de las especies de fauna silvestre presente en la zona, dichas acciones estarán enfocadas principalmente a la protección de las especies que se listen dentro de la normatividad nacional mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

A continuación, se presentan las medidas que garanticen la mitigación de los impactos en la fauna que se van a generar por el emplazamiento del proyecto, considerando las distintas especies de fauna silvestre y su distribución a lo largo y ancho del trazo férreo:

a. Evaluación de sitios para reubicación: Los sitios en donde se llevará a cabo la reubicación de la fauna deberán ser seleccionados de forma estratégica y previa al inicio de obra del proyecto.

Se deberán evaluar diferentes sitios para la reubicación de la fauna de forma conjunta con la autoridad local competente, así como contar con los permisos de los propietarios de los sitios considerados para la liberación de fauna proveniente de las acciones de rescate. Estos sitios deberán ubicarse en planos y se deberán establecer los procedimientos para marcar puntualmente la zona en donde se reubicaron los animales provenientes de las acciones de rescate, considerando el hábitat donde se rescató el ejemplar y donde fue reubicado, la etología de las especies para establecer los mejores horarios para realizar la liberación, minimizar el estrés y dar mayor oportunidad a la especie reubicada a encontrar refugio y evitar su depredación.

b. Identificación, Ahuyentado y Protección de la fauna: Previo a las actividades de desmonte, el grupo de especialistas en fauna deberá organizar una brigada para que realice acciones para ahuyentar a la fauna del derecho de vía y áreas circundantes mediante la generación de ruido y persecución. En el caso de observar fauna cerca del sitio de desmonte y despalme, ésta será ahuyentada de manera paulatina hacia áreas alejadas al derecho de vía o áreas de mayor calidad ambiental. Las acciones de ahuyentado deberán ser realizadas cinco días entes del desmonte y despalme del sitio y una vez a la semana a lo alrgo del tiempo que dure la obra, esto con el fin de mantener a la fauna alejada, ya que algunos organismos suelen regresar al sitio de donde fueron rescatados o ahuyentados.

c. Captura, rescate y reubicación: Una vez identificados los sitios de reubicación de la fauna, y considerando aquellas especies que difícilmente se ahuyentan y las de lento desplazamiento o de hábitos fosoriales, se podrá proceder a la captura de los organismos que se van a reubicar. El rescate y reubicación de fauna silvestre se hará para toda especie presente en el derecho de vía y área de ceros, teniendo atención especial con las especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La manipulación y rescate de fauna silvestre, debe de ser realizada por personal especializado o capacitado para dicha acción, y que cuente con el equipo adecuado para la captura y manejo de animales de diferentes taxa; especificando las técnicas y métodos de captura de forma específica para cada especie y/o grupo de especies. Para minimizar el estrés de la fauna rescatada, se recomienda una liberación en el sitio de reubicación inmediata o cuando menos que no rebasen las 24 horas en resguardo.

CONSULTA PÚBLICA

Las técnicas que se esperan emplear para realizar la captura de organismos se describen a detalle en el Anexo VI.2 “Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre”.

d. Conservación *in situ* de nidos: Procurar la conservación *in situ* de nidos que se encuentren activas (con huevos) dentro del derecho de vía del proyecto, considerando la temporada reproductiva de la especie y el calendario de obra del proyecto. Con particular atención en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

2. Capacitación y concientización del personal de obra

Se sugiere impartir cursos de sensibilización a los trabajadores para establecer lineamientos sobre protección y conservación de las especies de fauna silvestre presentes en la zona de estudio. Estos cursos se realizarán de manera periódica, principalmente durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, ya que con frecuencia el personal que participa en este tipo de obras es remplazado o participa en varias actividades de las diferentes etapas del proyecto; siendo importante comentar que dicha capacitación deberá enfocarse en el personal que participe durante la preparación del sitio (desmonte y despalme del terreno) y la construcción del proyecto (cortes, formación de terraplenes y demás obras asociadas).

Durante la capacitación, se abordarán temas como la fauna silvestre presente en la zona y su importancia para el ecosistema, las medidas de seguridad en caso de encuentro con fauna potencialmente peligrosa en el área de trabajo como es el caso de los cascabeles o el Mounstruo de Gila y recomendaciones sobre la protección de las especies silvestres, dejando claramente la prohibición a todo el personal, sobre la caza, extracción y/o tráfico de especies de fauna silvestre.

Impacto identificado	Atropello, muerte, caza y tráfico de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** 1. Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre 2. Capacitación y concientización del personal de obra 3. Señalización permanente de tipo preventivo y prohibitivo de cacería, captura o maltrato animal en las inmediaciones del derecho de vía
Tiempo en el que se instrumentará o duración	1. Cinco días antes y durante todo el tiempo que duren las actividades de desmonte y despalme del sitio por frente de trabajo y una vez a la semana durante todo el evento constructivo 2. Una vez al mes a lo largo de todo el tiempo que tarde el proceso constructivo 3. Esta señalización deberá colocarse antes de las actividades de desmonte y despalme del sitio y permanecer a lo largo de todo el proceso constructivo
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	1. Ya se decribió en la tabla anterior 2. Ya se describió en la tabla anterior 3. La eficiencia y eficacia se valolaran a la cantidad de letreros que sean suficientes para que a lo largo de toda el área de afectación el 100% del personal de obra los identifique y conozca. Además, la eficacia total sería que dichos letreros permitan disminuir al menos a un 95% la incidencia de muertes de fauna silvestre.

CONSULTA PÚBLICA

1. Implementación de las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre

Ya fue descrito en la tabla anterior

2. Capacitación y concientización del personal de obra

Ya fue descrito en la tabla anterior

3. Señalización permanente de tipo preventivo y prohibitivo de cacería, captura o maltrato animal en las inmediaciones del derecho de vía

La instalación de las señalizaciones para advertir a los conductores de maquinaria y personal de obra en general sobre la presencia de fauna y prevenir posibles atropellos. Estos letreros deberán colocarse a lo largo del derecho de vía y en sitios estratégicos en los bancos de materiales.



Figura VI. 6. Ejemplo de señalética para alertar sobre el cruce de fauna silvestre.

Esta señalética debe cumplir con lo especificado respecto a su altura, distancia lateral, posición y ángulo de colocación, de acuerdo con las Normas establecidas en la Secretaría de Infraestructura comunicaciones y Transportes aplicables. Además de cumplir con las especificaciones respecto a las características de los materiales para su fabricación.

Impacto identificado	Efecto barrera
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación del Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto
Tiempo en el que se instrumentará o duración	• El monitoreo de los pasos para fauna para estimar su efectividad será a lo largo de 5 años apartir de la construcción de dichas estructuras
Recursos necesarios para su instrumentación	Los dos especialistas en fauna quienes dirigirán las Acciones de Protección, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre serán los responsables de realizar el monitoreo de los

CONSULTA PÚBLICA

	pasos para fauna. Se requerirá por lo menos una cámara trampa en la entrada y salida de las estructuras a evaluar, GPS pc portátil para vaciar los registros capturados.
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	Los pasos para fauna serán monitoreados a lo largo de 5 años a partir de su construcción. Dicho monitoreo será una vez cada mes y su eficiencia será evaluada por el número de cruces efectivos por cada especie, además de la relación del número de atropellos de individuos por especie con relación a los que usan los pasos para fauna, esto en las inmediaciones de las estructuras a evaluar.

- **Implementación del Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto**

Los pasos para fauna son estructuras u obras de ingeniería civil que buscan minimizar los efectos adversos que ejerce la infraestructura lineal sobre las poblaciones de fauna silvestre, sin embargo, particularmente se centra en la reducción del efecto barrera y la mortandad por atropello. Estas obras de ingeniería pueden ser específicas para tal propósito o de doble funcionalidad como las obras mixtas y que varían en función del tipo de ecosistema, la riqueza de especies, la densidad poblacional de cada especie, el tipo de vía, las condiciones topográficas, el clima de la región, entre otras variables.

Para el establecimiento de los pasos para fauna o de obras mixtas se deben evaluar diferentes aspectos para que estas obras cumplan con sus objetivos; entre las consideraciones básicas para los mismos están:

1. Grupos de fauna de atención: Se refiere a las especies o grupos taxonómicos de especial atención que deberán considerarse en el análisis de los efectos de la vía sobre la fauna en este caso en particular se refieren a especies listadas en la NOM-.059-SEMARNAT-2010 o que son especies tope en el ecosistema como es el caso del Jaguar, Puma. Oso Negro Americano y Ocelote, especies que tienen requerimientos específicos del hábitat.
2. Selección de la ubicación de los pasos: La identificación de los puntos donde se requiera la construcción de estos pasos de fauna se realizará en función de dos factores:
    a. Identificación de los hábitos de interés para los grupos de fauna de especial interés (distribución de especies y distribución de sus hábitats y grado de fragmentación).
    b. Identificación de sectores del territorio de interés para la conectividad ecológica.
3. Densidad de las obras: La implementación de estas obras para el tránsito de la fauna no solo deben establecerse en áreas con hábitats de alto interés natural, también deberán incluirse en paisajes fragmentados o donde las transformaciones del hábitat también sean compatibles con la presencia de fauna silvestre.
4. Elección del tipo de estructura: La elección del tipo de estructura se determina por un análisis que evalúa tres aspectos mínimos:
    a. El interés del tramo por la conectividad ecológica

CONSULTA PÚBLICA

b. La topografía de la zona

c. Las especies o grupos taxonómicos de referencia.

5. Dimensiones de los pasos: Para considerar las medidas mínimas de cada paso de fauna que se establezca y con ello garantizar su efectividad se tendrá que determinar a qué grupo faunístico de referencia estará dirigido dicho paso. Así mismo siempre que sea posible, los pasos se construirán perpendiculares a la vía férrea, con la finalidad de disminuir su longitud.

Cabe señalar que, para establecer la ubicación y el diseño de los pasos para fauna, se realizó un Estudio anexo a este documento en Anexo VI.5, el cual tiene como objetivo definir el número, ubicación y diseño de los pasos para fauna a lo largo del Proyecto a partir de los resultados de modelaciones predictivas de cruce de fauna que favorezcan la sobrevivencia a aquellas especies con mayores requerimientos de hábitat tratando de disminuir al máximo las colisiones por de los trenes.

Con el fin de poder definir con precisión las zonas donde se debe considerar la ubicación de los pasos para fauna silvestres, se realizó el diseño de corredores ecológicos con base en el análisis de conectividad del paisaje, utilizando el paquete *gdistance* en el software estadístico R (van Etten, 2017). Esta herramienta es fundamental para el modelado de la distancia ecológica, permitiendo estimar el costo de movimiento a través del paisaje basándose en matrices de resistencia que reflejan la heterogeneidad del hábitat.

Para el presente trabajo, se seleccionaron 4 especies de mamíferos de importancia ecológica, ya que son especies sombrilla en los ecosistemas en los que habitan; además, fueron registrados durante los trabajos de campo que se realizaron en el área de proyecto. Estas especies fueron, el Puma (*Puma concolor*), Jaguar (*Panthera onca*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Oso Negro Americano (*Ursus americanus*) y Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*). Posteriormente, se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura para conocer y establecer las variables abióticas y bióticas que prefieren para su desplazamiento por el ecosistema.

