PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

“PROYECTO LIBRAMIENTO NORPONIENTE HERMOSILLO”

RESUMEN EJECUTIVO

QUE SE PRESENTA A CONSIDERACION DE.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

Hermosillo, Sonora, maryo del 2026.

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

I.1. PROYECTO

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

LIBRAMIENTO NORPONIENTE HERMOSILLO

I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El libramiento que se pretende construir comunicará la zona poniente de la ciudad de Hermosillo con la zona norte, dotando de una nueva ruta de traslado a todos los usuarios que provengan o bien se dirijan hacia esas zonas, lo cual generará un ahorro en gastos de operación y tiempo de traslado para los usuarios particulares, así como para el transporte de mercancías, pues estaría evitando el cruce por la ciudad.

El libramiento propiamente inicia en la salida Norte de la ciudad de Hermosillo y entronca con la Carretera Mina Pilares/Nyco a la altura del Km 11 de esta ruta, misma que entronca con la carretera Federal MEX 15, en el Km 14+970, salida a Nogales, a partir de este entronque inicia el tramo carretero nuevo hasta llegar a la planta de CCC Fenosa, 4 km antes de llegar a la carretera No.100 Hermosillo Bahia Kino a la altura del Km 13+500, donde se une a un tramo de carretera ya existente de la ciudad de Hermosillo. Este punto de unión es la parte final del presente proyecto con una longitud aproximada de 15.2 Km. Adicionalmente y como proyecto asociado se realizará la ampliación de un tramo de la carretera Mina Pilares/Nyco conocida comúnmente como carretera Nyco a partir del km 0+000 al km 11+000.

En resumen, el proyecto del Libramiento norponiente de la Ciudad de Hermosillo inicia en el km 11+000 de la carretera Nyco con una longitud de 15.2 km y lleva como proyecto asociado la ampliación de la Carretera Nyco ya existente a partir de km 0+000 al Km 11+000, es decir 11 km para un total de 26.2 km.

En la figura inferior I.1, se muestra la macro localización del sitio del proyecto y en la figura I.2, se identifica de manera más detallada el trazo de proyecto apoyados con la imagen del Google Earth. Por otra parte, la Tabla I.1. muestra el cadenamiento del trazo del proyecto.

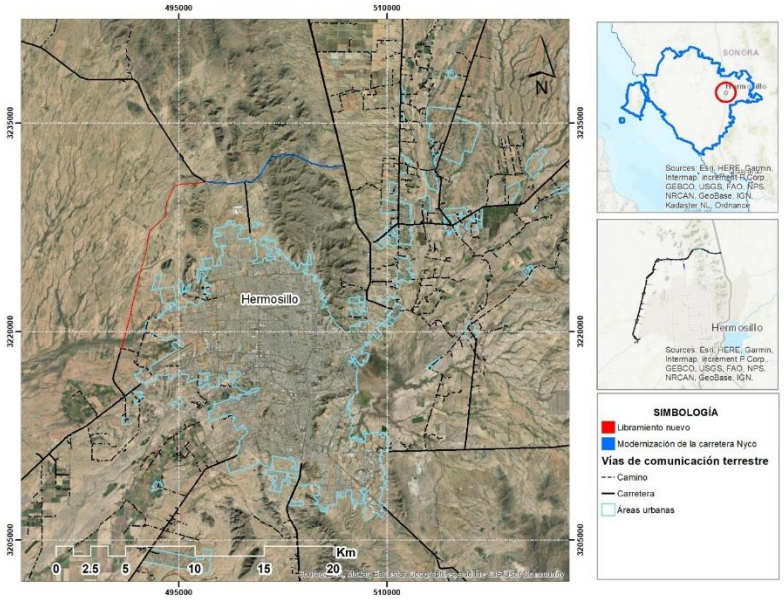


Figura I. 1 Micro localización del trazo del proyecto de libramiento y sección de modernización de la carretera Nyco.

I.1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Las normas y la literatura definen como vida útil para proyectos de carretas, el periodo de tiempo en el cual el cuerpo carretero no requiere de reparaciones o mantenimiento mayor. En base a ello el proyecto tiene una vida útil de 15 años. Al final de este periodo es posible que se requiera un mantenimiento mayor o ampliación a una cantidad mayor de carriles, permitiendo la ampliación de su vida útil. Sin embargo, se considera que esta obra no tiene una vida ilimitada ya que de acuerdo con la dinámica de crecimiento de la ciudad de Hermosillo en un futuro próximo este libramiento quedara inmerso en las vialidades urbanas de la ciudad. El proyecto no contempla el desarrollo de actividades altamente riesgosas por lo que no es aplicable el estudio de riesgo.

I.1.4. DURACIÓN TOTAL DEL PROYECTO.

Se estima que el tiempo de construcción del proyecto en su conjunto puede llevar hasta 2 años, considerando este tiempo a partir del arranque de la obra.

I.1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

Considerando las características actuales de la ciudad de Hermosillo, la construcción de este libramiento se justifica bajo los siguientes preceptos:

- Construir una vía más rápida, cómoda y segura para el tránsito turístico que desea visitar directamente a Bahía de Kino, sin pasar por la ciudad de Hermosillo.
- Proporcionar a los productores agrícolas y acuícolas de la Costa de Hermosillo, así como de la zona industrial aeropuerto, una carretera que permita transportar sus productos hacia el norte.
- Colaborar con el descongestionamiento vial de algunos Bulevares importantes de Hermosillo (principalmente Blvd. García Morales, Antonio Quiroga y Progreso).

I.1.6. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.

En el Anexo 1 se presenta la siguiente documentación legal; Acta constitutiva de la empresa, Poder del Representante Legal y en el Anexo 2 las copias de la Declaración de incorporación al dominio público municipal de los terrenos involucrados en el proyecto.

I.2. PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE

Concesionaria Seri, SA de CV
Ver acta constitutiva en Anexo 1

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC) DEL PROMOVENTE

CSE2508297D4

I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DEL REPRESENTANTE LEGAL

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3. RESPONSABLE DEL EIA

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL RESPONSABLE DEL EIA

M.C. Jesús Enrique Flores Ruiz, Ing.

I.3.2. RFC. DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Ing. Jesús Enrique Flores Ruiz.

Colaboradores:

M.C Alejandro Nava Aybar, Biol.
Dr. Diego Valdez Zamudio, Biol.

I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.4. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

I.4.1. NATURALEZA DEL PROYECTO.

Técnicamente toda esta ruta de circulación presentará las siguientes características:

- a) Ampliación de la Carretera Nyco a una Carretera tipo A2 del Km 0+000 al Km 11+000; b) Construcción de una nueva carretera tipo A2 del km 11+000 al km 26+200

- Ambas obras, ampliación de la ya existente y construcción de la nueva ruta serán carretera Tipo A con corona de 13.0 m, calzada de 7.0 m (2 carriles de 3.5 m cada uno y 2 acotamientos exteriores de 3.0 m). Un esquema de la Sección Tipo se presenta en la figura inferior.

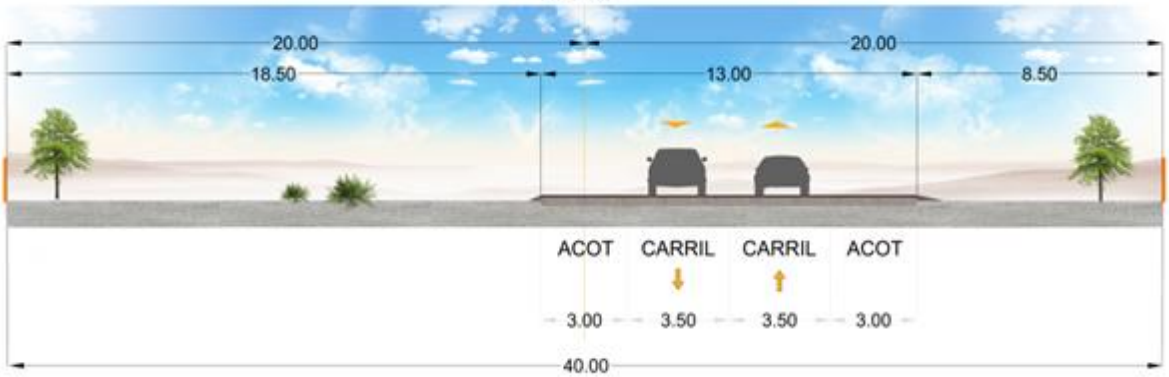


Figura I. 2 Carretera tipo A2, seccion tipo del Km 0+000 al 26+200.

Tabla I. 1 Resumen de las características del Libramiento Norponiente

Descripción	Localización
Longitud	26.2 Km
Proyecto asociado: Ampliación	Km 0+000 a km 11+000 de la Carretera Nyco
Proyecto: Construcción nueva ruta	Km 11+000 a km 26+200 de Carretera Nyco hasta CCC Union Fenosa
Derecho de vía	Ancho de 40.0 m
del Km 0+000 al 26+200	Carretera tipo A2 con corona de 13.0 m, calzada de 7.0 m (2 carriles de 3.5 m cada uno y 2 acotamientos exteriores de 3.0 m)

Entre los aspectos más importantes que distinguen este proyecto se pueden mencionar:

- Constituirá una vía más rápida, cómoda y segura para el tránsito turístico que desea visitar directamente a Bahía de Kino, sin pasar por la ciudad de Hermosillo.
- Proporcionará a los productores agrícolas y acuícolas de la Costa de Hermosillo, así como de la zona industrial aeropuerto, una carretera que permita transportar sus productos hacia el norte.
- Colaborará con el descongestionamiento vial de algunos Bulevares importantes de Hermosillo (principalmente Blvd. García Morales, Quiroga y Progreso).

La obra manifestada como proyecto asociado contempla un trazo que en parte coincide con infraestructura previamente existente, en la cual se llevarán a cabo actividades de ampliación y adecuación; mientras que el resto del trazo corresponde a la construcción de un nuevo segmento vial que conformará el libramiento.

I.4.2. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

En la figura inferior, se presenta el trazo del libramiento norponiente, con respecto a la información referenciada en coordenadas UTM Zona 12, WGS84 y se indican las obras y estructuras contempladas por el proyecto de acuerdo al kilometraje del proyecto incluyendo puntos de origen y destino referidos al inicio del km 0+000 de la carretera Nyco mismo que inicia a la altura de km 14+970 de la carretera Federal México No. 15. En este punto de origen ya existe la carretera estatal denominada “Carretera Nyco” con su respectivo derecho de vía, cuya carpeta de rodamiento será ampliada a 13 metros hasta el cadenamiento del Km 11+000, para de ahí adentrarse al libramiento mediante la construcción de nuevas obras hasta el Km 26+200.

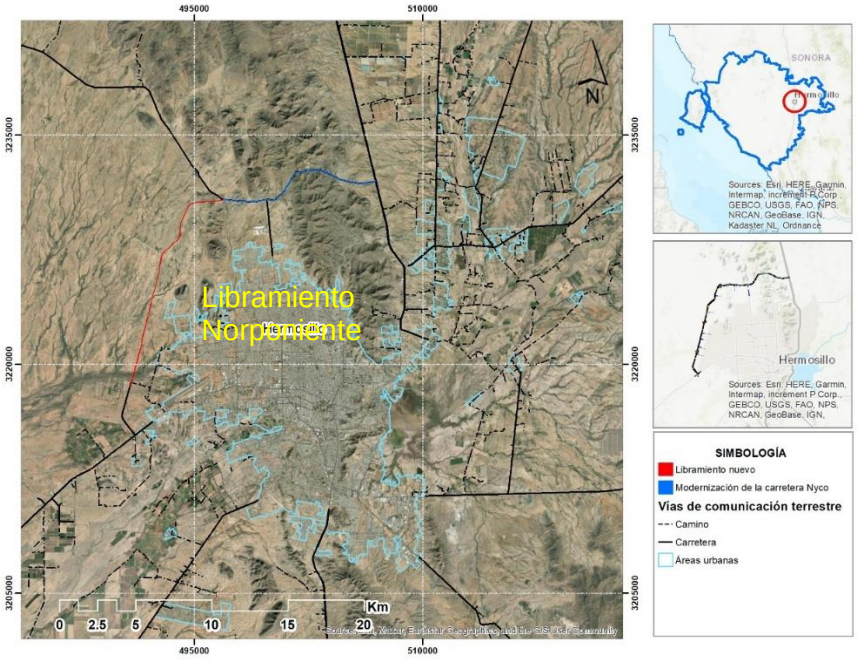


Figura I. 3 Ubicación del trazo del libramiento que incluye Carretera tipo A2, iniciando en el Km 14+970 de la Carretera Federal MEX 15 y finalizando en el Km 26+200 de la Carretera CCC Fenosa.

I.4.3. INVERSIÓN REQUERIDA

Costos de construcción.

Tabla I. 2 Costos de construcción del proyecto, incluye libramiento nuevo y proyecto asociado (modernización de la carretera Nyco).

Concepto	Periodo programado de ejecución	Monto aproximado identificado en programa
Terracerías	Meses 1 al 10	[redacted]
Obras de drenaje menor	Meses 1 al 4.5	
Pavimentos	Meses 4 al 11	
Obras complementarias	Meses 2 al 6 y meses 9 al 12	
Señalamiento	Meses 11 y 12	
Puentes	Meses 2 al 10	
Casetas	Meses 7 al 12	
SUBTOTAL		
I.V.A.		
TOTAL		

Costos de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración

Tabla I. 3 Costos estimados para la aplicación de medidas ambientales

Programa o componente ambiental	Subtotal sin IVA	IVA	Total con IVA
Supervisión y vigilancia ambiental	[redacted]		
Control de emisiones y ruido			
Rescate y reubicación de flora			
Reforestación y restauración vegetal			
Rescate y reubicación de fauna			
Manejo integral de residuos			
Conservación de suelos y agua			
Capacitación ambiental			
Total			

El monto total estimado para la aplicación de las medidas ambientales asciende a $ [redacted]

Este monto representa aproximadamente el del monto total de la obra, considerando como referencia la inversión general del proyecto.

