

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO I

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

I.1 Datos generales del proyecto

1. **Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)**

2. **Nombre del proyecto**

Libramiento de Hermosillo, en el estado de Sonora

3. **Datos del sector y tipo de proyecto**

3.1 Sector

Vías generales de comunicación.

3.2 Subsector

Infraestructura carretera

3.3 Tipo de proyecto

Construcción de una carretera tipo A4S, con 41.230 Km de longitud; se estima que esta vía forme parte del Eje Troncal Transversal México – Nogales con ramal a Tijuana.

Estudio de riesgo y su modalidad

Manifestación de impacto ambiental, modalidad regional para proyecto de vías generales de comunicación



4. Ubicación del proyecto

5.1 Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal

La superficie de esta obra, se encuentra ubicada en el estado de Sinaloa, dentro del Municipio de Hermosillo

5.2 Código postal

No aplica, pues se trata de la construcción de una carretera

5.3 Entidad federativa

Sonora

5.4 Municipio(s) o delegación(es)

Hermosillo

5.5 Localidad

Hermosillo, Sonora.

5.6 Coordenadas geográficas y/o UTM (cada 1000 m)

En la **Tabla I.1** se detalla la ubicación del proyecto mediante las coordenadas UTM, cada 1000 metros del trazo.

Tabla I.1 Coordenadas geográficas del proyecto (UTM) cada 1000 m

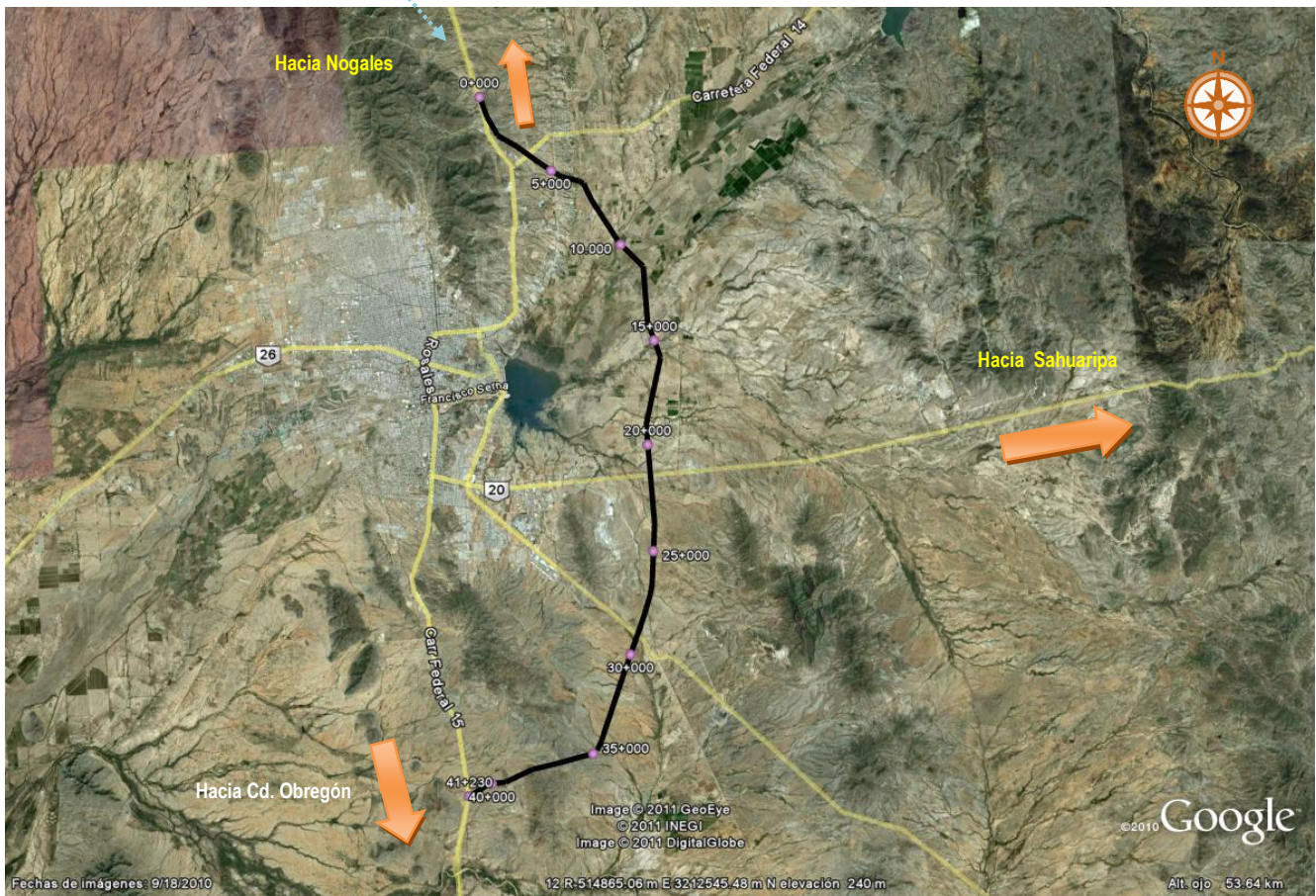
Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
0+000	3229865.24	507481.51	11+000	3221626.79	514317.26
1+000	3228724.51	507769.06	12+000	3220753.29	514651.30
2+000	3227829.29	508213.13	13+000	3219748.04	514651.30
3+000	3227277.64	509048.28	14+000	3218746.53	514659.96
4+000	3226643.41	509822.10	15+000	3217789.20	514918.91
5+000	3226036.69	510617.75	16+000	3216817.20	515121.59
6+000	3225595.34	511500.25	17+000	3215862.05	514850.06
7+000	32250069.13	512221.50	18+000	3214891.47	514575.22
8+000	3224107.03	512655.90	19+000	3213933.97	514293.24
9+000	3223233.54	513143.54	20+000	3212933.55	514293.24
10+000	3222370.69	513647.06	21+000	3211935.02	514310.91

Tabla I.1 Coordenadas geográficas del proyecto (UTM) cada 1000 m

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
22+000	3210935.01	514331.46	33+000	3200411.29	511671.39
23+000	3209931.060	514354.66	34+000	3199481.32	511293.17
24+000	3208936.32	514336.09	35+000	3198653.87	510768.91
25+000	3207943.43	514228.90	36+000	3198456.79	509785.84
26+000	3206946.59	514118.51	37+000	3198262.84	508791.09
27+000	3205960.62	0513954.50	38+000	3198094.28	507820.56
28+000	3205021.62	513609.24	39+000	3197728.89	506887.68
29+000	3204102.83	513221.27	40+000	3197557.07	505903.51
30+000	3203178.74	512828.58	41+000	3197148.63	505006.11
31+000	3202259.60	512433.70	41+230	3197040.98	504804.08
32+000	3201332.90	512051.07			



Figura I.1. Ubicación del Proyecto

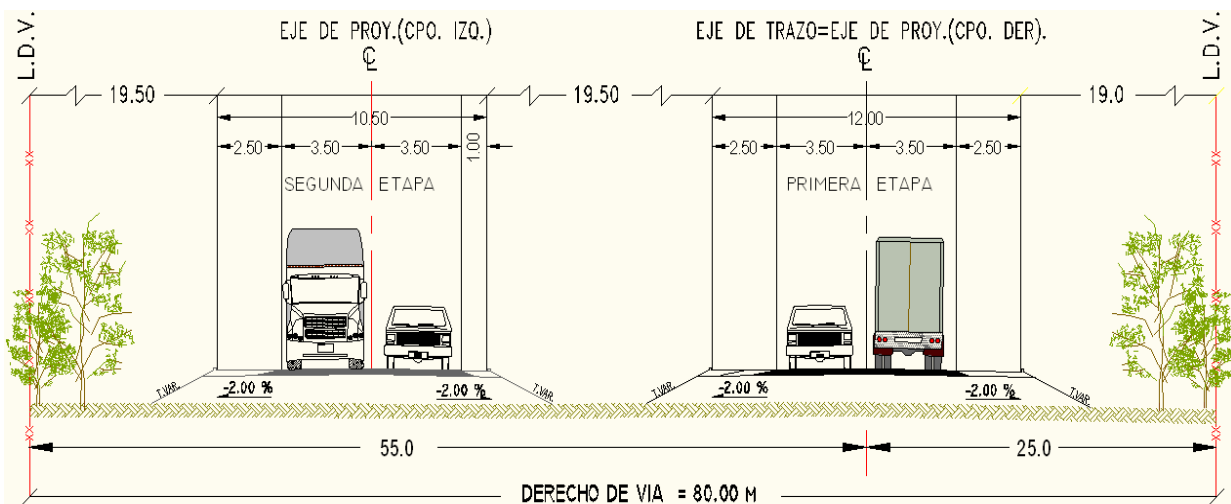


5. Dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

Tabla I.2 Características del proyecto

Característica	Especificación
Carretera	Tipo A4S
Longitud total	41.23 Km
Velocidad del proyecto	100 Km/h
Ancho entre línea de ceros	45 m en promedio
Ancho de corona	12.0 m cuerpo derecho 10.50 m cuerpo izquierdo
Ancho de carpeta	7.0 m ambos cuerpos
Área total por afectar	185.53 Ha
Derecho de vía	80 m

Figura I.2. Sección tipo del Proyecto



I.2 Datos generales del promovente

1. Nombre o razón social

Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

M. en C. Patricia Esperanza Namihira Santillán



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

II.1 Información general del proyecto

El Libramiento de Hermosillo comprende la construcción de una carretera nueva ubicada al oriente de la ciudad de Hermosillo; el Libramiento será de tipo A4S; la construcción constará de dos partes; en la primera de ellas, se habilitará un solo cuerpo carretero con dos carriles, y posteriormente se construirá el cuerpo restante.

En total, el DDV será de 80 m y la longitud determinada es de 41.230 Km; pero como se mencionó anteriormente, el área de afectación directa estará comprendida únicamente por la superficie que albergará ambos cuerpos carreteros, contabilizando en total, 185.53 Ha.

Este proyecto de conectividad vial interestatal e internacional, forma parte del Corredor Transversal México – Nogales con ramal a Tijuana, y está considerado dentro de los 100 proyectos prioritarios de infraestructura carretera para este sexenio.

Las etapas de ejecución de la obra, que se evaluarán desde el punto ambiental en este estudio, serán las siguientes:

1. PREPARACIÓN DEL SITIO

- Desmante (retiro de árboles y arbustos)
- Despalle (retiro de hierba superficial y materia vegetal)

2. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- Construcción de obras provisionales
- Movimiento de tierras (cortes y terraplenes)
- Construcción de apoyos
- Construcción de obras de drenaje
- Tendido de bases
- Tendido de concreto asfáltico } Pavimentación
- Señalamiento horizontal y vertical
- Construcción de obras complementarias
- Restauración de todas las zonas afectadas por la construcción

3. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Tránsito vehicular
- Actividades de mantenimiento menor (pintura, bacheo, etc.)

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

En virtud de que la obra es una vía general de comunicación, se requiere la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, por ajustarse a lo que se especifica en los Artículos 28 Fracción I y 30 Fracción VII de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como del Artículo 5º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) en su fracciones B, O (punto I) y R (punto I).

Localizada en el centro del Estado de Sonora, la Ciudad de Hermosillo es uno de los centros urbanos más grandes del NW del país, y dada su ubicación geográfica, se ha tornado en una zona de tránsito obligado para aquellas mercancías, personas y bienes que se trasladan entre Estados Unidos y México.

Hermosillo forma parte de del Corredor Comercial del Pacífico en Norteamérica, que originalmente inicia en Fairbanks, Alaska y termina en la Cd. De México, pero cuya funcionalidad real (a través de la CANAMEX) se presenta desde Alberta, Canadá hasta la Cd. De México.

Figuran II.1 Corredor Comercial CANAMEX



Una economía exitosa requiere de un sistema de transportación rápido, flexible y eficiente a fin de apoyar a la expansión industrial y la apertura de nuevos mercados de comercialización. La mayor parte del transporte de bienes y mercancías dentro del mundo se realiza a través de vehículos de carga, por lo que se hace necesario contar con una red de carreteras lo suficientemente robusta para poder integrar la economía nacional en el entorno internacional.

A partir del Tratado de Libre Comercio, el intercambio comercial entre México, Estados Unidos y Canadá se ha cuadruplicado desde 1994, por lo cual la red carretera existente hacia el NW del país actualmente resulta insuficiente, porque todo ese tránsito vehicular que se desplaza por la carretera federal No. 15 únicamente se puede desplazar hacia el norte por la misma, cruzando por los centros de población de Guadalajara, Tepic, Culiacán, Hermosillo, etc.

De manera adicional, Hermosillo se ha convertido en un polo de desarrollo para el establecimiento de maquiladoras y otras industrias dentro del NW mexicano, aprovechando su posición estratégica como región de enlace entre México y el exterior.

El aumento en las actividades comerciales que presenta México con Estados Unidos y la cuenca del Pacífico (cuyo puerto de contacto es Guaymas), ha ocasionado un incremento en la cantidad de vehículos pesados que atraviesan la zona urbana de Hermosillo; lo que ocasiona dos problemas viales de importancia:

1. Congestionamiento de calles que se agudiza en horas “pico”
2. Acortamiento de vida útil del pavimento urbano, cuyo diseño no se realizó en función de TDPA de vehículos de carga.

Ambos factores afectan tanto a los pobladores como a paseantes y transeúntes por los siguientes motivos:

- Hay retraso en los tiempos de traslado
- Se genera contaminación atmosférica por tener un parque vehicular encendido pero estático
- Se presentan incidentes viales entre vehículos de carga y automovilistas y vehículos de carga y transeúntes por falta de precaución.

De ahí que la construcción de una ruta regional que desvíe el tránsito pesado de la zona urbana de Hermosillo se considere dentro de los 100 proyectos de infraestructura vial prioritarios en este sexenio, mejorando las condiciones de circulación vial y aprovechando de poco en poco el potencial que representa Hermosillo tanto a nivel nacional como internacional.

Con respecto a las obras asociadas a este proyecto carretero, se tienen contempladas las siguientes:

- a) PIV en el Km. 3+690 (carretera federal 14 Hermosillo – Moctezuma)
- b) Paso superior de ferrocarril en el Km 5+130
- c) Puente Km. 6+850 sobre el Río San Miguel
- d) Puente Km. 10+753 sobre el Río Sonora
- e) PIV Km. 21+211
- f) PIV Km. 21+443 (Carretera Federal No. 20 Hermosillo – Sahuaripa)
- g) Paso superior de ferrocarril Km. 26+714
- h) PIV Km. 29+000 (Carretera Fderal 16 Hermosillo – La Colorada)
- i) Bancos de materiales

Los bancos de materiales que se emplearán para este proyecto, necesariamente tendrán que ser aquellos que ya cuenten con el permiso de explotación correspondiente y que se estén actualmente en uso.

En caso de que la empresa constructora requiera la explotación de un banco de materiales nuevo, deberá de tramitar los permisos pertinentes tanto de la Secretaría de Economía (a través de la Dirección General de Minas),

así como de la SEMARNAT por medio de la Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental, ya que los alcances del presente documento no contemplan el estudio de impacto ambiental de la explotación de material pétreo de un banco de préstamo nuevo.

II.4.II.1.2 Justificación y objetivos

El incremento de operaciones comerciales entre México y los países del Norte (Estados Unidos y Canadá) ha sido acelerado en los últimos 15 años. El crecimiento en las operaciones comerciales no corresponde con la expansión de la infraestructura vial necesaria para dar continuidad al traslado de bienes, mercancías y personas dentro de los mercados involucrados. La mayor parte del flujo comercial se da a través del transporte terrestre, cuantificando en promedio el 60% de la actividad comercial entre los países de Norteamérica (COLMEX, 2007).

Es de esperar que el tránsito constante de camiones de carga en el corredor comercial del Pacífico que se traslada a través de la carretera federal No. 15, presente ciertos retrasos al atravesar zonas urbanas, cuyo tránsito propio genera “cuellos de botella” que representan en ocasiones pérdidas económicas de varios miles de dólares.

La congestión vial que se genera en Hermosillo por efecto del paso de vehículos de carga, se agrava con el tránsito de vehículos pesados que tiene su origen y destino en dicha urbe, ya que esta ciudad ha recibido en los últimos años una fuerte inversión extranjera en el rubro industrial aprovechando la posición estratégica que tiene en la región por ser sitio de enlace entre los mercados de centro y oriente de Norteamérica y los mercados asiáticos de la Cuenca del Pacífico.

El tránsito de vehículos pesados dentro de la zona urbana produce problemas de congestionamiento vial en detrimento de los transportistas y los habitantes, lo que ocasiona entre otros inconvenientes, aumento en la concentración de gases contaminantes, incremento en incidentes viales (usuarios y transeúntes), desgaste acelerado de pavimento urbano, entre otros.

De lo anterior, se hace extremadamente necesaria la construcción de una vía regional que desvíe el tránsito pesado del centro de la ciudad, y que evite que la carga generada en la zona industrial de Hermosillo no cruce por la zona urbana para llegar a su destino, con ello los problemas generados por la aglomeración vehicular en la urbe disminuirán considerablemente, beneficiándose la vialidad de Hermosillo y dando continuidad al transporte regional de bienes y mercancías.

Objetivo General:

Fortalecer la red vial tanto de Hermosillo como del Estado de Sonora, a través de una ruta adecuada que canalice el creciente transporte comercial que cruza la región.

Objetivos particulares

- Retirar el tránsito pesado de la zona urbana de Hermosillo
- Dar continuidad vial a los automóviles y al transporte urbano en Hermosillo
- Reducción de hasta una hora en el traslado de bienes y mercancía
- Abaratamiento de costos de traslado

II.1.3. Inversión requerida

La inversión total requerida para este proyecto en pesos mexicanos, se estima en \$ **4'112,981.00** por Km; lo que, en moneda nacional equivale a \$ **169'578,229.00** (CIENTO SESENTA Y NUEVE MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS VEINTINUEVE PESOS 00/100 M.N.); es decir, **US \$ 14'444,482.87** (CATORCE MILLONES CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 87/100 U.S.), cuyo monto se distribuye como se presenta en la Tabla II.1

Tabla II.1 Inversión requerida para la modernización construcción, operación y mantenimiento del proyecto

Actividad	Kilómetros	Costo (M.N.)	Costo (USD)
1. PREPARACIÓN DEL SITIO			
Desmante y despalme (retiro de árboles, arbustos y materia vegetal)	41.23	22'775,255.82	1'939,970.68
2. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			
Construcción de obras complementarias	41.23	26'500,778.95	2'257,306.55
Movimiento de tierras (cortes y terraplenes)	41.23	30'663,888.14	2'611,915.51
Tendido de bases (Pavimentación)	41.23	28'631,944.47	2'438,836.83
Tendido de carpeta asfáltica (Pavimentación)	41.23	43'229,914.01	3'682,275.46
Señalamiento horizontal y vertical	41.23	12'970,342.80	1'104,799.21
Restauración de todas las zonas afectadas por la construcción	41.23	1'257,290.83	107,094.61
3. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Actividades de mantenimiento menor (pintura, bacheo, etc.)	41.23	3'548,813.98	302,283.98
Costo Total		\$ 169,578,229.00	14'444,482.87

Nota: El precio del dólar actual es \$ 11.74 a la venta, correspondiente al 3 de junio de 2011
Fuente: Diario Oficial de la Federación

Por otra parte, dentro del costo total de la obra, se tiene que considerar la aplicación de las medidas de restauración, mitigación, compensación y rehabilitación de los impactos ambientales generados que forman parte integral de la construcción del Libramiento de Hermosillo. De lo anterior, los costos generados por estas actividades se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla II.2 Inversión requerida para la aplicación de medidas de protección ambiental del proyecto.

Actividad	Fase del proyecto	Kilómetros	Costo (M.N.)	Costo (USD)
Rescate y reubicación de fauna	Previo a la preparación del sitio	41.23	1'032,811.50	87,973.72
Plan de manejo ambiental	Todas las fases del proyecto	41.23	5'153,750.00	438,990.63
Obras de estabilización y restauración de suelos	Construcción	41.23	1'855,350.00	158,036.62

Programa de reforestación	Final de la construcción	41.23	1'443,050.00	122,917.37
		Costo Total (\$)	9'484,961.50	807,918.35

Nota: El precio del dólar actual es \$ 11.74 a la venta, correspondiente al 3 de junio de 2011
Fuente: Diario Oficial de la Federación

De esta manera, se calcula que el costo total del proyecto, incluyendo el rubro ambiental, sea del orden de **179'063,190.50 (CIENTO SETENTA Y NUEVE MILLONES, SESENTA Y TRES MIL CIENTO NOVENTA PESOS 50/100 M.N).**

I.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Descripción de las obras y actividades

El proyecto de interés consiste en la construcción de un cuerpo carretero que tendrá en su primera etapa manera inicial dos (2) carriles de circulación; aunque la vialidad planeada será de tipo A4S.

Las características de la sección tipo que será construida en esta carretera, se muestran en la Tabla II.3

Tabla II.3 Características del proyecto carretero de interés

II.3.4 Característica	Especificación
Carretera	Tipo A4S
Longitud total	41.23 Km
Velocidad del proyecto	100 Km/h
Ancho entre línea de ceros	45 m en promedio
Ancho de corona	12.0 m cuerpo derecho 10.50 m cuerpo izquierdo
Ancho de carpeta	7.0 m ambos cuerpos
Área total por afectar	185.53 Ha
Derecho de vía	80 m

Se estima que el área total de afectación directa será de 185.53 Ha (correspondientes a 41.23 Km. de longitud por 45 m de ancho en promedio, que corresponden en promedio a la zona del pateo de terraplenes). Es únicamente en esta superficie donde se removerá la vegetación; por lo anterior, bajo ningún motivo deberá hacerse uso de los espacios, más allá del límite señalado en el pateo de terraplenes aún cuando las labores se realicen dentro del DDV.

La vegetación forestal a remover es característica de zonas áridas y semiáridas, compuesta principalmente por matorral y herbáceas, así como arbóreas (huizache, mezquital); los ecosistemas presentes en la región son selva baja espinosa, matorral sarcocrasicaule, huizachal y mezquital. También existen extensas zonas agrícolas.

Las principales etapas que comprende la realización de este proyecto se mencionan a continuación:

1. Preparación del sitio

Consistirá en el desmonte (retiro de toda la cobertura vegetal), el despalme (retiro del suelo orgánico) y limpieza del sitio (retiro de hojarasca, materiales desmontados, despalmados y basura).

2. Construcción

Esta fase comprende las actividades de excavaciones, cortes y rellenos de terreno para la nivelación del camino; tendido de cada una de las capas que conforman la superficie de rodamiento (subrasante, subbase, base), construcción de obras asociadas, vertido de la carpeta asfáltica, acabados y señalamiento horizontal y vertical.

3. Operación y mantenimiento

Contempla la circulación vehicular, limpieza de la carpeta vehicular y derecho de vía; cambio y mejoramiento de señalamiento, bacheo, y reencarpetado menor.