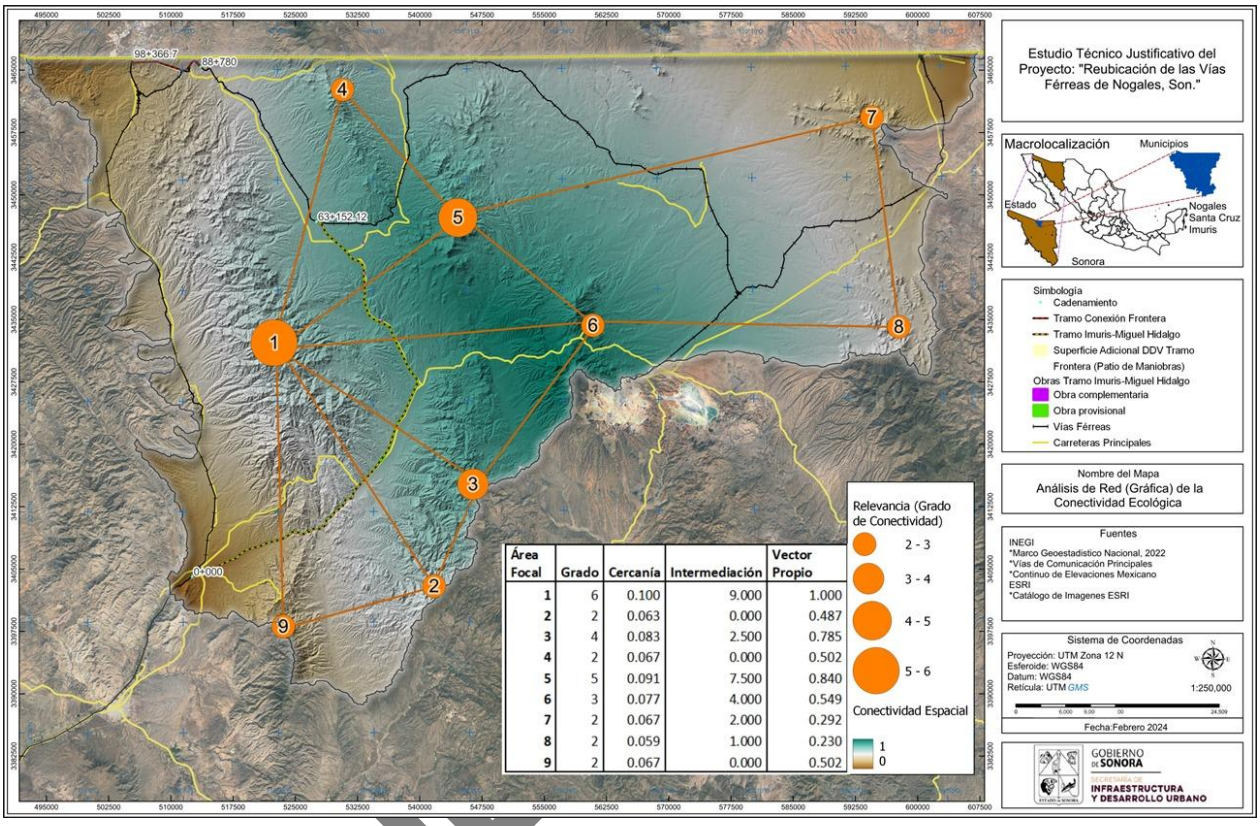
Inicialmente, se prepararon capas geoespaciales que representan la variabilidad del terreno y los hábitats dentro de la zona de interés. Utilizando la función “*transition*” del paquete “*gdistance*”, se generó una matriz de transición que refleja la probabilidad de movimiento de las especies entre celdas adyacentes, considerando la permeabilidad del paisaje y los obstáculos físicos.

Para calcular el costo mínimo de movimiento a través del paisaje, se aplicó un análisis de costo de camino basándose en la matriz de resistencia derivada. Este análisis fue realizado mediante la función *accCost* de *gdistance*, la cual evalúa el costo acumulado de moverse a través del paisaje desde puntos de origen específicos hasta distintos destinos, permitiendo la identificación de rutas óptimas que minimizan el esfuerzo de desplazamiento para las especies.

Con los caminos de costo mínimo identificados, se procedió a la delimitación de los corredores ecológicos utilizando la función *passage.*

CONSULTA PÚBLICA

Los resultados del modelo arrojaron una red de rutas de desplazamiento de las especies analizadas, que se presenta a continuación mediante un Mapa, en donde de acuerdo con el análisis de variables se identificaron varias áreas focales, mostrando la conectividad en la zona a través de corredores ecológicos con base en el análisis de conectividad del paisaje.



Área Focal	Grado	Cercanía	Intermediación	Vector Propio
1	6	0.100	9.000	1.000
2	2	0.063	0.000	0.487
3	4	0.083	2.500	0.785
4	2	0.067	0.000	0.502
5	5	0.091	7.500	0.840
6	3	0.077	4.000	0.549
7	2	0.067	2.000	0.292
8	2	0.059	1.000	0.230
9	2	0.067	0.000	0.502

Mapa VI. 6. Mapa de Conectividad de la Fauna resultado de la aplicación del modelo predictivo.

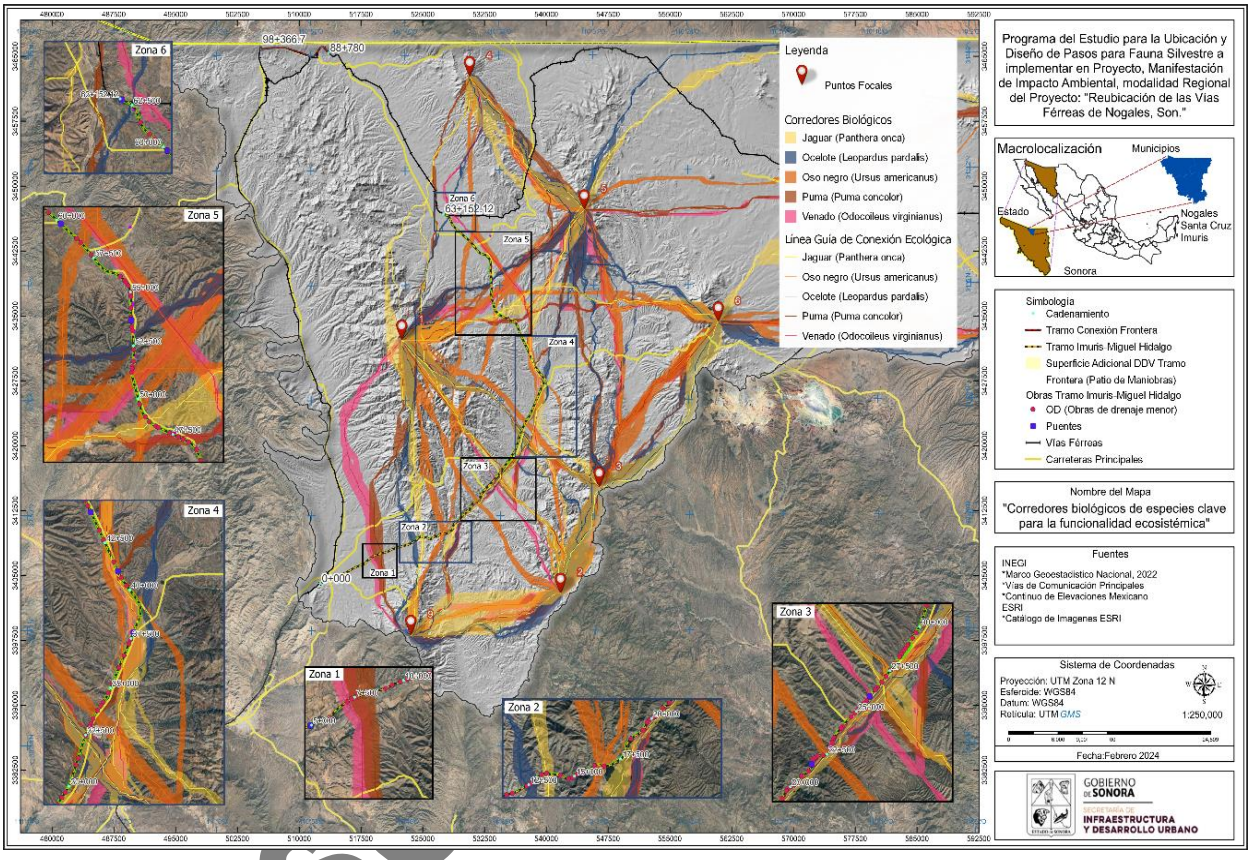
CONSULTA

En donde las variables analizadas indican lo siguiente:

- Grado: Indica influencia y actividad, midiendo la cantidad de conexiones directas de un nodo.
- Cercanía: Refleja accesibilidad, representando lo cerca que un nodo está de todos los demás en la red.
- Intermediación: Destaca control y relevancia, calculando cuán crítico es un nodo para conectar otros nodos.
- Vector Propio: Señala influencia indirecta, evaluando la importancia de un nodo basada en la de sus conexiones.

Asimismo, el Mapa siguiente muestra la distribución de corredores biológicos para cinco especies prioritarias en el Sistema Ambiental de Referencia, identificadas a través de un estudio de la fauna local. Estas especies incluyen el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el puma (*Puma concolor*), el oso negro (*Ursus americanus*), y el venado cola blanca (*Odocoileus*

virginianus). Las representaciones más gruesas en el mapa señalan los corredores con un flujo acumulado superior al 75%, indicando zonas con alta probabilidad de movimiento para estas especies. En contraste, las líneas más delgadas muestran las rutas directas entre áreas focales, representando la ruta de mayor probabilidad de desplazamiento de estas especies.



Mapa VI. 7. Mapa de corredores ecológicos a partir del Modelo. Cada color indica una especie analizada.

Para facilitar su análisis, el mapa se ha segmentado en seis zonas a lo largo del tramo Ímuris-Miguel Hidalgo. En la primera zona, que va desde el cadenamiento 5+000 al 10+000, se observa un solapamiento entre los corredores del venado cola blanca y el puma, específicamente entre los puntos 6+500 y 8+500, con longitudes de corredor de aproximadamente 1,092 metros para el venado y 1,361 metros para el puma.

La zona 2, extendiéndose desde el cadenamiento 12+000 hasta el 20+000, presenta una serie de intersecciones cruciales para los corredores biológicos de diversas especies. Entre los puntos 12+000 y 13+000, se encuentra el corredor del ocelote, que conecta el área focal 2 con el área focal 1. Avanzando un poco, entre los 13+000 y 14+000, se cruza el corredor del jaguar, mientras que el corredor del oso negro se halla entre los 16+000 y 17+000. Estos corredores, que no presentan solapamiento entre sí, tienen longitudes de 880 metros, 523 metros y 569 metros, respectivamente, marcando rutas importantes de tránsito para estas especies. Es relevante

destacar que, pasando el cadenamiento 19+000, la vía del tren se alinea de forma paralela con uno de los corredores biológicos más críticos, ubicado junto al sistema ribereño al norte de la presa Comaquito. Aunque en esta sección no hay un cruce de un corredor biológico como tal, la vía solapa de forma paralela con una parte de los corredores biológicos que pasan por dicho ripario.

En la zona 3, específicamente en el segmento que va desde el cadenamiento 26+000 hasta el 27+500, se observa una intersección significativa de los corredores biológicos del venado cola blanca, el jaguar y el puma. Los anchos de los corredores interrumpidos por esta interacción son, respectivamente, de 195 metros para el venado cola blanca, 1,127 metros para el jaguar y 810 metros para el puma. Esta área demuestra una notable confluencia de rutas críticas para el movimiento de estas especies. Posteriormente, la continuidad de la sección hasta el cadenamiento 30+000 se caracteriza por su desarrollo paralelo al sistema ribereño, presentando solapamientos con algunas áreas en los límites de estos ecosistemas fluviales. Adicionalmente, en el punto marcado como 30+500, se produce una intersección de aproximadamente 300 metros del corredor biológico del puma, evidenciando otra zona de importancia para la conectividad de esta especie dentro del área de estudio.

La zona 4, ubicada entre los 31+000 y los 43+000, se destaca como el segmento con la interacción más intensa entre la infraestructura vial y los corredores biológicos identificados. Inmediatamente después del cadenamiento 31+500 y a lo largo de un segmento de 1,100 metros, se produce un notable solapamiento entre los corredores de todas las especies mencionadas, a excepción del correspondiente al oso negro. Este último, sin embargo, encuentra su punto de cruce de forma independiente 550 metros más adelante, extendiéndose por 600 metros adicionales. Más adelante, iniciando en el cadenamiento 36+000 y continuando hasta el 39+500, se observa la zona con el solapamiento más significativo y la intersección más amplia con el sistema ribereño. Durante este tramo, los corredores de las cuatro especies se superponen en una extensión aproximada de 3,700 metros, marcando una de las áreas de mayor relevancia en cuanto a la conservación de la conectividad ecológica y el movimiento de la fauna dentro del Sistema Ambiental de Referencia.

La zona 5, que se ubica entre los 46+000 y los 59+000, parece visualmente tener menos actividad en comparación con la zona 4, pero esto no disminuye su importancia en términos de conectividad ecológica ya que, a pesar de no solaparse directamente con corredores ribereños, sí presenta intersecciones con los corredores biológicos de todas las especies al menos una vez a lo largo de su extensión. La interacción comienza en los 46+000, donde el corredor del puma cruza un tramo significativo de 1300 metros; este encuentro es seguido por la intersección del corredor del jaguar, que ocupa 1000 metros después de los 48+000 y luego, de forma más breve, 525 metros después de los 49+000. Cerca del punto 50+500, la ruta se complica con la confluencia de los corredores del venado cola blanca y del oso negro abarcando 1250 metros, y poco antes de llegar a los 52+500, los caminos de migración del ocelote y del puma se cruzan por 550 metros. La interacción en esta zona concluye después de los 58+500, donde el corredor del oso negro vuelve a hacer presencia por 717 metros, reiterando la densa red de vías migratorias para la fauna que caracteriza a esta área.

CONSULTA PÚBLICA

La zona 6 marca otro punto de interacción relevante cerca del 62+500, donde se encuentra una intersección de 225 metros con el corredor del ocelote, cerrando el análisis de interacción entre las vías y los corredores biológicos a lo largo del área estudiada. Este detallado seguimiento subraya la importancia de considerar la conservación de corredores biológicos en la reubicación de las vías férreas, para mitigar los impactos en la biodiversidad y mantener la conectividad ecológica de estas especies prioritarias.