I.4.4. DIMENSIONES DEL PROYECTO

a) Superficie total del predio o del derecho de vía: 115.8663 has. Dentro de estas, 60.28 has corresponden al derecho de vía del tramo de libramiento nuevo, y de PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

estas, 59.398 has constituyen la superficie a afectar de Mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo, lo cual representa un porcentaje en relación a la superficie del proyecto del 51.26%

b) La superficie para obras permanentes es de 34.06 has (considerando la ampliación de la carretera existente y la nueva carretera).

c) El proyecto no se ubica en zonas de conservación o aprovechamiento restringido, zona de producción o zona de restauración, por lo que no aplica la clasificación del numeral indicado, sin embargo, contempla la reforestación en una superficie de 60 ha. El proyecto no se ubica en un solo predio o en un conjunto predial y aproximadamente el 50% del área soporta vegetación de zonas áridas no maderable.

I.4.5. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

En el polígono del proyecto y sus colindancias inmediatas, el uso actual del suelo es de carácter mixto con predominio de actividades pecuarias, particularmente ganadería extensiva en agostaderos y pastoreo, en un entorno rural–periurbano del norponiente de Hermosillo. Esta condición se desarrolla sobre una matriz ambiental de vegetación nativa xerófila, donde se reconocen comunidades típicas de zonas áridas como matorral sarco-crasicaule y mezquital, las cuales coexisten con el aprovechamiento ganadero y con una red de caminos y vialidades de servicio local. En el ámbito inmediato del polígono se identifican también usos antrópicos puntuales vinculados a la proximidad con la ciudad y a las vialidades existentes (servicios e infraestructura dispersa), con mayor presencia en los segmentos cercanos hacia la conexión con la MEX 15 y menor intensidad hacia zonas de carácter más rural.

En cuanto a cuerpos de agua, dentro del polígono del proyecto no se identifican cuerpos de agua superficiales permanentes; sin embargo, el trazo se desarrolla en una zona influida por una red de corrientes y cauces de régimen intermitente, cuyos escurrimientos se presentan de forma esporádica durante eventos de precipitación. Esta condición hidrológica explica que el uso del agua superficial en el sitio sea limitado y que, de forma general, las actividades regionales se soporten en el aprovechamiento de agua subterránea, mientras que la interacción relevante del proyecto con el recurso hídrico superficial se asocia a la conservación de la continuidad hidráulica en cruces y al manejo de drenaje para evitar alteraciones del patrón natural de escurrimientos.

I.5. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a una obra de una carretera nueva de 15.2 km de longitud, y como obra complementaria se contemplan 11 km de ampliación de carretera existente. La carretera nueva concebida como un corredor de interconexión regional que enlaza la Carretera Federal MEX 15 (salida norte de Hermosillo) con la Carretera Estatal SON 100 (Hermosillo–Bahía de

Kino), con el fin de canalizar tránsito de paso y de carga evitando el uso de vialidades urbanas donde se presentan congestionamientos por mezcla de tránsito local y foráneo.

En términos de trazo general, el trazo de modernización inicia sobre la carretera Nyco km 0+000 que entronca sobre la MEX 15 en el km 14+970 (tramo de rehabilitación y ampliación) y se desarrolla con rumbo predominante al poniente; en su primer segmento es un tramo de vialidad existente conocida como carretera a la Mina Nyco, y posteriormente se integra a un tramo de camino nuevo (tramo de la carretera nueva del proyecto de Libramiento Norte) para conformar el corredor del libramiento hasta su conexión hacia la carretera estatal a Bahía de Kino.

La configuración del proyecto se apoya, por tanto, en la combinación de rehabilitación/modernización/ampliación de infraestructura existente y construcción de tramo nuevo, condición que define su huella de intervención y la naturaleza de sus impactos ambientales directos.

Para el tramo considerado como obra complementaria y el tramo de libramiento (carretera nueva), la vialidad se desarrolla con un derecho de vía proyectado de 40.0 m de ancho (ya existente en el tramo considerado como obra complementaria) y una sección tipo Carretera A2 a lo largo del eje (km 0.0 a km 26.2). La sección A2 se define con corona de 13.0 m y calzada de 7.0 m (dos carriles de 3.5 m) más acotamientos exteriores de 3.0 m.

Estas características geométricas determinan el ancho de plataforma, el espacio funcional requerido dentro del derecho de vía y, en consecuencia, la superficie potencial de desmonte, terracerías y obras de drenaje asociadas.

Desde el punto de vista de condición y tipo de intervención por subcomponentes, el corredor incorpora un segmento sobre la carretera a la Mina Nyco que actualmente se describe como una vialidad tipo C (≈7 m de ancho) y que será ampliada y modernizada a sección A2 (13 m) en una longitud del orden de 11.0 km a partir del entronque con la MEX 15.

Tabla I. 4 Especificaciones de construcción de los puentes

Concepto	San Antonio	Guadalupe	Los Bagotes
Tipo de Estructura	2 claros de 12.00 m c/u	3 claros de 12.00 m c/u	7 claros de 12.00 m c/u
Dimensiones	24.00 m de longitud, 14.20 m ancho de sección	36.00 m de longitud, 14.20 m ancho de sección	84.00 m de longitud, 14.20 m ancho de sección
Gasto Hidráulico	39.38 m³/s (Tr=100)70.94 m³/s (Tr=500)	78.43 m³/s (Tr=100)125.69 m³/s (Tr=500)	171.58 m³/s (Tr=100)260.31 m³/s (Tr=500)
Tipo de Cimentación	Profunda mediante pilotescon cabezales/riostras y muros	Profunda mediante pilotescon cabezales/riostras y muros	Profunda mediante pilotescon cabezales y riostras

Tipo de Superestructura	Vigas metálicascon diafragmas; parapeto/guarnición Tipo T-34.3.1	Vigas metálicascon diafragmas; parapeto/guarnición Tipo T-34.3.1	Vigas metálicascon diafragmas; parapeto/guarnición Tipo T-34.3.1
Peso Máximo Vehicular	Carga de Diseño IMT-66.5	Carga de Diseño IMT-66.5	Carga de Diseño IMT-66.5

Tabla I. 5 Obras de drenaje menor

OBRAS DE DRENAJE MENOR
RESUMEN DE CANTIDADES DE OBRA

CAMINO: Libramiento Norponiente de Hermosillo
TRAMO: Km. 11+000 - Km. 26+200
ORIGEN: Entronque Carretera Nyco

DATOS DE LA OBRA			CONCEPTOS					
			Excavación	Concreto			Acero	Relleno
Obra	CL	Dimensiones		f'c=150 Kg/cm2	f'c=250 Kg/cm2	Zampeado		
1	11+313.22	1.5 x 1.2	85.51 m3	55.02 m3	6.97 m3	5.47 m3	523.58 Kg	30.75 m3
2	11+687.61	1.5 x 1.2	90.70 m3	59.15 m3	7.87 m3	5.84 m3	590.38 Kg	32.70 m3
3	11+776.12	1.5 x 1.2	167.40 m3	109.46 m3	12.70 m3	10.76 m3	954.98 Kg	59.41 m3
4	11+909.89	1.5 x 1.2	79.19 m3	51.22 m3	6.85 m3	5.11 m3	516.14 Kg	28.61 m3
5	12+026.61	1.5 x 1.2	82.91 m3	53.82 m3	7.20 m3	5.37 m3	540.82 Kg	29.94 m3
6	12+425.74	1.5 x 1.2	83.10 m3	53.94 m3	7.22 m3	5.39 m3	541.14 Kg	30.01 m3
7	12+660.67	2.0 x 1.2	107.40 m3	72.73 m3	11.75 m3	8.49 m3	811.80 Kg	37.63 m3
8	13+002.12	1.5 x 1.2	82.63 m3	53.66 m3	7.20 m3	5.33 m3	540.83 Kg	29.85 m3
9	13+071.28	PUENTE						
10	13+236.26	1.5 x 1.2	113.29 m3	73.04 m3	8.55 m3	7.22 m3	644.76 Kg	40.38 m3
11	13+817.22	1.5 x 1.2	93.15 m3	59.89 m3	7.33 m3	5.95 m3	552.58 Kg	33.38 m3
12	15+564.01	1.5 x 1.2	102.00 m3	65.92 m3	8.07 m3	6.53 m3	606.72 Kg	36.51 m3
13	16+226.88	2.0 x 1.2	121.43 m3	81.87 m3	12.40 m3	9.47 m3	856.62 Kg	42.32 m3
14	17+029.23	1.5 x 1.2	123.62 m3	79.51 m3	8.96 m3	7.87 m3	676.09 Kg	43.92 m3
15	17+240.95	1.5 x 1.2	82.85 m3	53.76 m3	7.18 m3	5.34 m3	539.95 Kg	29.92 m3
16	17+403.80	1.5 x 1.2	117.15 m3	75.43 m3	8.69 m3	7.50 m3	654.54 Kg	41.70 m3
17	18+310.51	1.5 x 1.2	140.48 m3	89.15 m3	8.90 m3	8.90 m3	673.18 Kg	49.52 m3
18	18+562.69	1.5 x 1.2	141.57 m3	89.83 m3	8.94 m3	9.01 m3	676.17 Kg	49.89 m3
19	20+189.05	PUENTE						
20	21+361.27	1.5 x 1.2	141.57 m3	89.83 m3	8.94 m3	9.01 m3	676.17 Kg	49.89 m3
21	25+370.53	3.0 x 1.5	113.30 m3	89.80 m3	21.90 m3	13.10 m3	1605.66 Kg	38.78 m3
22	25+447.92	PUENTE						
23	25+518.35	3.0 x 1.5	109.57 m3	87.51 m3	22.29 m3	12.84 m3	1628.29 Kg	37.61 m3
			2178.82 m3	**1444.54 m3**	**199.91 m3**	**154.50 m3**	**14810.40 Kg**	**772.72 m3**

I.5.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Seguidamente es necesario llevar a cabo las acciones de preparación del sitio y posterior construcción de los cuerpos de circulación del libramiento durante un periodo de 12 meses.

Tabla I. 6 Cronograma de actividades etapas de estudios, tramites, preparación del sitio y, construcción del Libramiento Norponiente de Hermosillo.

CONSTRUCCION Y PAVIMENTACION DEL LIBRAMIENTO NORPONIENTE DE HERMOSILLO

CLAVE	CONCEPTO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
1	TERRACERÍAS												
2	OBRAS DE DRENAJE MENOR												
3	PAVIMENTOS												
4	OBRAS COMPLEMENTARIAS												
5	SEÑALAMIENTO												
6	PUENTES												

I.5.2. PREPARACIÓN DEL SITIO

Las actividades de desmonte se desarrollarán a lo largo de toda el área del proyecto en la que exista cobertura vegetal, con el propósito de liberar la franja de derecho de vía y permitir la ejecución de las obras; no obstante, las actividades de despalme (retiro de la capa superficial del suelo) se restringirán exclusivamente al área donde se conformará la estructura vial, es decir, al cuerpo carretero y el camino de mantenimiento, con un ancho aproximado conjunto de 20 m, a fin de minimizar la remoción de suelo orgánico fuera de la huella estrictamente necesaria y conservar material edáfico útil para su posterior reutilización en actividades de estabilización y restauración. En la fase de desmonte y compactación, se realizan actividades importantes del proyecto y que tienen relación con alteraciones al medio ambiente.

Las actividades del desmonte consisten en la eliminación total de la vegetación sobre la trayectoria del cuerpo carretero, y eliminación en forma selectiva de la vegetación en ambos lados del cuerpo carretero hasta cubrir el resto de los 40 m que marca el proyecto. Durante esta actividad se eliminarán plantas forrajeras, arbustivas y arbóreas. El desmonte se efectúa en forma mecánica por medio de un bulldozer, el cual con la cuchara hace presión sobre los arbustos y árboles a fin de eliminarlos en su paso, para después colocar la vegetación y el suelo hacia los lados del futuro cuerpo carretero. Posteriormente, con el mismo tipo de máquina, de ser necesario se despalma el material a una profundidad máxima aproximada de 0.20 m, colocando el material a los lados y dejando el terreno preparado para efectuar la. El material de despalme se utilizará posteriormente para arropar los taludes del cuerpo carretero.

I.5.3. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

Las obras y actividades provisionales del proyecto serán mínimas y estarán orientadas exclusivamente al apoyo logístico de la construcción, aprovechando la cercanía del trazo con la zona urbana de Hermosillo, ubicada a una distancia máxima aproximada de 15 km, lo que permite abastecer personal, insumos, agua, combustibles, alimentos y servicios sin instalar infraestructura permanente en sitio. Se contempla únicamente el resguardo temporal de materiales, oficinas provisionales, comedor, sanitarios portátiles a razón de uno por cada 15 trabajadores y contenedores para residuos, asegurando su manejo y disposición mediante prestadores autorizados. No se prevé taller de mantenimiento ni almacén fijo de combustibles, ya que los servicios se atenderán desde la ciudad o mediante suministro controlado. El material pétreo provendrá preferentemente de bancos autorizados en operación y, en caso necesario, se podrá utilizar infraestructura de trituración o plantas asfalteras ubicadas fuera del derecho de vía y sujetas a los permisos aplicables, con controles para reducir emisiones de polvo, ruido y manejo inadecuado de residuos.

I.5.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción comprende la ejecución de las obras permanentes del Libramiento Norponiente de Hermosillo, incluyendo la conformación del cuerpo carretero, terracerías, cortes, terraplenes, subrasante, base hidráulica, riegos asfálticos, carpeta de rodamiento, obras de drenaje longitudinal y transversal, estructuras especiales, señalamiento, dispositivos de seguridad y cercamiento lateral. Los trabajos se realizarán por frentes progresivos a lo largo de los 26.2 km del proyecto (11 km sobre el derecho de via existente de la carretera Nyco y 15.2 del Libramiento Norte), una vez concluida la preparación del terreno y alcanzadas las condiciones de compactación y geometría establecidas. La construcción seguirá la normativa técnica aplicable de la SCT, considerando control de calidad en materiales, espesores, humedad, compactación, líneas, niveles y estabilidad de cortes y terraplenes. Los materiales producto de cortes podrán reutilizarse cuando cumplan especificaciones, mientras que los excedentes se trasladarán a sitios autorizados. La estructura del pavimento incluirá capa subrasante, base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga y carpeta asfáltica, suspendiendo trabajos bajo condiciones climáticas adversas. En conjunto, la etapa busca asegurar una infraestructura vial estable, segura y funcional, con control técnico de materiales, drenaje natural, compactación, acabados y disposición adecuada de residuos o materiales sobrantes.