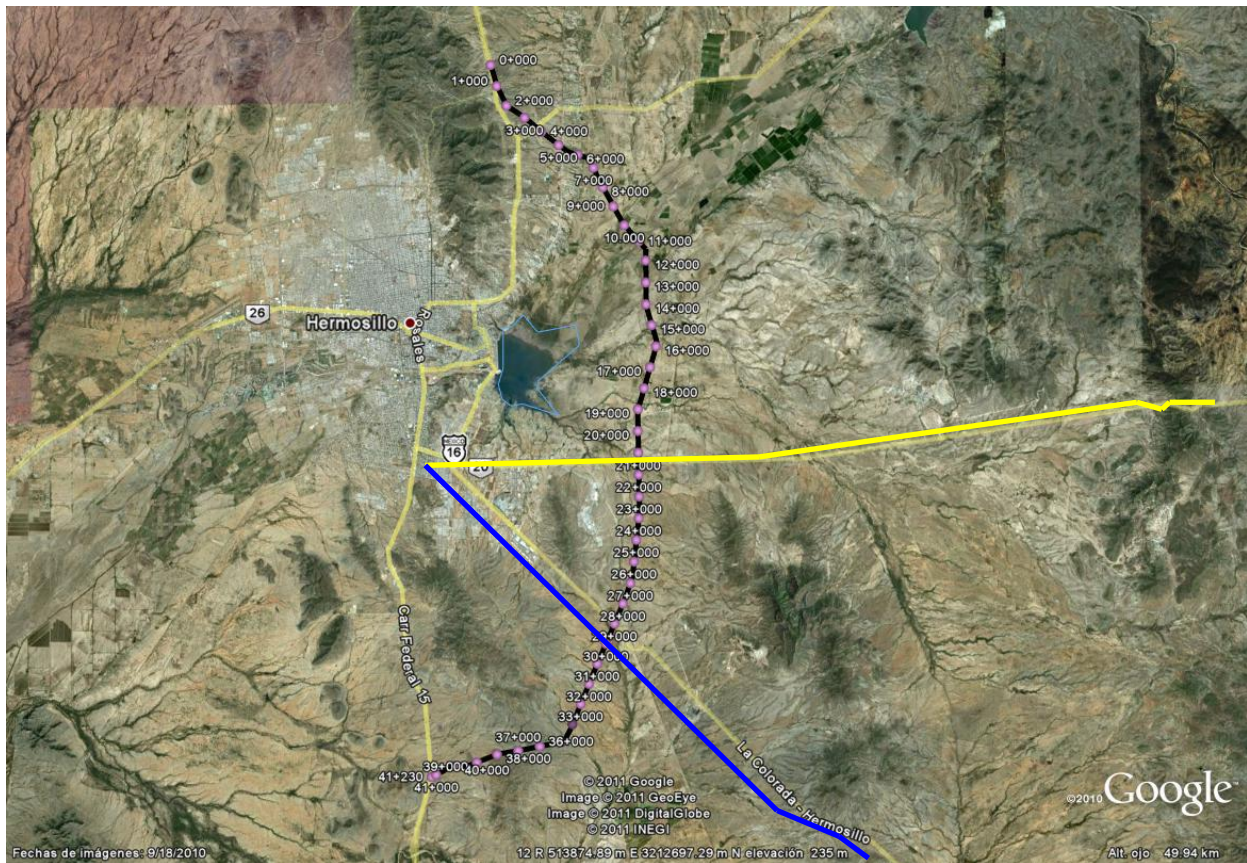
II.2.2 Descripción de las obras y actividades provisionales y asociadas

II.2.2.1 Caminos de acceso

Existen varias vías de acceso a la zona del trazo que no se limitan a las partes inicial y final del cadenamamiento; algunas de ellas son pavimentadas (carreteras federales 14, 15, 16 y 20) y existen numerosas terracerías que comunican caseríos o tierras agropecuarias con las carreteras pavimentadas; tomando en cuenta lo anterior, **NO ES NECESARIA LA APERTURA DE CAMINOS DE ACCESO** diferente a los existentes. Será a través de estas vías que se transportarán la maquinaria, equipo y personal.

Figura II. 2 Rutas de acceso a la zona de obras





- Libramiento Oriente de Hermosillo
- Carretera Federal 15
- Carretera Federal 16
- Carretera Federal 20
- Carretera Federal 14

II.2.2.2. Bancos de Materiales

El proyecto asociado a la construcción de una carretera, se halla invariablemente sujeto al uso de bancos de materiales. Muchos de éstos se encuentran en explotación, y están contenidos en el inventario de la S.C.T. *ex profeso*; mismos que preferentemente, deben ser empleados por la constructora, puesto que la utilización de bancos de materiales vírgenes requerirán obligadamente, el permiso correspondiente en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT, así como la autorización de explotación por parte de la Dirección General de Minas, dependiente de la Secretaría de Economía y de ser conducente, de los permisos que en su caso, requieran ser expedidos por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) con respecto al uso de explosivos.

Debido a que la realización de este trámite muy probablemente ocasione atraso en gran medida del inicio en las actividades de la obra, así como entorpecer la ejecución del proyecto, se recomienda hacer uso de aquellos bancos que ya poseen las autorizaciones y concesiones correspondientes.

A continuación, se presentan las características de los bancos de materiales inventariados por la SCT cercanos a la zona del proyecto para su explotación.

Tabla II.4. Bancos de Materiales inventariados por la SCT (2010) cercanos a la zona del proyecto

Carretera Hermosillo - Moctezuma

Bco. Núm.	Nombre	Km.	Desviación	Tipo propiedad	Tipo material	Trata- miento	Volumen x 1000 m ³	Espesor despalme (m)	Usos probables	Uso de explosivos	Restricción Ecológica	Aspectos Económicos
5	Sn Miguel	3+000	I 02400	Particular	Grava - arena	TCP	0280	0.00	6,8,10	NR	NE	Recomendable

Carretera Ciudad Obregón – Hermosillo

Bco. Núm.	Nombre	Km.	Desviación	Tipo propiedad	Tipo material	Trata- miento	Volumen x 1000 m ³	Espesor despalme (m)	Usos probables	Uso de explosivos	Restricción Ecológica	Aspectos Económicos
18	El Cerrito	227+300	I 00700	Particular	Conglomerado	TPC	0250	.004	2	NR	NE	Recomendable
19	Mezquital del oro	252+800	I 13000	Federal	Grava - arena	TPC	0150	0	5, 6, 7, 10	NR	NE	No recomendable

Carretera Hermosillo – Nogales

Bco. Núm.	Nombre	Km.	Desviación	Tipo propiedad	Tipo material	Trata- miento	Volumen x 1000 m ³	Espesor despalme (m)	Usos probables	Uso de explosivos	Restricción Ecológica	Aspectos Económicos
20	El Tazajal	4+800	D 05300	EJIDAL	GRAVA – ARENA	C	0030	0	5-6	NR	NE	Aceptable
21	Ures	8+700	D 09500	EJIDAL	CONGLOMERADO	C	0030	0	1-2	NR	NE	Aceptable

- USO DE EXPLOSIVOS -

EXPL.- EXPLOSIVOS
NR.- NO REQUIERE
SR.- SIN RESTRICCIONES

- TRATAMIENTO

C – CRIBADO
TPC.- TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO
TCP.-

- USOS PROBABLES

1. REVETIMIENTO
- 2.- SUB-BASE
- 5.- BASE
- 6.- CONCRETO ASFALTICO
- 7.- MEZCLAS AFFÁLTICA EN EL LUGAR
- 8.- SELLO
- 10.- CONCRETO HIDRÁULICO

II.2.2.3. Bancos de tiro

Todo el material producto de los cortes y excavaciones necesariamente deberá trasladarse a los bancos de tiro cercanos o en su defecto a los bancos de préstamo que se utilizaron (previo acuerdo con los propietarios) para arropar los sitios que ya no puedan aprovecharse, ya que para el caso en particular, no se proponen sitios potenciales que pudiesen actuar como bancos de tiro.

Quedará estrictamente prohibido depositar esos residuos de manera permanente a lo largo de la línea de ceros y en otras áreas distintas a las desprovidas dentro del DDV o bien los escurrimientos de la región.

II.2.2.4. Almacén temporal de residuos peligrosos

Se contempla la instalación de un pequeño almacén temporal para residuos peligrosos que se generen como consecuencia de la obra (estopas impregnadas de grasas y solventes, grasas, aceites, botes de pinturas y solventes, brochas, etc.) que se ajustará a las especificaciones mencionadas en los Artículos 15, 16 17 y 18 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA.

A continuación se proponen 3 sitios en los cuales se puede colocar este almacén; los tres se caracterizan por ser zonas con perturbación, desprovidas de vegetación y no localizadas en zonas de escurrimientos. Únicamente se deberá de colocar en las superficies propuestas y en caso de que se abran dos o tres frentes de trabajo, dichos almacenes se instalarán ahí necesariamente.

Figura II.3 Ubicación de almacén temporal cerca del inicio del Trazo

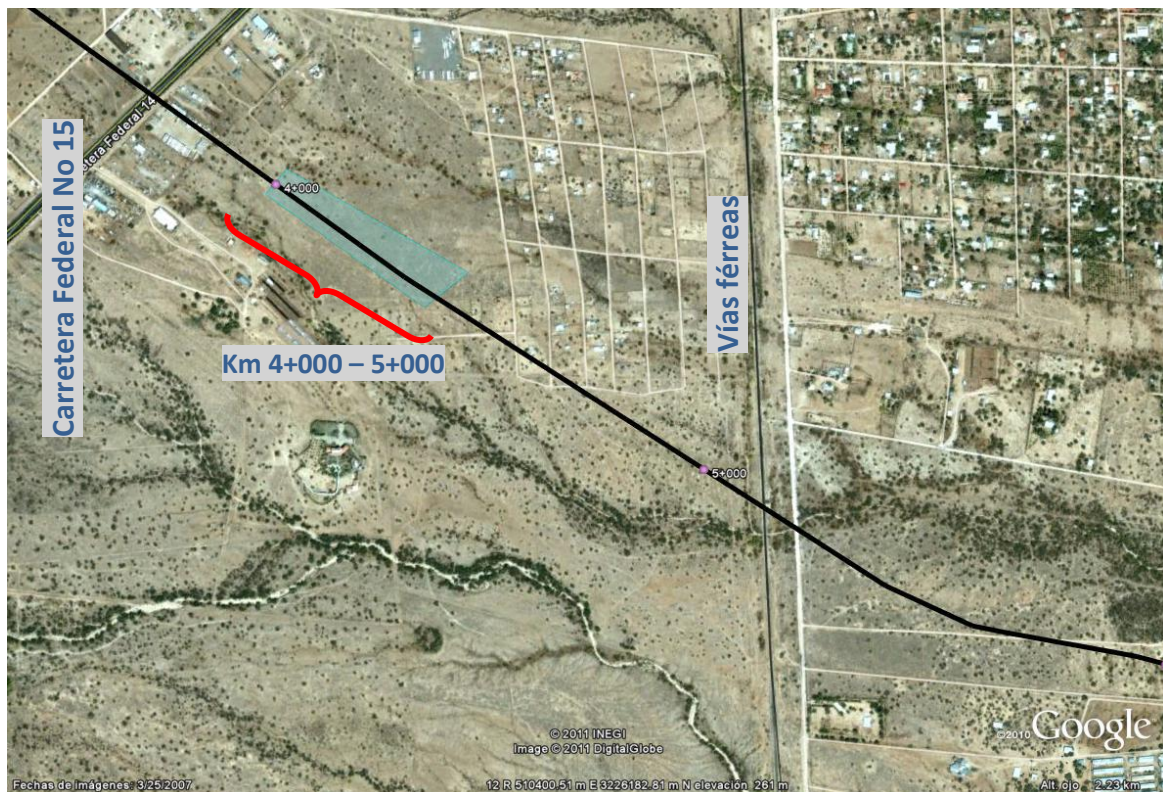


Figura II.4 Ubicación de almacén temporal cerca de la Carretera Federal No. 16

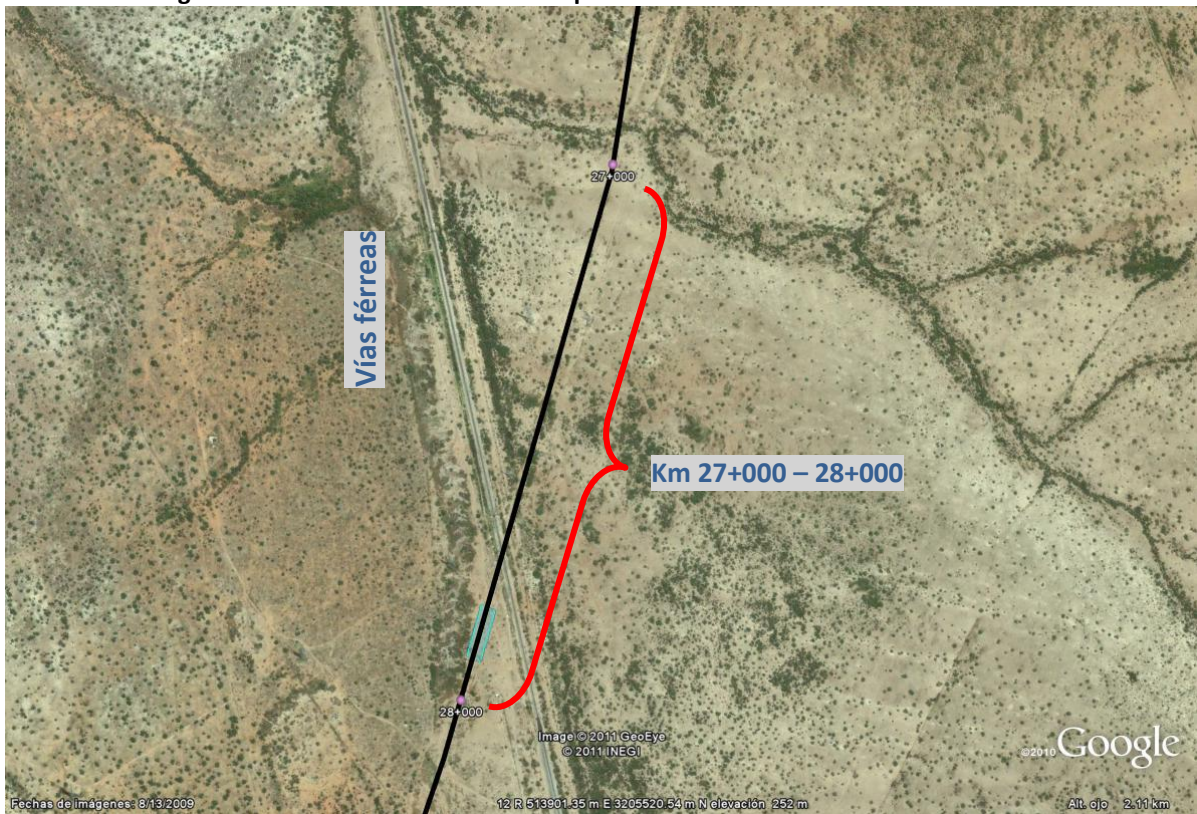
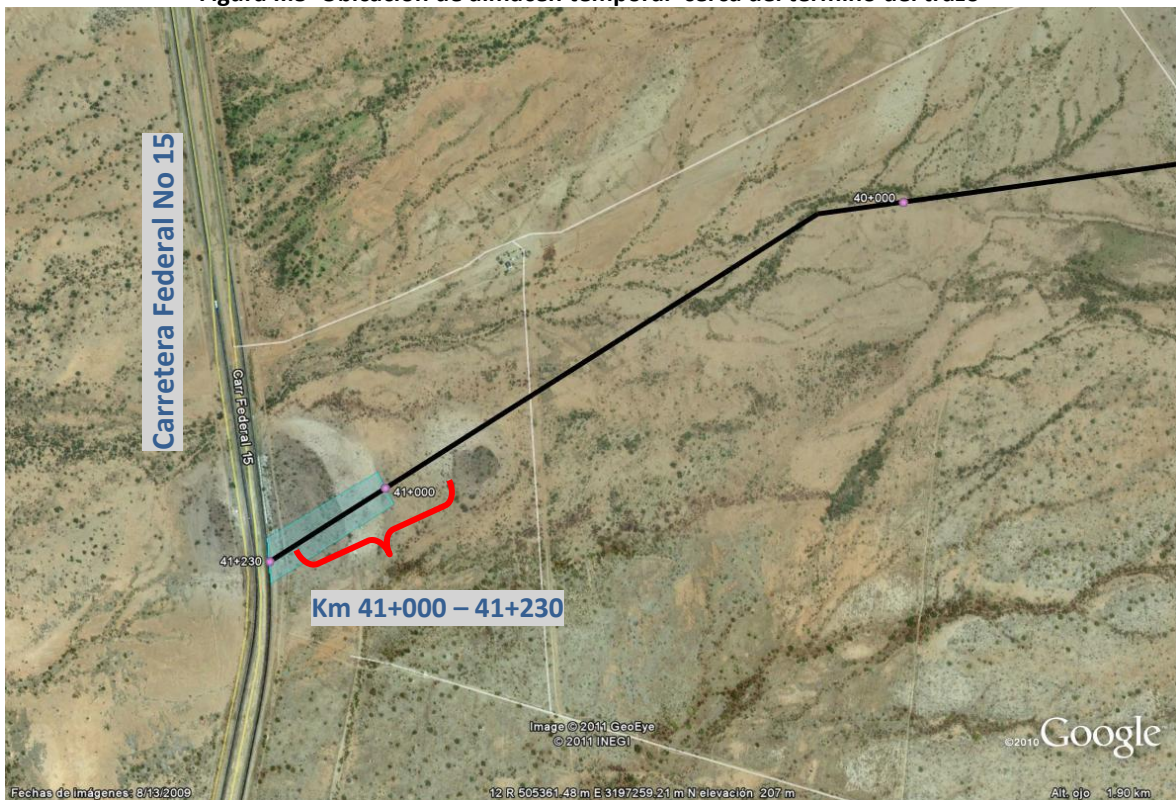


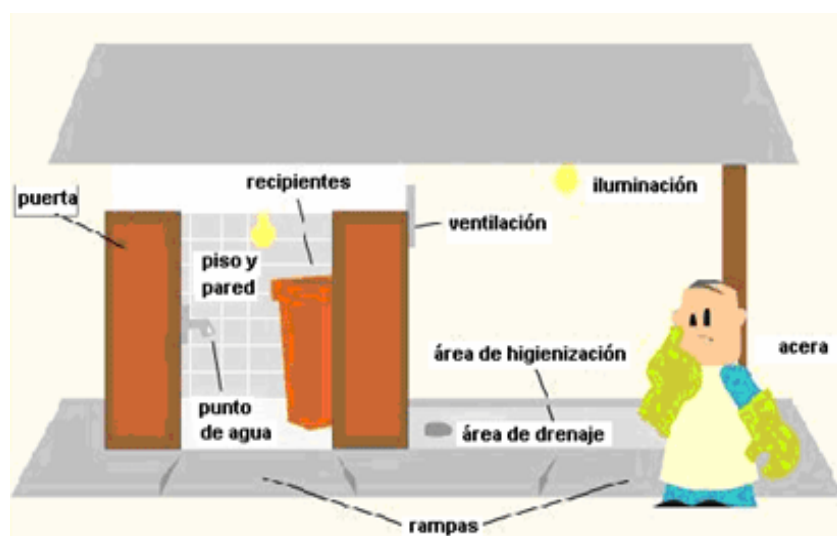
Figura II.5 Ubicación de almacén temporal cerca del término del trazo



El almacén temporal para residuos peligrosos deberá poseer como mínimo las siguientes características.

- Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Los pisos dispondrán de trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.
- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

Figura II.6 Esquema tipo de partes más importantes del almacén temporal para residuos peligrosos



Una vez terminadas las labores relativas a la construcción del camino, este almacén deberá ser retirado por completo y los materiales que resulten de su destrucción, deben tratarse de igual manera como residuos peligrosos, lo que se requerirá un manejo especial. La SCT (como promovente), a través de la empresa constructora, se encargará de entregar los residuos a una empresa autorizada por SEMARNAT para el correcto tratamiento y disposición final de los mismos.

II.2.2.4 Almacenes de materiales varios

Éstos estarán destinados para el depósito temporal de materiales que se empleen en las diversas fases de la construcción de esta carretera. Entre los materiales que se almacenarán en ese sitio, se puede mencionar cal, varillas, cemento, alambón, aditivos y emulsiones asfálticas), cuya calidad se puede ver afectada por la exposición prolongada a la intemperie

A diferencia del almacén para residuos peligrosos, el almacén de materiales deberá ser completamente desmontable, para que pueda trasladarse de un sitio a otro en la zona de obras conforme vaya avanzado el frente de trabajo. De igual manera, éste se colocará dentro del área del derecho de vía y por consecuencia, en un sitio que previamente haya requerido desmonte; bajo ninguna circunstancia, se permitirá que el almacén sea instalado en algún sitio que no corresponda al derecho de vía.

Se recomienda que la empresa constructora emplee para esta instalación una carpa independiente, cuyas características sean con los dos lados del largo cerrados por la estructura portante y por la lona de cobertura así como el techo, mientras los otros dos lados quedan abiertos para permitir la entrada y salida, con la posibilidad de que se cierren a través de robustas cortinas correderas. El suelo deberá estar cubierto con una geomembrana que retenga el derrame de materiales.

Su uso específico es el del almacenaje, de mediana o larga duración, de mercancías que ocuparán espacios considerables en las instalaciones de producción o de venta. Las dimensiones recomendadas son de 5-7 m de largo por 10-14 m de ancho, ocupando hasta un máximo de 98 m² de área.



Ejemplo de almacén desmontable que deberá tener la constructora para depositar materiales

II.2.2.5 Bodegas

Estas instalaciones se usarán para el almacenamiento de insumos, el equipo y las refacciones que se utilizarán durante la obra, como son las siguientes: Herramienta menor, combustible, aceite, lubricantes, aditivos, pintura, accesorios y materiales de poco volumen (clavos, alambre). Además de que también se podrán guardar los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, overoles, lentes de protección, etc.).

De igual forma que en el caso anterior, se conseguirán tres (3) carpas desmontables de dimensiones similares con los siguientes usos:

Una carpa para herramienta menor y refacciones y materiales asociados
Una carpa para aceites, lubricantes, aditivos y combustibles
Una carpa para resguardo de equipo de seguridad en la obra.

Se estima que el área que se requiere para la instalación de estas tres (3) carpas, sea de un máximo de 150 m². Dada la presencia de sustancias peligrosas (aceites, combustibles, lubricantes, aditivos), la carpa que contenga a las mismas deberá estar cubierta con una geomembrana que detenga cualquier tipo de derrame.

II.2.2.6. Talleres

Esta será una instalación provisional, ya que se ubicará a la intemperie y se irá moviendo a lo largo del trazo conforme vaya avanzando el frente de trabajo. Se debe de ubicar un sitio completamente plano y de nueva cuenta, dentro de la zona que sea desmontada. El suelo del mismo deberá cubrirse con una geomembrana de polietileno de alta densidad, con elevada resistencia a la radiación UV, a la presión y lo más gruesa posible, para que retenga los vertimientos accidentales de combustibles, lubricantes y aditivos. El área destinada para este fin, se estima de un máximo de 300 m².

II.2.2.7. Oficinas, comedores, cocina y dormitorios

Las oficinas que se coloquen en la zona de obras serán móviles y se trasladarán por medio de un remolque. Su instalación se dará sobre el área del derecho de vía que se encuentre ya perturbada por lo que no habrá afectación. Los comedores y la cocina serán portátiles, y estarán formados por carpas que se montarán y desmontarán conforme avancen los frentes de obra. Al igual que en todas las instalaciones provisionales, se colocarán dentro del área que haya sido desmontada, o bien que esté desprovista de cualquier tipo de vegetación. No existirá la instalación de dormitorios ya que la mano de obra tanto calificada como no calificada radicará en los poblados cercanos

II.2.2.8. Patios de maquinarias

Son áreas en las cuales se guardará la maquinaria una vez terminadas las jornadas de trabajo. Estos patios se deberán de ubicar cerca del almacén, se ubicarán en la intemperie y deberá de poseer una geomembrana que cubra el suelo de posibles derrames de combustibles, grasas y aceites. El área destinada para este fin, se estima de un máximo de 300 m², las cuales se asentarán sobre el DDV ya perturbado.

II.2.2.9. Instalaciones sanitarias

Se deberán instalar baños portátiles que no requerirán el empleo de agua, mediante la contratación del servicio especializado a razón de 1 baño por cada 15 trabajadores; o bien, uno por cada frente de trabajo, de cuando más 15 trabajadores. El mantenimiento deberá ser frecuente y correrá a cargo de la empresa arrendadora del servicio. Estos sanitarios se caracterizan por separar los líquidos de los sólidos permitiendo la deshidratación de los desechos, eliminando en seco los contaminantes en un 100%, con un bajo costo de operación y eliminando los malos olores.



Ejemplo de sanitario portátil que deberá emplear la empresa constructora.

II.2.2.10. Planta de tratamiento de aguas residuales

No aplica. No se requiere de planta de tratamiento de aguas residuales debido a que no se generarán aguas residuales en cantidades importantes. Se espera la generación de aguas grises como parte del aseo de manos de los trabajadores, pero será en poca cantidad (≤ 6 L por día), que se puede recolectar diariamente.

II.2.2.11. Planta de asfalto

Por las implicaciones que tiene sobre el detrimento ambiental la instalación de una planta de asfalto sobre la calidad del aire, se deberá usar únicamente una planta de asfalto que tenga sistema de filtración de aire y un sistema antiescurrimientos para evitar cualquier fuga de la mezcla asfáltica. Esta planta se colocará necesariamente en los bancos de materiales a emplear y no deberá trasladarse por ningún motivo a la zona de obras. La mezcla asfáltica deberá de trasladarse desde la zona de preparación hasta el sitio de su colocación.