Impacto identificado	Afectación a las rutas de desplazamiento y/o corredores
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Implementación del Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto
Tiempo en el que se instrumentará o duración	• El monitoreo de los pasos para fauna para estimar su efectividad será a lo largo de 5 años apartir de la construcción de dichas estructuras
Recursos necesarios para su instrumentación	Ya fue descrito en la antepenúltima tabla
Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia	Ya fue descrito en la antepenúltima tabla

- **Implementación del Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto**

Con la aplicación del modelo en donde se evaluaron y con base en esta información resultado además de los registros de campo y bibliográficos de las especies analizadas, además de que con el establecimiento de pasos para dichas especies se protegen otras que están por debajo de la cadena productiva de estas.

Para el cálculo de las dimensiones de los Pasos para fauna se estimaop el Índice de Apertura (Ver Anexo VI.5 para mayor detalle), Se consideran índices de apertura de 0.75 para garantizar el uso de los pasos de fauna por especies de talla mediana a grande como es el caso de los pecaríes, Puma y Jaguar, mientras otras especies como es el caso del Venado Cola Blanca, debe ser por lo menos de 1.5 (Dodd y Gagnon, 2011; Sánchez-Colomer, *et al.*, 2014; Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Los Pasos para Fauna específicos se pueden consultar en el **Anexo VI.5 Estudio para la Ubicación y Diseño de Pasos para Fauna Silvestre a implementar en Proyecto**.

CONSULTA PÚBLICA

En el caso específico de los puentes, estas estructuras presentan el tamaño adecuado para el cruce de toda la fauna presente a lo largo del área de afectación además de que se prevé la colocación de vallados y ambientación de microcorredores (según convenga) para conducir a la fauna .

Tabla VI. 8. Dimensiones de los 21 puentes propuestos en el área de afectación.

No. Puente	Kilómetro inicio	Kilómetro final	Longitud (m)
1	1+203.72	1+326.27	122.55
2	11+836.59	12+113.40	276.806
3	14+004.15	14+095.86	91.71
4	16+268.72	16+360.42	91.7
5	16+878.73	17+001.25	122.52
6	17+188.30	17+310.85	122.55
7	18+037.87	18+160.85	122.98
8	19+063.72	19+155.43	91.71
9	24+137.86	24+322.13	184.27
10	24+381.48	24+534.88	153.395
11	29+820.75	30+159.25	338.5
12	31+884.05	32+407.65	523.6
13	35+335.33	35+766.38	431.05
14	38+610.01	38+794.36	184.35
15	46+212.83	46+284.45	71.62
16	50+451.55	50+728.35	276.8
17	50+820.41	51+108.06	287.65
18	51+907.69	52+153.63	245.94
19	52+850.00	53+034.25	184.253
20	62+195.95	62+349.40	153.45
21	90+661.84	90+692.41	30.57

CONSULTA PÚBLICA

Socioeconómicos

Respecto a los Impactos del Medio Socioeconómico, deberán establecerse las medidas ya incluidas en las politocas publicas o en su caso dichas políticas debern modificarse a fin de que la población cercana al Proyecto no se vea afectada por los efectos sociales adversos.

Impacto identificado	– Alteración de la Composición Urbano-Rural – Incentivo Potencial de Instalaciones y Accesos
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Protección y conservación mediante acciones y medidas de mitigación y compensación los recursos y componentes ambientales presentes en el SAR y Área del Proyecto, que sean incluidas dentro de las políticas públicas que involucren a distintos actores del Proyecto y distintos niveles de gobierno, a la comunidad científica y a la sociedad civil • Fomento de un crecimiento poblacional inclusivo y sostenible • Implementación de acciones de manejo integral de residuos • Buenas Prácticas Ambientales • Sensibilización ambiental dirigida a personal que labore en actividades del Proyecto como parte de las “buenas prácticas ambientales” • Supervisión ambiental

Descripción de las medidas:

- Protección y conservación mediante acciones y medidas de mitigación y compensación los recursos y componentes ambientales presentes en el SAR y Área del Proyecto, que sean incluidas dentro de las políticas públicas que involucren a distintos actores del Proyecto y distintos niveles de gobierno, a la comunidad científica y a la sociedad civil

Ejecutar en forma y tiempo las medidas de mitigación que promuevan la conservación y protección de los ecosistemas, lo cual, tiene que ver con la identidad de la población. Las propias medidas del Proyecto pueden incluirse según se estudien y analicen dentro de las políticas publicas estatales a fin de crear conciencia social entre la población, evitando con esto el cambio del uso del suelo natural o forestal a otro tipo en donde se desarrolle una actividad antrópica.

Lo anterior además está relacionado con una planeación territorial urbana acorde al crecimiento económico que el Proyecto puede provocar, con las medidas de seguridad y salubridad requeridas en la región. El desarrollo económico regional, puede dirigirse además a un desarrollo social sustentable. Lo anterioe además de estar en concordancia con las políticas de desarrollo económico internacional de países en desarrollo y economías emergentes con los Acuerdos y Tratados Internacionales en materia ambiental y de la protección y conservación de los ecosistemas y sus recursos naturales.

- Fomento de un crecimiento poblacional inclusivo y sostenible

Las políticas publicas de desarrollo sostenible además están concatenadas con un desarrollo inclusivo en donde todos los actores y niveles de gobierno estén enfocados a la protección del ambiente, y al desarrollo de políticas públicas bien planeadas evitando la dispersión de la población hacia zonas naturales, para enfocarlas hacia sitios bien establecidos para su asentamiento en donde su desarrollo sea viable de potenciarse.

CONSULTA PÚBLICA

- Prestación de los servicios municipales de forma oportuna y adecuada evitando que las acciones del Proyecto interfieran con las actividades municipales naturales

Adicionalmente el Proyecto no debe mermar en la prestación de servicios municipales, por lo que se deberá estar prevenido para cualquier necesidad extraordinaria de recursos, solicitando de forma oportuna a los gobiernos estatal y municipales cualquier servicio que compita con los servicios normales de limpieza, agua potable, descarga de agua, circulación vial, entre otros necesarios para el buen vivir de la población local.

- Implementación de acciones de manejo integral de residuos
- Buenas Prácticas Ambientales
- Sensibilización ambiental dirigida a personal que labore en actividades del Proyecto como parte de las “buenas prácticas ambientales”
- Supervisión ambiental

Estas acciones y medidas de mitigación propuestas para mitigar los impactos establecidos que afectan los aspectos socioeconómicos han sido ampliamente explicados en este Capítulo. La intensión es llevar a cabo de forma adecuada las obras y actividades del Proyecto, con lo cual además se evitan asentamientos irregulares y la apertura de tierras que no sean ocupadas para el Proyecto y que en un futuro se ocupen para otras actividades antrópicas.

Impacto identificado	– Problemática en la liberación del DDV
Medida(s) de Mitigación:	**Listado de Medidas de Mitigación, Prevención y/o Compensación que se prevé implementar:** • Liberación adecuada del derecho de vía • Desalentar la transformación de la propiedad social a privada

Descripción de las medidas:

- Liberación adecuada del derecho de vía

Poner en pie nuevos proyectos carreteros implica un plan de trabajo que cumpla con los requisitos de proyección y ejecución necesarias, en el cual se afecte lo menos posible a la población, pero sobre todo al ecosistema.

A menudo escuchamos el término derecho de vía, la frase nos es familiar sin tener un concepto concreto de ello para entenderlo a fondo. Desde sus inicios, las vías de comunicación en este caso las vías férreas han sido un punto importante para el desarrollo económico del país; y en consecuencia, intercomunicarlo de la manera más eficiente, tanto para el transporte de mercancías que ingresan como las que egresan al país en las diferentes poblaciones. Lo anterior, teniendo en cuenta que al concebirlas tanto a nivel proyecto como constructivo, el impacto en el

CONSULTA PÚBLICA

ámbito social, económico y ambiental sea el menos posible; es decir, ubicar los puntos óptimos que cumplan con lo descrito. Derecho de Vía es uno de los puntos de inicio, que consiste en el procedimiento técnico y legal mediante el cual la Dependencia que realiza el Proyecto (sea a nivel proyecto o constructivo), para llevar a cabo los trabajos relacionados a: topográficos, localización y negociación con las personas que resulten afectadas con la construcción de la obra pública, y por ende, la integración del expediente para el procedimiento de pago que se llevará a cabo entre "la dependencia" y "el afectado". Los procesos eficientes de Liberación del Derecho de Vía requieren de la planeación y negociación con los dueños de la tierra, un excelente avalúo y, una buena coordinación con los actores que promuevan el Proyecto, cuyo fin está dirigido a que los proyectos avancen según lo planeado en la construcción y fechas de entrega de obras. Cada uno de estos permisos incluye el pago de la ocupación superficial del terreno a valor comercial, basado en el mercado de tierra rural o suburbanos, además del pago de daños al predio y Bienes Distintos a la Tierra (BDT) afectados.

En este sentido las gestiones de liberación y los pagos deben realizarse lo más apegados al marco jurídico aplicable, y al valor auténtico de la tierra previo avaluo maestro o avalúo de oportunidad según corresponda que facilite el proceso de negociación con la mayor transparencia. Con esto se evitarán especulaciones, malos entendidos e incluso rechazo social.

- Desalentar la transformación de la propiedad social a privada

Si bien la adquisición de terrenos para el desarrollo de infraestructura férre o vial es una cuestión difícil por el proceso de liberación del DDV y otras superficies que requiere el Proyecto (ver Capítulo II de esta MIA-R), este no puede ser un factor como tal para el cambio de estructura social y el cambio del uso del suelo fuera de terrenos urbanizables establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano locales que impliquen el deterioro ambiental de grandes extensiones de territorio en los municipios en los que el Proyecto incide, por tal motivo debe quedar establecido en las políticas públicas y de disusión del Proyecto el motivo y misión de su implementación a fin de desalentar otras actividades que no estén relacionadas con este y que pretendan adherirse a su creación.

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Ver en Anexo VI.6 El Programa de Manejo y Vigilancia , para su aprobación y autorización con esta MIA-R

El propósito del monitoreo ambiental, a través del Plan de Manejo y Vigilacia Ambiental, es obtener información sobre el estado que guardan los diferentes componentes ambientales en el área de influencia del Proyecto, incluida la evaluación de la efectividad de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación implementadas, considerando los estándares establecidos en las legislaciones de cada país, de acuerdo con las técnicas y los indicadores referidos en ellas.

CONSULTA PÚBLICA

El monitoreo ambiental evalúa de manera periódica, integral y permanente el estado de los recursos ambientales, con el fin de obtener información para la toma de decisiones dirigidas a la preservación del medio ambiente y a la sustentabilidad de la infraestructura del transporte. Por lo que el monitoreo debe incluir mediciones del estado que guardan los diferentes componentes ambientales y sus tendencias, un análisis de las amenazas que representan para el ambiente, acciones necesarias para el control del impacto y definición del esquema para monitorear el progreso de las medidas y la toma de decisiones. Los resultados de los indicadores ambientales deben ser compatibles con los definidos en el ámbito internacional, que en todo caso son establecidos para preservar la salud humana. Los elementos considerados en el monitoreo ambiental son agua, aire, ruido, suelo y biodiversidad.

Por tanto, el objetivo general del Plan de Manejo Ambiental es verificar si el Promovente (o compañía encargada de la construcción del Proyecto) cumple con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus Reglamentos en a) materia de impacto ambiental, b) contaminación atmosférica, c) residuos peligrosos y no peligrosos, d) prevención y control de la contaminación de aguas, f) por la emisión de ruido; así como las normas oficiales mexicanas aplicables. A través de la aplicación de las acciones que se requieren para preservar, proteger, prevenir y mitigar; en su caso, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales durante el desarrollo del Proyecto, de una manera organizada y sistemática de las medidas establecidas en la MIA-R del Proyecto. Con la finalidad de optimizar y asegurar su realización oportuna, así como establecer los mecanismos de seguimiento y monitoreo de estas en un corto y mediano plazo; que den cuenta de los impactos ambientales identificados por la ejecución del Proyecto.

VI.2.1 INSTRUMENTOS PARA EL SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Con base al análisis de la mitigación ambiental propuesta en el presente Capítulo, resulta posible identificar y conocer qué tipo de actividades se deberán hacer, cuándo y cómo realizarlas, quién las llevará a cabo y como reportar sus resultados. Con la finalidad de establecer una planeación sistemática y organizada, que conduzca a las metas de protección y mejoramiento ambiental que contempla el Proyecto. A través de diagramas, formatos, registros y parámetros de evaluación que integren y faciliten el manejo ambiental, proporcionando elementos que permitan informar a la autoridad correspondiente del Cumplimiento Ambiental del Proyecto, a lo largo de sus diferentes etapas de desarrollo, justificándose la viabilidad del mismo.