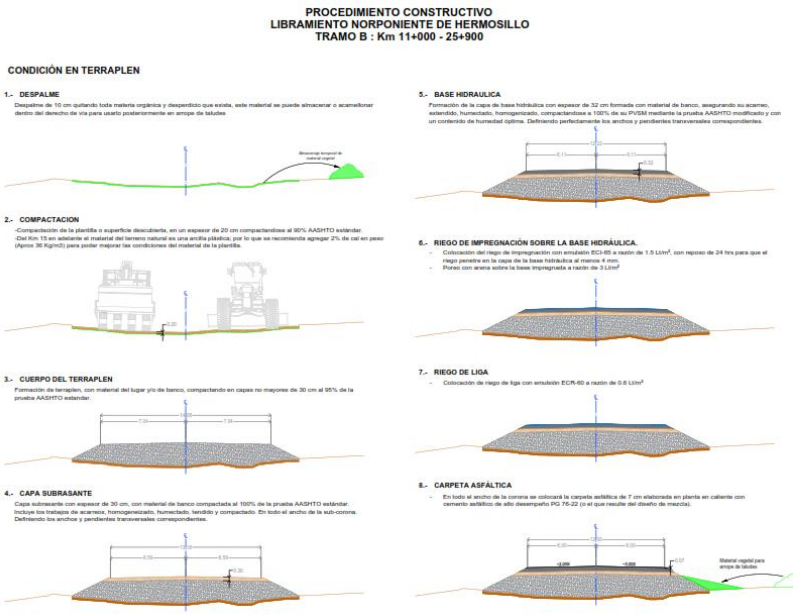


Figura I. 4 Procedimiento constructivo Tramo B del Km 11+000 al 26+200, Condición en terraplén.

I.5.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante la etapa de operación y mantenimiento, el Libramiento Norponiente de Hermosillo funcionará como un corredor de interconexión para canalizar tránsito de paso y de carga fuera de las vialidades urbanas, reduciendo interferencias con el tránsito local, tiempos de recorrido y congestión. Los impactos ambientales estarán asociados principalmente a fuentes móviles, por emisiones vehiculares y ruido de rodadura, así como a residuos dispersos por usuarios, actividades de conservación y posibles contingencias por derrames accidentales. El mantenimiento se orientará a conservar la seguridad vial, la funcionalidad hidráulica y la integridad estructural del pavimento mediante inspecciones, limpieza y desazolve de cunetas y alcantarillas, retiro de sedimentos y residuos, reparación de pavimento, control de vegetación en taludes y bordes, conservación de cercos y dispositivos de seguridad, así como manejo adecuado de residuos de mantenimiento, incluyendo materiales asfálticos, envases, aceites, absorbentes y otros residuos conforme a su clasificación. En conjunto, esta etapa busca asegurar una operación eficiente y segura del libramiento, evitando que la falta de mantenimiento genere erosión, obstrucción hidráulica, contaminación de suelo o afectaciones secundarias al entorno inmediato.

I.5.6. OTROS INSUMOS

Sustancias no peligrosas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Los insumos no peligrosos requeridos para la construcción del proyecto corresponden principalmente a materiales pétreos, cemento, acero estructural y de refuerzo, concreto, materiales asfálticos, pinturas y microesferas para señalamiento. Se estima el uso de aproximadamente 2.0 millones de m³ de materiales pétreos, de los cuales cerca del 30 % podrá provenir de cortes, excavaciones y préstamos dentro del área de obra, mientras que el 70 % restante se obtendrá de bancos autorizados en operación en el entorno de Hermosillo. Asimismo, se prevé el consumo de 1,253 toneladas de acero, 8,900 m³ de concreto, 37,000 m³ de concreto asfáltico, 18,500 m³ de agua para compactación y control de polvo, además de 1,800 m³ de diésel y 21,000 litros de gasolina para maquinaria y vehículos de apoyo. No se considera almacenamiento permanente de combustibles en sitio, ya que el suministro se realizará de forma programada y controlada por el contratista. Tampoco se prevén obras asociadas adicionales distintas al cuerpo carretero, drenaje, señalamiento y dispositivos de seguridad propios del libramiento.

I.5.7. SUSTANCIAS PELIGROSAS

En ninguna de las fases del proyecto se requiere de sustancias peligrosas.

I.5.8. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No existen obras adicionales a las descritas en párrafos anteriores, por lo que el proyecto no requiere de otras obras adicionales.

I.5.9. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Por la naturaleza del proyecto, no se prevé una etapa de abandono del sitio en el sentido estricto aplicable a obras temporales. El libramiento es una infraestructura permanente cuya vida útil es prolongable mediante programas de conservación rutinaria, periódica y rehabilitación mayor, por lo que su operación puede mantenerse de manera continua en tanto exista demanda de servicio y se preserve su integridad estructural y funcional.

I.5.10. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

Los estudios desarrollados indican que no es necesario el uso de explosivos.

I.5.11. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA

La generación, manejo y disposición de residuos y emisiones del proyecto se organizará por tipo de flujo, considerando residuos sólidos urbanos, biomasa por desmonte, residuos de manejo especial, residuos peligrosos, residuos líquidos sanitarios y emisiones atmosféricas. Durante preparación del sitio y construcción, los RSU del personal se acopiarán en recipientes con tapa y se retirarán mediante servicio municipal o prestadores autorizados; la biomasa del desmonte se triturará y aprovechará preferentemente como cobertura orgánica para estabilización y revegetación, evitando su quema o depósito en cauces; los residuos de manejo especial se separarán para reutilización, reciclaje o disposición autorizada; y los residuos peligrosos derivados de mantenimiento, aceites, filtros, absorbentes o derrames se manejarán en recipientes cerrados, etiquetados y con contención secundaria, mediante gestores autorizados. Las aguas sanitarias se controlarán con sanitarios portátiles, sin descargas al suelo o escurrimientos. Las emisiones a la atmósfera provendrán principalmente de polvo fugitivo, combustión de maquinaria y tránsito vehicular, por lo que se aplicarán medidas como humectación, control de velocidad, cubrimiento de camiones, limpieza de superficies, mantenimiento preventivo de equipos y operación controlada de instalaciones temporales; durante operación, la gestión se enfocará en mantener flujo vehicular estable, conservar el pavimento y atender contingencias para evitar contaminación secundaria de suelo y drenaje.

I.5.12. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

Durante la preparación del sitio y construcción se habilitará infraestructura temporal dentro del propio polígono del proyecto, en dos áreas ubicadas en el cadenamiento 11+150, con una superficie total de **4,060 m²**, destinada al acopio controlado, recolección y manejo adecuado de residuos generados por el personal y las actividades de obra. Se instalarán contenedores con tapa para residuos sólidos urbanos, sanitarios portátiles distribuidos estratégicamente y áreas controladas para el almacenamiento temporal de residuos de manejo especial o peligrosos, en su caso, con recipientes cerrados, etiquetados y con contención secundaria. La recolección, limpieza, transporte y disposición final se realizará mediante prestadores autorizados, evitando descargas al suelo, dispersión de residuos, generación de olores, atracción de fauna, arrastre hacia cunetas o cauces y cualquier afectación adicional al patrón natural de drenaje.

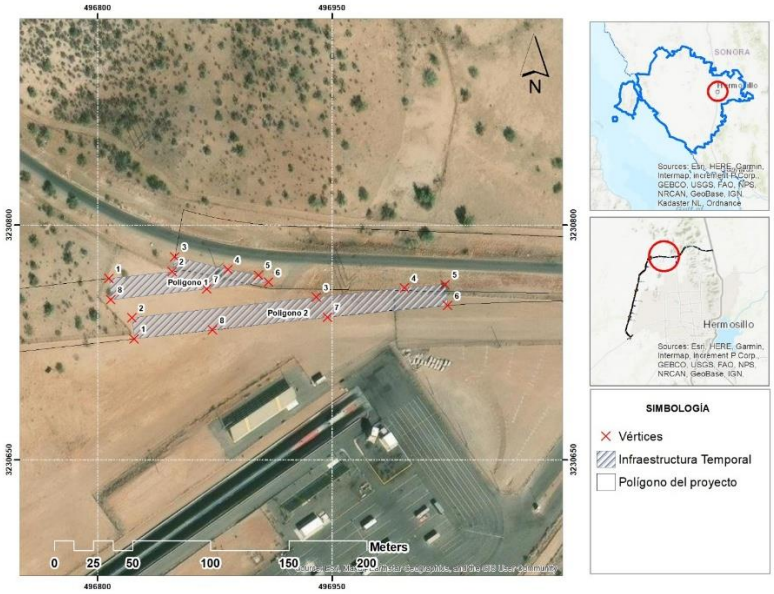


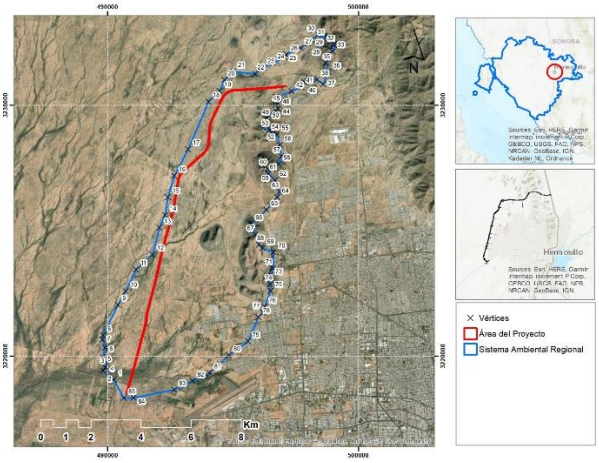
Figura I. 5 Mapa de ubicación de polígonos definidos para la instalación de Infraestructura temporal.

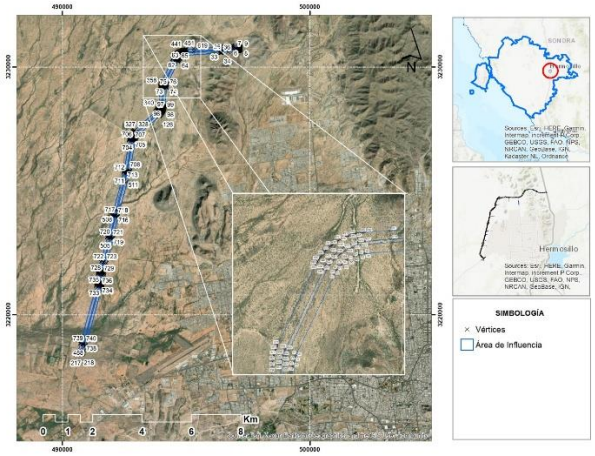
II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

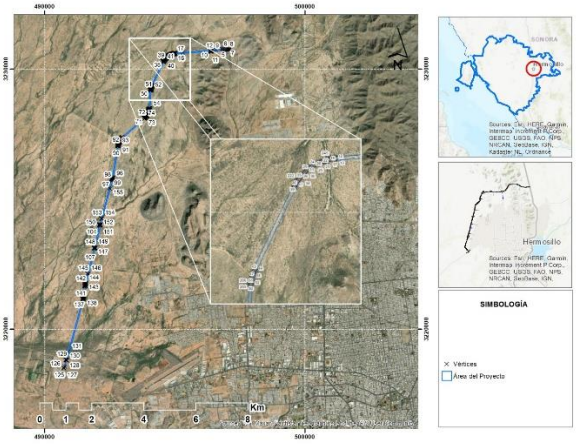
El Capítulo II integra la vinculación del Proyecto Libramiento Norponiente Hermosillo con los instrumentos de planeación, ordenamiento ecológico, desarrollo territorial y normatividad ambiental aplicable. El análisis establece que el proyecto es compatible con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, al ubicarse en las UAB 104 Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales y UAB 8 Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales, ambas orientadas al aprovechamiento sustentable y restauración; asimismo, se vincula con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora, particularmente con las UGA 100-0/03 Sierra Baja y 500-0/01 Llanura Aluvial, bajo criterios de uso racional del suelo, protección de ecosistemas, conservación de recursos naturales y restauración. También se analiza su congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, el Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 y el Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2025-2027, destacando su aporte a la conectividad, seguridad vial, movilidad regional y reducción del tránsito de carga dentro de la ciudad. En materia normativa, el proyecto se vincula con la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento, la Ley de Vías Generales de Comunicación, el Código Penal Federal y diversas Normas Oficiales Mexicanas aplicables a emisiones atmosféricas, ruido, protección de flora y fauna, agua y manejo de residuos. En conjunto, el capítulo concluye que el proyecto resulta congruente con los instrumentos aplicables, siempre que limite su intervención al derecho de vía autorizado, mantenga la conectividad hidráulica de escurrimientos intermitentes, controle emisiones, ruido y residuos, ejecute medidas de rescate, revegetación y restauración, y verifique el cumplimiento ambiental mediante supervisión, bitácoras e indicadores durante construcción y operación.