La prohibición de su colocación en la zona de obras radica en que este sitio se caracteriza por tener suelos finos de drenaje muy pobre, lo que favorece la presencia de áreas de inundación, médanos y lagunas. La fuga accidental de la mezcla asfáltica sobre esta zona puede poner en riesgo los ecosistemas acuáticos adjuntos y comprometer el éxito de las labores de restauración de suelos, ya que estos contaminantes son de difícil eliminación y fácilmente biodisponibles a la fauna a través del alimento. Adicionalmente, deberá supervisarse que esta planta de asfalto cumpla con los criterios de operación de la NOM-085-SEMARNAT-1994, para disminuir los efectos producidos en la calidad del aire debido a su funcionamiento

II.2.2.12. Obras de drenaje

Éstas se colocarán en todos los sitios donde se identifiquen los patrones de escurrimiento más importantes perpendiculares al camino y evitarán a toda costa, la alteración en los escurrimientos del sitio.

Las obras de drenaje son estructuras asociadas al cuerpo carretero que permiten contrarrestar los efectos del agua sobre la superficie de rodamiento, lo que ayuda a evitar accidentes viales por derrape de llantas o por humedecimiento del distribuidor, alguna parte sensible en el sistema electrónico y/o eléctrico del motor.

Las obras de drenaje ofrecen varios beneficios al camino; entre otros, se pueden nombrar los siguientes:

1. Ayudan a canalizar el agua que potencialmente puede acumularse en el camino por cuestiones de pendiente
2. Con la reducción del agua que toca el cuerpo carretero, se evitan daños estructurales en la misma
3. Su adecuada colocación alarga la vida útil de la carretera.

4. El debido control de escurrimientos sobre la superficie de rodamiento, brinda mayor seguridad en todos los aspectos, al conductor
5. En un camino libre de escurrimientos, se puede lograr la velocidad de proyecto establecida según especificaciones, sin mayores contratiempos; lo que permite en consecuencia, reducir el tiempo de recorrido al destino de que se trate.

Por lo anterior, la ubicación de las mismas deberá estar acorde al sitio donde ofrezcan el mayor beneficio en cuanto al alivio de encharcamientos de la carretera.

En general, las obras de drenaje pueden ser de tres tipos: alcantarillas, losas de concreto y tubos; cada una de ellas, es adecuada para cierto volumen y tipo de caudal, por lo que el diseño de las mismas estará en función de las condiciones particulares de cada sitio donde se coloquen.

II.2.2.13. Entronques

Su ubicación estará acorde al diseño del proyecto geométrico final, aunque es de esperarse al menos la construcción de dos entronques: al inicio y al final del Libramiento.

II.2.2.14. Pasos Superiores Vehiculares

Se tiene contemplada su colocación en los siguientes sitios:

Km. 3+690
Km. 21+211
Km. 21+443
Km. 29+000

II.2.2.15. Paso Superior de Ferrocarril

Se tiene contemplada la construcción de dos:

Km. 5+130
Km. 26+714

II.2.2.16. Puente

Se tiene contemplada la construcción al menos de dos puentes viales:

- a) Puente a la altura del Río San Miguel (Km. 6+850)
- b) Puente sobre el Río Sonora (Km. 10+753)

II.2.1.2 Descripción de los servicios requeridos

Dentro de todas las actividades que involucran la construcción de esta carretera, se requerirá el uso de servicios básicos para satisfacer las necesidades tanto del personal como de la obra. Estos servicios se describirán a continuación:

II.2.1.2.1. Electricidad

Esta, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna con una potencia máxima de 2,500 watts, y un voltaje máximo de 220 voltios. El uso de electricidad se empleará para el funcionamiento de algunos equipos de soldadoras para las obras de drenaje y estructuras de los pasos para fauna. Se recomienda que durante la noche lleguen a encenderse 3 o 4 focos de potencia media en la zona de obras a fin de evitar que la fauna silvestre se acerque al sitio de los trabajos y pueda sufrir accidentes por caer en zanjas, o que pueda caerle encima herramienta que llegue a moverse a su paso, etc.

II.2.1.2.2. Agua cruda y potable

Se requiere disponer de agua potable para consumo humano y agua cruda para las operaciones de construcción (riego, mezclas, etc.). El agua cruda se podrá obtener de algunos cuerpos de agua cercanos al área de estudio como escurrimientos naturales y/o represas que se encuentren cercanos, previa autorización de la CNA para la extracción del recurso.

El agua cruda deberá ser necesariamente transportada en pipas y ser vertida desde las mismas. Quedará estrictamente prohibida la extracción de agua directamente de los cenotes, aún cuando se tenga la autorización correspondiente para su extracción, ya que la introducción de diversos objetos para la extracción de agua aumenta las posibilidades de contaminación del recurso, si se compara con sólo la introducción de la manguera que abastecerá a las pipas.

Con respecto al abastecimiento de agua potable, se efectuará a través de la compra de garrafones de 20 Litros en las tiendas de las localidades cercanas. Se estima que diariamente se realice una compra de 10 garrafones de agua potable para el personal de la obra. El alto consumo de agua potable se debe a las condiciones climáticas calurosas que se mantienen durante la mayor parte del año, lo que resulta en un mayor consumo de agua por persona.

II.2.1.2.3. Combustible

Los combustibles que se emplearán, serán básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo.

En la etapa de construcción se abastecerá el combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y que sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesiten. Para este fin, se requiere contar con sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres que reúnan las condiciones de seguridad y almacenamiento adecuadas.

Con base en el reglamento de PEMEX, el Reglamento de Transporte Terrestre de la SCT, las NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y la LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX.

Adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán resguardar tambos de 55 galones y se recomienda hasta un máximo de tres días de operación, para minimizar la posibilidad de contingencias por conflagraciones, puesto que el riesgo por detonaciones no está contemplado. De manera adicional, se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles contando con suficientes extinguidores, así como todo el material necesario para mitigar posibles contingencias. Se estima que los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 6,006 barriles de diesel y 5,273

barriles de gasolina; mismos que se suministrarán de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de la obra

II.2.3. Ubicación del proyecto

El proyecto carretero de interés se localizará dentro del municipio de Hermosillo, al costado oriente de la zona urbana. En la Figura II.7, se presenta la imagen con la ubicación del proyecto

Fig. II.7 Ubicación del Libramiento de Hermosillo, en el Estado de Sonora



Tabla II.5 Coordenadas geográficas del trazo cada 1000 m (UTM)

Km	Coordenadas UTM		Km	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
0+000	3229865.24	507481.51	22+000	3210935.01	514331.46
1+000	3228724.51	507769.06	23+000	3209931.060	514354.66
2+000	3227829.29	508213.13	24+000	3208936.32	514336.09
3+000	3227277.64	509048.28	25+000	3207943.43	514228.90
4+000	3226643.41	509822.10	26+000	3206946.59	514118.51
5+000	3226036.69	510617.75	27+000	3205960.62	0513954.50
6+000	3225595.34	511500.25	28+000	3205021.62	513609.24
7+000	32250069.13	512221.50	29+000	3204102.83	513221.27
8+000	3224107.03	512655.90	30+000	3203178.74	512828.58
9+000	3223233.54	513143.54	31+000	3202259.60	512433.70
10+000	3222370.69	513647.06	32+000	3201332.90	512051.07
11+000	3221626.79	514317.26	33+000	3200411.29	511671.39
12+000	3220753.29	514651.30	34+000	3199481.32	511293.17
13+000	3219748.04	514651.30	35+000	3198653.87	510768.91
14+000	3218746.53	514659.96	36+000	3198456.79	509785.84
15+000	3217789.20	514918.91	37+000	3198262.84	508791.09
16+000	3216817.20	515121.59	38+000	3198094.28	507820.56
17+000	3215862.05	514850.06	39+000	3197728.89	506887.68
18+000	3214891.47	514575.22	40+000	3197557.07	505903.51
19+000	3213933.97	514293.24	41+000	3197148.63	505006.11
20+000	3212933.55	514293.24	41+230	3197040.98	504804.08
21+000	3211935.02	514310.91			

II.2.3.1 Superficie total requerida

a).- Superficie total del predio

En la tabla II.6, se presenta el desglose del área que se afectará debido a las obras de la construcción del Libramiento de Hermosillo

Tabla II.6 Desglose de las superficies a afectar por obra y actividad

Actividades	Superficie (Ha)	Porcentaje del área total
Área total de influencia directa del proyecto (Línea entre ceros + derecho de vía)	329.84	100 %
Desmante	47.82	11.34 %
Despalme	47.82	11.34 %
Excavaciones en caja	36.18	10.96%
Terraplén a nivel	43.73	13.25%
Superficie total entre línea de ceros	185.53	45 %
Superficie total ocupada por la maquinaria	La maquinaria realizará sus maniobras dentro del área de derecho de vía en las zonas que hayan sido desmontadas y despalmadas.	
Superficie total en caminos de acceso	No se construirán caminos anexos	
Almacenes, bodegas y talleres	Únicamente se construirán dos o tres pequeños almacenes de 25m ² , con las especificaciones acorde a la SEMARNAT para el alojamiento temporal de residuos peligrosos. Las instalaciones restantes serán desmontables y todas ellas (incluyendo el almacén para RP) se colocarán dentro de la zona del derecho de vía desmontada y despalmada	
Campamentos, dormitorios y comedores	No se necesitarán construir dormitorios. Los comedores y campamentos serán desmontables y su instalación cambiará conforme avancen los frentes de trabajo.	
Instalaciones sanitarias	No aplica, ya que se emplearán sanitarios portátiles en los frentes de obra	
Planta de tratamiento de aguas residuales	No se construirán casetas ni obras que requieran la instalación de una planta de tratamiento.	

b).- Superficie total de construcción

Si bien, el área total estimada de la superficie de obras (incluyendo el derecho de vía) es de 329.84 Ha, la superficie total de construcción se encontrará únicamente entre la línea de ceros, incluyendo las obras asociadas al camino. De tal manera que se calcula una afectación directa de 185.53 Ha.

c).- Superficie total de desmante y porcentaje respecto al área arbolada.

La superficie total de remoción de vegetación se calculó a partir de la visita a campo, donde se verificó la superficie a desmontar en todo el cadenamiento, corresponde a 47.82 Ha de vegetación arbustiva y arbórea, ubicada únicamente entre el área de línea de ceros, de tal manera que en porcentaje, se desmontará un 11.34% de la superficie del derecho de vía.

Las especies estimadas a remover por en todo el trazo se muestran en la Tabla II.7. Dichas estimaciones se hicieron acorde al muestreo realizado en campo, donde se efectuó una estimación de individuos de cada una de las especies evaluadas por cada hectárea, y de ahí se realizó la extrapolación a las hectáreas totales que resultarán afectadas.

Tabla II.7 Especies vegetales a remover

Especie	Número de Individuos	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2011	Forma de vida
<i>Agave palmeri</i>	112		herbácea
<i>Gomphrena decumbens</i>	152		herbácea
<i>Gomphrena sonorae</i>	175		herbácea
<i>Vallesia Glabra</i>	125		matorral
<i>Asclepias albicans</i>	83		herbácea
<i>Asplenium exiguum</i>	164		herbácea
<i>Asplenium palmeri</i>	97		herbácea
<i>Acourtia nana</i>	112		herbácea
<i>Bidens pilosa</i>	125		herbácea
<i>Brickellia simplex</i>	187		matorral
<i>Eclipta prostrata</i>	122		herbácea
<i>Ericameria laricifolia</i>	155		herbácea
<i>Erigeron flagellaris</i>	45		herbácea
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	195		herbácea
<i>Hymenothrix wislizeni</i>	87		herbácea
<i>Iva ambrosiifolia</i>	93		herbácea
<i>Roldana hartwegii</i>	35		herbácea
<i>Senecio flaccidus var. flaccidus</i>	112		herbácea
<i>Bursera fagaroides var. elongata</i>	136		herbácea
<i>Cylindropuntia arbuscula</i>	26		herbácea
<i>Stenocereus thurberi</i>	35		Cactácea
<i>Pachycereus schutti</i>	18	Protección especial/ Endémica	cactácea
<i>Ferocactus wislizeni</i>	45		cactácea
<i>Machaerocereus gummosus</i>	32		cactácea
<i>Silene thurberi</i>	28		herbácea
<i>Tradescantia pinetorum</i>	26		herbácea
<i>Cyperus fendlerianus</i>	167		herbácea
<i>Acalypha phleoides</i>	82		Arbusto
<i>Acacia farnesiana</i>	113		Árbol, arbusto
<i>Dalea lumholtzii</i>	154		arbusto
<i>Desmodium cinerascens</i>	194		herbácea
<i>Olneya tesota</i>	62	Protección especial/No Endémica	Árbol, arbusto
<i>Propopis velutina</i>	189		Árbol, arbusto
<i>Parkisonia praecox</i>	147		Árbol, arbusto
<i>Prakisonia florida</i>	176		árbol, arbusto
<i>Parkinsonia aculeata</i>	122		herbácea
<i>Salvia pinguifolia</i>	57		herbácea
<i>Salvia subincisa</i>	83		arbusto
<i>Sphaeralcea laxa</i>	125		árbol, arbusto
<i>Mirabilis jalapa</i>	12		arbusto
<i>Bouteloua simplex</i>	176		arbusto
<i>Dasyochloa pulchella</i>	34		arbusto
<i>Muhlenbergia minutissima</i>	114		herbácea
<i>Setaria grisebachii</i>	72		herbácea
<i>Monnina wrightii</i>	16		herbácea
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	154		herbácea
<i>Cheilanthes fendleri</i>	101		herbácea
<i>Ranunculus arizonicus</i>	18		herbácea
<i>Ziziphus obtusifolia var. Canescens</i>	27		herbácea
<i>Bacopa rotundifolia</i>	71		herbácea
<i>Lamourouxia viscosa</i>	63		herbácea
<i>Penstemon barbatus ssp. torreyi</i>	18		arbusto
<i>Tamarix chinensis</i>	37		arbusto
<i>Guaiacum coulteri</i>	24	Amenazada/Endémica	árbol, arbusto
TOTAL	5130		

A fin de preservar el ambiente y mitigar el daño ambiental ocasionado por la remoción de vegetación, se deberán plantar al menos tres (3) ejemplares por cada uno (1) que haya sido removido.

d).- Superficie total correspondiente a áreas libres o verdes

La superficie total que corresponde a las áreas libres o verdes, se localiza más allá de la línea de cerros del camino. De este modo, si la superficie total de DDV es de 329.84 Ha, y operativamente, se ocuparán 185.53 Ha, entonces tenemos que como áreas libres o verdes restan 144.31 Ha.

e).- Superficie total de áreas arboladas y no arboladas

La superficie total de áreas arboladas considerando el área en línea de entre cerros, corresponderá a 47.82 Ha, mientras que 137.71 Ha corresponden a zonas no arboladas. Es posible observar que la mayor parte del trazo se encuentra en áreas de de vegetación de tipo selva baja espinosa, matorral y mezquital (y en algunos sitios vegetación cultivada); sin embargo, dada su cercanía con la zona urbana, las condiciones ecosistémicas básicas ya se encuentran alteradas. El volumen estimado de las especies a afectar, se muestra en la Tabla II.8

Tabla II.8 Volumen de vegetación a afectar

Especie	Número de Individuos	Volumen total a afectar (m ³)
<i>Agave palmeri</i>	112	0.53
<i>Gomphrena decumbens</i>	152	0.32
<i>Gomphrena sonorae</i>	175	0.34
<i>Vallesia Glabra</i>	125	0.27
<i>Asclepias albicans</i>	83	0.09
<i>Asplenium exiguum</i>	164	0.18
<i>Asplenium palmeri</i>	97	0.06
<i>Acourtia nana</i>	112	0.17
<i>Bidens pilosa</i>	125	0.13
<i>Brickellia simplex</i>	187	0.77
<i>Eclipta prostrata</i>	122	0.24
<i>Ericameria laricifolia</i>	155	0.47
<i>Erigeron flagellaris</i>	45	0.78
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>	195	0.35
<i>Hymenothrix wislizeni</i>	87	0.17
<i>Iva ambrosiifolia</i>	93	0.09
<i>Roldana hartwegii</i>	35	0.45
<i>Senecio flaccidus var. flaccidus</i>	112	0.64
<i>Bursera fagaroides var. elongata</i>	136	2.17
<i>Cylindropuntia arbuscula</i>	26	0.01
<i>Stenocereus thurberi</i>	35	0.01
<i>Pachycereus schutti</i>	18	0.14
<i>Ferocactus wislizeni</i>	45	0.10
<i>Machaerocereus gummosus</i>	32	0.26
<i>Silene thurberi</i>	28	0.01
<i>Tradescantia pinetorum</i>	26	0.02
<i>Cyperus fendlerianus</i>	167	0.35
<i>Acalypha phleoides</i>	82	0.15
<i>Acacia farnesiana</i>	113	2.07
<i>Dalea lumholtzii</i>	154	0.61
<i>Desmodium cinerascens</i>	194	0.48
<i>Olneya tesota</i>	62	1.02
<i>Propopis velutina</i>	189	3.06
<i>Parkisonia praecox</i>	147	2.45
<i>Prakisonia florida</i>	176	2.33

<i>Parkinsonia aculeata</i>	122	1.84
<i>Salvia pinguifolia</i>	57	0.05
<i>Salvia subincisa</i>	83	0.14
<i>Sphaeralcea laxa</i>	125	0.20
<i>Mirabilis jalapa</i>	12	0.01
<i>Bouteloua simplex</i>	176	0.60
<i>Dasyochloa pulchella</i>	34	0.01
<i>Muhlenbergia minutissima</i>	114	0.36
<i>Setaria grisebachii</i>	72	0.21
<i>Monnina wrightii</i>	16	0.01
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	154	0.69
<i>Cheilanthes fendleri</i>	101	0.34
<i>Ranunculus arizonicus</i>	18	0.01
<i>Ziziphus obtusifolia</i> var. <i>Canescens</i>	27	0.01
<i>Bacopa rotundifolia</i>	71	0.14
<i>Lamourouxia viscosa</i>	63	0.10
<i>Penstemon barbatus</i> ssp. <i>torreyi</i>	18	0.01
<i>Tamarix chinensis</i>	37	0.03
<i>Guaiacum coulteri</i>	24	0.86
TOTAL	5130	26.91

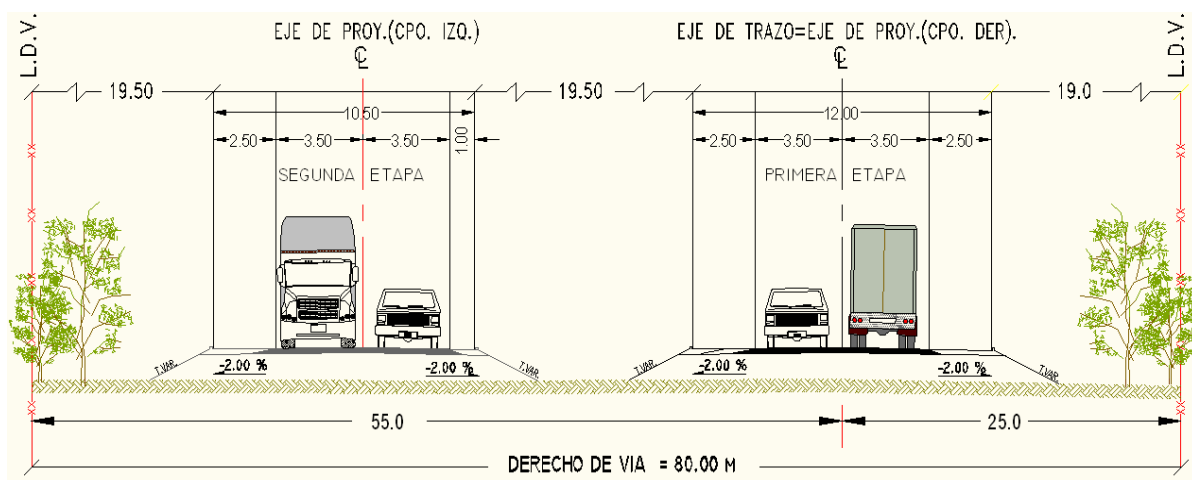
II.3. Descripción de las obras y actividades

II.3.1 Descripción por fases

Esta obra se realizará en dos fases; en la primera de ellas, se construirá el cuerpo derecho que temporalmente albergará los dos carriles de circulación, posteriormente se construirá el cuerpo izquierdo y se acondicionará el camellón.

La Construcción de esta obra se realizará con un máximo de tres frentes de trabajo. El proyecto carretero tipo que nos compete, contempla los siguientes elementos y dimensiones: dos cuerpos con dos carriles de circulación de 3.5 m de ancho y 41.230 Km de longitud. Un ancho total del derecho de vía de 80 m y un ancho entre la línea de ceros en promedio de 45.0 m. En la Figura II.8 se observa las características de la sección tipo del trazo carretero.

Figura II.8 Sección tipo del proyecto



II.3.1.1. Estudios Previos

II.3.3.1.1.1 Estudios de campo

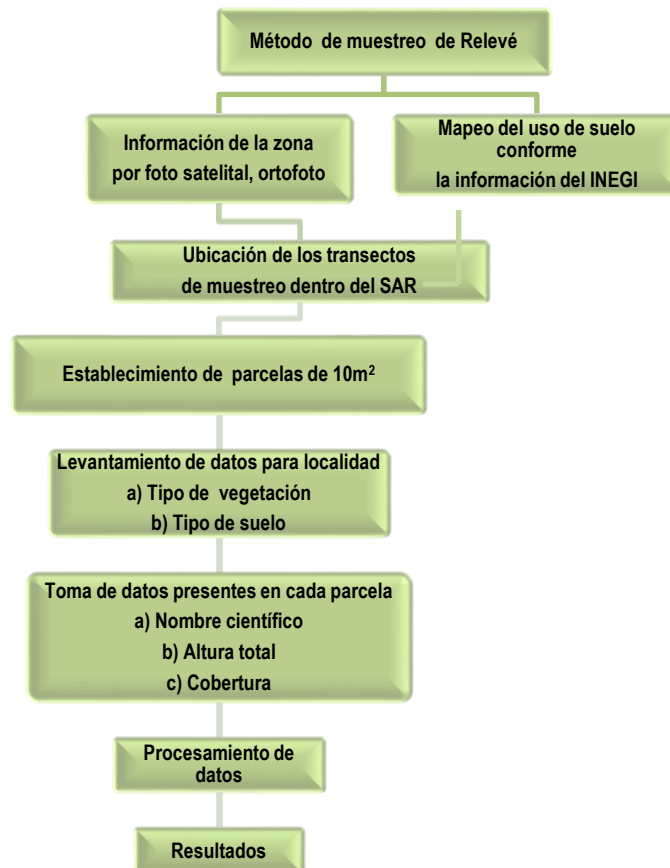
a) Muestreo de flora

El muestreo empleado para este trabajo es el conocido como fitosociológico o de Relevé, cuyas tres ideas básicas son:

- Las comunidades de plantas se conciben como tipos de vegetación reconocidos a través de su composición florística. La composición completa de especies de la comunidad expresa mejor sus relaciones interespecíficas y con el ambiente de cualquier otra característica.
- Entre las especies que componen una comunidad, algunas son mejores indicadoras de las interrelaciones que otras. Para clasificaciones prácticas, se usan mejor estas especies puesto que son más efectivas como indicadores; estas son las especies de diagnóstico (especies de carácter, especies diferenciales y compañeras constantes).
- Las especies de diagnóstico se utilizan para organizar las comunidades en una clasificación jerárquica en la cual la asociación es la unidad básica. La gran cantidad de información que manejan los fitosociólogos debe ser organizada; la jerarquía no sólo es necesaria, sino que supone un instrumento insustituible para entender y comunicar las relaciones de la comunidad.

El método fitosociológico consta de dos etapas, una analítica o de toma de inventarios y otra sintética, en la que se construyen tablas para describir y definir los distintos sintaxones o *sintaxa*. La etapa analítica empieza con la delimitación de una unidad de vegetación en el campo, sobre la que se emplaza una parcela en la que se levanta un inventario. Este inventario es un listado de las especies que componen la parcela, con indicación de su abundancia utilizando los índices de abundancia-dominancia y sociabilidad. Estos inventarios o individuos asociación se reúnen en tablas en las que, en pasos sucesivos, se van ordenando y reagrupando las especies hasta llegar a la tabla definitiva, que sirve para describir una comunidad o asociación concreta.

De manera sucinta, a continuación se muestra el procedimiento de muestreo de vegetación.



b) Muestreo de Fauna

Para poder realizar el muestreo de fauna, se procedió de manera inicial a la obtención de información bibliográfica, para lo cual se consultó la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO, de estudios realizados en las Regiones prioritarias donde se encuentra el SAR de este proyecto.