Fichas técnicas de manejo ambiental

Las Fichas Técnicas de Manejo Ambiental se consideran documentos guía que contienen la información de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación que se aplican a cada una de las actividades desarrolladas en el Proyecto en sus diferentes etapas, convirtiéndose en referencia y medios de consulta que, además, permiten el manejo ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Bitácora de trabajo

Se presentará la Bitácora de Trabajo, para el registro del cumplimiento de la implantación de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación que sean realizadas durante las diferentes etapas del Proyecto. La información base de la Bitácora de trabajo es:

CONSULTA PÚBLICA

GOBIERNO DE SONORA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DEL GOBIERNO DE SONORA.

CONSULTA PÚBLICA

REUBICACIÓN DE LAS VÍAS FÉRREAS DE NOGALES, SON.

CAPÍTULO VII

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 3
VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ... 4
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 4
VII.1.2 Criterios para la proyección de escenarios 4
VII.1.3 EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA AMBIENTAL 6
VII.2 Descripción y análisis del escenario TENDENCIAL sin proyecto 9
VII.3 Descripción y análisis de escenarios con proyecto. 14
VII.4 Descripción y Análisis del Escenario SIN Considerar Medidas de Mitigación 18
VII.4.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (1 AÑO) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 19
VII.4.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (3 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 20
VII.4.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 21
VII.5 Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Mitigación 22
VII.5.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (1 AÑO) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN 23
VII.5.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (3 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN 24
VII.5.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (6 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN 24
VII.6 Pronóstico ambiental 26
VII.7 Evaluación de Alternativas 27
VII.8 Conclusiones 27

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1 Indicadores de calidad ambiental del sistema 5
Tabla VII. 2 Parámetros de cambio considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje 7
Tabla VII. 3. Valores considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje . 9

Tabla VII. 4. Estimación de condiciones actuales de cada atributo indicador por unidad de paisaje 11
Tabla VII. 5. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto sin aplicar medidas de mitigación 14
Tabla VII. 6. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto aplicando medidas de mitigación 15
Tabla VII. 7. Efecto estimado para el valor del índice de impacto actual a lo largo del tiempo en función de la resiliencia del sistema y la mitigación del proyecto 17
Tabla VII. 8. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo SIN considerar mitigación 19
Tabla VII. 9. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo SIN considerar mitigación 20
Tabla VII. 10. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo SIN considerar mitigación 21
Tabla VII. 11. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo CON mitigación 23
Tabla VII. 12. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo CON mitigación 24
Tabla VII. 13. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo CON mitigación 25

CONSULTA PÚBLICA

FUNDAMENTO JURÍDICO

La descripción del presente Capítulo está en función de lo que establece la Fracción VII del Artículo 13 del REIA, que dispone la obligación de incluir en la MIA-R los "Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas". En este sentido, se propondrán los pronósticos ambientales relevantes, ya que éstos permiten predecir el comportamiento del sistema ambiental sin el proyecto, con el Proyecto pero sin medidas de mitigación y con el proyecto incluyendo las medidas de mitigación, a efecto de evaluar el desempeño ambiental del mismo, garantizando que se respetará la integridad funcional del ecosistema a partir de una proyección teórica de las posibles implicaciones ambientales que generaría el proyecto de manera espacial y temporal.

CONSULTA PÚBLICA

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Retomando lo que se describió en el Punto IV.7 del Capítulo IV de este estudio, en donde se explica el escenario a través del tiempo SIN considerar el Proyecto, se establece que en general actualmente la capacidad y funciones en los servicios ambientales que cumplen los componentes ambientales en la zona de influencia directa del Proyecto presentan en general una Calidad Ambiental Buena, lo cual también es congruente con el análisis de la Calidad del Paisaje, la cual también resultó como buena, con degradación en sitios adyacentes a asentamientos humanos y en donde se desarrollan actualmente actividades agrícolas y de producción de ganado y pastoreo.

Por lo anterior se estableció que el principal proceso de cambio hacia las funciones de los componentes ambientales es el factor humano, por lo cual, para establecer las tendencias ambientales en los escenarios con proyecto, pero sin la implementación de medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación y CON la implementación de ellas.

Para estimar el comportamiento tendencial de la calidad ambiental en el sistema bajo estudio, se aplicó una metodología para mediante la cual se presentan los escenarios ambientales considerados para este proyecto de modernización dentro del sistema bajo las siguientes proyecciones:

A) TENDENCIA DEDETERIORO EN LA REGIÓN SIN LA PARTICIPACIÓN DEL PROYECTO;

B) ESCENARIO ESPERADO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SIN MITIGACIÓN ALGUNA (PEOR DE LOS ESCENARIOS) y

C) ESCENARIO ESPERADO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO APLICANDO TODA LA MITIGACIÓN SEÑALADA EN EL CAPITULO VI.

VII.1.2CRITERIOS PARA LA PROYECCIÓN DE ESCENARIOS

Para visualizar el estado que guardan los componentes del Sistema Ambiental Regional (SAR) en la actualidad, directamente sobre la zona donde será construido el Proyecto, y poder evaluar sus cambios esperados a futuro, con o sin el proyecto, como se señala anteriormente, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema a lo largo del tiempo, cuyo análisis integrado se interpreta como una valoración de la calidad ambiental de los recursos naturales originales en el sitio. Estos indicadores fueron evaluados en cada una de las unidades de paisaje por donde cruza el proyecto incluyendo su derecho de vía, ya que su afectación directa se espera que ocurra dentro de esta área; y de esta manera evaluar las afectaciones a estos indicadores ambientales debido a la construcción del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Estimación de la calidad ambiental

La calidad ambiental es un atributo de un sistema que queda integrado por la combinación de sus diversos componentes del medio físico, biótico y social. La calidad ambiental representa, por definición, las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas. La conforman las características cualitativas y cuantitativas de los elementos y procesos naturales, ecológicos y sociales del ambiente en general, que permiten el desarrollo, el bienestar individual y colectivo del ser humano y la conservación de la diversidad biológica; y que son susceptibles de ser modificados y degradados.

Esta calidad está dada por el funcionamiento integral de sus componentes, por lo que es importante de manera inicial reconocer y valorar algunos de dichos componentes a manera de indicadores.

En la Tabla VII.1 se hace referencia a los factores que fueron considerados como indicadores del estado de conservación o deterioro del sistema en el entorno del proyecto.

Tabla VII. 1 Indicadores de calidad ambiental del sistema

Factor		Indicador
Medio abiótico	Suelo	Sensibilidad a la Erosión ante el despalme dada por propiedades texturales, estructura y contenidos de materia orgánica
		Presencia de evidencias de erosión
		Presencia de evidencia de sellamiento de superficie por infraestructura
	Hidrología	Presencia de ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados
		Cruce por intermitentes que pudieran ser afectados
		Presencia de humedales o zonas inundables
	Geomorfología	Cambios en el relieve original existente
Medio biótico	Vegetación y Uso de suelo	Tipo de vegetación que será afectada en función de su resiliencia
		Predominancia de formas vegetales (árboles, arbustos, hierbas, vegetación secundaria)
		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener
		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar (Índice de Pielou)
		Uso del suelo aledaño al sitio
	Fauna	Riesgo de atropello en el sitio y radio de 1Km
		Presencia de especies protegidas, endemismos o especies generalista y oportunistas
		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener
		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar (Índice de Pielou)
		Evidencia de atropello de fauna silvestre (vialidad cercana o aledaña)

A partir de los anteriores indicadores, se evaluó en campo cada uno de los sitios donde se realizarán las obras de construcción del Proyecto, para caracterizar mediante una escala ordinal, la condición ambiental de cada una de las variables en una escala de 1 a 5, con criterios de

CONSULTA PÚBLICA

evaluación estandarizados para evitar sesgos. Una escala ordinal (categórica y comparativa) ubica al objeto con números que indican su posición relativa con relación a otros objetos, lo que permite calcular percentiles, cuartiles, medianas, correlaciones, entre otros.

De acuerdo con la evaluación individual de los indicadores, se obtuvo un valor indicativo de calidad ambiental sumando las evaluaciones individuales de cada indicador, considerando que el máximo de puntos (85) corresponden al sitio con mayor afectación o incidencia antrópica y por consiguiente, el sitio con menor calidad ambiental, mientras que valores bajos (17) corresponden a sitios no perturbados (prístinos). En este sentido, y considerando una distribución normal de los valores ordinales, para efectos de este estudio se definió la siguiente escala de calificación de condiciones de calidad ambiental:

ESCALA DE CALIDAD AMBIENTAL sumatoria entre:		Clase de calidad
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

Figura VII. 1. Atributos de calidad ambiental asignados por intervalo de valor evaluado para cada sitio

A partir de lo anterior se obtuvo una matriz de calificación y su gráfico correspondiente que refleja la condición actual de cada unidad de paisaje dentro del SAR en la que será realizado el Proyecto, en términos de una valoración cualitativa de su calidad ambiental integral. Esta información se consideró como el punto de partida para realizar la proyección de escenarios posibles en un corto plazo (1 año), mediano plazo (3 años), largo plazo (6 años).

VII.1.3 EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA AMBIENTAL

Criterios de evaluación

La calidad ambiental suele ser afectada por la incidencia de factores de cambio, tanto naturales como antrópicos, los que puede ocasionar pérdidas en los niveles de dicha calidad a partir de la reducción en las condiciones prístinas que guarden sus componentes. Por ello, para poder modelar los cambios en la calidad ambiental de cada unidad de paisaje dentro del SAR, fue necesario identificar los factores de cambio antrópico y naturales que pudieran incidir sobre ésta.

Factores de cambio

Un factor de cambio es un parámetro cuya evolución en el tiempo incide negativa o positivamente en la condición natural de algún factor ambiental (indicador); y ello consecuentemente en la

CONSULTA PÚBLICA

calidad ambiental de cada sitio y del sistema en lo general. En este sentido, en la siguiente tabla se muestran los factores de cambio que fueron considerados en este sistema ambiental para modelar la evolución en el tiempo esperada para cada una de las unidades de paisaje dentro del SAR.

Tabla VII. 2 Parámetros de cambio considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje

Parámetros de cambio	
Tasa de incremento poblacional	Cambio en la población durante un período expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos existentes en un país o lugar a fines de un año sobre la población inicial en el mismo año.
Tasa de deforestación	Razón de pérdida de bosque en determinada área con respecto al total preexistente, en un periodo de tiempo.
Tasa de cambio de uso de suelo forestal	El cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y perdida de la biodiversidad de una zona determinada
Tasa de Incremento en la erosión	Tasa de cambio por la remoción del suelo por agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.
Tasa incremento TDPA	Volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una vía férrea en un período de tiempo determinado
IKA (índice kilométrico de atropello en la vialidad o vialidades aledañas)	Los IKA estimados, como una medida de frecuencia, obtenido de dividir el número de atropellos esperados por el de kilómetros prospectados.

En este caso, se considera que el principal factor de cambio en esta zona será antrópico y estará dado por incrementos en el índice de erosión, incrementos en la tasa regional de deforestación y en la tasa de cambio de uso de suelo forestal por uso antrópico. Asimismo, el incremento en la cantidad de población en los municipios dentro del SAR en que incide el proyecto, es importante ya que se espera que derivado de dicho crecimiento en la cantidad de población, los cambios atribuidos a actividades humanas en este sistema socio-ambiental sean significativos, como se ha visto en otras regiones de nuestro país, en donde el incremento poblacional aumenta las necesidades de tierra, recursos y espacio dedicadas al beneficio antrópico, a expensas de los recursos naturales existentes.

Para poder modelar el efecto sobre el sistema de cada uno de estos factores de cambio, independientes a las obras que se contemplan en este proyecto, se realizaron las proyecciones de la evolución en el tiempo para el corto, mediano y largo plazo de los mismos, utilizando para ello datos bibliográficos, estadísticas de población y otro tipo de fuentes de información oficiales. En las siguientes gráficas se presentan los factores de cambio que se consideraron en este estudio para modelar las tendencias esperadas en el SAR a lo largo del tiempo, con y sin la realización del proyecto de libramiento.