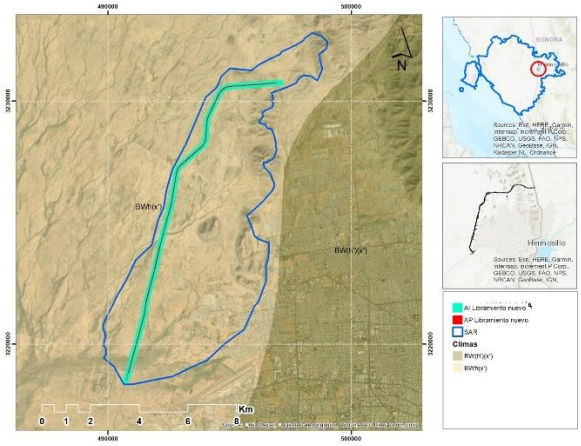
III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

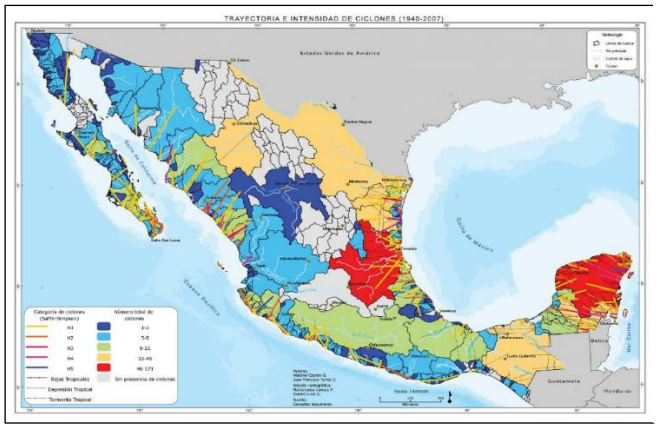
El Capítulo III caracteriza la región ecológica del Proyecto Libramiento Norponiente Hermosillo mediante la delimitación y análisis de tres unidades espaciales: Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP). El SAR se definió considerando criterios hidrológicos, topográficos, urbanos, de vegetación y conectividad ambiental; el AI como la franja donde pueden manifestarse efectos indirectos del proyecto; y el AP como la superficie de intervención directa. La caracterización muestra que el proyecto se inserta en un ambiente árido del norponiente de Hermosillo, con clima muy árido semicálido, lluvias concentradas en verano, escurrimientos intermitentes, depósitos aluviales dominantes, fisiografía de bajada con lomerío y suelos áridos susceptibles a erosión cuando se pierde cobertura vegetal. En hidrología, el área forma parte del contexto regional de la RH09 Sonora Sur y del acuífero Costa de Hermosillo, con una condición de disponibilidad subterránea deficitaria, por lo que la conservación de la infiltración, el manejo de escurrimientos y el control de sedimentos son factores ambientales relevantes. En el componente biótico, predominan comunidades xerófilas, principalmente Mezquital Xerófilo y Vegetación Secundaria Arbustiva de Mezquital Xerófilo, con mayor riqueza y representatividad en el SAR y menor complejidad en el AP; asimismo, la fauna registrada corresponde a especies típicas del Desierto Sonorense, con sensibilidad local ante desmonte, ruido, presencia humana y tránsito de maquinaria. El paisaje presenta una condición rural–periurbana con influencia de caminos, infraestructura dispersa, ganadería extensiva y expansión urbana, mientras que el medio socioeconómico evidencia la importancia del proyecto para la conectividad regional y la redistribución del tránsito de carga. En conjunto, el capítulo concluye que el SAR presenta una condición **moderadamente conservada a localmente perturbada**, con funcionalidad ambiental aún presente, pero presionada por déficit hídrico, erosión potencial, expansión urbana, infraestructura, caminos y usos pecuarios; por ello, los componentes críticos para el proyecto son suelo, vegetación, fauna, escurrimientos intermitentes, infiltración y paisaje.

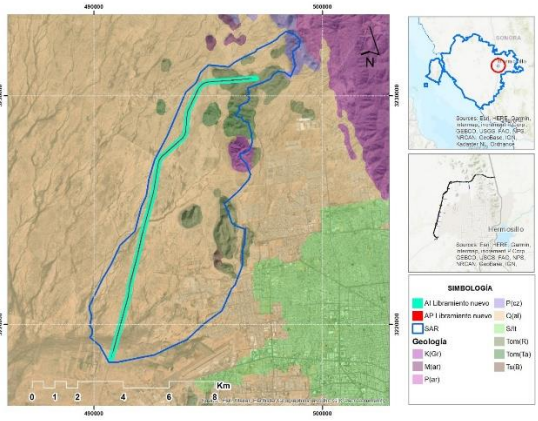

Vértices
Área del Proyecto
Sistema Ambiental Regional
Km

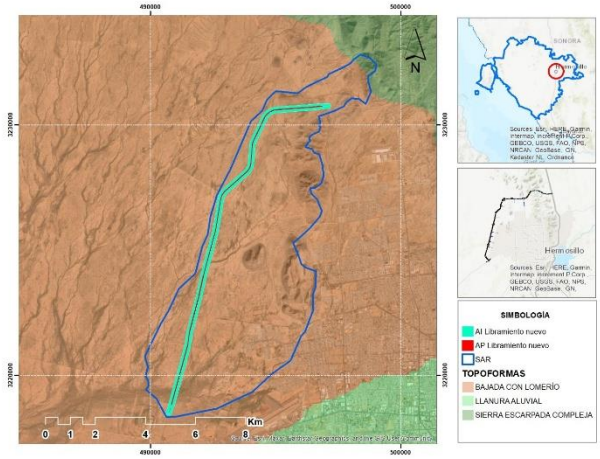

SIMBOLOGÍA
Vértices
Área de Influencia
Km

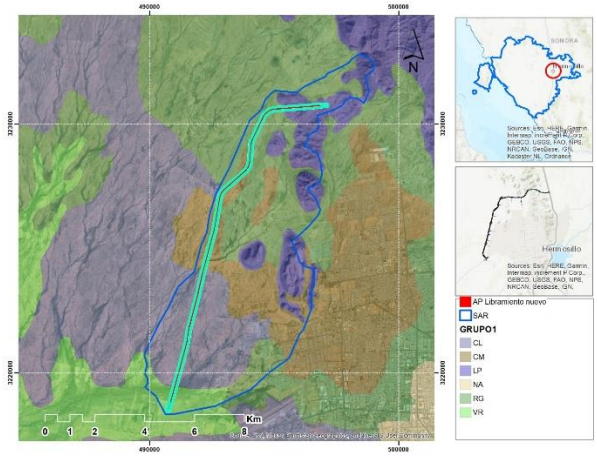

SIMBOLOGÍA
Vértices
Área del Proyecto
Km

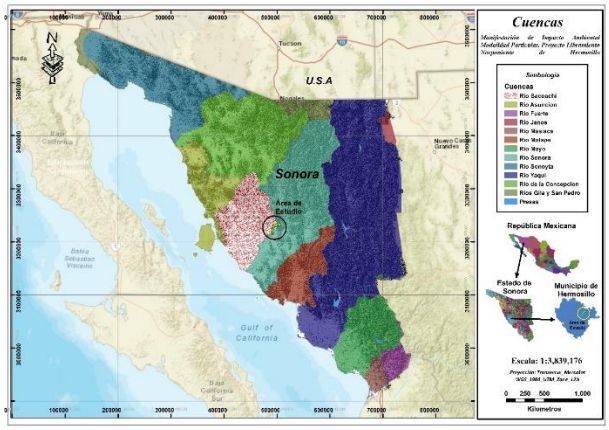

BWhx'
BWh(x')
Clima
Km


TRAYECTORIA E INTENSIDAD DE CICLONES (1940-2007)
Estados Unidos de América
Golfo de México
Océano Pacífico
Guatemala
Honduras
Belice
Mar Caribe
Categoría de ciclones (Saffir-Simpson)
Número total de ciclones
Sin presencia de ciclones
Bajas Tropicales
Depresión Tropical
Tormenta Tropical

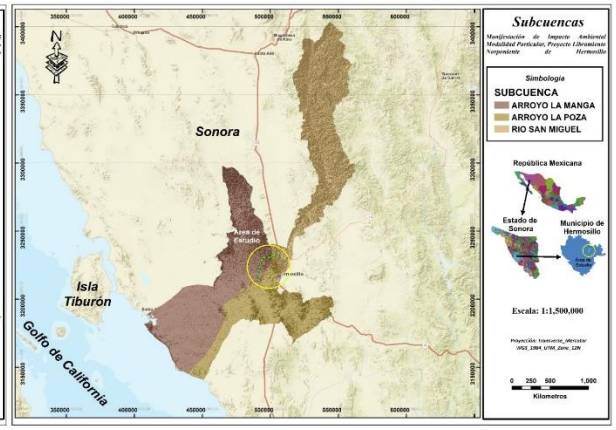

490000
500000
3230000
3220000
N
Km
0 1 2 4 6 8
SONORA
Hermosillo
SIMBOLOGÍA
AI Libramiento nuevo
AP Libramiento nuevo
SAR
Geología
K(Gr)
M(ar)
P(ar)
P(cz)
Q(al)
S/II
Tom(R)
Tom(Ta)
Ts(B)


490000
500000
3230000
3220000
N
Km
0 1 2 4 6 8
SONORA
Hermosillo
SIMBOLOGÍA
AI Libramiento nuevo
AP Libramiento nuevo
SAR
TOPOFORMAS
BAJADA CON LOMERÍO
LLANURA ALUVIAL
SIERRA ESCARPADA COMPLEJA

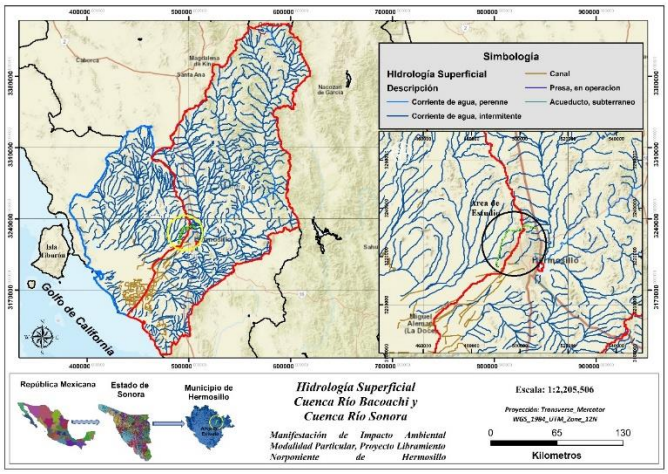

490000
500000
3230000
3220000
N
Km
0 1 2 4 6 8
SONORA
Hermosillo
AP Libramiento nuevo
SAR
GRUPO1
CL
CM
LP
NA
RG
VR



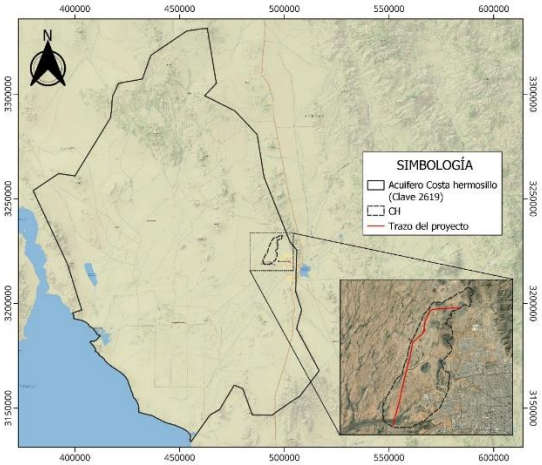
Cuencas
Sonora
U.S.A
Gulf of California
Escala: 1:3,839,176



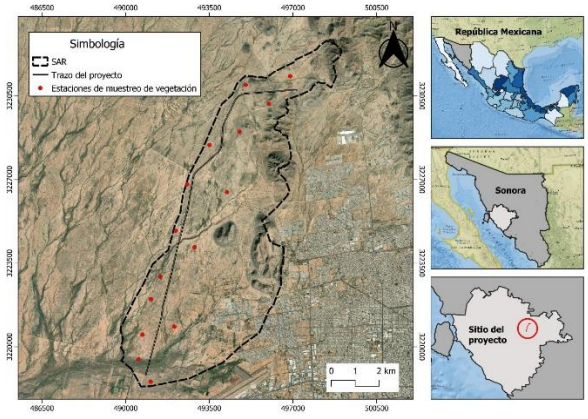
Subcuencas
Sonora
Isla Tiburón
Golfo de California
SUBCUENCA
ARROYO LA MANGA
ARROYO LA POZA
RIO SAN MIGUEL
Escala: 1:1,500,000

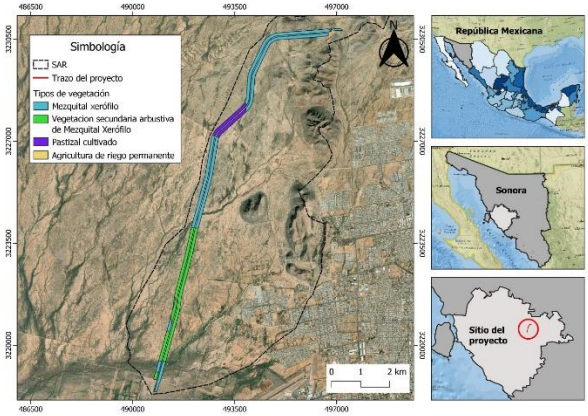


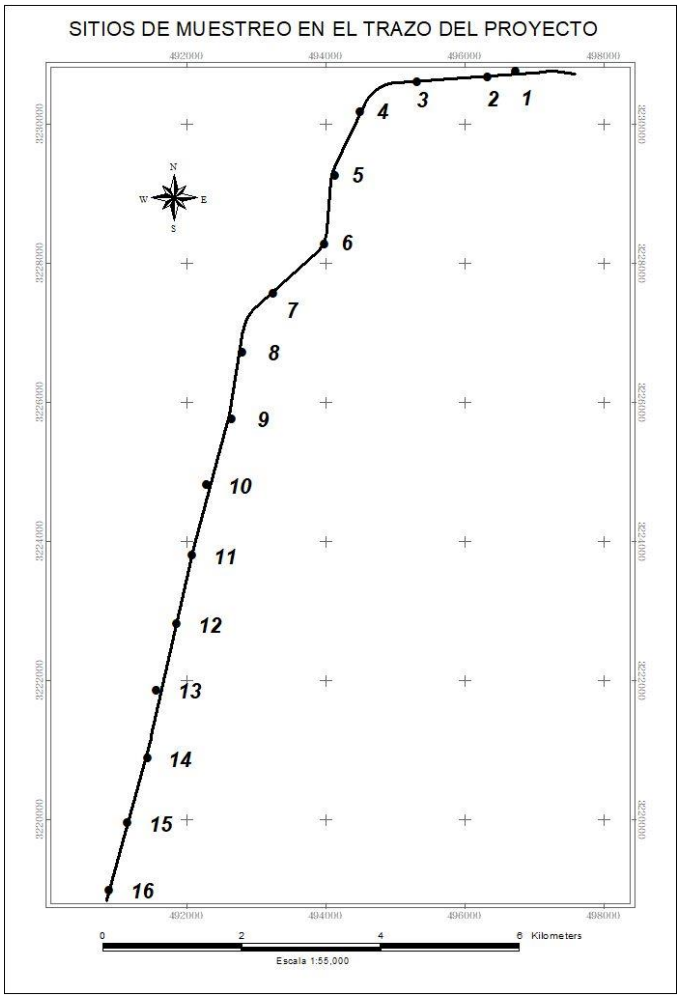
Simbología
Hidrología Superficial
Descripción
Corriente de agua, perenne
Corriente de agua, intermitente
Canal
Presa, en operacion
Acueducto, subterraneo
Golfo de California
Hidrología Superficial
Cuenca Río Bacoachi y
Cuenca Río Sonora
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Proyecto Libramiento Norponiente de Hermosillo
Escala: 1:2,205,506
Kilometros