También se consultaron diversas fuentes bibliográficas (tesis, artículos de divulgación, informes de proyectos, informes de ONG's, etc). De esos registros, se procedió a clasificar la fauna más abundante como a la vez la clasificada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para proceder al muestreo en campo.

Ya en campo, el estudio de la fauna, se realizó de dos maneras:

1. Directa:

Para mamíferos pequeños y medianos, se colocaron trampas Sherman y Tomahawk respectivamente en aquellos sitios donde se realizaron los muestreos de vegetación. Para la colecta de aves, se colocó una red de 12 X 2.5 m y luz de malla de 16 mm. Otra manera la observación directa de fauna en la región fue con el uso de binoculares de 8x42 mm y a través de fotografías y video tomados en la vista a campo.

2. Indirecta:

Esta más bien consistió en el registro de huellas, excretas, rastros de alimento, nidos, madrigueras y entrevistas con los ejidatarios y lugareños. Estos registros indirectos de fauna también fueron documentados en fotografías y video.

c) Entorno Ambiental

De primera instancia, se consultó la cartografía de diversos atributos ambientales, tanto del INEGI como de la CONABIO y la CONAFOR, para observar las unidades ambientales de cada uno de los atributos dentro del SAR. De lo anterior, se verificaron los tipos de suelo y rocas dominantes, el uso de suelo básico y la hidrología superficial. También de esta verificación en campo, se obtuvieron registros fotográficos y videográficos.

d) Entorno Socioeconómico

Esta información se obtuvo de los anuarios estadísticos del INEGI y del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM versión 7).

II.3.1.2. Preparación del Sitio

Desmante

El desmante es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El desmante comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmante al banco de desperdicios que indique el proyecto.

La remoción de vegetación se estima que abarque unos 45 m del ancho del derecho de vía (de 80 m en total). Esta remoción se efectuará en los 41.23 Km de longitud del camino.

Esta es una operación que debe hacerse de preferencia a máquina debido a las características topográficas del camino; y podría emplearse un tractor con bulldozer o rastrillo para raíces. Para maleza ligera, se puede necesitar un cortador de maleza. Sin embargo el trabajo puede efectuarse a mano como complemento a las máquinas o en lugar de aquéllas. Una máquina pequeña será capaz de hacer el trabajo de varios hombres.

Como parte de los trabajos de desmante, la vegetación cortada o arrancada debe reciclarse para la formación de composta. Dentro de las maniobras que podrían utilizarse se incluye el entierro, con tiempo necesario para que se pudra, el desmenuzamiento o picado.

Despalme

Es la remoción de la capa expuesta de la superficie de la tierra. Este trabajo incluye arrancar toda la vegetación. Dado que la capa vegetal o mantillo es la que sostiene el crecimiento de los árboles y arbustos, esta capa contiene más humedad que la inmediata inferior. A fin de que esta capa inferior pueda perder

humedad y sea más fácil para moverla, es ventajoso despallar, tan pronto como sea posible. Será importante que al finalizar todas las etapas de la pavimentación del camino, esta capa vegetal se devuelva al sitio para actividades de restauración o paisajísticas, o para sostener el crecimiento de la vegetación, a fin de controlar la erosión.

Los Tractores con bulldozer están limitados por la distancia de empuje o de acarreo, pero son útiles en terrenos pantanosos o inundados. Las escrepas están limitadas por el tipo de terreno y la capacidad de soporte del suelo; pueden ser del tipo arrastrado por tractor para distancias cortas. Las palas mecánicas estas limitadas por la profundidad del despalme, su capacidad para trabajar con vehículos para transporte y el espacio para maniobrar el cucharón. El material dispuesto en una pila puede moverse fácilmente con la ayuda de un cargador frontal. Para el proyecto, se pretende realizar el despalme en una profundidad promedio de 0.20 m, a lo largo del trazo y se recomienda que el material producto del despalme sea colocado en sitios determinados como bancos de tiro para su posterior utilización en la construcción de terraplenes o bien para las obras de reforestación, según lo mencionado en el párrafo anterior

II.3.1.3. Construcción del sitio

Corte

Son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en apertura o abatimiento de taludes, en rebajes de corona de cortes o terraplenes existentes, en derrumbes. La maquinaria para la excavación de esta actividad será la adecuada para cada tipo de material. Las excavaciones de los cortes se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje del corte.

Los materiales obtenidos en los cortes se emplearán para la formación de los terraplenes; todas las piedras flojas y materiales sueltos en los taludes serán removidos. Para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

En el proyecto básicamente se tienen materiales de tipo B y C. estas excavaciones están denominadas para desplante de terracerías. Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, se rellenarán los huecos motivados por el desenraice, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante.

Rellenos

La construcción de rellenos es generalmente una parte rutinaria del movimiento de tierras en un proyecto de construcción. El uso de material de una calidad razonable, buen control de compactación y los ángulos estándares recomendados para taludes de rellenos producirán generalmente una estructura estable. El Angulo de inclinación para la mayoría de materiales utilizados para construir taludes de rellenos estables es de 1 | :1 (H:V) .Los rellenos de roca pueden ser estables sobre inclinación con un ángulo hasta $1:\neq\geq 1$. Para lograr una buena estabilización vegetal en una ladera, los rellenos deben ser de 2:1 o con una ladera más plana, especialmente para taludes de menos de 3 metros de alto.

Los materiales que resulten de derrumbes o de cualquier desecho que hayan sido tirados, se deben colocar, generalmente, sobre una pendiente más plana que 1 | :1, por ser material suelto, ya que la superficie del relleno original puede formar un plano de estabilidad, a menos que se reconstruya en capas. Los rellenos contruidos con una inclinación de 1 | : 1 son generalmente estables, sin embargo, la inestabilidad en taludes de relleno puede ocurrir por una variedad de razones, tales como las siguientes.

- Colocar material en laderas inclinadas donde se excede la resistencia interna del suelo.

- Aumentar la profundidad de un relleno puesto sobre material débil existente.
- La falta de una limpia y chapeo adecuado al terreno y no compactar el relleno suficiente para que se adhiera bien con la superficie de la tierra original.
- Compactar el relleno cuando no se cuenta con la humedad óptima ni la densidad máxima (o sí compactación).
- La inclinación del talud del relleno excede el ángulo de reposo del material rocoso.
- Dejar elevar el nivel de agua freática dentro del relleno donde nace agua y no construir subdrenes apropiados en terrenos húmedos.
- La acción de agua, erosionando y/o saturando el relleno por estructuras mal construidas de drenaje, por ejemplo, cunetas, desagües transversales o subdrenajes instalados en el relleno.

La compactación de rellenos es muy importante para reducir al mínimo la falla de rellenos, y para reducir la cantidad de material que erosiona de la superficie de un relleno. Los rellenos idealmente deben construirse en capas, y se utilizan vehículos para transportar y colocar material de relleno, se puede aprovechar el tránsito de la maquinaria para compactar las capas. Sin embargo, si no se utiliza maquinaria, las capas de material deben colocarse horizontalmente y de hecho reducen al mínimo la probabilidad de inestabilidad. Los rellenos con desechos que han sido arrojados a un lado se hacen con un material suelto y “el plano” entre las cargas de material puede ser en el “ángulo de reposo”. Los rellenos estructurales deben construirse en capas con algún grado de control o especificaciones de compactación, tal como una norma de compactación de 90% de AASHTO T-99 densidad máxima. Los rellenos en laderas con una pendiente en exceso de 50-60 grados deben evitarse, porque los rellenos resultan ser muy grandes, largos y delgados. Para prevenir fallas en el fondo de rellenos, se deben formar terrazas en la ladera natural con una inclinación mayor de 45% antes de colocar el relleno. Para evitar rellenos largos y estrechos sobre pendientes muy inclinadas o para reparar las fallas de relleno, se puede hacer rellenos reforzados con una inclinación de 1:1 y utilizar algún tipo de geotextil o georejilla. Los rellenos reforzados se construyen con refuerzo primario puesto en intervalos de 1-1-5 metros, y un refuerzo intermedio puesto a lo largo de la cara cada 0.3 metros para prevenir asentamientos diferenciales. Cuando la aplicación de un relleno reforzado es factible sobre una ladera debe utilizarse porque este ofrece una alternativa económica a estructuras de contención. Las superficies de relleno reforzado necesitan paja o una maya para control de erosión.

Los rellenos que cruzan por áreas húmedas deberán ser construidos en el fondo con materiales rocosos, que ofrecen drenaje libre. También se puede usar algún sistema de drenaje interno, como una capa filtrante del relleno.

Terracerías

Los materiales de corte, de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga, se clasifican, según la SCT en sus especificaciones Generales de Construcción de la siguiente forma:

Material tipo A. Material blando o suelto que puede ser eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de oruga de 90 a 110 caballos de potencia en la barra. También suelos poco o nada cementados con partículas de hasta 7.5 cm (3”) los materiales más clasificables como tipo A son, suelos agrícolas, limos y arenas.

Material tipo B. Por la dificultad de extracción y carga solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable de 140 a 160 caballos de potencia en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de 1 m³, sin el uso de explosivos o aflojado con arado de 6 Ton. Jalado con tractor de orugas de 140 a 160 caballos de potencia en la barra.

También piedras sueltas menores de 75 cm y mayores de 7.5 cm los materiales más comúnmente clasificados como material B, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates

Material tipo C. Es el que por su dificultad de extracción, solo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos; además también se consideran como material C las piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm. Entre los materiales clasificables como material C se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas granitos y andesitas sanas.

Acarreos

El acarreo libre es el efectuado hasta una distancia de 20 m. El término del acarreo libre es el origen del sobrecarreo. Para préstamos laterales todo el acarreo es libre, no mayor de 100 m. El sobrecarreo de los materiales se considera como sigue:

- a) Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m contados a partir del origen
- b) Hasta 5 hectómetros, es decir hasta 500 m contados a partir del origen
- c) En los préstamos de banco, a partir del centro del lugar de excavación del préstamo y sobre la ruta más corta y conveniente
- d) En los desperdicios, derrumbes, despalmes escalones y apertura y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes y canales, a partir del centro de lugar de excavación y sobre la ruta accesible más corta y conveniente según la secretaría.
- e) Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y conveniente, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los sitios de extracción autorizados por la CNA.

Obras de drenaje

Estos trabajos se podrán ejecutar de manera paralela a la construcción de las terracerías pero dejando libre las áreas de trabajo para la ejecución de las obras de drenaje, para que una vez terminadas, se realicen los remates de las terracerías y aproches.

1. La excavación se efectuará con maquinaria o a mano; el ancho de la excavación será el claro de la obra o el diámetro de la misma más 0.25 m.
2. Cuando se efectúe instalaciones de tubos o losas se harán en la dirección de aguas abajo hacia aguas arriba, tomándose en cuenta las debidas precauciones en el manejo y colocación de estos elementos con el fin de que no sean dañados.
3. Para la construcción de losas con concreto armado no se deberá de colocar varillas que estén oxidadas o en su defecto cualquier otro tipo de daño similar en las mismas quedando a juicio de la dependencia supervisora la aceptación de las tolerancias en las varillas
4. El relleno de las cepas se efectuará con material producto de la excavación en capas no mayores de 30 cm compactándose con equipo mecánico o manual al 90%.
5. En las zonas donde lo indique el proyecto se construirán cunetas revestidas de concreto hidráulico simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 8 cm y juntas de construcción simple a 2 m, las dimensiones de estas cunetas serán de 1.0 m de ancho del hombro del camino al fondo de la misma y de 0.30 m de desnivel del hombro del camino al fondo de la misma prolongando la base hidráulica en el corte hasta una altura de 1.00 m.

La ubicación final de las obras de drenaje dentro de esta carretera, se indicará en el proyecto ejecutivo del mismo.

Terraplén

El cuerpo de terraplén se construirá de acuerdo a lo indicado en el proyecto y apegándose a los planos de secciones transversales de construcción correspondientes, estos se conformarán con material producto de los

prestamos de banco para terracerías, formándose en capas horizontales y de espesor adecuado al equipo de construcción de manera que se logre el noventa por ciento (90%) de compactación de su P.V.S.M. mediante la prueba AASHTO estándar. Se registrará por la norma N-CTR-CAR-1-01-009/00 y la calidad de los materiales se registrarán por la norma N-CMT-1 -01/02.

El procedimiento constructivo para terraplén de 90% y 95% será:

- Se tenderá una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm en todo el ancho del terraplén y de acuerdo a lo que indique el proyecto
- Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 litros por cada m³ de material.
- En seguida se someterá al tránsito de un tractor de rodillo de un peso de 20 toneladas pasando tres veces por cada superficie

Se harán sondeos al cielo abierto en una profundidad de 0.20 m superiores de la capa, para determinar su grado de compactación los cuales deberán de observar lo siguiente:

- Se ejecutará uniformemente en todo el ancho de la sección y al grado de compactación solicitando según proyecto.
- Se dará al suelo la humedad conveniente, se aplicará agua en el lugar de extracción o en terraplén mismo.
- Cuando el material de los terraplenes contenga exceso de humedad, se eliminará el agua excedente hasta obtener la humedad óptima.
- Después de las capas anteriores se construye la formación y compactación de terraplén al 100%, esta capa deberá de tener como mínimo 30 cm de espesor formándose una a dos capas de material producto de banco. Aquí, se deberá tener especial cuidado de que el grado de compactación sea uniforme en toda la sección ya que en ocasiones la máquina no llega hasta las orillas, por lo que deberá de construirse un sobreaño adicional para estar en posibilidades de lograr una compactación uniforme en todo el ancho de calzada.
- Finalmente, para dar por terminada la capa de subrasante, se verificará su perfil y la sección con una tolerancia de niveles de alrededor de 3 m.

Formación de la capa subyacente o de transición

Será de 0.20 m de espesor, si la altura de los terraplenes es menor de 0.80 m, y de 0.50 m si esta altura es mayor. En ambos casos, se deberá compactar al 95% de su P.V.S.M. Proctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este inciso.

Formación de la capa subrasante.

La subrasante es la porción subyacente a la subcorona, tanto en corte como en terraplén a la que corresponden los movimientos de tercería más económicos se le conoce como subrasante económica. La subrasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas, puentes y su elevación es necesaria para evitar humedades perjudiciales a las Terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación. Ésta será de 0.30 m de espesor, compactando el material al 100% de su P.V.S.M. Proctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este inciso.

Pavimento

Pavimento es la capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento y cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las Terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.

Los materiales para revestimiento, sub-bases y bases de pavimento, se clasifican de la siguiente manera:

- a) Materiales pétreos que no requieren ningún tratamiento de disgregado, cribado o trituración
- b) Materiales pétreos que para su utilización requieren tratamiento de disgregado, cribado o trituración
- c) Mezcla de dos o más materiales del grupo a) del grupo b) o de materiales provenientes de ambos grupos.
- d) Materiales de grupos a), b) o c) mezclados con un material asfáltico
- e) Materiales de grupos a), b) o c) mezclados con cemento Portland o una mezcla adecuada de cemento Portland y puzolana
- f) Materiales de grupos a), b) o c) mezclados con cal hidratada y puzolana o cal hidratada y cemento Portland

Sub base hidráulica

Capa o conjunto de capas se construyen sobre la subrasante, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las Terracerías, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales en ellas.

Sobre la subrasante se construirá una capa de sub base de 0.15 m. de espesor utilizando material procedente de los bancos indicados por la empresa constructora. El material que forme esta capa, se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. Pórter Estándar.

La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante en la forma y los volúmenes por estación de 20 m. La longitud máxima de tramo de carretera, para descargar los materiales será fijada por la Secretaría.

En caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. El procedimiento grosso modo, es como sigue:

- a. Con la motoconformadora se hará el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.
- b. Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección acordados en el proyecto, en caso de ser necesario, se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores de 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada.
- c. En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.
- d. Para dar por terminada la construcción de la subbase, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación espesor y acabado de acuerdo con lo proyectado.

Base hidráulica.

Sobre la sub-base terminada se construirá la capa de base hidráulica de 0.20m de espesor utilizando material de bancos de material con operación comercial, que serán cribados a tamaño máximo de 3.8 cm y se colocarán en el tramo de tal manera que al mezclarse con agua y compactados al 98% de su peso volumétrico seco máximo Porter.

Señalamientos

Una vez concluida la obra de ingeniería del camino, se establecerá en toda su longitud el señalamiento adecuado considerando tanto señalamiento vertical como horizontal, utilizando su correcta función, señalamiento tanto preventiva, informativa y restrictiva.

II.3.1.4. Programa de operación y mantenimiento

Programa de operación

Este programa se enfocará en la operación y conservación del cuerpo del terraplén una vez que se haya construido. Entre las actividades que considerará es el repintar de las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas así como mantenimiento de áreas verdes.

A continuación se proporcionan programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la S.C.T, los cuales deben llevarse a cabo para efectuar las labores de mantenimiento de este camino, para que tenga un funcionamiento adecuado y mayor vida útil.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la S.C.T.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro S.C.T.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y reparar aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el anexo PC-2 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
4. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalamiento, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
5. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada al centro SCT correspondiente.
6. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
7. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria

1. Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:

- a. Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
- b. Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
- c. Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- a. Defensas y señales de tipo normal
- b. Obras de drenaje
- c. Obras complementarias de drenaje
- d. Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
- e. Retiro o censura de propaganda no autorizada
- f. Limpieza de cunetas y derecho de vía
- g. Daños en el camino por efecto de accidentes
- h. Contracunetas y subdrenajes
- i. Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- j. Fallas locales de cortes
- k. Postes y fantasmas
- l. Deshierbe y poda de vegetación
- m. Pintura en general
- n. Reposición de señales: Se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse, con el fin de brindar una adecuada señalamiento y prevenir accidentes.
- o. Mantenimiento de taludes: Se tienen que verificar diariamente los taludes, para reportar si existe un cuarteamiento, derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento. El retiro de los materiales sueltos se realizará con trascabos y camión de volteo.
- p. El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pintura, etc. Este mantenimiento se efectúa diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, rencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil del camino.

Mantenimiento Preventivo

Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento.

Mantenimiento Mayor

Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril o de un cuerpo de circulación de la vialidad con el fin de realizar trabajos de rencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

II.4. Programa general de Trabajo

En las Tablas II.9 y II.10 se mostrará el programa general de trabajo; la primera de ellas, contendrá las actividades del proyecto; mientras que la segunda tendrá las medidas de mitigación a aplicar

El trabajo se desarrollará por etapas de ejecución. En la Tabla II.9 se muestra el programa general de trabajo, incluyendo adicionalmente las medidas de mitigación, restauración, rehabilitación y compensación propuestas en este estudio.

Tabla II.9 Programa general de las actividades del proyecto (Primera etapa)

No.	Concepto	Bimestre									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I. Preparación del sitio											
1	Desmonte, despalme y limpieza del sitio	■									
2	Nivelación y compactación del suelo	■									
II. Construcción del sitio											
3	Cortes y rellenos	■									
4	Explotación de los bancos de materiales	■									
5	Excavaciones	■									
6	Cimentaciones, levantamiento de la estructura Construcción de bases	■									
7	Construcción de taludes	■									
8	Pavimentación	■									
Conservación y mantenimiento											
9	Circulación vehicular										PERMANENTE
10	Limpieza del puente y su estructura										PERMANENTE
11	Mantenimiento mayor										CADA CINCO AÑOS

Tabla II.9 Programa general de las actividades del proyecto (Segunda Etapa)

No.	Concepto	Bimestre									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I. Preparación del sitio											
1	Desmonte, despalme y limpieza del sitio	■									
2	Nivelación y compactación del suelo	■									
II. Construcción del sitio											
3	Cortes y rellenos	■									
4	Explotación de los bancos de materiales	■									
5	Excavaciones	■									
6	Cimentaciones, levantamiento de la estructura Construcción de bases	■									
7	Construcción de taludes	■									
8	Pavimentación	■									
Conservación y mantenimiento											
9	Circulación vehicular										PERMANENTE
10	Limpieza del puente y su estructura										PERMANENTE

11 Mantenimiento mayor

CADA CINCO AÑOS

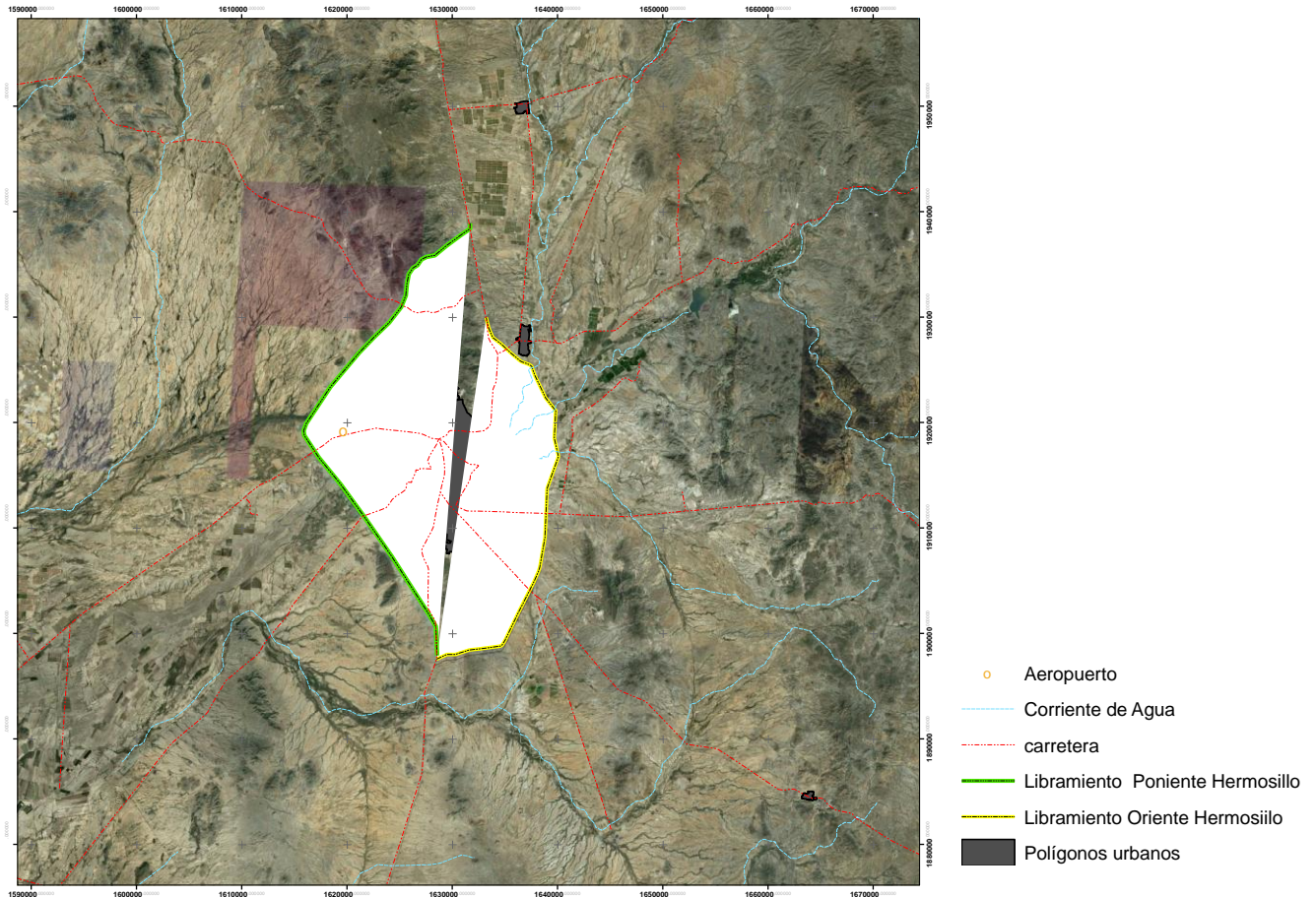
Tabla II.10 Calendario de aplicación de medidas de mitigación (ambas etapas por cuatrimestre)

Medida de mitigación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N*
1. Contratación de un supervisor ambiental	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2. Establecer labores permitidas en las actividades del proyecto.	✓				✓					
3. Establecer límites de horarios de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4. Implementar programa de seguridad	✓				✓					
5. Señalización de zona de obras	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
6. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
7. Transporte adecuado de transporte geológico y residual	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
8. Evitar uso del agua de los cuerpos de agua cercanos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
9. Prohibir quema de vegetación	✓	✓								✓
10. Programa de rescate de reubicación de fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
11. Pasos para fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
12. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	✓	✓	✓	✓	✓					
13. Delimitación de los arboles a derivar en DV	✓	✓								
14. Programa de rescate de Flora	✓	✓	✓							
15. Instalación de un vivero		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
16. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arripe de taludes	✓	✓	✓	✓	✓					
17. Programa de reforestación de DV						✓	✓	✓	✓	✓
18. Colocación de malla orgánica					✓	✓	✓	✓	✓	
19. Hidrosiembra					✓	✓	✓	✓	✓	
20. Colocación de empalizadas cercanas a las distintas vertientes del Río Fuerte						✓	✓	✓	✓	
21. Humedecer áreas de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
22. Explotación de bancos de materiales autorizados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
23. Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
24. Mitigar ruido y vibración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
25. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
26. Planta de asfalto con tecnología anticontaminante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
27. Plan de manejo de disposición adecuada de residuos peligrosos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
28. Uso de baños portátiles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
29. Almacenamiento de aguas grises	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
30. Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Libramiento de Hermosillo, en el estado de Sonora										
Preparación del Sitio										
Construcción del sitio										
Operación y mantenimiento										

II.5. Selección del sitio o trayectorias

De manera inicial se entregaron dos trayectorias para el Libramiento; una de ellas ubicada al poniente de la ciudad de Hermosillo y la otra ubicada en la zona oriente.