CONSULTA PÚBLICA

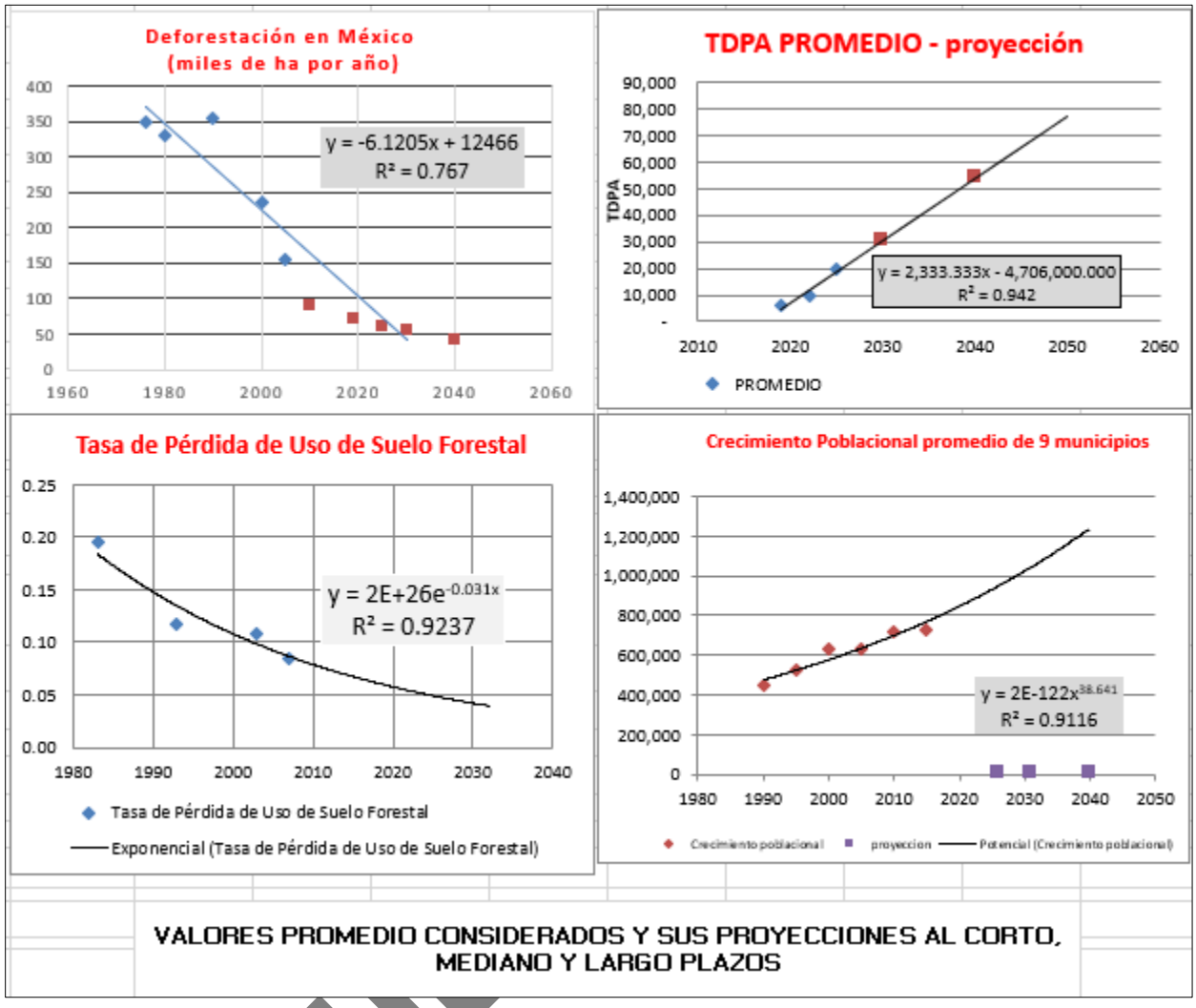


Figura VII. 2. Tendencia de cambio a lo largo del tiempo para cada factor de cambio considerado.

Las anteriores gráficas han sido generadas para estimar los modelos con mejor ajuste que permitan proyectar las tendencias de cambio en el tiempo de los factores con un alto valor del coeficiente de determinación (R^2) que es indicio de la bondad del ajuste.

En la realización de estas gráficas y en los modelos estimados para cada variable se incluyeron los valores que se muestran en la siguiente tabla:

CONSULTA

Tabla VII. 3. Valores considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje

INPUT DE DATOS:	actual	Corto Plazo	Med Plazo	Largo Plazo
	2024	2025	2027	2030
PARAMETROS DE CAMBIO	T0	T1	T2	T3
POBLACION ACTUAL	31,799	32,731	34,678	37,813
TASA INCREMENTO POBL	0.770	0.972	0.917	0.841
TASA DEFORESTACION REGIONAL	0.799	0.687	0.607	0.472
DEFORESTACIÓN EN Ha SEGÚN LA FAO	71.97	61.94	54.66	42.57
TASA CAMBIO USO DE SUELO FORESTAL	0.01	0.01	0.00	0.00
PERDIDA DE SUELO POR EROSIÒN	200	200	200.00	200.00
TASA EROSIÒN		1.0000	1.0000	1.0000
Tránsito Trenes Diario	6	24	30	36
TASA INCREMENTO Tránsito de Trenes		4.00	5.00	6.00
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	90	110	110	110
TASA INCREMENTO VEL		1.22	1.22	1.22
IKA	0.01	0.03	0.06	0.08
RESILIENCIA DEL SITIO	1	FACTOR DE AJUSTE A DEFORESTACIÓN POR RESILIENCIA		
INDICE ESTIMADO DE PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN FUNCIÓN DE LA RESILIENCIA DEL SITIO (VARIACIÓN PORCENTUAL)	BAJA= 1	0.69	0.61	0.47
	ALTA= 2	0.89	0.79	0.61

CONSULTA

A partir de las anteriores proyecciones, por medio de modelos individuales definidos para cada parámetro ambiental exprofesamente para este estudio, se realizaron cálculos sobre la valoración de calidad en cada uno de los indicadores de la calidad ambiental, para obtener una proyección aproximada de escenarios tendenciales de cada una de las unidades ambientales por donde cruza el proyecto, realizando estimaciones numéricas para el corto, mediano y largo plazos.

Es importante señalar que, en el área de estudio, dado que predomina la vegetación de tipo pastizal inducido y vegetación de matorral y selva seca, se considera que existe una baja capacidad de resiliencia natural en el sitio; factor que también fue tomado en consideración en esta modelación como se aprecia en la anterior tabla, con supuestos de una baja recuperación gradual de la cobertura vegetal de forma natural. En este sentido, si bien existen factores de cambio antrópicos que contribuyen a la disminución de la calidad ambiental en el sitio con el paso del tiempo, la vegetación en el sistema presentará una respuesta natural de recuperación lenta, que se verá reflejada al mediano y largo plazos.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO TENDENCIAL SIN PROYECTO

Una vez realizado el trabajo en campo a lo largo de todo el proyecto a construir, se valoraron las condiciones iniciales de cada unidad de paisaje a lo largo de las mismas, lo que se plasmó en calificación del estado que guarda cada factor ambiental dentro de cada unidad de paisaje en el SAR obteniendo la siguiente tabla de criterios de calidad y atributos de cada indicador ambiental:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla VII. 4. Estimación de condiciones actuales de cada atributo indicador por unidad de paisaje

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2024)

UNIDAD DE PAISAJE	INDICADORES ABIÓTICOS							INDICADORES BIÓTICOS									
	SUELO			HIDROLOGIA			GEOMORFOLOGIA	VEGETACIÓN y USO DEL SUELO					FAUNA				
	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al despalmarlo	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	Se observa en el sitio sellamiento de la superficie por infraestructura	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	Las vías de comunicación cruza cauces intermitentes	Hay humedales o zonas inundables	Relieve original existente	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	La zona cuenta con	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener : Ĥ. (ver formula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou ê. (ver formula en anexo)	Uso del suelo aledaño al polígono por afectar	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	El sitio por afectar alberga:	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener : Ĥ. (ver formula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou ê. (ver formula en anexo)	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tramo cercano o aledaño)
	5 si alta sensibilidad, 3 moderada sensibilidad, 1 baja sensibilidad	1 ninguna, 2 surcos, 3 pedrosaza, 5 cárcavas	1 no, 5 si	1 no hay escurrimientos o los hay pero no serán afectados, 2 hay algunos escurrimientos muy poco sensibles a ser afectados, 3 hay escurrimientos susceptibles de afectación, 4 hay escurrimientos muy susceptibles a ser afectados, 5 hay muchos escurrimientos fuertemente susceptibles a ser afectados	1 cruza cauces y cada uno cuenta con alcantarilla, 2 cruza cauces y varios cuentan con alcantarilla, 4 cruza cauces y solo algunos tienen alcantarilla, 5 cruza cauces y no hay alcantarillas	1 si, 5 no	1 sin alteraciones al relieve, 2 existen cortes pequeños, 3 existen cortes medianos, 4 existen cortes medianos y algunos fuertes, 5 predominan fuertes cortes	5 secundaria, 4 bosque tropical húmedo, 3 bosque templado, 2 bosque caducifolio, 1 zona árida	0 nada, 1 solo herbas, 2 arbustos pequeños, 3 arbustos y algunos árboles, 4 árboles y algunos arbustos, 5 gran cantidad de árboles	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0 a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5: Baja uniformidad ê = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad ê =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad ê = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad ê = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad ê=(de 0.81 a 1.0)	1 tipo de vegetación silvestre poco alterada, 2 vegetación silvestre con algunos parches antropizados, 3 relictos de vegetación original en zona antropizada, 4 zona muy antropizada con escasos relictos, 5 zona totalmente antropizada	muy bajo (presencia hasta 2 especies), 4 bajo (de 3 a 5 especies), 3 moderado (6 a 10 especies), 2 alto (de 11 a 15 especies), 1 Muy alto (16 o más)	5: Ausencia de especies protegidas (NOM-059), 4 presencia de una especie protegida, 3 presencia de 2 a 4 especies protegidas, 2 presencia de 5 a 7 especies protegidas y 1 presencia de 8 o más especies protegidas	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0 a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5: Baja uniformidad ê = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad ê =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad ê = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad ê = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad ê=(de 0.81 a 1.0)	1 no, 5 si
SIERRA ALTA	5	3	1	5	2	5	2	1	5	1	3	1	1	1	1	1	3
LLANURA ALUVIAL	4	3	1	5	2	5	2	1	5	1	3	1	1	1	1	1	3
SIERRA PLEGADA	3	3	1	5	2	5	2	1	5	1	3	1	3	1	1	1	3
VALLE INTERMONTANO	1	3	5	3	2	5	2	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3
LOMERÍO ESCARPADO	1	3	5	3	2	5	2	5	0	5	5	5	1	4	5	1	3
VALLE ALUVIAL INTERMONTANO	3	3	1	3	2	5	4	5	3	5	5	3	3	3	3	3	3

VALORACIONES PARA ESCENARIO ACTUAL.

Las proyecciones tendenciales a partir de este escenario para la calidad ambiental general de cada unidad de paisaje se presentan en la figura VII.3.

CONSULTA P

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
ACTUAL SIN PROYECTO		2024
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO ACTUAL SIN PROYECTO, CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2024)
SIERRA ALTA	41	Aceptable
LLANURA ALUVIAL	40	Aceptable
SIERRA PLEGADA	41	Aceptable
LLE INTERMONTAI	47	Regular
OMERÍO ESCARPAD	55	Moderada
ALUVIAL INTERMO	57	Moderada

ESCENARIO ACTUAL 2024

CORTO PLAZO SIN PROYECTO		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO, CON VÍA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO (2025)
SIERRA ALTA	41	Aceptable
LLANURA ALUVIAL	40	Aceptable
SIERRA PLEGADA	41	Aceptable
LLE INTERMONTAI	47	Regular
OMERÍO ESCARPAD	55	Moderada
ALUVIAL INTERMO	57	Moderada

CORTO PLAZO SIN PROYECTO 2025

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO		2027
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL MEDIANO PLAZO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO (2027)
SIERRA ALTA	46	Regular
LLANURA ALUVIAL	39	Aceptable
SIERRA PLEGADA	40	Aceptable
LLE INTERMONTAI	47	Regular
OMERÍO ESCARPAD	55	Moderada
ALUVIAL INTERMO	57	Moderada

MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO 2027

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
LARGOPLAZO SIN PROYECTO		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO, CON	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO (2030)
SIERRA ALTA	52	Moderada
LLANURA ALUVIAL	51	Regular
SIERRA PLEGADA	50	Regular
LLE INTERMONTAI	50	Regular
OMERÍO ESCARPAD	55	Moderada
ALUVIAL INTERMO	48	Regular

LARGO PLAZO SIN PROYECTO 2030

Figura VII. 3. Resultados de calidad ambiental estimada para las unidades de paisaje dentro del SAR bajo diferentes escenarios tendenciales. (Ver modelo en electrónico en Anexo VII.7)

Bajo las anteriores valoraciones, y considerando la acción de los distintos factores de cambio antrópico que actúan sobre la zona, para los distintos escenarios; y sin la realización del Proyecto, se tendría el siguiente gráfico estimado de calidad ambiental integral para cada unidad de paisaje dentro del SAR bajo estudio (figura siguiente).