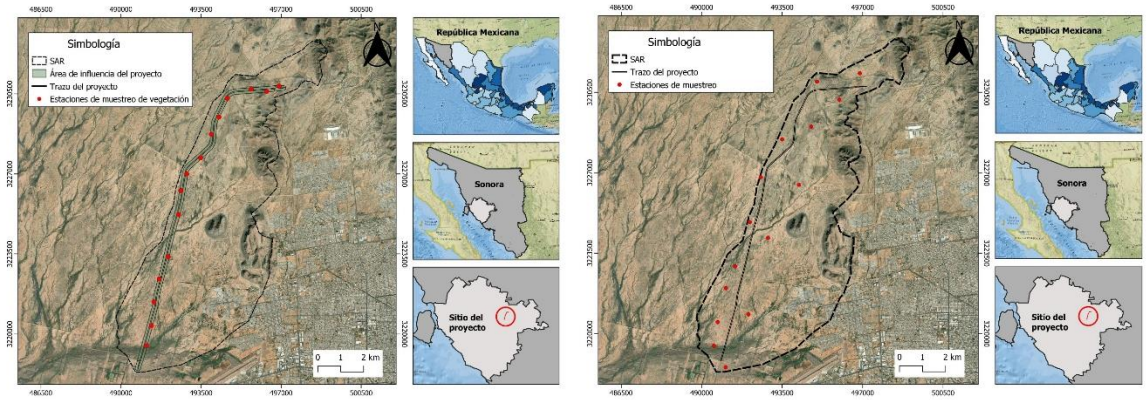


SIMBOLOGÍA
Acuifero Costa hermosillo (Clave 2619)
CH
Trazo del proyecto


Simbología
SAR
Trazo del proyecto
Estaciones de muestreo de vegetación
0 1 2 km
República Mexicana
Sonora
Sitio del proyecto


Simbología
SAR
Trazo del proyecto
Tipos de vegetación
Mezquital xerófilo
Vegetacion secundaria arbustiva de Mezquital Xerófilo
Pastizal cultivado
Agricultura de riego permanente
0 1 2 km
República Mexicana
Sonora
Sitio del proyecto


SITIOS DE MUESTREO EN EL TRAZO DEL PROYECTO
492000
494000
496000
498000
3230000
3228000
3226000
3224000
3222000
3220000
N
W
E
S
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
0
2
4
6 Kilometers
Escala 1:55,000


Simbología
SAR
Área de influencia del proyecto
Trazo del proyecto
Estaciones de muestreo de vegetación
República Mexicana
Sonora
Sitio del proyecto
0 1 2 km
Simbología
SAR
Trazo del proyecto
Estaciones de muestreo
República Mexicana
Sonora
Sitio del proyecto
0 1 2 km

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

El Capítulo IV desarrolla la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto Libramiento Norponiente Hermosillo, así como las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración correspondientes. La metodología parte de la comparación entre el escenario sin proyecto y el escenario con proyecto, considerando las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono hipotético. Para ello, se utilizaron listas de verificación de actividades y factores ambientales, redes de interacción y una matriz tipo Leopold, mediante la cual se identificaron las relaciones entre las obras del proyecto y los componentes físico, biótico, paisajístico y socioeconómico del sistema ambiental.

La evaluación consideró atributos de magnitud e importancia para clasificar los impactos en irrelevantes, moderados, severos y críticos, diferenciando su naturaleza adversa o benéfica. En total se identificaron **271 interacciones de impacto**, de las cuales **59 %** fueron benéficas y **41 %** adversas. Entre los impactos adversos significativos, el **1 %** se clasificó como crítico y el **7 %** como severo; en contraste, los impactos benéficos significativos alcanzaron **15 %** en nivel crítico y **28 %** en nivel severo, lo que refleja un balance general favorable hacia los efectos positivos del proyecto, principalmente por sus beneficios en movilidad, conectividad, seguridad vial y descongestionamiento urbano.

Los impactos adversos más relevantes se concentran en las etapas de preparación del sitio y construcción, particularmente por el cambio de uso de suelo, desmonte, despalme, cortes, terracerías, compactación, construcción del cuerpo carretero, obras de drenaje y pavimentación. Los componentes más sensibles son atmósfera, por emisiones de polvo, gases y ruido; suelo, por pérdida de capa fértil, compactación y erosión; hidrología superficial e infiltración, por modificación temporal del escurrimiento y sellamiento parcial del terreno; flora, por remoción de vegetación xerófila; fauna, por perturbación, desplazamiento y riesgo de atropellamiento; y paisaje, por la incorporación de una infraestructura lineal permanente. En operación y mantenimiento, los impactos se asocian principalmente a tránsito vehicular, ruido, emisiones, residuos dispersos, mantenimiento de vegetación, conservación del pavimento y posibles contingencias por derrames.

El capítulo establece un conjunto de medidas ambientales organizadas por componente, incluyendo control de emisiones y ruido, manejo integral de residuos, estabilización de taludes, conservación de suelos y agua, mantenimiento de obras de drenaje, prevención de contaminación de suelo y agua, rescate y reubicación de flora y fauna, revegetación, reforestación compensatoria, señalización, control de accesos, seguridad vial y supervisión

ambiental. Estas medidas buscan reducir la intensidad de los impactos adversos, evitar que los efectos del Área del Proyecto se propaguen hacia el Área de Influencia y mantener la funcionalidad ambiental del Sistema Ambiental Regional. También se identifican impactos residuales y acumulativos, los cuales se consideran manejables mediante la aplicación continua de medidas de mitigación, mantenimiento y seguimiento ambiental.

Finalmente, el Capítulo IV integra el pronóstico ambiental y el Programa de Vigilancia Ambiental. El escenario con proyecto y medidas de mitigación plantea que los impactos negativos serán principalmente locales, acotados al derecho de vía y controlables mediante supervisión técnica, mientras que los beneficios socioeconómicos y de movilidad tendrán una expresión regional. El Programa de Vigilancia Ambiental incluye acciones de seguimiento para preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, con indicadores verificables, métodos de control, frecuencia de supervisión, criterios de cumplimiento, evidencias documentales y responsables. En conjunto, el capítulo concluye que el proyecto puede desarrollarse sin comprometer la funcionalidad ambiental regional, siempre que las medidas propuestas se apliquen desde el inicio de obra y se mantengan durante la operación del libramiento.

Tabla IV. 1 Ficha descriptiva impactos adversos sobre calidad del aire

Componente: Atmósfera. **Factor Ambiental:** Calidad del aire			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Severo	•Empleo de maquinaria y equipo pesado; la Empleo de maquinaria y equipo pesado para la maniobra; los cuales estarán impulsadas por plantas motrices que funcionan con combustibles derivados del petróleo (diésel y/o gasolina). Se generarán emisiones de gases de efecto invernadero y partículas menores de 10 y 2.5 micras que pueden afectar la salud de las personas. •Polvos fugitivos de tolvas durante el transporte de materiales terrígenos. •Polvos por tráfico de autotransportes por accesos sin pavimentar.

Tabla IV. 2 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Ruido y vibraciones

Componente: Atmósfera. **Factor Ambiental:** Ruido y vibraciones

Etapa del proyecto:	Actividad:	Nivel de significancia:	Descripción:
•Operación y mantenimiento	•Tránsito de vehículos	•Severo	•El tránsito de vehículos por la operación de la nueva carretera puede provocar ruido y vibraciones, generando ahuyentamiento de fauna local en los márgenes de la carretera.

Tabla IV. 3 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Provisión o infiltración de agua al subsuelo

Componente: Agua superficial y subterránea. **Factor Ambiental:** Provisión o infiltración de agua al subsuelo			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Construcción	•Construcción del cuerpo del terraplén	•Severo	•La construcción del terraplén puede reducir localmente la infiltración de agua al subsuelo por la compactación y la incorporación de materiales con menor permeabilidad en la franja del camino, incrementando el escurrimiento superficial. El efecto se limita principalmente al derecho de vía.
	•Colocación de pavimento (concreto hidráulico)	•Severo	•La colocación de pavimento disminuye la infiltración al subsuelo al crear una superficie prácticamente impermeable en el área de rodamiento, incrementando el escurrimiento superficial hacia cunetas y obras de drenaje. El efecto es local y permanente, limitado a la huella del camino.

Tabla IV. 4 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Calidad del suelo

Componente: Suelo. **Factor Ambiental:** Calidad del suelo.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Construcción	•Corte y excavaciones	•Severo	•Los cortes y excavaciones pueden degradar la calidad del suelo por la remoción y mezcla del horizonte superficial, compactación por tránsito de maquinaria, pérdida de estructura y porosidad, y mayor susceptibilidad a erosión y arrastre de finos. El efecto es principalmente local y temporal, concentrado en las áreas de obra y accesos.

	•Construcción del cuerpo del terraplén	•Severo	•La construcción del cuerpo del terraplén puede afectar la calidad del suelo por la remoción del suelo superficial, el cambio de material (rellenos) y la compactación requerida para alcanzar la capacidad estructural, lo que reduce porosidad y actividad biológica del suelo. Adicionalmente, durante su conformación puede incrementar la susceptibilidad a erosión en superficies expuestas si no se estabilizan oportunamente. El efecto se concentra en el derecho de vía y zonas inmediatas de obra.
	•Colocación de pavimento	•Severo	•La colocación del pavimento implica sellamiento superficial y compactación de la subrasante/base, lo que reduce la porosidad, permeabilidad e intercambio gaseoso del suelo en la huella de rodamiento. Esto disminuye la infiltración, limita la actividad biológica edáfica y altera de forma permanente las propiedades físicas del suelo en el área intervenida. Adicionalmente, durante el colado y manejo de materiales existe riesgo puntual de contaminación por derrames de lechada de cemento, combustibles o lubricantes si no se controlan adecuadamente.

Tabla IV. 5 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Erosión

Componente: Suelo. **Factor Ambiental:** Erosión.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Severo	•Se retirará la cubierta vegetal del suelo, lo cual lo volverá vulnerable a la erosión en tanto no se inicien los trabajos de edificación.
•Construcción	•Corte y excavaciones	•Severo	•Los cortes y excavaciones remueven la cobertura vegetal y el horizonte superficial, dejando suelos desnudos y superficies con pendientes (taludes y cortes) susceptibles a erosión hídrica y eólica. La alteración de la microtopografía y la generación de material suelto incrementan el desprendimiento y transporte de partículas, favoreciendo el arrastre de finos hacia zonas bajas y estructuras de drenaje, especialmente durante lluvias convectivas intensas. Si no se estabilizan oportunamente, los taludes pueden presentar cárcavas, socavación y deslizamientos superficiales, aumentando la carga de sedimentos (SST) y la necesidad de mantenimiento.

Tabla IV. 6 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Captura de Carbono

Componente: Suelo. **Factor Ambiental:** Captura de Carbono			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**

•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Severo	•Se retirará la cubierta vegetal del suelo, lo cual incide en la captura de carbono natural en el sitio del Proyecto.

Tabla IV. 7 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Uso actual

Componente: Suelo. **Factor Ambiental:** Uso actual			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Severo	•El desmonte y despalme implica la remoción de la cobertura vegetal y del horizonte superficial en la franja autorizada, provocando un cambio de condición del uso del suelo desde un uso/cobertura natural xerófila hacia un uso de infraestructura carretera (vía de comunicación y su franja de seguridad). Esto conlleva pérdida de la funcionalidad ecológica del suelo como soporte de vegetación nativa y servicios ambientales asociados (protección contra erosión, hábitat y conectividad), además de incrementar la intervención antrópica en el área afectada.

Tabla IV. 8 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Distribución y abundancia de Flora

Componente: Flora y fauna terrestre **Factor Ambiental:** Distribución y abundancia de Flora.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Crítico	•El desmonte y despalme provoca la remoción directa de individuos vegetales y la eliminación de la cobertura vegetal dentro del área autorizada, reduciendo de forma inmediata la abundancia y modificando la distribución de la flora a escala local. Al retirar el estrato superficial y compactar/alterar el sustrato, se limita la regeneración natural a corto plazo y se incrementa la fragmentación puntual del hábitat vegetal en el corredor, con pérdida de microhábitats y cambios en la estructura de la comunidad en la franja intervenida.