Figura II.9 Alternativas de ubicación del Libramiento de Hermosillo



Ambas propuestas de manera inicial estaban incluidas en el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo (con el nombre de “periféricos”) y ambos tienen la finalidad de desviar el tránsito pesado de la zona urbana de Hermosillo se genere y tenga como destino Guaymas (Libramiento Poniente) y el que se dirija o comience en el centro de México o el extranjero (Libramiento Oriente).

Para poder hacer una estimación de la conveniencia de una de las alternativas, hay que realizar un análisis preliminar de los componentes abióticos y bióticos que se afectarán, la fragilidad de los ecosistemas, la extensión de las trayectorias, la presencia de áreas destinadas a la protección de la biodiversidad, los beneficios socioeconómicos y de comunicación a comunidades cercanas, etc.

De lo anterior, continuación se esquematizará en una tabla los motivos valorados para la elección del tramo más adecuado

Tabla II. 11 Evaluación de alternativas propuestas para el Libramiento de Hermosillo

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO		
	<i>Libramiento Poniente</i>	<i>Libramiento Oriente</i>
Longitud total	51.780 Km	41.230 Km
Tipo de obra	Obra nueva	Obra nueva
Superficie de vegetación a remover	59.33 Ha	47.82 Ha
Tipo de vegetación a remover	Forestal, inducida	Forestal, inducida
BIOSFERA		
Integridad de ecosistemas a afectar	La fragmentación se ecosistemas se presenta en las inmediaciones de Hermosillo;	Alta actividad antropogénica a lo largo del trazo, pero disminuye a partir del Km 30+00 hacia el fin del trayecto
Interrupción de escorrentias	Por ser una zona muy plana (trayecto del Río Sonora), en la actualidad al poniente de la ciudad de presentan problemas para el desarrollo urbano por la dificultad de instalar drenaje pluvial y sanitario.	Cruza el cauce del Río Sonora desde la Presa “El Molinito” hasta la presa Abelardo Rodríguez L.; la conservación de este escurrimiento fluvial es vital para Hermosillo, ya que de esta última presa se abastece agua potable a la ciudad.
Creación de un “efecto barrera” para el tránsito de fauna	Afectaría la parte más norteña de la Sierra El Bachoco, cuya vegetación ya ha sido fragmentada por el Boulevard Morelos Norte, además de El cerro de las Víboras hacia el sur	Prácticamente todos los ecosistemas están fragmentados, a excepción del final del trayecto, donde hay mejores condiciones de conservación.
mortandad de fauna por colisiones vehiculares	Se presentaría	Se presentaría aunque en muy baja cantidad, debido a que la fauna se ha retirado hacia sitios más conservados.
Afectación a una ANP	No se presenta	Del Km. 3+627 al Km. 22+586 del trayecto se ubica el polígono del ANP Estatal “Sistema de presas Abelardo Rodríguez L y El Molinito”; la cual a la fecha presenta afectaciones derivadas del cambio de uso de suelo para aprovechar las márgenes del Río Sonora. No existe programa de manejo a la fecha; sin embargo, en el Decreto de esta ANP, se menciona que las obras que se realicen dentro del área de amortiguamiento (donde se ubica el tramo) requerirán de la evaluación de impacto ambiental para poder autorizarse.
Afectación a ecosistemas frágiles	Afectación de vegetación propia de ecosistemas áridos y semiáridos	Afectación de vegetación propia de ecosistemas áridos y semiáridos
Afectación a especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación de biota propia de ecosistemas áridos y semiáridos	Afectación de biota propia de ecosistemas áridos y semiáridos
ENTORNO SOCIOECONÓMICO		
Conexión socioeconómica	Estados Unidos - Guaymas	Estados Unidos – Centro de México
Tipo de propiedad de los terrenos a afectar	Ejidal, privada	Ejidal, privada
Comunidades a beneficiar		
Concordancia del proyecto con los planes de desarrollo federal, estatal, regional y/o local.	Forma parte del PDU de Hermosillo	Parte de los 100 proyectos carreteros prioritarios (por la ubicación señalada en figuras del mismo documento). Forma parte del PDU de Hermosillo

Alternativa Poniente

Desde el punto de vista abiótico, la alternativa poniente ofrece problemas para el desarrollo urbano en virtud de su escasa topografía, la construcción del libramiento en esta zona también representaría un problema para el curso de las escorrentías, ya que se requeriría de un mayor número de obras de drenaje para poder encauzar de manera adecuada las avenidas de agua extraordinarias, pues a pesar de que se trata de una región donde la lluvia es escasa, eventualmente se presentan luego de lluvias intensas generadas por huracanes que azotan el litoral del Pacífico.

La construcción de esta alternativa, afectará también la distribución de fauna dentro de la Sierra El Bachoco, la cual ha sido ya fragmentada por la construcción de un Boulevard; con estas dos construcciones viales atravesando esa sierra, se formarían dos parches y se magnificaría el efecto barrera ocasionado por el Boulevard. Las probabilidades de colisión con la fauna se presentarán y se incrementarán con el paso del tiempo en virtud de la degradación que paulatinamente tendrá en cerro. La reducción de hábitat para la fauna hará que esta se acerque hacia la zona urbana en busca de alimento y refugio, por lo que estará expuesta a atropellamientos o al tráfico ilegal (vivo o muerto).

Alternativa Oriente

De la tabla anterior, se puede observar que si bien este trayecto atraviesa por la zona de amortiguamiento de una ANP, lo hará principalmente sobre tierras agrícolas (en la zona de obras hay un alto grado de perturbación ambiental), afectando zonas forestales primordialmente al final de la ruta. La construcción del Libramiento en ese sitio ayudaría a paliar de manera parcial la pérdida tan importante de vegetación forestal en esa zona, al restituir parte de ella a lo largo del trayecto; de manera adicional, no existe prohibición para la construcción de infraestructura vial, siempre y cuando se haga el estudio de impacto ambiental correspondiente.

La alternativa Oriente del Libramiento siempre se ha manejado porque sería el que canalizaría el flujo vehicular de índole comercial que se genera entre México y Estados Unidos vía Hermosillo-Nogales-Tijuana; la construcción de un libramiento hacia el poniente de Hermosillo para canalizar ese tránsito implicaría al menos recorrer una distancia mayor (10 Km) que restarían de 10 – 15 minutos de trayecto.

La trayectoria más adecuada es la ubicada en el oriente, en virtud de que se localizaría en una superficie con mayor intervención antropogénica (aún cuando exista una ANP) y sería la que menores alteraciones crearía en el entorno.

II. 5. Requerimiento personal e insumos

II.5.1 Personal

El personal que se empleará para la realización de las labores de preparación del sitio y construcción se menciona en la tabla II.12.

Tabla II.12 Requerimientos mínimos de personal.

Etapa	Categoría	Tipo de mano de obra	Tipo de Empleo	Cantidad	Disponibilidad Regional
Todas las etapas del proyecto	Superintendente de obra	Calificada	Permanente	1	Si
	Supervisor Ambiental	Calificada	Permanente	4	Si
	Biólogos especialistas en zoología	Calificada	Permanente	6	Si
	Biólogos especialistas en botánica	Calificada	Permanente	6	Si
	Dibujante	Calificada	Permanente	4	Si
	Técnico en computación	Calificada	Permanente	4	Si
	Administrativo	Calificada	Permanente	2	Si
	Auxiliar administrativo	Calificada	Permanente	2	Si
	Jefe de Laboratorio	Calificada	Permanente	1	Si
	Secretaria	Calificada	Permanente	1	Si
	Sobresante	Calificada	Permanente	2	Si
	Residente de obra	Calificada	Permanente	2	Si
	Mecánico	Calificada	Permanente	4	Si
	Ayudante de mecánico	No calificada	Permanente	4	Si
	Estadleros	Calificada	Temporal	8	Si
	Topógrafo	Calificada	Permanente	2	Si
	Cadenero	Calificada	Temporal	4	Si
	Mecánico	Calificada	Temporal	2	Si
	Laboratorista	Calificada	Permanente	1	Si
	Aux. de laboratorio	Calificada	Temporal	2	Si
Ayudantes	No calificada	Temporal	50	Si	

II.5.2 Insumos

a) Recursos naturales renovables.



No aplica

Preparación del sitio

Campo

- Agua potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 8 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos en las tiendas locales.
- Agua Cruda: Solo en caso de requerirse para riego (mitigar polvos) se abastecerá mediante pipas. Compra directa en pozos que se localizan en zonas aledañas al camino.

Construcción

Campo

- Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 10 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos en las tiendas locales.
- Agua Cruda: Será adquirida mediante la contratación de pipas en la localidad y transportadas al área del proyecto, su requerimiento es principalmente para riego de la base y subbase (terracerías), la cual se realizara directamente con la pipa; por lo cual, no es necesario el almacenamiento de la misma. Se mantendrá en el área del proyecto para trabajos menores a un tambo de 200 L. En la etapa de pavimentos se requiere agua cruda para el mezclado del concreto.

También se empleará agua cruda para las actividades de repoblación de vegetación una vez concluida la etapa de construcción.

Tabla II.13 Requerimiento de Agua Cruda Total.

Total	Cantidad en litros (L) por cuerpo carretero
Repoblación de vegetación arbórea y arbustiva	10,000
Terracerías, obras de drenaje y pavimentos	1'647,000



b) Materiales y sustancias

Estas se dividirán en 2 categorías: trabajos ambientales, y actividades de la obra, los cuales se detallarán en las Tablas II.14 y II.15

Tabla II.14 Materiales requeridos para las actividades de índole ambiental.

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad
Vehículo sedan	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	2
Impresora hp laser jet	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	2
Computadora de escritorio Pentium IV	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	5
Cámara de video	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	3
GPS	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	3
Camioneta pick-up	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	2
Radio comunicadores	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	6
Cámara fotográfica digital	Todo el proyecto	Empresa de suministro	Adquisición	5
Bolsa de plástico modelo vk-12	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	150
Bolsas herpetológicas modelo lf36	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	15
Guantes de carnaza	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Antialacránico, anticrotático, viperino y sacaveneno	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10 lotes
Carnada para mamíferos pequeños y medianos	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5 lotes
Cuerda de ½ pulgada de ancho	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5
Marcador negro delgado	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	15
Palos de madera	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Bolsas de lona	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	15
Redes ornitológicas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5

Redes de niebla para murciélagos	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	4
Frascos de sello herméticos esterilizados	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	150
Paquete de fitohormonas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	3 lotes
Agar	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	3 Kg
Secante	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2 Kg
Botes rígidos tipo maceta de 15 cm diámetro	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	450
Plástico especial para invernadero	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	75 m2
Postes para colocar el plástico	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	4
Paquete para riego	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	1 lote

Tabla II.14 Materiales requeridos para las actividades de índole ambiental (continuación)

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad
Emisor sonoro	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	1
Binoculares de 10x8x21	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	3
Bastones herpetológicos	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	5
Trampa de jaula Havahart, modelo 2074001	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274000	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274002	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274004	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274008	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa de jaula Havahart, modelo 274005	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa plegable modelo LFA,	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa plegable modelo LFATD6,	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa plegable modelo XLK	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa sherman no plegable, modelo LNA	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Trampa sherman no plegable modelo 3310A	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	10
Sierra para ramas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2
Motosierra	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2

Claves de identificación de flora y fauna	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2 lotes c/u
Palas de pico	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2
Palas planas	Preparación del sitio	Empresa de suministro	Adquisición	2

Tabla II.15 Materiales requeridos por etapas del proyecto (para cada cuerpo)

Material	Etapas	Fuente de suministro	Forma de traslado	Cantidad	
Producto de los cortes	Terraplenes	Bancos de préstamo	Tractor D-8	62,400	m ³
Agua	Terraplenes	Empresa de suministro	Camión pipa	550,000	L
Cemento	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Adquisición	3.18	Ton.
Grava	Obras de drenaje	Bancos de préstamo	Adquisición	5.2	m ³
Arena	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Adquisición	2.5	Ton
Piedra	Obras de drenaje	Bancos de préstamo	Adquisición	-----	m ³
Agua	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Camión pipa	35,000	L
Varilla	Obras de drenaje	Empresa de suministro	Adquisición	3,500	kg
Base (grava/arena del banco de material)	Pavimentos	Empresa de suministro	Motoconformadora	3700	m ³
Cemento	Pavimentos	Empresa de suministro	Adquisición	787,000	kg
Agua	Pavimentos	Empresa de suministro	Adquisición	1,140,000	L
Base (grava/arena del banco de material)	Pasos para fauna	Empresa de suministro	Motoconformadora	150	m ³
Cemento	Pasos para fauna	Empresa de suministro	Adquisición	1'250,000	kg

II.6. Generación, manejo y disposición de residuos

Durante la etapa de preparación del sitio el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipo se realizará en talleres, en caso de realizarse en el sitio del proyecto, el aceite gastado, estopas impregnadas y envases relacionados, se dispondrán a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT y la SCT para el manejo, transporte y disposición de residuos peligrosos.

II.6.1 Infraestructura para la minimización de residuos

En cada frente de trabajo se colocarán contenedores para a basura excepto aquella que pueda tener aceite o algún solvente, estos se pondrán en otro recipiente de menor capacidad tapándose después de tirar los residuos.

El supervisor del tramo, cada semana, se llevará ambos contenedores, el primero será entregado a la empresa contratada por la SCT, autorizada por la SEMARNAT, para el manejo adecuado de estos residuos; el segundo será depositado donde lo indique la autoridad.

II.6.2 Medidas de seguridad.

Durante la preparación del sitio y construcción se generarán residuos de combustible (diesel y/o gasolina), aceites y lubricantes. Para evitar derrames sobre el suelo, estos se depositarán en un almacén donde los trabajadores lo mantendrán cerrado. Asimismo se contempla lo siguiente, para estas etapas:

- Los trabajadores contarán con equipo de seguridad como cascos, guantes y botas de seguridad.
- Se contará dentro de la obra un botiquín para la atención de primeros auxilios y con medicamentos para molestias leves.
- El contratista que ejecute la obra deberá asegurar a sus trabajadores con sus respectivos salarios ante el IMSS y considerar las garantías establecidas para cada trabajador.

Se prohibirá a los camiones de volteo, realizar cualquier obra de mantenimiento dentro del área del proyecto, en caso de realizarse el trabajador colocará plásticos en el área donde realizará el mantenimiento.

Para la maquinaria pesada, se ubicará un sitio especial con suelo poco permeable, recubierto de una geomembrana gruesa, para que se realice el mantenimiento. En esta área se colocarán señales alusivas para evitar el derrame de combustible y se implementarán tambos para el desecho de estopas, latas de aceites filtros de aceite y envases de cualquier otro combustible. Para el manejo de estos tambos, una vez que estén llenos se contratará a una empresa autorizada para su manejo o serán llevados a la gasolinera más cercana.

Se estima que de manera general en todas las actividades del proyecto, se generen tres tipos de residuos:

Residuos sólidos.

El primer grupo de éstos, serán producto del desmonte y despalme, y estarán conformados por restos vegetales y de suelo. El material vegetal desmontado se donará a las comunidades beneficiadas por el camino para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos). La hojarasca que se produzca y no pueda aprovecharse, se empleará como material orgánico para elaborar compostas, que se utilizarán en las labores de reforestación.

Los residuos sólidos que se produzcan durante las nivelaciones y cortes en parte se reutilizarán para la construcción de terraplén, mientras que los sobrantes se pueden disponer bien sea para el arroje de bancos de materiales y taludes, así como para habilitar frentes de bancos que se encuentren en desuso.

Se estima que en las obras participen alrededor de 120 personas en un lapso de 54 meses. De lo anterior, se considera que el 80% de los residuos sólidos domésticos se producirán en los sitios de residencia de los trabajadores, mientras que el 20% restante se generarán en los frentes de obra.

El factor diario de generación de basura estimado por persona es de 0.450 Kg, por lo que se estima que diariamente, en el frente de obra se producirán 54 Kg, para un total de 87,480 Kg de basura durante toda la ejecución de la obra.

Se dispondrán por cada frente de trabajo, dos botes de plástico de 200 L con tapa de dos colores para separar residuos en orgánicos e inorgánicos; y al menos cada tercer día, se retirarán los residuos del sitio de obras.

Residuos líquidos.

Se espera únicamente la generación de aguas grises como resultado del lavado de manos de los trabajadores al momento de ingerir sus alimentos. Se espera que se produzcan al día 40 L aprox. Este líquido se coleccionará en una tina ubicada por cada frente de trabajo, la cual diariamente se vaciará en tambos de plástico de 20 L de capacidad, y se depositará en el drenaje del campamento.

No se generarán residuos líquidos por uso sanitario, pues se instalarán sanitarios portátiles del tipo sanisecos; los cuales serán arrendados por la constructora y cuyo mantenimiento correrá a cargo del personal de la empresa de sanitarios.

Residuos gaseosos.

Durante casi todas las actividades del proyecto se generarán polvos, así como gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria que operen durante la preparación y construcción del sitio.

Si bien, una vez realizado la carretera, se espera que el tránsito de vehículos sea de 1000 - 5000 unidades diarias, el patrón de vientos, temperatura y humedad relativa, son factores que permiten la rápida dispersión de

contaminantes gaseosos a la atmósfera, por lo que se espera que estas emisiones no sean significativas como para alterar las condiciones atmosféricas de la zona.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS OBJETOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En este capítulo se realizará el análisis de las políticas en materia ambiental a los diferentes niveles de gobierno (estatal, regional y municipal) en la región donde se llevará a cabo el proyecto, para que exista una congruencia entre el proyecto y las estrategias de conservación del entorno natural establecidas en ellos; de esta manera se podrá asegurar que no exista obstrucción con algún otro plan, programa o proyecto de desarrollo urbano y/o ecológico de la región. De la misma manera en este capítulo se explicará la forma en la cual la SCT cumplirá con la normatividad en materia de medio ambiente.

Sonora, es uno de los 31 estados que junto con el Distrito Federal conforman las 32 Entidades Federativas de México. Colinda con los estados de Chihuahua al este, Sinaloa al sur y Baja California al noroeste; al norte comparte una extensa frontera con el estado de Arizona y una más pequeña con el de Nuevo México de Estados Unidos y hacia el oeste colinda con el Mar de Cortés o Golfo de California. El estado se divide en 72 municipios y ocupa el segundo lugar nacional en extensión (el primer lugar lo tiene Chihuahua), con un 9.2% del total del territorio mexicano.

Por su ubicación en la franja fronteriza, la actividad socioeconómica del Estado de Sonora está fuertemente vinculada a la socioeconomía estadounidense y por consiguiente, al intercambio comercial que existen entre nuestro país y el vecino del norte. La dotación de infraestructura carretera es vital para la competitividad regional, principalmente para la atracción de inversiones puesto que las carreteras en sí son un factor intermedio en el proceso productivo (Lara et al., 2007).

Sonora es un estado que en los últimos 30 años ha recibido una fuerte inversión de capitales extranjeros a través de numerosas maquiladoras e industrias variadas que han modificado la actividad económica del estado de preponderantemente primaria (donde la agricultura, ganadería, pesca y minería eran las principales) hacia secundaria enfocada a la transformación.

La fuerte actividad industrial que se genera día a día y que va en aumento por efecto de la globalización de los mercados, requiere la movilización constante de productos hacia ambos lados de la frontera norte. Por su ubicación en la frontera y sobre la ruta de la Carretera Federal No. 15 (Nogales– México), el tránsito vehicular tanto pesado como de pasajeros necesita ser desviado del centro de la población de Hermosillo, lo que ahorrará tiempos de traslado en la región.

El estado de Sonora representa el 6.7% de la red carretera existente en la República Mexicana, ocupando el segundo lugar respecto al resto de los estados. Tan sólo superado por Jalisco, Sonora cuenta con el segundo nivel de brechas mejoradas, representadas con el 19.7% a nivel país.



De las carreteras pavimentadas, el estado cuenta con el 4.1% del total y está ubicado en la tercera posición, superado por Chiapas y Michoacán. De éstas últimas, respecto a las carreteras de dos carriles, Sonora tiene el 4.6% y ocupa la sexta posición; dicha posición es mejorada llevando a la entidad al segundo lugar en carreteras de cuatro carriles, superado sólo por Chihuahua.

A pesar de lo anterior, la red carretera de Sonora no es suficiente para desarrollar el potencial de las actividades económicas estratégicas de la entidad, en virtud de que incluso conforme al índice de competitividad en infraestructura del Estado, el crecimiento de la densidad carretera es la principal debilidad que enfrenta la entidad en este rubro.

III.1 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS SECTORIALES NACIONALES Y REGIONALES.

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo, se establecen cinco ejes de política pública sobre los que se instauran acciones transversales dentro de los ámbitos económico, social, político y ambiental y, donde cada acción contribuirá a lograr los objetivos nacionales.

Los ejes que contempla este Plan, son los siguientes:

1. Estado de Derecho y seguridad
2. Economía competitiva y generadora de empleos
3. Igualdad de oportunidades
4. Sustentabilidad ambiental
5. Democracia efectiva y política exterior responsable

Este documento asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

Sin embargo, el deterioro del medio ambiente va relacionado con el crecimiento poblacional y a su vez, está frecuentemente asociado a la falta de oportunidades para amplios sectores de la población. Bajo la óptica del Desarrollo Humano Sustentable, la generación de oportunidades, libera a algunos ecosistemas del efecto depredatorio ocasionado por las actividades de subsistencia propias de las comunidades, en virtud de la diversificación de empleos.