CONSULTA

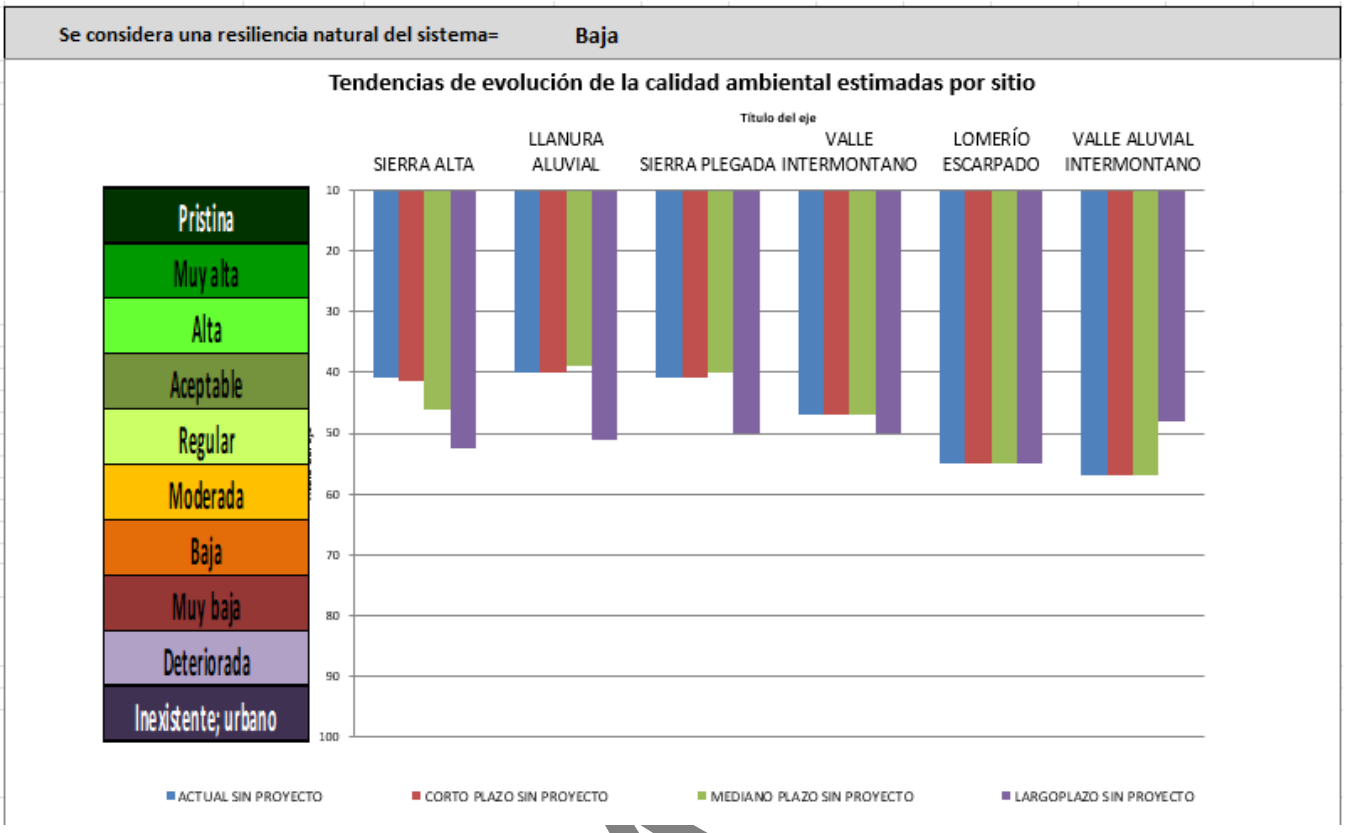


Figura VII. 4. Tendencia de cambio sin proyecto para cada unidad de paisaje dentro del SAR.

CONSULTA

Del anterior gráfico se desprende que, con base en la escala establecida para identificar sitios con alta calidad ambiental integral en esta valoración, la mayoría de las unidades de paisaje hoy en día reflejan una calidad de moderada a muy baja, particularmente se puede señalar que las unidades de paisaje de lomeríos son las que mejor calidad reflejan, mientras que las unidades de lomerío típico son los que mayor actividad antrópica presentan y por consecuencia, mayor deterioro de sus componentes ambientales. Sin la realización del proyecto, se espera que al corto, mediano y largo plazos, las condiciones de calidad sean muy similares a las actuales; particularmente en las unidades de llanura costera con usos antrópicos, en las que el cambio de paisaje natural a paisaje antrópico ha sido considerable, reflejando ya una muy baja calidad ambiental. A diferencia de ello, se observa que las unidades de paisaje con mejor grado de calidad (Llanura aluvial con vegetación primario o secundaria) tenderán a irse deteriorando a lo largo del tiempo, pasando de calidad baja a muy baja para el 2027 y 2030 en el caso de la unidad de llanuras costera, de igual forma de baja a muy baja en el caso de la unidad de Lomerío típico.

Es importante señalar que al mediano y largo plazos, los efectos en el cambio de las condiciones, de seguir tal y como están ahora, se irán deteriorando gradualmente como resultado de la interacción de varios factores, principalmente el incremento en el número poblacional de los municipios estudiados dentro del SAR (figura VII.4). Resultado de ello se identifica la pérdida de calidad hacia el mediano y largo plazos en la zona, posiblemente derivado de la necesidad de incremento en espacio o aprovechamiento de recursos por crecimiento poblacional.

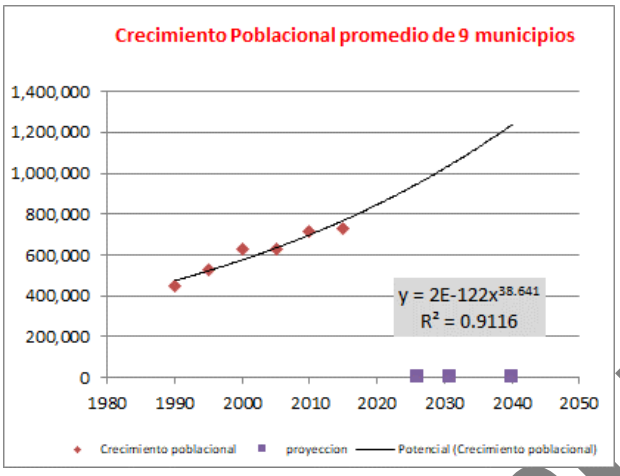


Figura VII. 5. Población promedio proyectada al 2030 en los municipios dentro del SAR.

Del anterior análisis se puede concluir que la tendencia esperada para la zona, independientemente de la realización del Proyecto, es al lento deterioro con respecto a el estado que actualmente guarda, como resultado de la inercia existente y el incremento en la cantidad de habitantes en los municipios bajo estudio dentro del SAR.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS CON PROYECTO.

Considerando el mismo modelo para estimar la calidad ambiental actual de las diferentes unidades de paisaje dentro del SAR, se incluyeron los efectos de la introducción del proyecto a partir de la valoración de impactos ambientales que se practicó como parte del capítulo VI de este estudio. El valor promedio del índice de impacto ambiental (Bojórquez-Tapia et al 1998) estimado en el capítulo VI en condiciones del proyecto sin y con mitigación fueron introducidos en el modelo como a continuación se señala.

Estimación del valor del impacto ambiental en las proyecciones

La estimación del efecto del proyecto en el sistema bajo el peor de los escenarios (introducción del proyecto SIN mitigación), implica el integrar la evaluación del impacto ambiental realizada en el capítulo V de este estudio, como un factor de cambio adicional y severo sobre la tendencia natural de cambio que lleva el sistema. Para ello, en este estudio se identificaron los valores promedio del índice de impacto, estimado a partir de la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998). Se obtuvieron los promedios por sitio en términos de los factores abióticos, flora y fauna como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla VII. 5. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto sin aplicar medidas de mitigación

CONSULTA PÚBLICA

SIN MITIGACION	
	Índice de Impacto
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN AIRE, GEOMORFOLOGÍA, SUELO E HIDROLOGÍA	-0.750
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FLORA	-0.736
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FAUNA	-0.977

Asimismo, y una vez definidas las acciones de mitigación y evaluado el nuevo índice de impacto, considerando la mitigación propuesta por este estudio en su capítulo VI, se promediaron dichos índices para obtener el valor correspondiente al proyecto real, CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS. El resultado de estos promedios se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII. 6. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto aplicando medidas de mitigación

CON MITIGACION	
	Índice de Impacto
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN AIRE, GEOMORFOLOGÍA, SUELO E HIDROLOGÍA	-0.619
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FLORA	-0.539
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FAUNA	-0.704

A partir de la inclusión en el modelo de cada variable indicadora del factor de impacto ambiental bajo uno y otro caso, se obtuvo el valor de la calidad ambiental actual con proyecto bajo dos escenarios, sin y con la aplicación de medidas de mitigación. No obstante, para poder evaluar la tendencia de cambio en el tiempo de dichos índices de impacto, y poder proyectar las tendencias de cambio en la calidad ambiental esperada bajo estos dos escenarios al corto, mediano y largo plazos, se determinó incluir además el efecto de la resiliencia en la recuperación natural de las afectaciones ocasionadas por el proyecto. Para ello se elaboraron unas tablas para cada sitio de realización de las obras en los que se proyectaron los valores del índice de impacto bajo ciertos supuestos de capacidad natural de recuperación; supuestos basados en el tipo de ecosistemas y climas presentes en el área bajo estudio.

Por efectos de escala (la valoración de calidad de los factores ambientales se realiza en números enteros, mientras que el índice de impacto se representa con decimales), los valores del índice de impacto fueron convertidos a sus parámetros originales de Magnitud, Extensión y Duración, despejando la fórmula presentada por Bojórquez Tapia, y su promedio fue utilizado en los modelos para lograr la proyección al corto mediano y largo plazos.

En función de la intensidad de los impactos y la diferente sensibilidad de los factores abióticos, flora y fauna hacia ellos, se atribuyeron fracciones diferentes del índice que se verían reducidos a partir de la respuesta natural del sistema, lo que forman parte de los supuestos de este modelo ya que resulta difícil

CONSULTA PÚBLICA

poder aseverar a ciencia cierta qué proporción de los componentes ambientales afectados se recupera de manera natural a partir de un impacto. No obstante, permiten visualizar las tendencias de cambio de manera comparativa entre un escenario con y sin la aplicación de las medidas de mitigación, lo que permite ver la importancia de realizar la mitigación de las obras propuestas.

A continuación, se presenta la tabla de proyección del índice de impacto con los valores considerados y supuestos de recuperación proporcional en los factores ambientales atribuidos a la capacidad de resiliencia del sistema dentro del modelo aplicado.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla VII. 7. Efecto estimado para el valor del índice de impacto actual a lo largo del tiempo en función de la resiliencia del sistema y la mitigación del proyecto

EFECTO ESTIMADO DE LA RESILIENCIA NATURAL DEL SISTEMA EN EL VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO		VALOR DEL INDICE DE IMPACTO BOJORQUEZ ESPERADO EN EL TIEMPO			EEFECTO EN EL INDICE DE IMPACTO DE BOJORQUEZ RESULTADO DE RESILIENCIA Y MITIGACIÓN			SUPUESTOS DEL EFECTO RESILIENTE Y LA CAPACIDAD DE MITIGACIÓN DEL PROYECTO
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	
PEOR DE LOS ESCENARIOS, IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sitio, constr & oper	Sistema de baja resiliencia			Sistema de baja resiliencia			Considerando que…
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.750	-0.849	-0.837	-0.818	-0.806	-0.795	-0.777	5% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en flora	-0.736	-0.834	-0.823	-0.804	-0.751	-0.740	-0.723	10% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.977	-1.075	-1.064	-1.044	-0.914	-0.904	-0.888	15% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	
PEOR DE LOS ESCENARIOS, IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sitio, constr & oper	Sistema de alta resiliencia			Sistema de alta resiliencia			Considerando que…
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.750	-0.760	-0.759	-0.757	-0.608	-0.607	-0.606	20% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en flora	-0.736	-0.746	-0.745	-0.743	-0.448	-0.447	-0.446	40% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.977	-0.987	-0.986	-0.984	-0.543	-0.542	-0.541	45% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	
ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sitio, constr & oper	Sistema de baja resiliencia			Sistema de baja resiliencia			Considerando que…
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.619	-0.520	-0.532	-0.551	-0.286	-0.293	-0.303	5% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con la mitigación
Promedio del índice de impacto en flora	-0.539	-0.453	-0.463	-0.480	-0.227	-0.232	-0.240	10% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y 40% con la mitigación
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.704	-0.475	-0.502	-0.546	-0.214	-0.226	-0.246	15% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y 40% con la mitigación
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	Ti= 1 año	Ti= 3 años	Ti= 6 años	
ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sitio, constr & oper	Sistema de alta resiliencia			Sistema de alta resiliencia			Considerando que…
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.619	-0.491	-0.506	-0.531	-0.196	-0.202	-0.212	20% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con mitigacion
Promedio del índice de impacto en flora	-0.539	-0.428	-0.441	-0.463	-0.086	-0.088	-0.093	40% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con la mitigación
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.704	-0.406	-0.441	-0.499	-0.061	-0.066	-0.075	45% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con la mitigación

CONSU

Proyección de la tendencia de cambio en la calidad ambiental

Dos escenarios: sin y con la aplicación de medidas de mitigación

La proyección con el proyecto debe realizarse sobre un escenario que de por si lleva una tasa natural de cambio, misma que se presentó en incisos anteriores, donde se aprecia la tendencia a la disminución gradual en la calidad ambiental al paso del tiempo en las diferentes unidades del SAR, en mayor o menor medida.