Tabla IV. 9 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Diversidad de Flora

Componente: Flora y fauna terrestre **Factor Ambiental:** Diversidad de Flora.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**

•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Crítico	•El desmonte y despalme reduce la diversidad de flora a escala local al eliminar simultáneamente múltiples formas de vida, simplificando la estructura de la comunidad vegetal en la franja intervenida. Esta remoción disminuye la riqueza de especies y puede reducir la heterogeneidad del hábitat vegetal al perderse microambientes (sombra, hojarasca, refugios y gradientes edáficos) que favorecen la coexistencia de especies. El efecto es más marcado en la huella permanente de la carretera, donde la vegetación nativa deja de estar presente de manera funcional.

Tabla IV. 10 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Distribución y abundancia de Fauna

Componente: Flora y fauna terrestre **Factor Ambiental:** Distribución y abundancia de Fauna.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Construcción	•Terracerías y camino de acceso	•Severo	•Las terracerías y el acondicionamiento de caminos de acceso pueden reducir temporalmente la distribución y abundancia de fauna por el incremento de ruido, vibraciones y presencia de maquinaria, así como por la pérdida y fragmentación puntual de hábitat y el riesgo de atropellamiento. El efecto es principalmente local y reversible, concentrado en el frente de obra y zonas inmediatas de tránsito.
	•Colocación de pavimento	•Severo	•La colocación de pavimento puede afectar temporalmente la distribución y abundancia de fauna por el ruido y actividad intensa durante la colocación de pavimento y operación de equipos, provocando desplazamiento hacia áreas adyacentes.

Tabla IV. 11 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Biodiversidad Fauna

Componente: Flora y fauna terrestre **Factor Ambiental:** Biodiversidad Fauna			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Severo	•La pérdida del hábitat de especies de fauna terrestres por el retiro de vegetación provocará la pérdida o desplazamiento de especies de fauna a las áreas no intervenidas por el Proyecto.

			•La biodiversidad en el área de influencia del Proyecto se alterará permanentemente; sin embargo, a nivel de la cuenca hidrográfica no tendrá un efecto significativo.
•Operación y mantenimiento	•Tránsito de vehículos	•Severo	•El tránsito vehicular incrementa la mortalidad por atropellamiento (especialmente en reptiles, pequeños mamíferos y fauna de desplazamiento lento), y genera perturbación por ruido, vibración y presencia humana, lo que puede provocar desplazamiento y evitación del corredor vial. Esta combinación reduce la diversidad local en la franja inmediata al camino al favorecer únicamente especies más tolerantes al disturbio y disminuir la presencia de especies sensibles. Además, la carretera actúa como barrera parcial al movimiento, afectando conectividad y uso de microhábitats en los bordes.

Tabla IV. 12 Ficha descriptiva impactos adversos sobre la Funcionalidad del sistema

Componente: Flora y fauna terrestre **Factor Ambiental:** Funcionalidad del sistema			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Crítico	•El desmonte y despalme reduce la funcionalidad ecológica local al eliminar la cobertura vegetal y el estrato superficial del suelo que sostienen procesos clave del SA: retención de suelo, control de erosión, infiltración y regulación de escurrimientos, ciclo de nutrientes, provisión de microhábitats y conectividad para flora y fauna. La pérdida de estructura vegetal disminuye la capacidad del sistema para amortiguar eventos de lluvia intensa y viento (erosión hídrica/eólica), incrementa el arrastre de finos hacia drenajes y reduce la oferta de refugio, alimentación y sitios de reproducción, afectando interacciones biológicas. Aunque el efecto es principalmente local y lineal, puede actuar de forma sinérgica con otras presiones (tránsito, compactación, obras) si no se estabiliza y restaura oportunamente.

Tabla IV. 13 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Fragilidad visual

Componente: Paisaje. **Factor Ambiental:** Fragilidad visual.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**

•Preparación del sitio	•Desmonte y despalme de predio	•Severo	•El desmonte y despalme puede incrementar la fragilidad visual al eliminar la cobertura vegetal que actúa como pantalla y al exponer superficies de suelo desnudo, generando un contraste cromático y textural con el entorno. El efecto es local y temporal, y disminuye conforme se estabilicen los suelos y se recupere la cobertura vegetal mediante revegetación o regeneración natural.

Tabla IV. 14 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Empleo y mano de obra

Componente: Economía. **Factor Ambiental:** Empleo y mano de obra.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Abandono	•Retiro de instalaciones y limpieza	•Severo	•El retiro de la infraestructura carretera en la etapa de abandono puede generar un impacto adverso sobre el empleo y la mano de obra al reducir la conectividad y el flujo asociado a la vía, lo que tiende a disminuir la demanda de bienes y servicios, limitar el acceso a mercados y encarecer la movilidad. Como efecto indirecto, puede presentarse una contracción de oportunidades laborales locales (comercio, servicios, transporte y actividades productivas), particularmente en comunidades que se benefician de la comunicación terrestre.

Tabla IV. 15 Ficha descriptiva impactos adversos sobre Actividades productivas

Componente: Economía. **Factor Ambiental:** Actividades productivas.			
Etapa del proyecto:	**Actividad:**	**Nivel de significancia:**	**Descripción:**
•Abandono	•Retiro de instalaciones y limpieza	•Severo	•El retiro de la infraestructura carretera en la etapa de abandono puede generar un impacto adverso sobre las actividades productivas regionales al disminuir la accesibilidad y conectividad, incrementando tiempos y costos de traslado de insumos, productos y personal. Esto puede traducirse en reducción de competitividad, limitación para colocar productos en mercados, menor frecuencia de abastecimiento y dificultades logísticas para actividades como pesca, comercio local, servicios y otras economías de apoyo en las comunidades vinculadas al corredor.

Tabla IV. 16 Medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

Componente ambiental	Factor ambiental	Prevención, Mitigación y/o Compensación
Atmosfera	Calidad del aire	Delimitación de frentes y rutas de tránsito para minimizar superficies expuestas y recorridos innecesarios; señalizar y controlar velocidad en caminos no pavimentados. Riego con pipa en frentes y accesos; cubrir/cerrar cajas de volteo y humectar material fino; mantenimiento preventivo de maquinaria.
Atmosfera	Ruido y vibraciones	Programación de actividades de mayor emisión sonora en horario diurno. Maquinaria con silenciadores; limitar velocidad de maquinaria; señalización preventiva en frentes y desvíos para reducir riesgo por vibraciones/ruido; uso de EPP auditivo.
Geología	Relieve	Ajustar cortes y rellenos a lo estrictamente necesario (nivelaciones menores) y respetar el trazo/derecho de vía autorizado. Perfilado y conformación controlada de superficies; disposición adecuada de material excedente en sitios autorizados; restauración de áreas auxiliares (patios/acopios) al término de la obra. Restitución morfológica en áreas temporales intervenidas mediante reperfilado.
Geología	Estabilidad de taludes/geoformas	Diseño y ejecución conforme a criterios de estabilidad (pendientes, compactación y drenaje) y limitación de cortes a la geometría requerida. Estabilización de taludes con compactación por capas.
Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales	Mantener libres las líneas naturales de escurrimiento durante obra; ubicar acopios fuera de cauces/vasos y no obstruir pasos naturales. Construcción y mantenimiento de obras de drenaje y cunetas. Estabilización post-obra de salidas/descargas y zonas de concentración de flujo con protección contra erosión y revegetación. Colocación de baños portátiles.
Agua superficial y subterranea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Minimizar el área efectiva de desmonte y compactación fuera de la huella indispensable; evitar sellamiento adicional por acopios no autorizados.
Agua superficial y subterranea	Patrón de drenaje	Respetar y mantener la conectividad hidráulica mediante diseño de pasos/alcantarillas en puntos de cruce; evitar “efecto dique” del terraplén. Obras de drenaje transversal y longitudinal; control de pendientes y salidas; mantenimiento de secciones hidráulicas durante obra para evitar taponamientos por material.
Suelo	Calidad del suelo	Delimitación estricta del derecho de vía; prohibición de mantenimiento mayor fuera de áreas controladas; acopio separado de capa superficial donde sea factible. Manejo de combustibles/aceites con charolas y material absorbente; atención inmediata de derrames (retiro de suelo contaminado y disposición autorizada); restitución de topsoil en áreas a restaurar; limpieza y orden de frentes para evitar dispersión de finos. Colocación de baños portátiles.

Suelo	Erosión	Secuenciar obra para reducir superficies desnudas simultáneas; evitar dejar taludes expuestos sin protección. Obras de control de erosión; humectación para controlar erosión eólica; estabilización progresiva de taludes y bordes conforme avance la obra. Restauración biológica con revegetación dirigida y obras de control de erosión permanentes en puntos críticos.
Suelo	Captura de carbono	Minimizar área de desmonte a lo estrictamente necesario; conservar vegetación fuera de la huella y protegerla durante obra. Rescate/reubicación de ejemplares cuando sea viable; evitar daños adicionales por tránsito fuera de área autorizada. Revegetación con especies nativas en zonas restaurables para recuperar el servicio de captura de carbono.
Suelo	Uso actual	Señalización y respeto estricto del polígono autorizado; capacitación a personal y control de accesos. Rescate/reubicación de flora de interés cuando aplique; evitar apertura de áreas adicionales. Compensación mediante restauración de áreas temporales y revegetación/estabilización de bordes y taludes.
Suelo	Compactación	Restringir tránsito a rutas definidas; evitar compactación innecesaria fuera de la estructura de la obra. Compactación controlada solo donde el diseño lo requiera; escarificado y descompactación de áreas temporales al cierre; restitución de topsoil y revegetación para recuperar funcionalidad superficial. Rehabilitación de áreas temporales afectadas.
Calidad del Agua	Calidad de agua terrestre (SST)	Ubicar acopios fuera de escurrimientos; no descargar material en cauces; programar actividades para minimizar exposición en temporada de lluvias cuando sea viable. Rehabilitación de zonas afectadas por arrastre, estabilización/revegetación.
Calidad del Agua	Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	Abastecimiento y mantenimiento en sitios controlados; contenedores y bandejas; prohibir disposición de aceites/grasas al suelo. Kit de derrames y capacitación; contención y recuperación inmediata; disposición de residuos peligrosos con gestor autorizado; bitácoras de manejo. Remediación puntual si ocurre contaminación (retiro de suelos/absorbentes contaminados y reposición).
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora. Especies protegidas o de interés especial de flora. Biodiversidad de flora. Distribución y abundancia de fauna. Especies protegidas o de interés especial	Delimitar y señalizar el área autorizada; capacitación y prohibición de colecta/caza; inspección previa de frentes antes de desmonte. Rescate y reubicación de flora/fauna conforme procedimiento; supervisión ambiental durante el desmonte y despalme; control de velocidades y señalización para evitar atropellamientos; manejo de residuos para no atraer fauna; evitar excavaciones abiertas sin protección. Restauración biológica (revegetación + control de erosión) para recuperar hábitat en bordes/áreas intervenidas y favorecer recuperación funcional local.

	de fauna. Biodiversidad de fauna. Funcionalidad del sistema.	
Paisaje	Calidad paisajística	Orden y confinamiento de acopios; mantener limpieza de frentes; evitar áreas auxiliares no autorizadas. Retiro oportuno de excedentes; estabilización progresiva; revegetación de bordes y taludes para integración visual. Restauración biológica y control de erosión en zonas visibles para acelerar recuperación paisajística.
Paisaje	Fragilidad visual	Reducir al mínimo superficies desnudas simultáneas; delimitar y proteger vegetación no afectada. Estabilización temprana y revegetación progresiva; control de erosión para evitar cárcavas visibles. Revegetación dirigida y rehabilitación de áreas auxiliares para disminuir contraste visual.

Tabla IV. 17 Impactos residuales del proyecto

Componente	Factor Ambiental	Etapa del proyecto / Actividad	Impacto residual (después de medidas)
Atmósfera	Calidad del aire	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	Emisiones y polvos residuales bajos, locales y temporales en frentes de obra, principalmente bajo condiciones de viento, aun con riego de caminos, control de velocidad, cobertura de materiales y mantenimiento de maquinaria. El efecto residual disminuye conforme se estabilizan superficies y concluye la etapa constructiva.
Atmósfera	Ruido y vibraciones	Operación y mantenimiento / Tránsito de vehículos	Ruido y vibración residuales permanentes y localizados en la franja inmediata al camino, controlables en intensidad mediante señalización, límites de velocidad y mantenimiento de la carpeta. El residual se mantiene en niveles bajos–moderados con cumplimiento de medidas.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Construcción del cuerpo del terraplén	Reducción residual permanente y localizada de infiltración en la franja del terraplén por compactación y material estructural, aun con obras de drenaje y control de escurrimientos. El residual se restringe al derecho de vía y se compensa parcialmente al favorecer infiltración/retención en áreas laterales restauradas donde sea técnicamente viable.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Colocación de pavimento	Sellamiento residual permanente en la huella de rodamiento, con incremento del escurrimiento conducido hacia cunetas/obras de drenaje. El residual no es mitigable en la calzada (inherente al pavimento), pero se controla su efecto mediante drenaje funcional, disipación de energía y mantenimiento para evitar erosión secundaria.

Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Corte y excavaciones	Alteración residual baja a moderada por compactación puntual y pérdida parcial de estructura en áreas de maniobra, aun con restitución, estabilización y control de erosión. El residual disminuye con rehabilitación y revegetación, permaneciendo principalmente en puntos con tránsito reiterado.
Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Construcción del cuerpo del terraplén	Cambio residual permanente de propiedades físicas (compactación y sustitución de material) en el cuerpo del terraplén por requerimientos estructurales. El residual fuera de la huella se mantiene bajo si se estabilizan taludes y se ejecuta protección contra erosión y restauración vegetal.
Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Colocación de pavimento	Degradación física residual permanente del suelo en la huella por sellamiento y compactación (inherente a la estructura). El riesgo residual de contaminación por derrames se reduce a bajo con PMIR, control de sustancias, mantenimiento y respuesta a derrames; puede persistir como residual puntual asociado a incidentes menores.
Suelo	Erosión	Preparación del sitio / Desmonte y despalme de predio	Susceptibilidad residual baja y temporal a erosión en superficies expuestas, controlada mediante programa de protección de suelos (estabilización temprana, obras de control y revegetación/reforestación). El residual se concentra en el periodo entre desmonte y estabilización efectiva.
Suelo	Erosión	Construcción / Corte y excavaciones	Riesgo residual bajo a moderado de erosión en taludes durante lluvias intensas, aun con obras de control y revegetación. Depende del mantenimiento (incluido desazolve) y disminuye conforme maduran coberturas vegetales y se estabilizan superficies.
Suelo	Captura de carbono	Preparación del sitio / Desmonte y despalme de predio	Pérdida residual permanente de captura en la huella ocupada por infraestructura. La reforestación/restauración compensa parcialmente fuera de la calzada, pero no elimina el residual donde exista sellamiento permanente.
Suelo	Uso actual	Preparación del sitio / . Desmonte y despalme de predio	Cambio residual permanente del uso/cobertura en el corredor vial (infraestructura y franja de seguridad). La restauración/reforestación disminuye el residual en áreas laterales y temporales, manteniéndose el residual en la huella funcional de la carretera.

Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	Reducción residual permanente en abundancia/distribución de flora en la huella de infraestructura. PRFF y reforestación/restauración reducen el residual en bordes/taludes/áreas rehabilitables, quedando residual bajo a moderado fuera de la calzada.
Flora y fauna terrestre	Diversidad de flora	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	Pérdida residual permanente de diversidad en la huella vial. Reforestación/restauración con nativas y control de erosión favorecen recuperación parcial en áreas laterales, dejando residual moderado asociado a la presencia permanente del corredor.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	Construcción / Terracerías y camino de acceso	Perturbación residual baja y temporal por desplazamiento local durante obra, reducida mediante control de velocidades, señalización, horarios, capacitación y manejo de residuos. Disminuye al concluir actividades intensivas y estabilizar el frente de obra.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	Construcción / Colocación de pavimento	Efecto residual bajo y temporal durante colocación. En operación, el residual indirecto (atropellamiento/evitación) se mantiene bajo si hay control de velocidad y señalización.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad fauna	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	Alteración residual moderada a escala local por pérdida/fragmentación en el corredor. La restauración/reforestación reduce el residual en bordes, manteniéndose residual permanente asociado a la carretera como barrera parcial.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad fauna	Operación y mantenimiento / Tránsito de vehículos	Mortalidad por atropellamiento y efecto barrera residuales permanentes y localizados. Con señalización, control de velocidad, pasos de fauna y mantenimiento, el residual se reduce a niveles bajos a moderados, sin eliminarse completamente mientras exista tránsito.
Flora y fauna terrestre	Funcionalidad del sistema	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	Pérdida residual permanente de funcionalidad en la huella vial. Restauración/reforestación y protección contra erosión reducen residual en áreas laterales/taludes, quedando residual moderado asociado al corredor como infraestructura lineal.
Paisaje	Fragilidad visual	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	Alteración visual residual moderada por la presencia permanente del trazo. Se reduce significativamente con estabilización de suelos, orden/limpieza y revegetación/reforestación en taludes y márgenes, quedando principalmente el contraste lineal de la infraestructura.

La identificación de los impactos residuales deriva del cribado de la matriz de magnitud e importancia de impactos ambientales; considerando exclusivamente los impactos de

naturaleza adversa severa y crítica. A continuación, se describe los principales impactos acumulativos.

Tabla IV. 18 Impactos acumulativos del proyecto

Componente	Factor Ambiental	Etapa del proyecto / Actividad	Impacto acumulativo y/o sinérgico
Atmósfera	Calidad del aire	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** se suma a emisiones/polvos preexistentes (tránsito local, caminos no pavimentados) y a emisiones de otras obras en la región, incrementándose durante toda la etapa de obra. **Sinérgico:** se potencia con vientos fuertes y superficies desnudas (desmonte + terracerías), aumentando el transporte de partículas y la deposición sobre vegetación y suelos.
Atmósfera	Ruido y vibraciones	Operación y mantenimiento / Tránsito de vehículos	**Acumulativo:** el efecto se mantiene y puede incrementarse con el aumento gradual del tránsito a lo largo de la vida útil. **Sinérgico:** se intensifica cuando coincide con periodos de mantenimiento, tránsito de carga o velocidades altas, amplificando el estrés/evitación de fauna y molestias locales.
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Construcción del cuerpo del terraplén	**Acumulativo:** la reducción de infiltración se suma a otros sellamientos/compactaciones del corredor y puede acumularse como menor recarga local en el tiempo. **Sinérgico:** el mayor escurrimiento interactúa con pendientes/taludes expuestos, aumentando erosión y arrastre de finos hacia drenajes (infiltración ↓ + erosión ↑).
Agua superficial y subterránea	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	Construcción / Colocación de pavimento	**Acumulativo:** el sellamiento es permanente y su efecto se acumula en cada evento de lluvia durante toda la vida útil (escurrimiento concentrado recurrente). **Sinérgico:** si el drenaje se obstruye (sedimentos/residuos), el escurrimiento concentrado amplifica socavación, erosión y arrastre hacia cauces temporales (pavimento + drenaje deficiente).
Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Corte y excavaciones	**Acumulativo:** la degradación se incrementa con la repetición de maniobras, tránsito de maquinaria y ampliación de frentes (más superficie alterada). **Sinérgico:** suelos compactados y desnudos + lluvias intensas aumentan erosión y SST; además, fallas en manejo de residuos/derrames amplifican pérdida de calidad del suelo.

Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Construcción del cuerpo del terraplén	**Acumulativo:** la compactación estructural y sustitución de material permanecen y se suman a otras áreas intervenidas del corredor. **Sinérgico:** taludes expuestos + escurrimientos concentrados aumentan erosión; el mantenimiento insuficiente del drenaje incrementa la degradación por socavación.
Suelo	Calidad del suelo	Construcción / Colocación de pavimento	**Acumulativo:** el sellamiento elimina funciones edáficas en la huella por toda la vida útil; incidentes menores repetidos de operación/mantenimiento pueden acumular contaminación puntual (si no hay control). **Sinérgico:** derrames + escorrentía pluvial aumentan movilidad de contaminantes hacia cunetas y puntos bajos.
Suelo	Erosión	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** la pérdida de cobertura aumenta la erosión en cada episodio de viento/lluvia mientras el suelo permanezca expuesto, incrementando pérdida de finos. **Sinérgico:** desmonte + tránsito de maquinaria + vientos fuertes potencian erosión eólica; desmonte + lluvias intensas potencian erosión hídrica y arrastre hacia drenajes.
Suelo	Erosión	Construcción / Corte y excavaciones	**Acumulativo:** la erosión se incrementa con cada evento de lluvia hasta estabilizar superficies; también se acumula como sedimento en obras de drenaje (requiere desazolve). **Sinérgico:** erosión + drenaje insuficiente/obstruido amplifica socavación y fallas locales; erosión + pendientes concentra flujos y acelera cárcavas.
Suelo	Captura de carbono	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** la reducción se mantiene mientras exista pérdida de cobertura y sellamiento; se suma a otros cambios de cobertura en el SAR. **Sinérgico:** pérdida de vegetación + erosión reduce aún más la capacidad de recuperación (menos suelo fértil y menor establecimiento vegetal).
Suelo	Uso actual	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** el cambio se suma a otras conversiones de uso en el SAR (caminos secundarios, aperturas), reduciendo gradualmente continuidad de hábitats. **Sinérgico:** cambio de uso + aumento de accesibilidad puede inducir presiones indirectas (nuevos accesos, mayor tránsito), amplificando transformación del entorno.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** la pérdida de cobertura en el corredor se mantiene y se suma a otras perturbaciones lineales, reduciendo disponibilidad de microhábitats. **Sinérgico:** pérdida de vegetación + erosión/compactación disminuye la capacidad de regeneración, intensificando el efecto sobre abundancia y estructura vegetal.

Flora y fauna terrestre	Diversidad de flora	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** la reducción de diversidad persiste en la huella y se suma a pérdidas similares por aperturas cercanas. **Sinérgico:** simplificación estructural + erosión + aridez reduce éxito de restauración natural, prolongando la pérdida de heterogeneidad.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	Construcción / Terracerías y camino de acceso	**Acumulativo:** perturbaciones repetidas a lo largo de la obra generan desplazamientos recurrentes y estrés en fauna. **Sinérgico:** ruido + polvo + tránsito incrementa evitación del corredor y vulnerabilidad de especies de baja movilidad.
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de fauna	Construcción / Colocación de pavimento	**Acumulativo:** el efecto directo es corto, pero se suma a otras perturbaciones de construcción. **Sinérgico:** al consolidar la vialidad, puede incrementarse tránsito y velocidad, elevando riesgo de atropellamiento en operación (construcción + operación).
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad fauna	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** la pérdida de hábitat se suma a otras pérdidas lineales, reduciendo conectividad y diversidad local. **Sinérgico:** pérdida de vegetación + tránsito posterior incrementa barrera y mortalidad, amplificando efectos sobre diversidad local.
Flora y fauna terrestre	Biodiversidad fauna	Operación y mantenimiento / Tránsito de vehículos	**Acumulativo:** la mortalidad por atropellamiento se acumula a lo largo de la vida útil, afectando especialmente especies de baja tasa reproductiva. **Sinérgico:** incremento de tránsito + velocidad + atracción por bordes (alimento/refugio) amplifica el riesgo; además, sequías pueden concentrar fauna en bordes, elevando exposición.
Flora y fauna terrestre	Funcionalidad del sistema	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** pérdida sostenida de servicios ecosistémicos locales en el corredor (retención de suelo, regulación hidrológica, hábitat). **Sinérgico:** desmonte + compactación + sellamiento + erosión amplifican la alteración del funcionamiento del sistema y aumentan presiones sobre drenaje, vegetación y fauna.
Paisaje	Fragilidad visual	Preparación del sitio /. Desmonte y despalme de predio	**Acumulativo:** el contraste puede mantenerse y sumarse a otras perturbaciones visuales si se amplían accesos/acopios o se acumulan residuos. **Sinérgico:** suelo desnudo + polvo + erosión incrementan el deterioro visual; la falta de restauración prolonga el contraste.

Tabla IV. 19 Programa de vigilancia ambiental para las etapas de preparación del sitio y construcción

ETAPA DE PREPARACIÓN DELSITIO Y CONSTRUCCIÓN

Componente ambiental		Actividades del proyecto/interacciones	Descripción de impacto	Prevención, Mitigación y/o Compensación
Atmosfera	Calidad del aire	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento C-Construcción de obras complementarias (obras de drenaje, puentes, bordillos, lavaderos) C-Colocación de señalamientos C-Transporte de materiales, equipos e insumos. C-Transporte de personal	Incremento de contaminantes atmosféricos (CO_2, NOx, SOx, material particulado) y contribución a gases de efecto invernadero.	Delimitación de frentes y rutas de tránsito para minimizar superficies expuestas y recorridos innecesarios; señalizar y controlar velocidad en caminos no pavimentados. Riego con pipa en frentes y accesos; cubrir/cerrar cajas de volteo y humectar material fino; mantenimiento preventivo de maquinaria y verificación de opacidad de humo.
	Ruido y vibraciones	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento C-Construcción de obras complementarias (obras de drenaje, puentes, bordillos, lavaderos) C-Transporte de materiales, e insumos. - C-Transporte de personal	Emisión de ruido perimetral.	Programación de actividades de mayor emisión sonora en horario diurno. Mantenimiento de silenciadores; limitar velocidad de maquinaria; señalización preventiva en frentes y desvíos para reducir riesgo por vibraciones/ruido; uso de EPP auditivo.
Geología	Relieve	C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento	Cambios en el relieve natural del predio del Proyecto.	Ajustar cortes y rellenos a lo estrictamente necesario (nivelaciones menores) y respetar el trazo/derecho de vía autorizado. Perfilado y conformación controlada de superficies; disposición adecuada de material excedente en sitios autorizados; restauración de áreas auxiliares (patios/acopios) al término de la obra. Restitución morfológica en áreas temporales intervenidas mediante reperfilado.
	Estabilidad de taludes/geoformas	C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento	Modificación de la taludes y geoformas por	Diseño y ejecución conforme a criterios de estabilidad (pendientes, compactación y drenaje) y limitación de cortes

			infraestructura carretera.	a la geometría requerida. Estabilización de taludes con compactación por capas.
Agua superficial y subterranea	Escurrimientos superficiales	P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento	Alteración de la velocidad y dirección de los escurrimientos naturales.	Mantener libres las líneas naturales de escurrimiento durante obra; ubicar acopios fuera de cauces/vasos y no obstruir pasos naturales. Construcción y mantenimiento de obras de drenaje y cunetas. Estabilización post-obra de salidas/descargas y zonas de concentración de flujo con protección contra erosión y revegetación.
	Provisión o infiltración de agua al subsuelo	P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento	En el escenario con desmonte, la infiltración se reduce.	Minimizar el área efectiva de desmonte y compactación fuera de la huella indispensable; evitar sellamiento adicional por acopios no autorizados.
	Patrón de drenaje	C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento	Alteración del patrón de drenaje por infraestructura carretera.	Respetar y mantener la conectividad hidráulica mediante diseño de pasos/alcantarillas en puntos de cruce; evitar “efecto dique” del terraplén. Obras de drenaje transversal y longitudinal; control de pendientes y salidas; mantenimiento de secciones hidráulicas durante obra para evitar taponamientos por material.
Suelo	Calidad del suelo	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Transporte de materiales, equipos e insumos.	Potencial contaminación del suelo Pérdida del suelo fértil	Delimitación estricta del derecho de vía; prohibición de mantenimiento mayor fuera de áreas controladas; acopio separado de capa superficial donde sea factible. Manejo de combustibles/aceites con charolas y material absorbente; atención inmediata de derrames (retiro de suelo contaminado y disposición autorizada); restitución de topsoil en áreas a restaurar; limpieza y orden de frentes para evitar dispersión de finos.
	Erosión	P- Desmonte y despalme de predio	Erosión del suelo. Exposición de suelos a erosión hídrica y eólica.	Secuenciar obra para reducir superficies desnudas simultáneas; evitar dejar taludes expuestos sin protección. Obras de control de erosión; humectación para controlar erosión eólica; estabilización progresiva de taludes y bordes conforme avance la obra.