Es en este punto, donde el Proyecto del Libramiento de Hermosillo se vincula con el Plan Nacional de Desarrollo; de manera particular con los ejes 2 y 4

Tabla III.1 Ejes de la política nacional (PND) con los que se vincula el proyecto

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de Acción
<p>Eje 2 Economía competitiva y generadora de empleos. La infraestructura constituye un insumo fundamental para la actividad económica de un país. Esta es un determinante esencial del acceso a los mercados, del costo de los insumos y de los bienes finales. Asimismo, existen sectores que, por su importancia en el ámbito de desarrollo regional y de generación de empleos, son fundamentales, como el sector primario, las pequeñas y medianas empresas, la vivienda y el sector turismo.</p>	<p>Objetivo 5 Potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana para lograr un crecimiento económico sostenido y acelerar la creación de empleos.</p>	<p>Estrategia 5.6 Aprovechar el entorno internacional para potenciar el desarrollo de la economía mexicana.</p>	<p>Fortalecer el proceso de integración de México en la economía mundial mediante, entre otras medidas, el impulso al desarrollo de un sistema de comercio multilateral más sólido que favorezca el mayor intercambio de bienes y servicios</p>
	<p>Objetivo 14. Garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en todo el país y con el mundo, así como hacer más eficiente el transporte de mercancías y las telecomunicaciones hacia el interior y el exterior del país, de manera que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas comparativas con las que cuenta México</p>	<p>Estrategia 14.8 Abatir el costo económico del transporte, aumentar la seguridad y la comodidad de los usuarios, así como fomentar la competitividad y la eficiencia en la prestación del servicio de transporte.</p>	<p>Modernizar la red carretera, así como mejorar su conectividad brindando continuidad a la circulación a través de la construcción de obras que permitan mejorar los accesos a regiones, ciudades, puertos y fronteras.</p> <p>Asignar recursos de manera más eficiente en materia de conservación de carreteras, para que éstas operen en mejores condiciones y conforme a estándares internacionales, logrando con ello reducir el Índice de accidentes en la red carretera y los costos de operación de los usuarios.</p>

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de Acción
-----	----------	------------	-----------------

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de Acción
<p>Eje 4. Sustentabilidad ambiental</p> <p>Como eje transversal de las políticas públicas debe ponerse en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos, particularmente los de infraestructura y los del sector productivo sean compatibles con la protección al ambiente.</p>	<p>Selvas y Bosques. Objetivo 3 Frenar el deterioro de las selvas y bosques en México. En la presente Administración será prioritario proteger la cobertura vegetal del país e incrementar la superficie bajo esquemas de protección y de manejo sustentable. Para la conservación y manejo de los bosques y selvas se fortalecerá la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y, junto con el programa Pro Árbol y otros esquemas de manejo sustentable, coadyugarán en la atención a los problemas de marginación y pobreza, para así generar desarrollo y expansión económica a partir de la valoración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p>	<p>Estrategia 3.1 Realizar programas de restauración forestal en todo el territorio nacional como esquema de conservación de ecosistemas.</p>	<p>Con el fin de recuperar la cobertura forestal del país, se incrementarán los apoyos destinados a las acciones de reforestación, incluyendo su protección y mantenimiento, así como para obras de conservación y restauración de suelos, diagnóstico y tratamiento fitosanitario. Estas acciones se realizarán con la participación directa de los dueños de los terrenos con aptitud forestal para mejorar la efectividad de los programas, a la vez que se generan empleos en las zonas rurales.</p>
	<p>Gestión y Justicia en materia ambiental. Objetivo 6 Garantizar que la gestión y la aplicación de la ley ambiental sean efectivas, eficientes, expeditas, transparentes y que incentive inversiones sustentables</p>	<p>Estrategia 6.2 Fomentar la participación del sector privado en la incorporación de prácticas de ecoeficiencia en sus actividades productivas y en el desarrollo de la infraestructura ambiental</p>	<p>Los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos de la Administración Pública Federal serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.</p>
	<p>Ordenamiento Ecológico Objetivo 9 Identificar y aprovechar la vocación y el potencial productivo del territorio nacional través del ordenamiento ecológico, por medio de acciones armónicas con el medio ambiente que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.</p>	<p>Estrategia 9.3 Propiciar el desarrollo ordenado, productivo y corresponsable y la recuperación de los suelos nacionales con criterios de sustentabilidad, para aprovechar eficientemente su potencial a partir de su vocación</p>	<p>Uno de los componentes naturales importantes en la determinación de la aptitud del uso del territorio lo constituye el suelo. Identificar su potencialidad y su deterioro permitirá identificar las áreas de mayor aptitud para la realización de las diferentes actividades sectoriales y promover la armonización de las competencias de los tres órdenes de gobierno para el uso del suelo.</p>

De acuerdo a lo anterior, el proyecto se ajusta a ambas directrices del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, ya que por un lado la presencia de un libramiento vial permitirá el traslado más rápido de bienes, servicios y personas cuyo destino no sea Hermosillo, favoreciendo con esto el incremento de operaciones comerciales que transiten por la región, que son de índole internacional principalmente dada la ubicación geográfica y estratégica de esta población.

Por otra parte, si bien estamos hablando de una región desértica con vegetación escasa; la conservación de los parches de vegetación ubicados primordialmente en las zonas de lomeríos se torna esencial en virtud de que éstos actúan como islas de biodiversidad en el desierto sonorense.

La construcción del Libramiento se realizará de tal manera que se conserven las características naturales de la región, a través de la aplicación puntual y correcta de la normatividad ambiental aplicable, la cual se detallará más adelante dentro de este mismo capítulo.

III.1.2 Programa Nacional de Infraestructura (PNI) 2007-2012

Este Programa se deriva del Plan Nacional de Desarrollo y parte del reconocimiento de que la infraestructura es un requisito imprescindible para avanzar más rápidamente en el cumplimiento de tres propósitos centrales para el desarrollo de México, donde el referente al presente proyecto es elevar la competitividad de las regiones porque reduce los costos y tiempos de transporte, facilita el acceso a mercados distantes, fomenta la integración de cadenas productivas e impulsa la generación de empleos.

El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece los objetivos, estrategias, metas y acciones para aumentar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura del país. Al respecto se ha previsto la inversión de recursos para los diferentes sectores de la siguiente manera:

Tabla III.2 Inversión estimada por fuente de financiamiento 2007-2012

Miles de millones de pesos de 2007			
Sector	Recursos públicos	Recursos privados	Total
Carreteras	159	128	287
Ferrocarriles	27	22	49
Puertos	16	55	71
Aeropuertos	32	27	59
Telecomunicaciones	19	264	283
Total	253	496	749

Fuente: SCT, 2007

Siendo evidente que el rubro de carreteras es el que concentra el 38.31 % del total de recursos previstos, denotando la importancia del mismo.

Tabla III.3 Objetivos, Estrategias y Metas del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012

Objetivos	Estrategias	Líneas de Acción
Convertir a México en una de las principales plataformas logísticas del mundo, aprovechando nuestra posición geográfica y nuestra red de tratados internacionales	Completar la modernización de los transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos fronteras y otros centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.	Construir o modernizar 17 598 km de carreteras y caminos rurales incluyendo la terminación de 12 260 km que corresponden a 100 proyectos carreteros completos.
Incrementar el acceso de la población a los servicios públicos, principalmente en las zonas de mayores carencias.	Desarrollar ejes interregionales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera	Incrementar de 72 % a 90 % de la red federal que opera en buenas condiciones conforme a estándares internacionales
Eleva la cobertura, calidad competitividad de México.	Dar atención especial a la construcción de libramientos y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular	Reducir el índice de accidentes de 0.47 a 0.25 por cada millón de vehículos-kilómetro.
	Mejorar el estado físico de la infraestructura carretera y reducir el índice de accidentes	

Acorde al Programa Nacional de Infraestructura, el Libramiento de Hermosillo se incluye dentro de la estrategia número 3, además de formar parte de las obras que se realizarán para la modernización del corredor transversal México – Nogales con ramal a Tijuana; lo anterior hace que este proyecto tenga vinculación completa con el Plan Nacional de Infraestructura.

III.1.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCT) 2007-2012

El presente programa, se estructura en torno a cuatro objetivos sectoriales que marcan el quehacer durante la presente administración: 1) incrementar la cobertura geográfica y social de la infraestructura, 2) mejorar su calidad y eficiencia, 3) incrementar sus niveles de seguridad y 4) convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo.

Con base en lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2007-2012) y en el Programa Nacional de Infraestructura (PNI 2007-2012), se formularon cuatro objetivos sectoriales de comunicaciones y transportes, en los que, la cobertura carretera es el más importante, ya que se tiene una meta para el año 2012 de 1757 Kilómetros modernizados en corredores interestatales; es decir, prácticamente siete (7) veces más de los 254 Kilómetros modernizados de carreteras existentes para el año 2006.

No obstante, la perspectiva de crecimiento a mediano plazo dentro de la infraestructura carretera no es tan optimista, ya que es en este subsector que se presentan rezagos importantes y cuyo abatimiento se considera prioritario en el Programa Sectorial. La problemática detectada en el área es la siguiente:

Tabla III.4 Problemática detectada en el sector de infraestructura carretera

SUBSECTOR	PROBLEMATICA	TEMAS PRIORITARIOS 2007-2012
Infraestructura Carretera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Deterioro de las condiciones de la red ■ Falta modernización de corredores carreteros ■ Falta continuidad de corredores en zonas urbanas ■ Problemas de congestionamiento en tramos de la red básica ■ Necesidad de mejoramiento de caminos rurales ■ Alto índice de accidentes y numerosos puntos de conflicto ■ Falta capacidad de respuesta para la atención de proyectos y simplificación administrativa ■ Recursos insuficientes 	<ul style="list-style-type: none"> a. Nuevos esquemas de financiamiento de infraestructura (NEC, PPS y AA) b. Programa Carretero 2007-2012 (100 proyectos estratégicos) c. Eficiencia operativa y conexión de corredores (libramientos, entronques, distribuidores y accesos) d. Modernización de corredores interestatales e. Modernización de caminos rurales y carreteras alimentadoras f. Conservación y atención de puntos de conflicto g. Modernización de la gestión del sistema carretero nacional

A continuación, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción que tienen una estrecha relación con el proyecto de interés (Tabla III.5) y que básicamente se relacionan con la “infraestructura”, el “enfoque regional” y la “sustentabilidad”.

Tabla III.5 Objetivos, estrategias y líneas de acción del Sector vinculados con el proyecto carretero Libramiento de San Hermosillo

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el Sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.	Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país.	Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.	Al ubicarse dentro del Eje Troncal Longitudinal México – Nogales con ramal a Tijuana, el Libramiento de Hermosillo se considera como una obra que comunicará a al Noroeste del país con el centro.
		Llevar a cabo un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana, contribuyendo al reordenamiento urbano y a la disminución de emisiones contaminantes por la descongestión de vialidades.	El Libramiento de Hermosillo se ubica dentro de los 100 proyectos carreteros prioritarios para ejecutar en este sexenio, motivo por el cual la vinculación con este punto es total, ya que sus objetivos se ajustan a las metas mencionadas en las líneas de acción correspondientes a este Plan Sectorial.
Autotransporte Federal			
Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el Sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.	Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de la infraestructura complementaria del autotransporte, a fin de apoyar la adecuada prestación de los servicios.	Promover inversiones privadas y públicas en infraestructura complementaria del autotransporte para proporcionar servicios seguros, eficientes y de calidad.	La construcción de una carretera siempre es un indicador de desarrollo urbano e manifiestamente favorecerá la amplitud de la cobertura tanto en la infraestructura carretera como el Autotransporte Federal, promoviendo de esta forma tanto a la iniciativa privada como a la pública la participación pública

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
COMPETITIVIDAD			
Infraestructura Carretera			



<p>Convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo, aprovechando sus ventajas geográficas y comerciales e incorporando de manera continua las nuevas tecnologías en el desarrollo del sector para detonar el comercio exterior e interior y el crecimiento económico del país.</p>	<p>Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país.</p>	<p>Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.</p>	<p>En lo que se refiere a la competitividad se puede determinar una relación directa con la cobertura y la calidad, ya que si estos dos aspectos se cumplen podemos estar seguros de que el nivel de competitividad se elevará, esto se traduce en desarrollo económico y social. Esto es especialmente importante para la etnia tarahumara, que ha sido marginada.</p> <p>Esta carretera forma parte del Corredor Troncal Longitudinal Nogales – México con Ramal a Tijuana; además de que forma parte de los 100 proyectos carreteros prioritarios.</p> <p>La ejecución de este proyecto está contemplada dentro de las políticas sectoriales para este sexenio, por lo que la correspondencia con la planeación referente a la infraestructura vial es total</p>
--	--	--	---



III.1.4. Programa sectorial del medio ambiente y recursos naturales 2007-2012 (PSMAyRN).

Este programa argumenta que la sustentabilidad ambiental es cada vez más importante para nuestro desarrollo porque el agotamiento y la degradación de los recursos naturales renovables y no renovables representan crecientemente una restricción para la realización adecuada de las actividades productivas, y por tanto para la generación de oportunidades de empleo y generación de riquezas.

Dentro de los fines que contempla el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007–2012, está el impulsar el Desarrollo Humano Sustentable, entendido como el proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna, sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

Este programa se encuentra dividido en seis componentes que en conjunto establecen los ejes rectores de dicho plan, quedando de la siguiente forma:

1. **Agenda Verde.** Conservación y Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Terrestres y su Biodiversidad.
2. **Agenda Gris.** Prevención y Control de la Contaminación.
3. **Agenda azul.** Gestión integral de los recursos hídricos.
4. **Tranversalidad** de políticas públicas para el desarrollo sustentable e integración territorial.
5. **Modernización** de los instrumentos y de la gestión ambiental y de los recursos naturales.
6. **Ciencia y tecnología.** Investigación científica y tecnología ambiental con compromiso social.

De los ejes anteriormente mencionados, el presente proyecto cumple en su ejecución con cuatro de ellos: la Agenda Verde, la Agenda Gris, la Agenda Azul y la Transversalidad de Políticas Públicas. A continuación se describe la vinculación de forma particular:

III.1.4.1. Agenda Verde. Conservación y Aprovechamiento sustentable de los Ecosistemas Terrestres y su Biodiversidad.

México es un país privilegiado por la diversidad y riqueza de sus recursos naturales, mismos que han constituido desde siempre la base del desarrollo nacional, proporcionando productos, insumos, servicios y espacios para los quehaceres de la economía y la generación de riqueza, lo que a su vez promueve el desarrollo nacional.

Desafortunadamente, el desarrollo económico se ha privilegiado por encima de los costos ambientales netos y la transformación del medio ambiente para crear riqueza ha sido en la mayoría de los casos destructiva, sin que esta destrucción ambiental haya repercutido en una mejora en la calidad de vida y la economía de los distintos sectores de la sociedad, especialmente de los que viven en condiciones de mayor marginación en el país. Por tales motivos el PSMAyRN contempla una serie de objetivos enfocados a la conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad.

Los objetivos planteados en el PSMaYRN dentro de su agenda verde y con los cuales se pueden vincular una o más características o métodos de ejecución del presente proyecto se describen en la Tabla III.6:



Tabla III.6. Objetivos de la agenda verde del PSMaYRN vinculados al proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
1. Conservar los ecosistemas y su biodiversidad	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Fortalecer la conservación en Áreas Protegidas.	<p>Dentro de las dos alternativas del Libramiento a evaluar, la opción del oriente atraviesa el Área Natural Protegida Estatal con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica el sistema de presas "Abelardo Rodríguez Luján - el Molinito; esta ANP contiene dos áreas núcleo, las cuales se circunscriben a los vasos de ambas presas y en estas mismas se prohíbe toda actividad que desequilibre el ambiente.</p> <p>El trazo del Libramiento Oriente atraviesa por la zona de amortiguamiento de esta ANP, por lo que la ejecución de cualquier obra o actividad, pública o privada, que pretenda desarrollarse dentro de la zona, deberá contar con la presente manifestación de impacto ambiental correspondiente.</p> <p>Dentro del capítulo VI del presente documento se describirán las medidas de mitigación a aplicar durante las diversas actividades de la obra de tal manera que se minimicen los daños dentro del polígono del ANP, y sobre todo hacia la superficie que por cuestiones de pendiente se dirige directamente hacia el vaso de la presa Abelardo Rodríguez L.</p> <p>Por otra parte, la zona donde se propone el Libramiento Poniente, se encuentra del lado opuesto de la ANP, quedando la zona urbana entre ambos, de tal motivo que en caso de realizarse la construcción del Libramiento en este sitio, los impactos ambientales generados no tendrán repercusiones en la biodiversidad de esta ANP.</p> <p>Con respecto a la presencia de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad de la CONABIO, ambas alternativas se encuentran a una distancia aproximada de 6 Km al Norte de la Región Terrestre Prioritaria conocida como "Sierra Libre", de la cual se encuentra físicamente separada por la cuenca fluvial del Arroyo La Poza, por lo que los impactos ambientales generados por este proyecto no tendrán influencia ni directa ni indirecta con esta RTP incluyendo la vegetación riparia a las orillas del Arroyo.</p> <p>A pesar de que no existirá afectación en áreas naturales protegidas o en sitios de interés para conservación de la biodiversidad, la vegetación en la región es escasa, por lo que se hace necesario una vez terminadas las obras, realizar un programa de reforestación con especies nativas (el cual se anexa al presente documento) con el fin de evitar a mediano y largo plazo un incremento en los procesos de erosión y desertificación de la zona.</p>
3. Restaurar y reforestar las tierras forestales degradadas y deforestadas.	1. Restauración de ecosistemas y suelos	Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de	<p>La zona donde se realizará el proyecto, posee una cubierta vegetal escasa, por lo que la remoción de la existente puede generar un incremento en las tasas de erosión del suelo al conjugarse con la remoción de vegetación ocasionada por la puesta en marcha de otros procesos productivos en la región.</p> <p>A fin de que la construcción del Libramiento no signifique un aumento en la erosión de los suelos de la</p>

	<p>conservación y restauración de suelos y reforestación con atención especial a áreas críticas, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los suelos.</p>	<p>región, la SCT se compromete a realizar acciones encaminadas a la estabilización de suelos y a la reforestación de los mismos, actividades que se detallarán en los programas anexos al presente estudio.</p>
--	--	--



III.1.4.2. Agenda gris Prevención y control de la contaminación.

Las actividades económicas vinculadas a los procesos sociales ejercen presión sobre los recursos naturales, influyendo así en su disponibilidad y calidad, entre los que se encuentran, la demanda y los procesos de producción con la finalidad de satisfacer las necesidades del mercado. Por otro lado, los contaminantes que llegan al ambiente no son más que materias primas y energía que no han sido aprovechados completamente en la fabricación de bienes de consumo o la provisión de servicios, ocasionando así afectaciones e impactos a los diferentes medios y ecosistemas.

El objetivo primordial es construir y mantener los caminos que por su importancia social son necesarios para comunicar a las zonas más apartadas de los grandes centros urbanos y de esta manera se relaciona directamente con las actividades económicas y de procesos productivos en la región, por lo que es de esperarse que mientras en la etapa de construcción la contaminación atmosférica aumentará, una vez que esté en operación, la contaminación atmosférica disminuirá por la agilidad que brindara su existencia.

El Plan Nacional de Desarrollo identifica la protección de la atmósfera y la contribución de México en la lucha contra los efectos del cambio climático como una de los principales objetivos a lograr en la presente administración. En este sentido, la visión de la Secretaría es realizar las acciones necesarias de prevención y control de la contaminación atmosférica con un enfoque integral, transversal y de sustentabilidad ambiental, de forma que todas las iniciativas y los esfuerzos permitan lograr beneficios en los ámbitos local, regional y global.

Como es sabido, el crecimiento poblacional trae consigo el crecimiento urbano, factor que representa a futuro problemáticas ambientales en materia de tránsito de vehículos automotores, flujo de transporte de materias, bienes y servicios. En este sentido la construcción de libramientos, distribuidores y vialidades adecuadas para el flujo constante de vehículos es de vital importancia para contribuir a la reducción de partículas contaminantes que alcanzan altos niveles de emisión en localidades con inadecuadas vialidades o la inadecuada implementación e incluso inexistencia de programas de desarrollo urbano. La ejecución del presente proyecto se alinea a normativas ambientales y contribuye a tres lineamientos de cuidado de la atmósfera descritos en la agenda gris del PSMAyRN su vinculación se describe en la Tabla III.7.

Tabla III.7 Objetivos de la agenda gris del PSMAyRN vinculados al proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
4.1.2. Control y prevención de la contaminación atmosférica; Reducir la emisión de gases y sustancias químicas de impacto regional y global.	2. Mejorar la generación y transferencia del conocimiento sobre contaminantes atmosféricos para la toma de decisiones	<p>Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se pondrán en marcha diversas medidas de mitigación para las actividades que emitan contaminantes a la atmósfera. Se supervisará de manera constante la correcta aplicación de estas medidas para asegurar la reducción de contaminantes atmosféricos generados por motivo de la construcción de esta obra, bien sean de tipo gaseoso (maquinaria, equipo) y particulado (Polvos).</p> <p>Se deberá dar mantenimiento constante a la maquinaria y el equipo a fin de verificar que no se rebasen las emisiones gaseosas listadas en la NOM correspondiente</p>

<p>4.2.1. Lograr el manejo integral de los residuos mediante la aplicación de los instrumentos, las acciones y las estrategias contemplados en el marco legal vigente.</p>	<p>2. Fomentar el manejo integral de los residuos</p>	<p>Todos los residuos pétreos deberán de acamellonarse conforme se vayan generando a un lado del camino y necesariamente se removerán del sitio menos dos veces por semana hacia los bancos de materiales más cercanos, a fin de evitar que se generen polvos.</p> <p>Por otra parte, los residuos orgánicos (pastizales y herbáceas), deberán triturarse lo más pronto posible después de ser retiradas del sitio, ya que si el material vegetal seco se deja acumular a la intemperie durante la primavera, es un potencial generador de incendios forestales que afecten la calidad del aire de la región. Este material pues emplearse para la generación de composta que se utilizará como abono para reforestar la zona aledaña a la superficie entre cerros.</p> <p>Todos los residuos municipales generados por los trabajadores tendrán un programa de manejo que abarcará desde su disposición adecuada en contenedores determinados hasta su traslado a los rellenos sanitarios más cercanos.</p> <p>Los residuos especiales y peligrosos tendrán también su propio plan de manejo, el cual se describirá en el Plan de Manejo Ambiental en el apartado de residuos, anexo a la presente MIA.</p>
--	---	--

III.1.4.3. Transversalidad de políticas públicas.

El PND establece el desarrollo humano sustentable como el principio rector de las políticas públicas federales y determina que el desarrollo consiste en crear una atmosfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras.

Lo anterior significa que todas las acciones del gobierno deben diseñarse e implementarse tomando en cuenta la relación intrínseca entre los factores de cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos, los económicos y los sociales. Solo de esta manera se construirán las condiciones para lograr el México más justo, equitativo, competitivo, generador de empleos, democrático y abierto al mundo que todos deseamos.

Por lo anterior es indispensable diseñar las diversas estrategias que favorezcan la coordinación de acciones intra e intersectoriales, a nivel general y en espacios territoriales específicos, en condiciones y modalidades que aseguren que sus efectos sean complementarios y sinérgicos.

Tabla III.8. Objetivos del programa de transversalidad de políticas públicas del PSMAyRN vinculados al proyecto.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN
<p>6.3.1. Incorporar criterios de regulación ambiental en los asentamientos humanos por medio de la aplicación de instrumentos normativos y de fomento ambiental urbano.</p>	<p>2. Fortalecimiento de la acción local en materia de planeación, reglamentación y gestión urbana</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Reorientar y fortalecer el proceso de planeación urbana. * Modificar los patrones tradicionales de ocupación del suelo urbano, en los que se incorporen criterios de sustentabilidad ambiental, particularmente en la zonificación, el equipamiento y los servicios urbanos. 	<p>Tanto El Plan de Desarrollo del Estado de Sonora como el Programa de Ordenamiento Urbano de Hermosillo, mencionan la necesidad de la conservación del entorno natural como parte esencial para el bienestar de los Sonorenses. De manera puntual, Hermosillo presenta varios focos de atención ambiental ya que actualmente enfrenta problemas de deforestación por el crecimiento urbano que no respeta los programas de crecimiento, la contaminación de la Presa Abelardo Rodríguez, la salinización y sobreexplotación del acuífero, la mala disposición de residuos, etc. De ahí que la necesidad de protección del medio ambiente sin comprometer el desarrollo urbano es un claro ejemplo de transversalidad de políticas públicas que se maneja en el PSMAyRN.</p> <p>La SCT consciente de lo anterior, acorde a lo descrito en los programas anexos a la presente MIA, se compromete a mitigar y compensar las afectaciones que se generarán en el medio ambiente por la ejecución de esta obra, favoreciendo con ello la sustentabilidad ambiental de la obra.</p>
<p>6.6 Fortalecer la gestión ambiental en la frontera norte de México y promover su desarrollo sustentable para mejorar la calidad del medio ambiente y de vida de sus habitantes, por medio del Programa Ambiental de la Frontera Norte</p>	<p>2. Protección al medio ambiente</p>	<p>Desarrollar una gestión que permita prevenir y controlar los procesos de contaminación y evitar el agotamiento y la degradación de los recursos naturales, garantizando el cumplimiento de la legislación nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover la instrumentación de programas de cumplimiento, el desarrollo de capacidades, la aplicación del marco jurídico y, de ser el caso, el diseño y la aplicación de procesos para la reparación de daños, con el concurso de los tres órdenes de gobierno y, cuando corresponda, de otros poderes. • Identificar áreas prioritarias para proteger, restaurar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales en la frontera. 	<p>El proyecto se ajusta a esta disposición, en virtud de que para la construcción de este Libramiento se requerirá de la propuesta y puesta en marcha de las medidas de mitigación adecuadas para los impactos generados y su correspondiente ejecución. Por lo anterior, la SCT, como promovente de este proyecto, se ajusta a lo expuesto en el Artículo 15 Fracción IV de la LGEEPA.</p> <p>Dentro de la región, la fragilidad ambiental está dada principalmente por la recarga de los mantos acuíferos y la erosión del suelo, por lo que se debe de poner especial énfasis en las medidas de reforestación y estabilización del suelo durante todas las fases de construcción del proyecto así como durante el funcionamiento del Libramiento a fin de conservar los recursos de la región.</p>

III.1.5. Planes Estatales de Desarrollo

III.1.1. Plan Estatal de Desarrollo de Sonora 2009 - 2015

Este documento define 6 ejes rectores sobre los cuales se tiene planeado el desarrollo del estado hasta el año 2015, pero con una visión a largo plazo que se transformará continuamente respondiendo a las necesidades de la población a las exigencias de un entorno cambiante y a la medición y evaluación de los resultados obtenidos por las políticas hasta el momento vigentes. El fundamento de este Plan Estatal de Desarrollo se encuentra en el Plan Nacional de Desarrollo, por lo cual existe una vinculación compartida del proyecto con ambos documentos, en virtud de que el Eje Rector 4 del Plan Sonorense “Sonora Competitivo y Sustentable”, se deriva de los Ejes del Plan Nacional de Desarrollo “Economía competitiva y Generadora de Empleos” y “Sustentabilidad Ambiental”, vinculados anteriormente con el proyecto (Figura III.1)

Figura III.1 Relación entre el Plan Sonorense de Desarrollo y el Plan Nacional de Desarrollo



Tabla III.9 Ejes del Plan Estatal de Desarrollo de Sonora relacionados con el proyecto.