Sobre los modelos elaborados para cada unidad de paisaje, con el fin de proyectar el escenario con el proyecto sin y con las medidas de mitigación, se incluyeron los valores del índice de impacto ambiental esperado tendencialmente, a raíz de la recuperación del sitio por los procesos de resiliencia (valores estimados por el procedimiento que se presentó en la tabla anterior).

Como resultado de estas proyecciones se elaboraron dos gráficos comparativos para un escenario de evolución de la calidad ambiental esperada en cada unidad de paisaje dentro del SAR considerando la construcción del proyecto *Sin aplicar* medidas de mitigación, y la construcción de éste aplicando todas las medidas propuestas. A continuación, se presentan los resultados que arrojan estos modelos para ambos escenarios.

VII.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN CONSIDERAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A) Calidad ambiental SIN medidas de mitigación

Para visualizar el estado que guardan los componentes del sistema ambiental en la actualidad directamente sobre la zona que será ocupada por la construcción del Proyecto y poder evaluar los cambios esperados a futuro, con o sin el proyecto, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema. Estos indicadores fueron evaluados a lo largo del proyecto y dentro del derecho de vía considerado para este proyecto, donde se espera que ante la ejecución de la obra se darían las afectaciones más fuertes sobre aves, mamíferos y reptiles, debidas a la operación del Proyecto, lo que implica tránsito, ruido, vibraciones, luces etc.; así como a los efectos directos por el desmonte y despalme, cambios en las propiedades de los suelos inmediatos al Proyecto y el efecto a poblaciones animales por atropellamiento. Todas estas afectaciones potenciales fueron evaluadas en el capítulo V de este estudio.

Como se mencionó en el capítulo V, se estimó el efecto de las distintas obras que implicaría el proyecto bajo dos condiciones extremas: 1) construcción del Proyecto proyectada SIN incluir ningún tipo de medida de mitigación, lo que implica el peor de los escenarios y 2) construcción del Proyecto proyectada bajo las condiciones en que se está considerando la presente obra, CON un diseño de proyecto que busca reducir el impacto en las zonas con buena cobertura vegetal y tomando una serie de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación de cualquier impacto atribuible a la obra. La intención de la mitigación del proyecto es reducir las

CONSULTA PÚBLICA

afectaciones ambientales e incrementar la calidad ambiental existente en la medida de lo posible en algunos sitios del SAR, e incluso en el área del proyecto, de tal suerte que el proyecto contribuya al desarrollo y recuperación ambiental en la zona.

A partir de ambas condiciones, se modelaron dos grupos de escenarios: al corto, mediano y largo plazos, siguiendo la modelación que se presenta en incisos anteriores para el efecto en la calidad ambiental de cada polígono con la construcción del proyecto sin ninguna mitigación ambiental, y con la aplicación de medidas de mitigación. A continuación, se presentan los resultados de estas modelaciones y su interpretación en el contexto del sistema ambiental.

VII.4.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (1 AÑO) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados resumidos del modelo (tabla siguiente), al construir el proyecto sin considerar mitigación, después de 1 año de haber construido el Proyecto en un entorno de por si deteriorado, se esperaría un considerable incremento en el deterioro existente para el corto plazo sin la instalación del proyecto (condición muy similar a la calidad actual). Lo anterior se considera debido a que se trata de la construcción del Proyecto en un entorno nuevo, que aunque ambientalmente tiene calidad baja y muy baja, la construcción del Proyecto conllevaría mayores afectaciones a las superficies dentro y fuera del derecho de vía y que estima que los mayores impactos estarían dados por la remoción de vegetación, afectación directa a la fauna de hábitos fosoriales y de lento desplazamiento, así como por residuos y materiales de excavación dispuestos sin control en el sitio; bloqueo al movimiento de fauna, incremento en el índice de atropellos y mayor penetración antrópica en zonas que hoy en día se han conservado. Si bien se espera que el sistema gradualmente se recupere de estas afectaciones, dada la baja capacidad de resiliencia natural existente, se esperaría que, en zonas hoy inaccesibles de cauces, donde se requieren cortes, nivelaciones y mayor volumen de desmonte, la calidad ambiental pasara de baja (hoy en día) a muy baja dentro de 1 año.

Tabla VII. 8. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo SIN considerar mitigación

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
CORTO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO, CON VÍA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO (2025)
SIERRA ALTA	59	Moderada
LLANURA ALUVIAL	59	Moderada
SIERRA PLEGADA	59	Moderada
VALLE INTERMONTANO	59	Moderada
LOMERÍO ESCARPADO	62	Baja
LE ALUVIAL INTERMONTA	67	Baja

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, como se observa en la gráfica de resultados de la figura VII.6 y en la tabla anterior, las unidades de lomerío típico y llanura costera mostrarían un similar nivel de deterioro al que existe actualmente derivado de que ambas unidades están fuertemente deterioradas por actividad urbana, agrícola, ganadera, y zonas con fuertes evidencias de erosión. El no aplicar medidas de mitigación restringe fuertemente las posibilidades de la zona para recuperarse y contar con una mejor calidad ambiental, y aceleraría el deterioro esperado de forma tendencial. La calificación general de la región sería muy baja de construirse el proyecto sin mitigación.

VII.4.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (3 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

De forma similar al modelo anterior, se estimó el efecto del proyecto después de 3 años de haber sido construido el Proyecto, y considerando una baja capacidad de resiliencia del sistema, así como una existente baja calidad ambiental en el SAR. A diferencia del anterior escenario, se observa que, para una proyección a 3 años, la calidad ambiental se sigue reduciendo, aunque a un ritmo menor, lo que podría atribuirse a la capacidad de resiliencia natural del sistema, la que aunque es baja, en 3 años le permitiría recuperarse parcialmente de los impactos ocasionados. El caso de mayor deterioro sobre la condición actual se esperaría en las unidades llanura aluvial y los lomeríos ya que su calidad es de moderada a baja, atribuible al menor acceso y a que los dueños de los terrenos en estas zonas son poco abiertos a la entrada de extraños y actividades. Sin embargo, con la operación del Proyecto sin mitigación, incrementará la fragmentación de estas unidades de paisaje, aunada con su mayor vulnerabilidad a la erosión, con lo que se esperaría que se deteriore rápidamente a una calidad muy baja y deteriorada al introducir la obra sin mitigación (Tabla VII.9).

Tabla VII. 9. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo SIN considerar mitigación

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
MEDIANO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2027
ZONAS POR AFECTAR / RECTIFICAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO (2027)
SIERRA ALTA	63	Baja
LLANURA ALUVIAL	63	Baja
SIERRA PLEGADA	63	Baja
VALLE INTERMONTANO	65	Baja
LOMERÍO ESCARPADO	52	Moderada
LE ALUVIAL INTERMONTA	61	Baja

CONSULTA PÚBLICA

Bajo este escenario, se identifica un fuerte deterioro con respecto al estado existente hoy en día, así como con respecto al esperado de forma tendencial en el sistema, sin la construcción del Proyecto. Se estima que habría una mayor penetración antrópica en los alrededores y la capacidad de recuperación del sistema de las afectaciones sería baja, por lo que la calidad ambiental de todo el sistema se esperaría que fuera deteriorada.

VII.4.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

El resultado del modelo para este escenario indica que el efecto del incremento poblacional en la región incrementará deterioro ambiental hacia el largo plazo, dando poca oportunidad a los sistemas a recuperarse de forma natural debido al incremento en la presión antrópica por espacio y recursos. Ello se identifica en que el valor de la calidad ambiental estimado será aún un poco más bajo que el obtenido al mediano plazo.

Tabla VII. 10. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo SIN considerar mitigación

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
LARGO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO, CON	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO (2030)
SIERRA ALTA	84	Deteriorada
LLANURA ALUVIAL	84	Deteriorada
SIERRA PLEGADA	84	Deteriorada
VALLE INTERMONTANO	65	Baja
LOMERÍO ESCARPADO	60	Moderada
LE ALUVIAL INTERMONTA	68	Baja

A manera de integración, en la siguiente figura se representan las variaciones en la calidad ambiental esperadas al corto, mediano y largo plazos con respecto a el estado actual, en el caso de que se realice el proyecto sin la implementación de medidas de mitigación (figura siguiente):

CONSULTA PÚBLICA

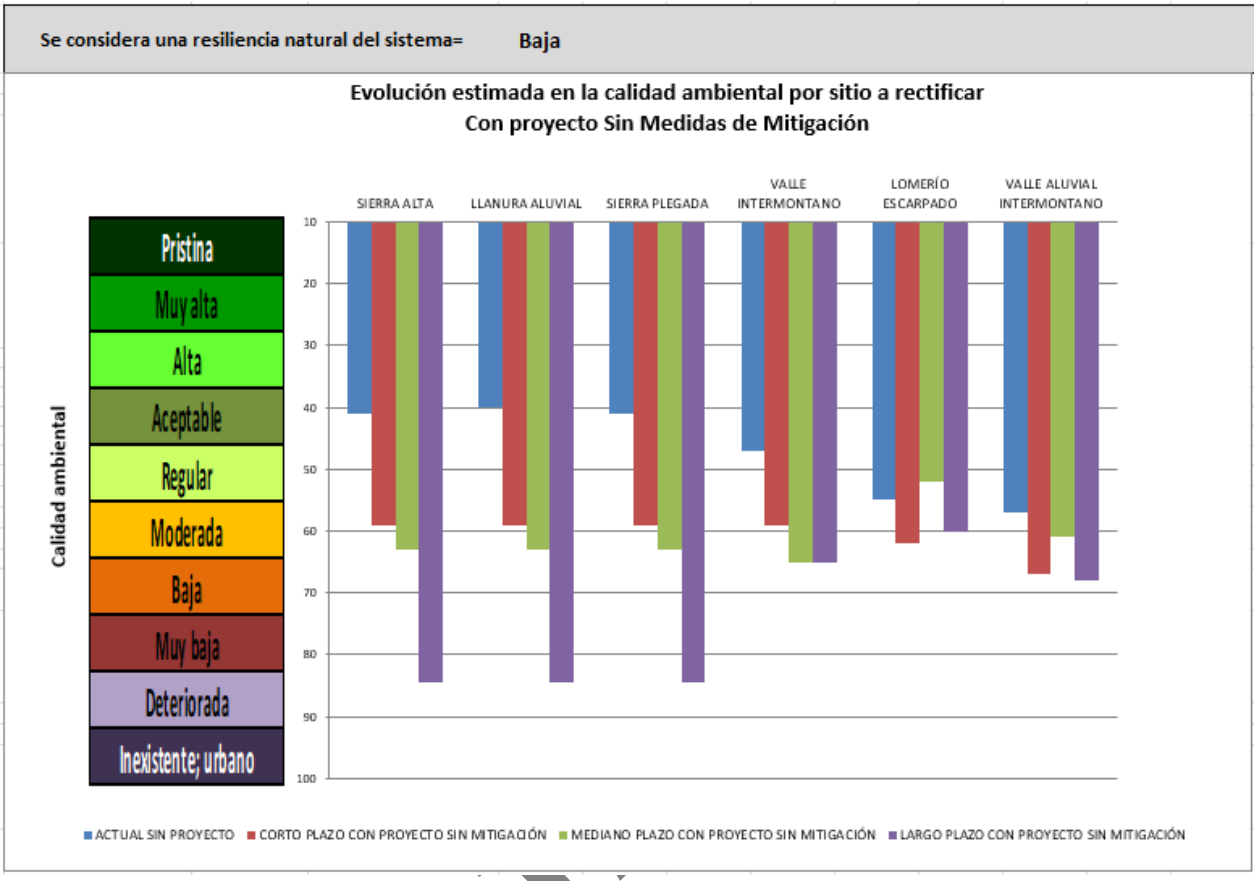


Figura VII. 6. Tendencia de cambio Con proyecto Sin mitigación para cada unidad de paisaje dentro del SAR.

CONSULTA

VII.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El anterior escenario implica que el proyecto se construiría sin procurar un adecuado manejo de residuos, sin control en el alcance de actividades y sin la aplicación de medidas de protección o restauración ambientales, lo que hoy en día no es posible ya que existen en nuestro país diversas leyes, reglamentos y normas, así como y un procedimiento de evaluación (PEIA) que regulan el desarrollo de proyectos dentro de un marco de respeto y protección ambiental. En este sentido, a continuación, se realiza la modelación considerando las mismas proyecciones al corto, mediano y largo plazos, pero considerando la realización del proyecto con todas las medidas de mitigación propuestas en esta Manifestación de Impacto Ambiental, así como la instrumentación de las condicionantes que la autoridad tenga a bien señalar.