				Restauración biológica con revegetación dirigida y obras de control de erosión permanentes en puntos críticos.
	Captura de carbono	P-Desmonte y despalme de predio	Pérdida de la capacidad de captura de carbono por desmonte y sellamiento del suelo.	Minimizar área de desmonte a lo estrictamente necesario; conservar vegetación fuera de la huella y protegerla durante obra. Rescate/reubicación de ejemplares cuando sea viable; evitar daños adicionales por tránsito fuera de área autorizada. Revegetación con especies nativas en zonas restaurables para recuperar el servicio de captura de carbono.
	Uso actual	P-Desmonte y despalme de predio	Pérdida de ecosistema natural.	Señalización y respeto estricto del polígono autorizado; capacitación a personal y control de accesos. Rescate/reubicación de flora de interés cuando aplique; evitar apertura de áreas adicionales. Compensación mediante restauración de áreas temporales y revegetación/estabilización de bordes y taludes.
	Compactación	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento C-Construcción de obras complementarias (obras de drenaje, puentes, bordillos, lavaderos)	Compactación del suelo por acciones mecánicas de la obra y tránsito de vehículos.	Restringir tránsito a rutas definidas; evitar compactación innecesaria fuera de la estructura de la obra. Compactación controlada solo donde el diseño lo requiera; escarificado y descompactación de áreas temporales al cierre; restitución de topsoil y revegetación para recuperar funcionalidad superficial. Rehabilitación de áreas temporales afectadas.
Calidad del Agua	Calidad de agua terrestre (SST)	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén	Potencial contaminación del agua por solidos suspendidos totales.	Ubicar acopios fuera de escurrimientos; no descargar material en cauces; programar actividades para minimizar exposición en temporada de lluvias cuando sea viable. Rehabilitación de zonas afectadas por arrastre, estabilización/revegetación.
	Calidad del agua terrestre (Grasas y aceites)	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio	Potencial contaminación del agua por grasas y aceites.	Abastecimiento y mantenimiento en sitios controlados; contenedores y bandejas; prohibir disposición de aceites/grasas al suelo. Kit de derrames y capacitación;

		C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento C-Construcción de obras complementarias (obras de drenaje, puentes, bordillos, lavaderos)		contención y recuperación inmediata; disposición de residuos peligrosos con gestor autorizado; bitácoras de manejo. Remediación puntual si ocurre contaminación (retiro de suelos/absorbentes contaminados y reposición).
Flora y fauna terrestre	Distribución y abundancia de flora. Especies protegidas o de interés especial de flora. Biodiversidad de flora. Distribución y abundancia de fauna. Especies protegidas o de interés especial de fauna. Biodiversidad de fauna. Funcionalidad del sistema.	FLORA P- Desmonte y despalme de predio FAUNA P- Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Colocación de pavimento FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA P-Desmonte y despalme de predio	Impacto sobre indicadores de flora y fauna por efectos del desmonte y despalme. Remoción total de la cubierta vegetal; pérdida de individuos de especies enlistadas en el sitio del proyecto y reubicación de los mismos en el polígono de remediación.	Delimitar y señalizar el área autorizada; capacitación y prohibición de colecta/caza; inspección previa de frentes antes de desmonte. Rescate y reubicación de flora/fauna conforme procedimiento; supervisión ambiental durante el desmonte y despalme; control de velocidades y señalización para evitar atropellamientos; manejo de residuos para no atraer fauna; evitar excavaciones abiertas sin protección. Restauración biológica (revegetación + control de erosión) para recuperar hábitat en bordes/áreas intervenidas y favorecer recuperación funcional local.
Paisaje	Calidad paisajística	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio C-Terracerias y camino de acceso C-Corte y excavaciones C-Construcción del cuerpo del terraplén C-Colocación de pavimento C-Construcción de obras complementarias (obras de drenaje, puentes, bordillos, lavaderos)	Alteración del paisaje por obras y actividades.	Orden y confinamiento de acopios; mantener limpieza de frentes; evitar áreas auxiliares no autorizadas. Retiro oportuno de excedentes; estabilización progresiva; revegetación de bordes y taludes para integración visual. Restauración biológica y control de erosión en zonas visibles para acelerar recuperación paisajística.
	Fragilidad visual	P-Preliminares (estudios, campamentos, transporte de equipo y maquinaria, insumos, etc.) P-Desmonte y despalme de predio	Impacto en la Fragilidad visual por intervención de maquinar y construcción de carretera.	Reducir al mínimo superficies desnudas simultáneas; delimitar y proteger vegetación no afectada. Estabilización temprana y revegetación progresiva; control de erosión para evitar cárcavas visibles. Revegetación dirigida y rehabilitación de áreas auxiliares para disminuir contraste visual.
Economía	Calidad de vida	C-Terracerías y camino de acceso	Impacto en la calidad de vida	Señalización temporal; programación de actividades

		C-Transporte de materiales, equipos e insumos. C-Transporte de personal	de los habitantes de la localidad por obstrucción temporal o desvío de camino.	para mantener accesos funcionales; comunicación comunitaria sobre desvíos/horarios. Control de velocidad y seguridad vial en desvíos; riego para control de polvo en accesos; restitución inmediata de condiciones de acceso al concluir frentes.

Tabla IV. 20 Programa de vigilancia ambiental para las etapas de Operación y mantenimiento y Abandono

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y ABANDONO				
Componente ambiental		**Actividades del proyecto/interacciones**	**Descripción de impacto**	**Prevención, Mitigación y/o Compensación**
Atmosfera	Calidad del aire	OP-Tránsito de vehículos OP-Mantenimiento de cuerpo carretero	Incremento de contaminantes atmosféricos (CO_2, NOx, SOx, material particulado) y contribución a gases de efecto invernadero.	Control de velocidad y rutas para evitar aceleraciones/frenados repetidos. Señalización preventiva.
	Ruido y vibraciones	OP-Tránsito de vehículos OP-Mantenimiento de cuerpo carretero OP-Transporte de personal OP-Transporte de materiales e insumos OP-Mantenimiento de infraestructura cada 5 años. A-Estabilización de terreros y escorrentías locales	Emisión de ruido perimetral.	Control de velocidad y rutas para evitar aceleraciones/frenados repetidos. Señalización preventiva.
Suelo	Calidad del suelo	- OP-Mantenimiento de infraestructura cada 5 años.	Potencial contaminación del suelo.	Prohibición de cambio de aceite/reparaciones mayores fuera de áreas autorizadas. Kits de derrames disponibles y personal capacitado; uso de charolas, absorbentes y contenedores etiquetados; recolección y disposición de residuos peligrosos mediante gestor autorizado; retiro inmediato de material/suelo contaminado y reposición. Remediación puntual si ocurre impacto (excavación y confinamiento/disposición autorizada; restitución de suelo y estabilización superficial)
Calidad del agua	Calidad del agua terrestre (grasas y aceites)	OP-Mantenimiento de cuerpo carretero OP-Mantenimiento de señalizaciones	Potencial contaminación del agua por grasas y aceites	Evitar mantenimiento con riesgo de derrames en proximidad a escurrimientos; no lavar maquinaria/equipos en sitio; control y almacenamiento seguro de aceites/grasas. Contención de derrames (barreras/absorbentes) y respuesta

				inmediata; manejo y disposición de residuos peligrosos conforme normativa. Saneamiento puntual ante eventos (retiro de material contaminado; restitución/estabilización; verificación posterior del área).
Paisaje	Calidad paisajistica	OP-Tránsito de vehículos OP-Mantenimiento de cuerpo carretero	Modificación de la calidad paisajística por tránsito de vehículos.	Mantener orden y limpieza permanente del derecho de vía; evitar acopios visibles fuera de periodos estrictamente necesarios; señalización adecuada para reducir maniobras y detenciones. Retiro oportuno de residuos y material suelto; control de polvo en tramos no pavimentados o con material expuesto (si aplica); mantenimiento de cunetas y obras de drenaje para evitar erosión/cárcavas visibles; revegetación dirigida en taludes/bordes intervenidos.

Tabla IV. 21 Tabla de seguimiento y control del proyecto

Componente / Factor	Etapa y actividades asociadas	Indicador verificable (control)	Método de seguimiento	Frecuencia	Criterio de cumplimiento / umbral de control	Evidencia / registro	Responsable
Atmósfera / Calidad del aire	**P y C:** Preliminares; Desmonte y despalme; Terracerías y camino de acceso; Corte y excavaciones; Terraplén; Pavimento; Obras complementarias; Señalamientos; Transporte de materiales e insumos; Transporte de personal	Presencia de polvo visible; emisiones de maquinaria; orden/limpieza en frentes	Recorridos en sitio + lista de verificación; revisión de mantenimiento de equipos; control de velocidad	Semanal y por evento (viento fuerte / actividad intensiva)	Sin “plumas” persistentes de polvo; maquinaria sin humo visible anormal	Checklist; bitácora; fotos georreferenciadas; registros de mantenimiento	Supervisor Ambiental de Obra (SAO) / Residente
Atmósfera / Calidad del aire	**OP:** Tránsito de vehículos; Mantenimiento de cuerpo carretero	Polvo por tránsito; condición de superficie de rodamiento	Inspección visual	Durante mantenimiento	Sin generación recurrente de polvo en condiciones normales; acciones de control activadas en mantenimiento	Bitácora; evidencia fotográfica	Responsable Ambiental del Proyecto (RAP) / SAO
Atmósfera / Ruido y vibraciones	**P y C:** Preliminares; Terracerías; Excavaciones; Terraplén; Pavimento; Obras complementarias; Transporte de personal/materiales	Quejas/avisos; operación en horarios; estado de silenciadores	Recorridos + verificación de horarios; registro de quejas; revisión de equipos	Semanal	Operación conforme horarios establecidos; sin quejas recurrentes no atendidas; equipos con silenciadores funcionales	Bitácora; checklist de equipos	SAO / Contratista
Atmósfera / Ruido y vibraciones	**OP:** Tránsito; Mantenimiento cuerpo carretero; Transporte personal/materiales; Mantenimiento cada 5 años. **A:** Estabilización de terreros/escorrentías	Niveles de molestia (cualitativo) y eventos de alto ruido	Inspección + registro de actividades ruidosas	Durante mantenimientos	Sin actividades ruidosas fuera de horario; señalización preventiva cuando aplique	Reporte mensual; bitácora; fotos	RAP / SAO

Suelo / Calidad del suelo (contaminación)	**P y C:** Preliminares; Terracerías; Transporte de materiales e insumos	Presencia de manchas; manejo de combustibles/lubricantes; contención	Inspección de frentes, patios y zonas de abastecimiento; verificación de kits	Semanal	Cero derrames no atendidos; áreas de manejo con contención; residuos peligrosos correctamente confinados	Checklist; bitácora; fotos; manifiestos	SAO / Contratista
Suelo / Calidad del suelo (contaminación)	**OP:** Mantenimiento de infraestructura cada 5 años	Eventos de derrames; manejo de aceites usados	Inspección en mantenimiento; revisión documental de manejo de residuos	Durante mantenimiento y cierre de actividades	Cero descargas al suelo; aceites usados con trazabilidad	Reporte de mantenimiento; manifiestos; evidencia fotográfica	RAP / SAO
Agua / Grasas y aceites (calidad de agua terrestre)	**P y C:** Preliminares; Terracerías; Excavaciones; Terraplén; Pavimento; Obras complementarias	Presencia de hidrocarburos/grasas en escurrimientos; control de lavado/mantenimiento	Recorridos en puntos de escurrimiento; verificación de áreas de mantenimiento	Semanal y posterior a lluvias	Sin evidencia de películas iridiscentes/olor a hidrocarburo; mantenimiento/abastecimiento fuera de cauces/escurrimientos	Bitácora; fotos georreferenciadas; reporte de evento lluvia	SAO / Contratista
Agua / Grasas y aceites	**OP:** Mantenimiento cuerpo carretero; Mantenimiento de señalizaciones	Manejo de residuos aceitosos (trapos, absorbentes); prevención de escurrimientos contaminados	Verificación en sitio + revisión de disposición	Durante mantenimiento	Absorbentes y residuos aceitosos gestionados como corresponde; sin arrastre a drenajes	Reporte de mantenimiento; manifiestos; fotos	RAP / SAO
Paisaje / Calidad paisajística	**P y C:** Preliminares; desmonte y despalme; Terracerías; Excavaciones; Terraplén; Pavimento; Obras complementarias	Orden y limpieza; manejo de acopios; restitución progresiva	Inspección visual + registro fotográfico comparativo	Semanal	Frentes sin residuos dispersos; acopios controlados; retiro oportuno de sobrantes	Checklist; fotos antes-durante-después	SAO / Residente
Paisaje / Calidad paisajística	**OP:** Tránsito de vehículos; Mantenimiento de cuerpo carretero	Presencia de residuos; deterioro visual por mantenimiento	Inspección visual	Durante mantenimiento	Sin residuos dispersos; áreas intervenidas restituidas al concluir mantenimiento	Reporte; fotos	RAP / SAO
Abandono / Control post-cierre (estabilidad y limpieza)	**A:** Retiro de instalaciones y limpieza; Estabilización de terreros/escorrentías locales; Restauración biológica (con control de erosión);	Estabilidad de superficies; ausencia de residuos; funcionalidad de obras de control de erosión	Recorridos de verificación; evaluación visual de cárcavas/arrastres; revisión de puntos críticos	Semanal durante abandono; luego trimestral/según programa de monitoreo	Sin erosión activa significativa; obras de control íntegras; sitio libre de residuos; escurrimientos conducidos sin socavación	Informe de cierre; fichas de sitio; fotos georreferenciadas; reportes de monitoreo	RAP / SAO / Especialista

	Monitoreo posterior al cierre						

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG	**Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular Proyecto Libamiento Norponiente Hermosillo**