Eje: Sonora competitivo y sustentable
Estrategia Primaria: Infraestructura productiva

Estrategia secundaria	Objetivos estratégicos	Relación con el proyecto
Potenciar la infraestructura física, legal y educativa, para abrir oportunidades de negocios y cooperación, como prioridad de las políticas públicas del desarrollo económico.	Impulsar la infraestructura de apoyo al desarrollo, como lo es la infraestructura carretera, aeroportuaria, portuaria y de comunicaciones, así como el desarrollo y fortalecimiento de parques industriales para garantizar a la población el acceso a los servicios y a las actividades económicas.	El Libramiento en comento aumentará la infraestructura carretera de esta región; el aligeramiento del tránsito pesado por el centro de la población agilizará la actividad económica regional al trasladar de manera más eficiente bienes y servicios del Noroeste del país hacia el Centro y viceversa.
Impulsar el desarrollo económico y social con responsabilidad ambiental y con compromiso hacia las nuevas generaciones.	Integrar la conservación del capital natural del estado de Sonora con el desarrollo social y económico.	La construcción de esta obra se tendrá que realizar de tal manera que los recursos naturales de la zona de influencia del proyecto resulten mínimamente afectados. Para conseguir esta meta, es necesaria la aplicación puntual y correcta de las medidas de mitigación enumeradas en el capítulo VI del presente documento y en los programas de rescate y reubicación de flora, de fauna y de estabilización de suelos anexos a esta MIA.

III.1.6. Planes Municipales de Desarrollo

III.1.6.1. Plan Municipal de Desarrollo de Hermosillo 2010-2012

Los Ejes Rectores sobre los cuales se estructuró este documento son el resultado de las necesidades manifestadas por la ciudadanía, desde hace tiempo, a través de reuniones temáticas, sectoriales y de consulta para la integración Los Ejes Rectores futuro, son:

- **Eje rector 1.** Seguridad Pública y Justicia Municipal
- **Eje rector 2.** Economía e Infraestructura para el Desarrollo
- **Eje rector 3.** Participación Ciudadana y Corresponsabilidad Social
- **Eje rector 4.** Desarrollo Social y Humano
- **Eje rector 5.** Gobierno Confiable

Para la consecución de los puntos anteriores, este documento se estructuró en 5 ejes temáticos, dentro de los cuales, el eje de Obras para el Desarrollo y Municipio seguro se relaciona con la construcción del Libramiento. La vinculación existente se describirá en la Tabla que se muestra a continuación.

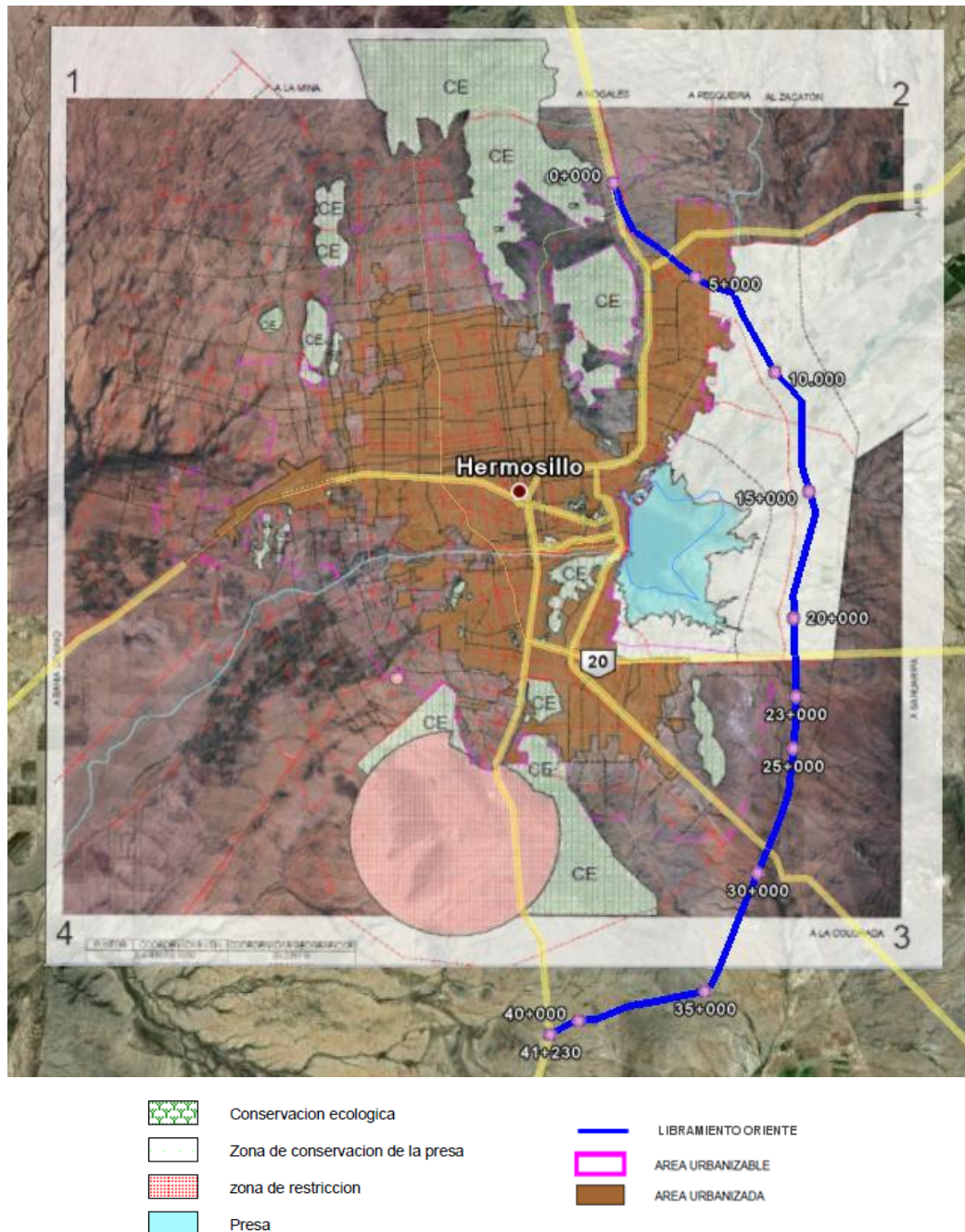
Tabla III. 10 Vinculación del Libramiento de Hermosillo con el Plan Municipal de Desarrollo

Eje Rector	Objetivos específicos	Estrategias	Vinculación
<p>Eje rector 2. Economía e Infraestructura para el Desarrollo</p> <p>El desarrollo urbano debe planearse cuidadosamente para evitar que al paso de los años se encuentre en una situación de crisis que ahora se empieza a vislumbrar; es necesario recuperar y revisar el Plan de Desarrollo Urbano y diseñar las estrategias adecuadas; la obra pública, por su parte, debe contemplar tanto las necesidades sociales como las perspectivas económicas visualizando siempre la solución de los problemas estratégicos.</p>	<p>Contar con una eficiente infraestructura basada en una bien planeada obra pública que permita el crecimiento económico y el ingreso de nuevas inversiones, con el propósito de generar nuevos empleos y mayor bienestar en las familias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión de los proyectos estratégicos para el desarrollo de Hermosillo en las áreas de turismo, industria, comercio, agricultura y comunicaciones teniendo como marco el cuidado y la preservación del medio ambiente • Coordinación con los gobiernos estatal y federal para la promoción económica del municipio • Elaboración de una planeación de obra pública con participación social, tomando en cuenta las prioridades de desarrollo urbano, desarrollo social y desarrollo económico • Ampliar y modernizar la infraestructura vial del municipio que permita agilizar la vialidad en la zona urbana 	<p>La obra en comento se vincula con este instrumento regulatorio ya que se tiene planeada la gestión de su construcción para desviar el tránsito pesado del centro de Hermosillo hacia el centro del país, los Estados Unidos y la cuenca del Pacífico dado el intenso flujo comercial.</p> <p>La inclusión del Libramiento <i>per se</i> no se da dentro de este documento debido a que los proyectos detonadores incluidos son de inversión estatal para beneficio de los Hermosillenses, más que para el beneficio regional.</p> <p>Sin embargo, se reconoce la necesidad de crear nuevas vialidades que ayuden a aligerar el traslado de personas y bienes a lo largo de la ciudad; en ese sentido, el Libramiento de Hermosillo (una de las 100 obras carreteras prioritarias de este sexenio), cumplirá la función de distribuir el tránsito vehicular de Hermosillo, canalizando el transporte pesado de paso por fuera de la mancha urbana.</p> <p>Lo anterior, señala la coordinación de los gobiernos estatal y federal, ya que existirá el mejoramiento de la vialidad en la capital de Sonora a través de inversión federal en materia de infraestructura vial.</p> <p>La construcción de una vía terrestre de comunicación ocasiona varios efectos adversos al entorno natural, siendo los más evidentes la fragmentación del hábitat y la interrupción de corredores biológicos. Si bien la zona de afectación directa tiene cobertura vegetal escasa así como escasa fauna asociada; se hace aún más apremiante la implementación de medidas tendientes a la reforestación de suelos, ya que esta es una de las regiones con mayor estrés hídrico en el país, por lo que la cobertura vegetal juega un papel preponderante en la recarga de acuíferos.</p> <p>Para ajustarse a las políticas de desarrollo sustentable tanto de índole federal como estatal, la SCT se compromete a realizar la reforestación de la zona afectada una vez concluida la obra con especies nativas de la región, y con ello prevenir un incremento en las tasas de erosión del suelo, y la disminución paulatina de la recarga de mantos freáticos.</p>

III.1.6.2. Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo, Sonora

Este documento fue hecho con el fin de que la ciudad de Hermosillo cuente con un instrumento de planeación con visión a largo plazo, basado en la política de ordenación del territorio, que define una macroestructura tipo Ciudad Red Regional, que permita el desarrollo sustentable y ordenado. Su objetivo general es *“Ordenar el territorio del centro de población con una visión a largo plazo, para hacer de Hermosillo una ciudad humana y sustentable, que ofrezca calidad de vida a sus habitantes y sea una ciudad competitiva”*.

Figura III.2 Ubicación del Libramiento de Hermosillo con relación a las zonificación primaria.



Zonificación y Corredores Urbanos

Con el fin de ordenar el territorio y propiciar la adecuada distribución de los usos, reservas y destinos del suelo que se den a los diferentes predios del centro de población y la compatibilidad entre ellos, se utilizan dos criterios de ubicación espacial: la zonificación y los corredores.

Zonificación: Son las áreas que por sus características físicas y usos predominantes conforman zonas homogéneas.

La zonificación primaria establece las áreas necesarias para el funcionamiento de la ciudad:

Áreas Urbanas: Zonas edificadas parcial o totalmente, con traza de vialidades y subdivisión de predios reconocida en donde existen o no los servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica, sin perjuicio de que incluyan predios baldíos o carentes de servicios.

Áreas Urbanizables: Son las previstas para el crecimiento de los centros de población por reunir las condiciones para ser dotadas de infraestructura, equipamiento urbano y servicios públicos, sea que estén o no programados para ello.

Áreas no Urbanizables: Son las áreas de conservación, zonas de recarga de los mantos acuíferos, tierras de alto rendimiento agrícola, pecuario y forestal; derechos de vía; zonas arqueológicas o de interés cultural o histórico; los terrenos inundables y los que tenga riesgos previsible de desastre; los que acusen fallas o fracturas en la estratificación geológica o que contengan galerías o túneles provenientes de labores mineras que no puedan rehabilitarse; las zonas de restricción por protección civil, así como los terrenos ubicados por encima de la cota establecida para la dotación de servicio de agua potable.

Como se observa en la figura anterior, el Libramiento de Hermosillo atravesará primordialmente en superficies no urbanizables. Dentro de estas, la zonificación secundaria pertenece a Zonas de Preservación y Zonas de Conservación ecológica (CE).

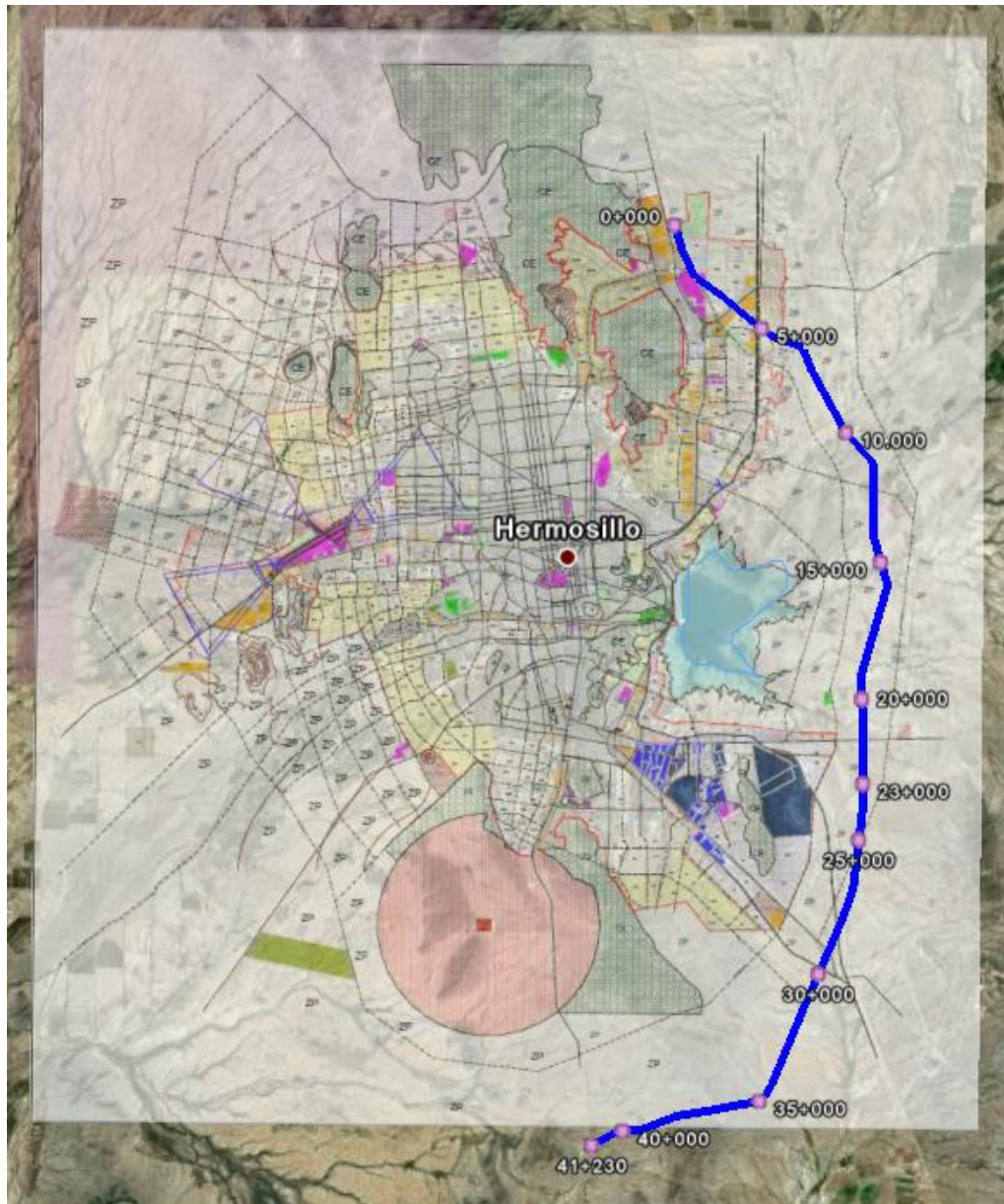
Zonas de Preservación (ZP): En la zona que circunda el área urbana actual y las reservas de crecimiento a corto y mediano plazo, se mantendrán las características predominantes de las áreas rústicas agrícolas y pecuarias al interior del límite del centro de población. Estas zonas quedarán restringidas para usos urbanos, especialmente habitacional, excepto bajo la modalidad de campestres o viviendas aisladas, en tanto no se modifique el Programa de Desarrollo Urbano o se elabore algún Programa Parcial de Crecimiento, que con justificación le asigne una nueva zonificación a alguna porción de esa área.

Zona de Conservación Ecológica (CE): Es aquella que por su valor ambiental o de paisaje deberá conservarse en su estado natural y para su uso o aprovechamiento se requerirá la aprobación de las autoridades ambientales federales, estatales o municipales.

Zonas de Salvaguarda (ZS): Son las zonas definidas por radios o franjas derivadas de criterio y normas técnicas de planeación para la protección de los habitantes de la ciudad incluyendo las granjas de amortiguamiento de seguridad.

- **Zona de Salvaguarda del Basurero municipal:** Definida por una granja de 100 m alrededor del predio que ocupa el antiguo basurero municipal; quedará restringida exclusivamente para áreas verdes y vialidades. Para el uso habitacional después de la franja de 100 m se condicionará su ocupación a que sean hechas las obras de forestación dentro del área de amortiguamiento.

Figura III.3 Zonificación secundaria de la zona donde cruza el Libramiento de Hermosillo con respecto al PDU



Corredores Urbanos

Los corredores urbanos se han clasificado en 4 tipos, de acuerdo a la jerarquía de la vialidad a la que dan frente, a su ubicación con respecto a la estructura urbana existente y a los usos predominantes que actualmente lo conforman.

Corredores Mixtos tipo A (CMA). Corresponde a la mezcla de usos diversos, predominando el comercio y servicios vecinales de bajo impacto. Se permite la industria vecinal en forma condicionada.

Corredor Misto tipo B (CMB). Parecido al anterior, pero ahora incluye la industria de bajo impacto y la industria ligera no contaminante.

Corredor Mixto tipo C (CMC). Permite además de los usos señalados en el CMB, la instalación de comercio y servicios de alto impacto. Se ubicarán en vialidades primarias en las periferias de la zona urbana actual, vialidades regionales al interior de la mancha urbana y en aquellas que por sus dimensiones y su infraestructura permitan la inclusión de estos usos sin afectar el funcionamiento vial y sin saturar los servicios públicos existentes.

Corredor Mixto Tipo D (CMD). Permiten la inclusión de equipamientos regionales a gran escala, comercios, servicios y bodegas de mediano y gran impacto., así como la industria ligera y en forma condicionada industria mediana. Se incluyen la instalación de apoyo a la ciudad, al productor y usos especiales.

Se ubicarán en vialidades regionales y periféricas y se definirán por los predios que den frente a estas vialidades en franjas que van de 100 m como mínimo a 8000 m como máximo.

Vialidad

La vialidad constituye uno de los elementos ordenadores del centro de población esencial para el correcto funcionamiento y articulación de la ciudad, por donde se permite el tránsito de vehículos, personas y mercancías.

Parte importante de la estrategia vial en la continuación de las vialidades primarias existentes y la construcción de las nuevas, especialmente los ejes estructurales que se requieren para la formación de la red que conforma el modelo de desarrollo urbano planteado.

Vialidades Regionales: Para mejorar la integración regional y evitar el tránsito de paso por la ciudad se deberá de compulsar ante el Gobierno del Estado y el Gobierno Federal, el mejoramiento de las carreteras, destacando tres proyectos principales:

1. La conclusión de la ampliación de la carretera a Bahía de Kino
2. Libramiento Carretera Oriente
3. Conformación del eje Salamanca, camino San Pedro, para ligar e integrar las comunidades rurales del noreste del centro de población, considerando también la conexión con la carretera libre, que permita la integración futura con Zamora y Pesqueira.

Figura III.4 Corredores urbanos de Hermosillo y su posición con respecto al Libramiento

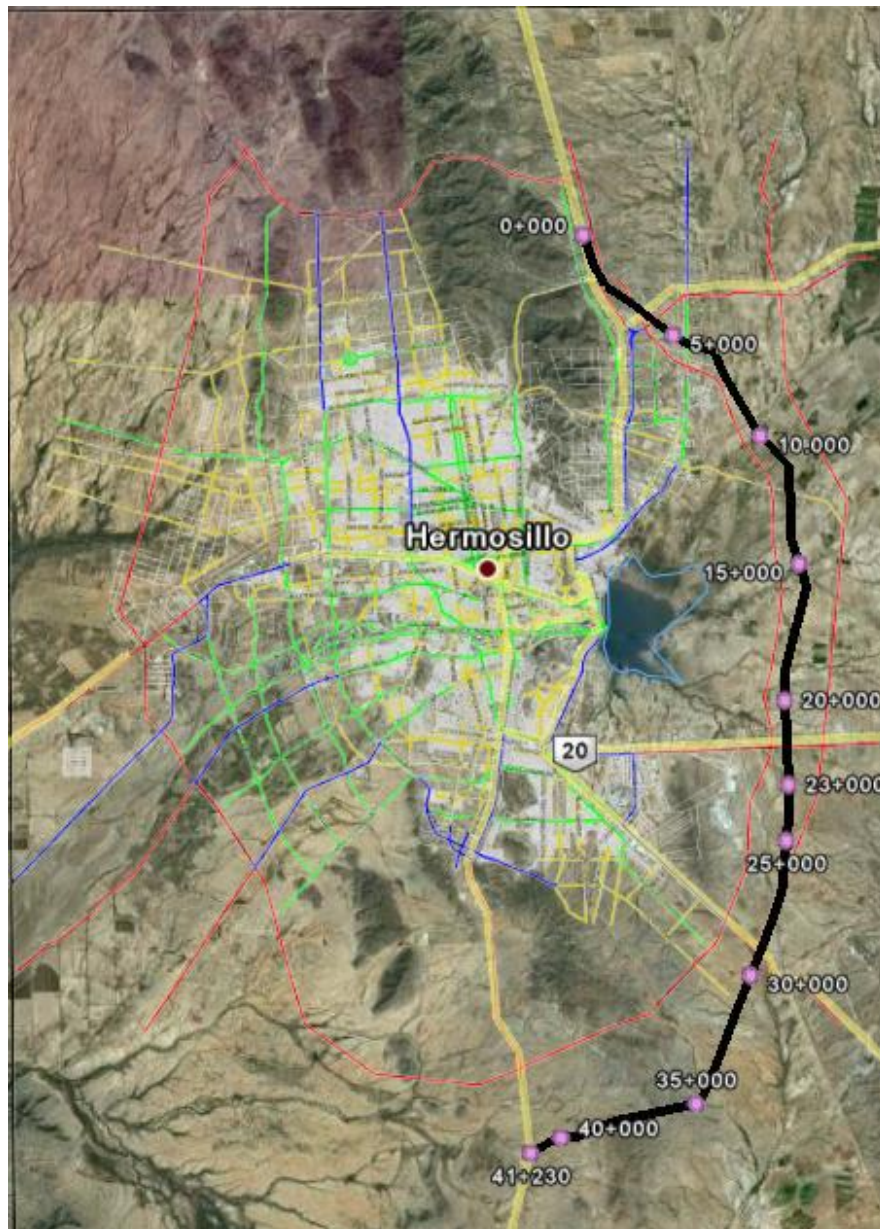


Tabla III.11 Normas de Desarrollo Urbano relacionadas al Libramiento

Ordenación del Territorio

Norma	Especificación	Vinculación con el proyecto
2	Las nuevas vialidades que se construyan en la zona de reserva que cumplan con las características para ser corredor urbano, generarán una franja de uso mixto de acuerdo a los criterios establecidos para el tipo de corredor que generan.	El Libramiento de Hermosillo será una vialidad regional incluida en los corredores urbanos tipo "D" y acorde a la zonificación del Plan de Desarrollo Urbano, deberá existir una franja entre el DDV y otros usos mixtos de suelo de 100 m como mínimo a 800 m como máximo, como a la fecha no existen edificaciones cercanas a la zona donde se tienen propuestos ambos trazos, se da cumplimiento a este punto.