El resultado de esta modelación permite visualizar de forma cualitativa y comparativa, el efecto combinado de la mitigación implementada y la recuperación natural del sistema a lo largo del tiempo, aunque ésta, para el tipo de entorno natural que nos atañe, se estima que es baja.

VII.5.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (1 AÑO) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados del modelo (tabla siguiente), al construir el proyecto considerando la mitigación señalada en el capítulo VI de este documento, al transcurrir 1 año de haber construido el Proyecto e implementado dichas medidas, se observará un ligero incremento en la calidad ambiental proyectada para el corto plazo sin la instalación del proyecto, e incluso una mejora con respecto a la calidad actual, pasando de muy baja-moderada que existe hoy en día para todo el SAR, a baja-y moderada para algunas unidades de paisaje, como calidad esperada al corto plazo. Lo anterior se considera debido a que al mitigar los impactos ambientales derivados del Proyecto, recuperando la cubierta vegetal, forestando zonas en compensación, protegiendo a la fauna en el sitio, mejorando las condiciones de paso de animales y flujo de agua con obras de drenaje que operen como pasos de fauna para reducir la fragmentación y el efecto de barrera, así como el rescate y reubicación de organismos de fauna silvestre y el adecuado manejo y disposición de residuos, permitirán una recuperación del sistema a un mayor ritmo que el que se esperaría de forma tendencial para los próximos cinco años.

Tabla VII. 11. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo CON mitigación

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
CORTO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO, CON	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO (2025)
SIERRA ALTA	45	Regular
LLANURA ALUVIAL	47	Regular
SIERRA PLEGADA	52	Moderada
VALLE INTERMONTANO	47	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
LE ALUVIAL INTERMONTA	57	Moderada

El impacto del proyecto aplicando medidas de mitigación, será bajo, por lo que se esperaría que, a partir de 1 año posteriores a la obra, la calidad ambiental sea ligeramente mejor que la actual en todas las unidades de paisaje, en la que se sumarían de forma menor la capacidad de recuperación del sistema de forma natural, a los resultados de la mitigación.

CONSULTA PÚBLICA

VII.5.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (3 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De forma similar al modelo anterior, se estimó el efecto del proyecto después de 3 años de haber sido cvonstruido el Proyecto aplicando medidas de mitigación y considerando una baja capacidad de resiliencia del sistema y una existente baja calidad ambiental en el SAR al momento de realizar la obra. En esta ocasión, aplicando medidas de mitigación al proyecto se observa que el efecto de la obra ya no es perceptible y la calidad ambiental permanece muy similar a la obtenida a los 5 años, posiblemente como resultado de la resiliencia del sistema. En los resultados del modelo se observa que, para una proyección a 3 años, la calidad ambiental media del sistema se espera que sea entre baja y moderada, según cada unidad de paisaje bajo estudio.

Tabla VII. 12. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo CON mitigación

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
MEDIANO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2027
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO,	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO (2027)
SIERRA ALTA	52	Moderada
LLANURA ALUVIAL	67	Baja
SIERRA PLEGADA	57	Moderada
VALLE INTERMONTANO	47	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
LE ALUVIAL INTERMONT	57	Moderada

La implementación de la obra con buenas prácticas ambientales y la aplicación de la mitigación propuesta, se estima que permitirá la recuperación del sistema en algunas unidades de paisaje.

VII.5.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (6 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En congruencia con lo esperado para el mediano plazo, el resultado del modelo para este escenario indica que el efecto del poblacional en la región permitirá la desaceleración del deterioro ambiental, dando oportunidad a los sistemas a recuperarse de forma natural al reducirse la presión antrópica por espacio y recursos. El efecto del proyecto será prácticamente imperceptible dentro de estos 6 años, con una calidad ambiental en el SAR esperada como de baja a moderada. Ello se identifica en que el valor de la calidad ambiental estimado será muy similar al obtenido al mediano plazo, en lo que los sistemas se irán recuperando de forma natural

CONSULTA PÚBLICA

y la mitigación habrá quedado integrada a los mismos desde los primeros 5 años posteriores a la construcción del proyecto.

Tabla VII. 13. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo CON mitigación

RESULTADOS MODELACION		DATO POBLACIONAL
LARGO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESCENARIO AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO, CON	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO (2030)
SIERRA ALTA	52	Moderada
LLANURA ALUVIAL	67	Baja
SIERRA PLEGADA	57	Moderada
VALLE INTERMONTANO	50	Regular
LOMERÍO ESCARPADO	55	Moderada
LE ALUVIAL INTERMONTA	48	Regular

A manera de integración, en la siguiente figura se representan las variaciones en la calidad ambiental esperadas al corto, mediano y largo plazos con respecto al estado actual, lo que representa una proyección de los escenarios que se esperan para un futuro en el sistema, como resultado de la construcción del Proyecto, implementando todas las medidas de mitigación y condicionantes a que quede sujeto el Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

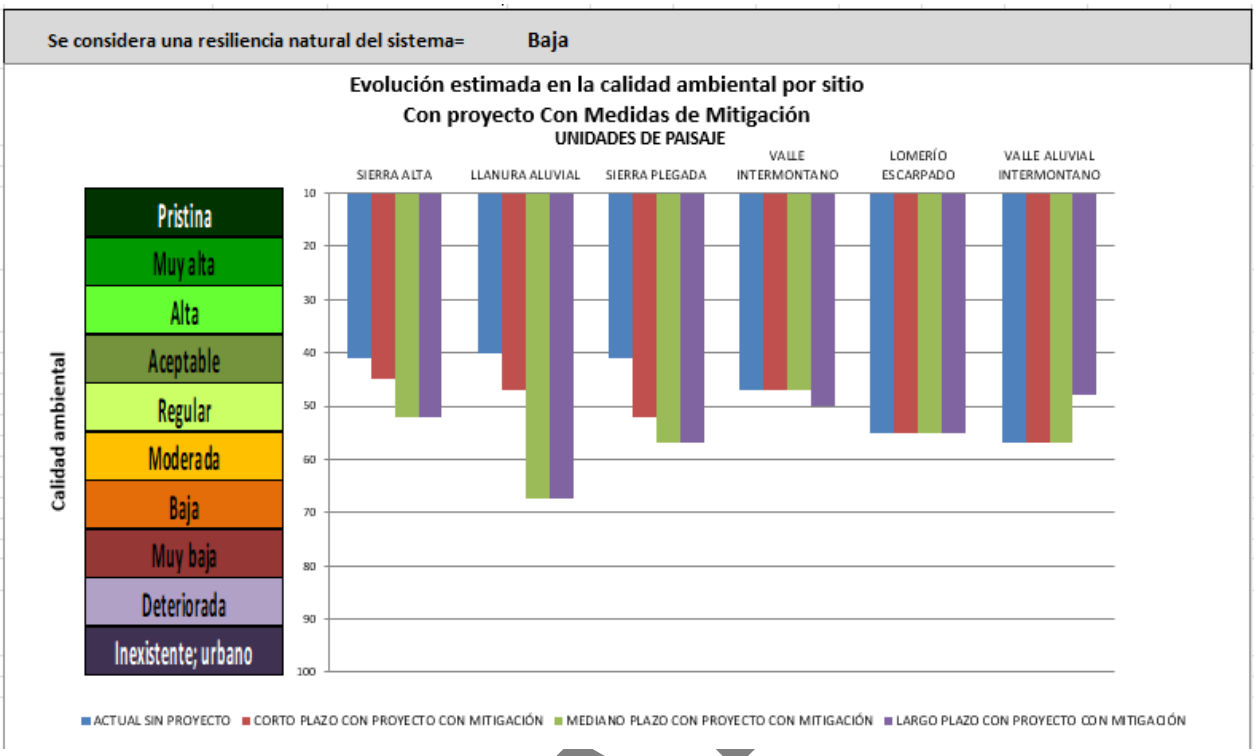


Figura VII. 7. Tendencia de cambio Con proyecto Sin mitigación para cada unidad de paisaje dentro del SAR.

CONSULTA

VII.6 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Como se puede apreciar en las anteriores figuras, la construcción del proyecto implica una oportunidad de mejoramiento regional, donde radicalmente mejorarán traslado de bienes y servicios en beneficio de la población local. Asimismo, al tratarse de una autopista habrá un estricto control del acceso antrópico hacia predios aledaños al Proyecto, con lo que se permitirá que la mitigación aplicada y la resiliencia del sistema se sumen dando como resultado una condición de mejora por sobre las condiciones existentes actualmente, e incluso, sobre aquellas que se esperarían de forma tendencial (sin el proyecto) para la región. Ello se representa en la siguiente figura, en donde se aprecia que la calidad ambiental de moderada a baja, pudiera llegar a recuperarse hasta una condición de calidad media por la implementación y operación adecuada del proyecto.

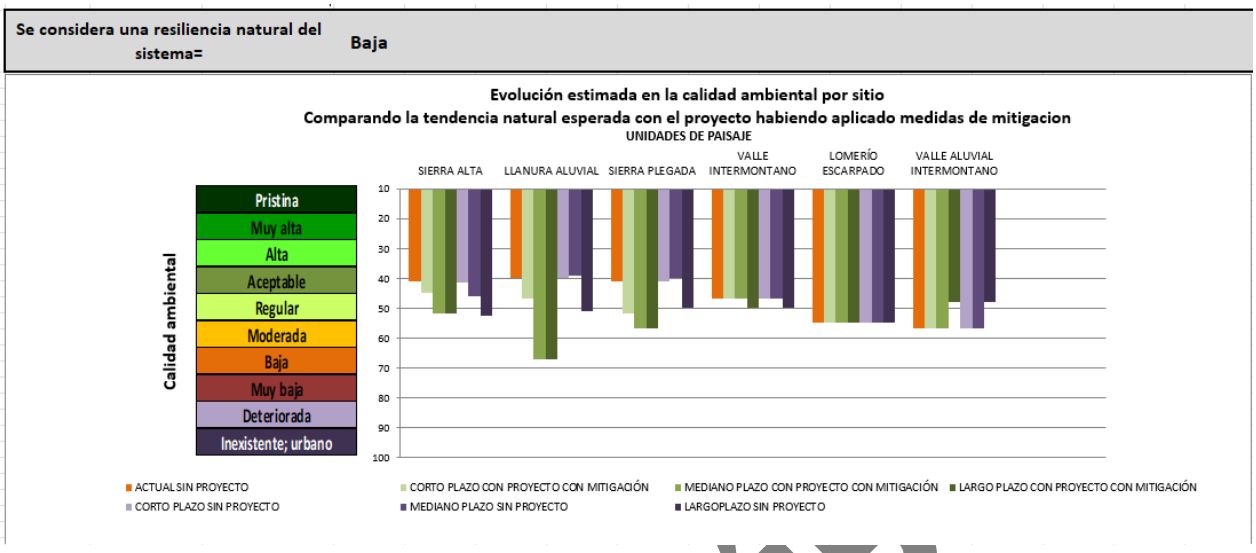


Figura VII. 8. Tendencia de cambio esperada para cada unidad de paisaje dentro del SAR contrastando la tendencia proyectada para el sistema sin la construcción del Proyecto (barras moradas) y la tendencia esperada con la construcción aplicando la mitigación correspondiente (barras verdes).

CONSULTA PÚ

VII.7 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el caso de este Proyecto se han evaluado distintas alternativas de trazo, resultando ser la propuesta en este estudio, la más adecuada en términos sociales, ambientales y técnicos; incluyendo el costo-beneficio del proyecto. El lograr sacar el tránsito pesado y vehículos de largo recorrido de la zona urbana resulta de gran importancia para lograr una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos y una considerable reducción del tránsito y contaminación atmosférica, así como un mejor y más seguro flujo de bienes y servicios en el estado.

VII.8 CONCLUSIONES

La realización del Proyecto una obra necesaria para garantizar una mayor funcionalidad y seguridad de los usuarios y de la población de Nogales y otros centros urbanos del SAR.

Los impactos ambientales derivados de la obra serán menores, la ruta sigue por terrenos ya perturbados en diferentes grados y con las medidas propuestas, los impactos que del Proyecto se deriven, en su mayoría podrán ser mitigados, obteniendo como resultado una mejora sobre las condiciones de calidad ambiental en el sistema como producto de la aplicación de medidas de protección y mitigación, que se sumarán a la capacidad de recuperación natural del sistema y la reducción de la presión antrópica, que se espera como resultado de la desviación del tránsito pesado y de largo recorrido fuera de la zona urbana, así como el contar con una vialidad a la que

solo se puede ingresar por los entronques proyectados, dejando fuera del alcance sitios a lo largo del recorrido, que en este sentido no fomentarán el surgimiento de asentamientos irregulares.

Con la construcción del Proyecto se brindará un mejor transporte de bienes y servicios entre las localidades que conecta y hacia el centro y sur del país; siendo muy poco factible el surgimiento de asentamientos asociados a ella en virtud del control de accesos y el cercado del DDV.

CONSULTA PÚBLICA