Vialidad y transporte

Norma	Especificación	Vinculación con el proyecto
28	No se permitirá el desarrollo urbano sobre la superficie de Derecho de Vía en vialidades regionales. Solamente se permitirán servicios carreteros en edificios, puentes y garitas de revisión y casetas de cobro de cuotas.	La superficie del DDV estará perfectamente diferenciada de los predios adyacentes a través de postes, estacas, etc., por lo que no se permitirá la instalación de asentamientos irregulares.
29	Se deberán determinar y acotar con precisión los límites entre el sistema vial regional y el urbano. Para tal efecto, toda vialidad regional a cargo o administrada por los gobiernos federal o estatal, deberá articularse y respetar los trayectos y desembocaduras de las vías primarias urbanas. Cuando el Gobierno Federal o Estatal tengan planeado realizar una modificación o modernización de una vialidad donde converjan vialidades urbanas o modifique y tenga impactos en el uso de suelo definido en el Programa de Desarrollo Urbano deberá poner en consideración del IMPLAN dichas obras para su autorización municipal.	El Libramiento de Hermosillo ocupará acorde al Programa de Desarrollo Urbano la superficie designada al este en la zona destinada para el Periférico Oriente, al tomarse en cuenta la zonificación propuesta por el IMPLAN; motivo por el cual la SCT realizará el proyecto definitivo en ese sitio
31	No se deberá construir ningún tipo de edificación en los derechos de vía marcados en este Programa y no se autorizará ninguna construcción, fraccionamiento, desarrollo, fusión o subdivisión de predios que se encuentren afectados por estos derechos de vía sin que éstos sean respetados y cedidos a los bienes del dominio público.	El derecho de vía del Libramiento de Hermosillo estará perfectamente diferenciado de los terrenos adyacentes, con lo que se evitará la construcción de alguna vivienda o instalación no referente a servicios carreteros.

<p>33</p>	<p>Se deberá prever la construcción de libramientos carreteros para canalizar una alta proporción del transporte de paso, en especial camiones de carga que no congestionen y dañen las estructuras del pavimento de la ciudad. Estos se deberán ubicar afuera de la reserva territorial prevista para ocuparse a mediano y largo plazo según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población. Las alternativas de ubicación que realicen las dependencias federales o estatales deberán ponerlas a consideración del IMPLAN.</p> <p>Las propuestas geométricas de cualquier intervención para propuestas alternativas de infraestructuras de paso alternativo al centro urbano de la ciudad de Hermosillo, deberán ser generadas basándose en la normativa del Manual de Proyecto Geométrico de la SCT y en el Manual del Sistema Vial Urbano emitido por la SEDESOL.</p>	<p>El Libramiento de Hermosillo tendrá como objetivo desviar el tránsito pesado del centro urbano que proceda y se dirija de Estados Unidos y el Centro del país. La ubicación de esta vía está propuesta por el Programa de Desarrollo Urbano en zonas de preservación, por lo que para su construcción se acatarán todas las condicionantes referentes a la preservación de la vegetación.</p> <p>El diseño geométrico del Libramiento se realizará conforme a la normatividad vigente de la SCT.</p>
-----------	---	---

Conforme la Tabla de Compatibilidad de Usos de suelo del Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Hermosillo, la construcción de vialidades (tanto de índole regional como local) no aparece enlistada como actividad regulada, por lo que bajo este contexto se estima que no hay restricciones para su ejecución. Sin embargo, y conscientes de la necesidad de proteger el entorno natural que se enfatiza en el PDU, la SCT se compromete a acatar las condicionantes en materia ambiental que aplican para los usos de suelo regulados y que se detallan a continuación.

Criterio condicionado	Forma en que la SCT dará cumplimiento
<p>7. Estudio de impacto ambiental No impactar negativamente el entorno natural y deberá mantener la cubierta vegetal desmontando únicamente las áreas para construcciones y caminos.</p>	<p>La aprobación de la construcción del Libramiento de Hermosillo estará supeditada a la aprobación de la Evaluación de Impacto Ambiental del presente documento. Dada las condiciones topográficas de la zona y la escasa cobertura vegetal en la mayor parte del trazo, la remoción de vegetación se realizará únicamente en las superficies necesarias para la colocación del cuerpo carretero. Posterior a la construcción, se reforestará la superficie aledaña al cuerpo carretero con especies nativas, poniendo énfasis en las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p>11. Sujeto a estudio de Impacto Ambiental y los requerimientos de autoridades Federales o Estatales según la zona. Considerar un programa de remediación.</p>	<p>Anexo al presente documento, se presentará un programa de restauración y estabilización de suelos, así como de reforestación que ayudarán a mitigar los impactos generados por la construcción de la obra.</p>

El trazo del Libramiento Oriente, atraviesa zonas de preservación, siendo la más importante la ubicada a la altura de la Presa Abelardo Rodríguez, por estar localizada en la zona de recarga de dicha cuenca.

A fin de no contravenir la preservación de la biota en esta zona por efecto de la construcción del Libramiento, la SCT se compromete a realizar las siguientes acciones:

- Desmontar únicamente las superficies necesarias para la colocación del cuerpo carretero;
- Realizar un rescate y reubicación de flora y fauna de la zona directamente afectada
- Reforestar la zona de obras una vez terminada la construcción con especies nativas
- Aplicar programas de estabilización de suelos que permitan la captación y filtración de agua y evitar procesos de erosión.
- Colocar en las zonas por donde pase el Libramiento que tengan conectividad vegetal pasos específicos para fauna

El detalle de cada una de estas actividades se desmenuzará tanto en el Capítulo VI de este documento como en el Programa de Manejo Ambiental anexo.

III.1.7. Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables

En la actualidad el Programa de Ordenamiento Ecológico de Sonora se encuentra en revisión, por lo que no se vinculó con este proyecto

III.2. PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas

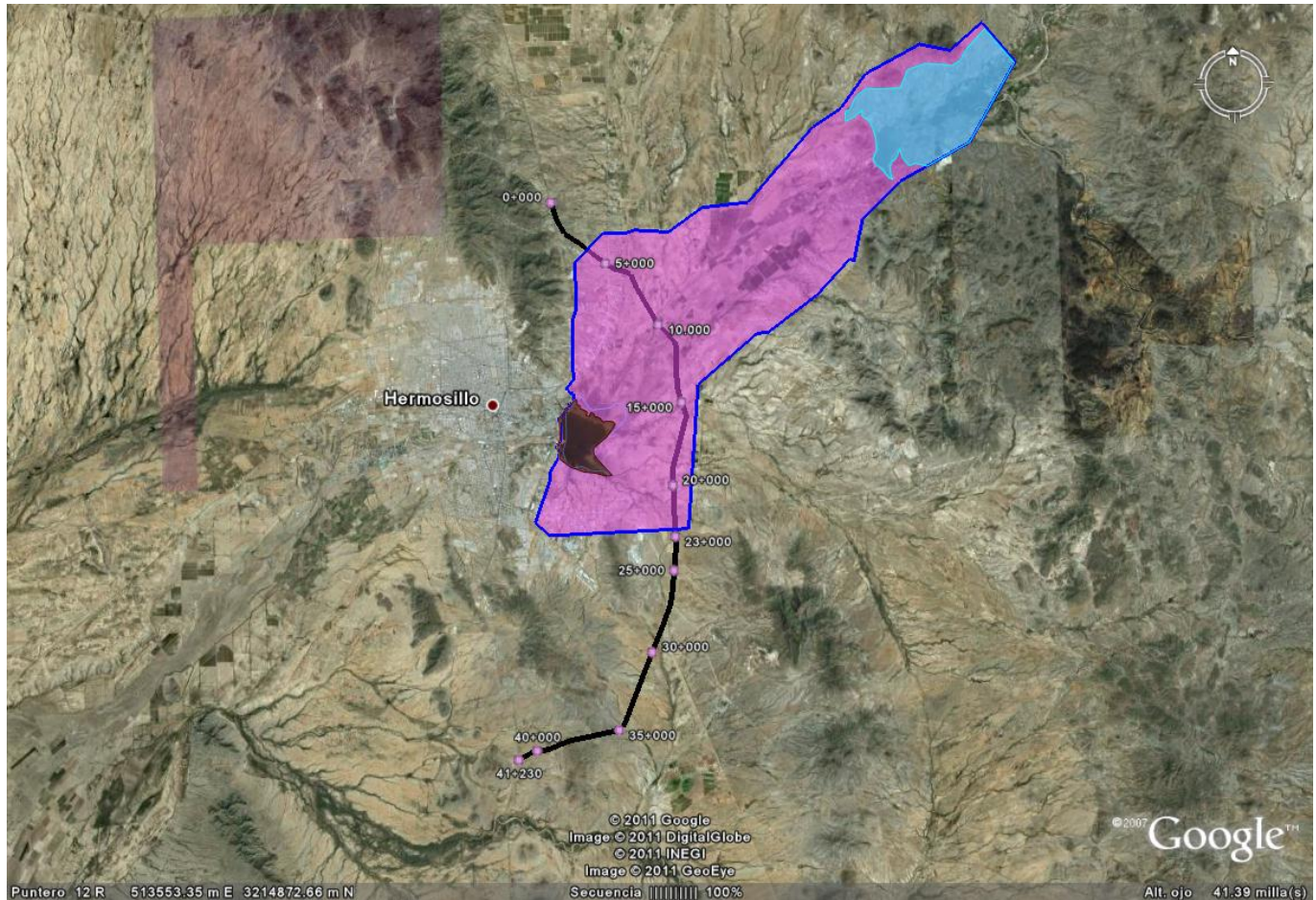
Parte del trazo del Libramiento se encuentra una ANP de índole Estatal conocida como Sistema de Presas Abelardo. Rodríguez Luján y El Molinito. La distancia mínima entre la zona de obras y las ANPs más cercanas se muestra a continuación






Tabla III.12 Ubicación de ANPs federales y estatales cercanas a la zona del proyecto.

ANP Estatal	Distancia mínima al trazo del Libramiento
Sistema de presas Abelardo Rodríguez Luján - El Molinito	Dentro de la zona del trazo oriente.

Figura III. 5 Ubicación de la ANP estatal Sistema de Presas Abelardo Rodríguez L. El Molinito

con respecto al Libramiento de Hermosillo



-  Libramiento Oriente
-  Polígono de ANP Sistema de Presas Abelardo Rodríguez L. – El Molinito
-  Zona de amortiguamiento
-  Área Núcleo uno Presa Abelardo Rodríguez L.
-  Área Núcleo dos Presa El Molinito

Zona sujeta a Conservación Ecológica, donde se encuentra ubicado



el sistema de presas "Abelardo Rodríguez Luján el Molinito"

Decretada el 3 de Febrero de 1994.

a) Mediante Decreto presidencial publicado el 4 de junio de 1938 se estableció, con categoría de Zona Protectora Forestal de la Ciudad de Hermosillo, una superficie de 17,250.00.00 hectáreas, ubicada precisamente dentro de los linderos de lo que ahora constituye el sistema de presas "Abelardo Rodríguez Luján - El Molinito", de tal manera que si desde ese entonces se está considerando a dichos terrenos con una importancia ecológica fundamental, es menester e imprescindible su recuperación y restauración, a efecto de preservar los ecosistemas propios de esas latitudes para de esa manera coadyuvar a la obtención de una vida más sana de los pobladores de esas regiones y de la propia capital del Estado tomando en cuenta que, en la actualidad, la presa Abelardo Rodríguez Luján es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la población de Hermosillo.

b) La calidad del agua de la presa Abelardo Rodríguez Luján, se ha visto afectada de manera importante a consecuencia de los vertimientos residuales de las industrias que se encuentran instaladas en las márgenes del vaso de la presa, y si bien se trata de residuos de tipo orgánico, sumados a los índices de contaminación que emanan de residuos minerales y al hecho de que los sedimentos del embalse, provenientes de la cuenca alta y media de los ríos Sonora y San Miguel, así como de sus afluentes, están constituidos por partículas de suelo que han sido desprendidas y transportadas por los arrastres de lluvia y viento, desde los diferentes puntos de la cuenca, y en los últimos años del parque industrial ubicado en la parte sur del vaso de la presa, es seguro que si no se toma una medida de fondo y radical sobre el particular, el agua de la presa Abelardo Rodríguez Luján, muy pronto no alcanzará a satisfacer los parámetros fijados de conformidad con los Criterios Ecológicos y las Normas Técnicas Ecológicas aplicables.

DECLARATORIA

Que dispone se establezca como área natural protegida, bajo la categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica, la superficie de terreno de 28, 189-83- 98.29 hectáreas, donde se encuentra ubicado el sistema de presas "Abelardo Rodríguez Luján el Molinito", y las áreas aledañas necesarias para preservar los ecosistemas propios de la región.

ARTICULO PRIMERO.- Se establece como área natural protegida, bajo la categoría de Zona sujeta a Conservación Ecológica, la superficie de 28,185-21-83.6 hectáreas, dentro de la cual se encuentra sentado el sistema de presas "Abelardo Rodríguez Luján-El Molinito", circunvecina a las localidades de Hermosillo, La Victoria, El Tazajal, San Isidro, Molino de Camou, Topahue, Buena Vista, Fructuoso Méndez, San Juan, San Bartolo, Mesa del Seri y El Realito, en el Estado de Sonora, cuya descripción limítrofe corresponde al polígono que a continuación se detalla mismo que tiene como punto inicial el ubicado en las coordenadas geográficas: 29°09'49.98" de Latitud norte y 110°54'31.08" de Longitud oeste, y al croquis que se integra a esta Declaratoria como parte de la misma.

ARTICULO SEGUNDO.- Con el objeto de facilitar el manejo y operatividad del área natural protegida que se fija mediante el presente acto gubernamental, ésta se divide en dos zonas núcleo y una de amortiguamiento, de la siguiente manera:

- A) Zona Núcleo 1, correspondiente a la Presa Abelardo Rodríguez Luján, con una superficie de 3,691.63-34.5 hectáreas, siendo su descripción limítrofe la correspondiente al siguiente cuadro de construcción, mismo que tiene como punto inicial el ubicado en las coordenadas geográficas: 29°04'19" Latitud Norte y 110°55'11.53" Longitud Oeste y a un rumbo S 11°39'37" E con una distancia de 103.26 m. del punto número 39 del polígono de la zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico.
- B) Zona Núcleo 2, correspondiente a la presa El Molinito, con una superficie de 2,938.12.63.9 hectáreas, siendo su descripción limítrofe la correspondiente al siguiente cuadro de construcción, mismo que tiene como punto inicial el ubicado en las coordenadas geográficas: 29°12'47.51" Latitud Norte y 110°43'38.89" Longitud Oeste y a un rumbo S57°00'5"E con una distancia de 2853.57 m. del punto número 8 del polígono de la zona prioritaria de preservación y conservación del equilibrio ecológico.



- C) C) Zona de amortiguamiento, con una superficie de 21,555.45.85.2 hectáreas y que corresponde al resto del área, dentro del polígono señalado dentro del artículo 1º. de esta Declaratoria, siendo su descripción limítrofe la correspondiente a las coordenadas establecidas para dicho polígono. El área total de amortiguamiento se obtiene al restar al área del polígono general las áreas de las presas El Molinito y la presa Abelardo Rodríguez Luján.

ARTÍCULO TERCERO.- La Zona sujeta a Conservación Ecológica "Sistema de Presas Abelardo Rodríguez Luján- El Molinito" tiene como objetivos de conservación:

1. Asegurar la calidad del agua proveniente de las presas "Abelardo Rodríguez Luján y El Molinito", en función de los criterios ecológicos y/o de las Normas Técnicas Ecológicas aplicables, así como la conservación de los volúmenes mínimos en el embalse, que garanticen la calidad de la misma;
2. Conservar, proteger y/o restaurar aquellos elementos biológicos importantes para el comportamiento de la calidad del agua y el mantenimiento de los procesos biológicos y ecológicos;
3. Fomentar el aprovechamiento racional de los recursos naturales del área, que contribuyen directa e indirectamente a determinar la calidad y cantidad del agua contenida en las presas "Abelardo Rodríguez Luján y El Molinito";
4. Propiciar el desarrollo de actividades de investigación y monitoreo científico sobre los recursos naturales del área, y
5. Fomentar la conciencia ecológica de los habitantes de Hermosillo, mediante el establecimiento de programas de sensibilización y cuidado del agua, así como la creación de áreas destinadas a la educación e interpretación ambiental y el establecimiento de zonas de esparcimiento y recreación.

ARTICULO CUARTO.- Las modalidades a que se sujetarán, por virtud de la presente Declaratoria, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales en la zona objeto del presente instrumento, así como el desarrollo de cualquier actividad dentro de los límites geográficos de la misma, son las siguientes:

A). En las zonas núcleo:

I. Se prohíbe la realización de obras o actividades, públicas o privadas, que puedan causar desequilibrio ecológico en los ecosistemas existentes en la zona o rebasar los límites y condiciones señalados en las normas técnicas ecológicas aplicables. El Programa de Manejo a que se refiere el artículo quinto de la presente Declaratoria contemplará las obras o actividades cuya realización esté permitida dentro de la zona y que en todo caso, se limitarán a aquellas que sean compatibles con los propósitos de la presente Declaratoria.

Toda obra o actividad dentro de la zona requerirá, para su realización de la autorización previa de la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, sustentada en la manifestación de impacto ambiental presentada por el Interesado en cuya evaluación se considerará:

- a) Lo que establezcan las disposiciones que regulan el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas,
- b) Las normas generales de manejo para áreas naturales protegidas de jurisdicción local

II. Se prohíbe arrojar o depositar en la zona desechos sólidos o líquidos, orgánicos o inorgánicos, o cualesquiera otras sustancias que dañen o alteren los ecosistemas existentes en la zona.

III. Se prohíbe la realización de actividades pecuarias, industriales, y

IV. La Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, concertará con las comunidades de la región, propietarios privados o arrendatarias, el respeto a estas normas y la cooperación mutua.

B). En la zona de amortiguamiento:



I. La ejecución de cualquier obra o actividad, pública o privada, que pretenda desarrollarse dentro de la zona, deberá contar con la autorización de la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, para lo cual el interesado deberá presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente.

Vinculación con el proyecto

El Libramiento oriente atraviesa por el área de amortiguamiento de una de las Áreas Naturales Protegidas del Estado (Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez – El Molinito) desde el Km. 3+854 al Km. 21+416. La zona de amortiguamiento ha sufrido cambios en su estructura ecosistémica, donde la frontera agrícola ha ido desplazando los terrenos forestales.

Dentro del Artículo cuarto del Decreto de esta ANP se especifica en el inciso B que en el área de amortiguamiento –“ La ejecución de cualquier obra o actividad, pública o privada, que pretenda desarrollarse dentro de la zona, deberá contar con la autorización de la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología, para lo cual el interesado deberá presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente”-.

El trazo del Libramiento Oriente atraviesa la zonificación de amortiguamiento, por lo que no existen restricciones para la construcción de esta obra, siempre y cuando se realice la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.

En este sentido, el presente documento se ajusta a este lineamiento del decreto de la ANP; la realización de este proyecto se efectuará sobre una zona que ha tenido ya la modificación de sus condiciones naturales al convertirse en suelos agropecuarios aún antes del la declaratoria de ANP de la región; dentro de las medidas de mitigación que se incluyen en esta MIA, está la restitución de vegetación forestal en los linderos de la superficie entre cerros, por lo cual con ello se garantiza al menos la restitución parcial de la vegetación removida aún antes de la construcción de la obra.

III.2.2 Otras Áreas de Importancia Ambiental

Con la finalidad de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO ha promovido un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se busca orientar los esfuerzos de investigación para optimizar el conocimiento de la biodiversidad en México. Cabe mencionar que dichas áreas no cuentan aún con categoría de Áreas Naturales Protegidas, por lo tanto no se rigen bajo ningún instrumento normativo, si bien son importantes por sus grados y status de conservación no tienen ningún tipo de restricción.

Otro tipo de áreas de importancia ambiental diferentes a las propuestas por la CONABIO son los sitios RAMSAR, que buscan la conservación y uso racional de humedales, enfatizando en el mantenimiento de sus servicios ambientales así como su protección como hábitat de diversas especies de flora y fauna.

A continuación, en la Tabla III.13 se mostrarán las áreas de este tipo más cercanas al Proyecto.

Tabla III.13 Áreas de importancia ambiental cercanas al proyecto

Área de Importancia Ambiental	Clave	Nombre	Distancia más cercana al proyecto
Región Terrestre Prioritaria	RTP No. 30	Sierra Libre	5.44 Km al sur
	RTP No. 21	Cañada Mazocahui	58.02 Km al oriente
	RTP No. 28	Sierra Mazatán	55.21 Km al oriente
Región Hidrológica Prioritaria	RHP No. 14	Isla Tiburón – Río Bacoachi	42.36 Km al poniente
	RHP No. 15	Cajón Del Diablo	41.83 Km al surponiente






III.2.2.1 Región Terrestre Prioritaria

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), son unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde además, se tenga una oportunidad real de conservación. A continuación se presenta la descripción de la RTP más cercana a la zona de obras.

Figura III.6 Regiones Terrestres Prioritarias cercanas a la zona del trazo



-  Libramiento Oriente Hermosillo
-  Ríos
-  RTP 30 Sierra Libre
-  RTP 28 Sierra Mazatán
-  RTP 21 Cañada Mazocahui

RTP No. 30 Sierra Libre



Características Generales

Coordenadas Extremas	Municipios	Localidades de Referencia	Superficie	Valor para la conservación
Latitud N: 28° 15' 00" a 28° 58' 48" Longitud W: 110° 33' 36" a 111° 04' 48"	Guaymas, Hermosillo, La Colorada.	Hermosillo, Son.; Heroica Guaymas, Son.; Ortiz, Son.; La Colorada, Son.; Estación Torres, Son.	1,961 km ²	3 (mayor a 1,000 km ²)

Se considera una región prioritaria por su importancia biogeográfica, en virtud de constituir el límite norte de las especies no origen neotropical y sur de especies boreales. Presenta endemismos de flora (*Acacia willardiana*) y de mariposas (*Euchleoe guaymayensis*). Dentro de las especies claves destacan en venado bura, el jabalí y el puma. La vegetación predominante es el matorral sarcocaule en la Sierra Libre y mezquital en la planicie.

Factores Bióticos

Diversidad ecosistémica: Se ubica en una zona de transición entre la zona árida y el trópico seco

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo en esta región, así como, su porcentaje de superficie son:

Tipo de vegetación	Características	Cobertura (%)
Matorral sarcocaule	Vegetación arbustiva de tallo carnoso y tallos con corteza 55% papirácea. De zonas áridas y semiáridas.	55
Mezquital	Vegetación dominada por mezquites, suelen sobrepasar los 4 m y 40% crecen en suelos profundos.	40
Matorral subtropical	Vegetación de zonas de transición de selvas bajas caducifolias y matorral árido. En zonas más bajas de los 800 m.	5

Factor	Descripción	Valor para la Conservación
Integridad ecológica funcional	La integridad está amenazada en la planicie, pero en la sierra los ecosistemas están conservados.	3 (medio)
Función como corredor biológico	Parte del corredor biológico de la región centro - Sonora	3 (alto)
Fenómenos naturales extraordinarios	Es la región límite de distribución de especies boreales y neotropicales. Funciona como una isla de diversidad en el desierto sonorense.	3 (muy importante)
Presencia de endemismos	Para plantas vasculares	2 (medio)
Riqueza específica	Para plantas vasculares	3 (alto)
Función como centro de origen y diversidad natural.	Información no disponible	0 (no se conoce)

Problemática ambiental

La región está amenazada por la caza furtiva y la ganadería extensiva. En las regiones bajas la vegetación está siendo sustituida por pastos introducidos tipo buffel.

Aspectos Antropogénicos

Factor	Descripción	Valor para la Conservación
Función como centro de domesticación	Información no disponible.	0 (no se conoce)
Pérdida de superficie original:	Aún es poco significativo, aunque la ganadería extensiva está avanzando sobre los ecosistemas originales	1 (bajo)
Nivel de fragmentación de la región	Planicies convertidas en praderas artificiales en el perímetro de la región montañosa.	2 (medio)
Cambios en la densidad poblacional	No se reporta crecimiento de los asentamientos humanos de la región y su área de influencia.	0 (negativo)
Presión sobre especies clave	En las planicies existe presión sobre mezquite y palo fierro, en las sierras se da sobre la fauna de uso cinegético.	2 (medio)
Concentración de especies en riesgo	Principalmente grandes felinos: jaguar, puma, etc.	2 (medio)
Prácticas de manejo inadecuado	Están referidas básicamente al crecimiento de la actividad pecuaria en las partes bajas.	2 (medio)

Vinculación

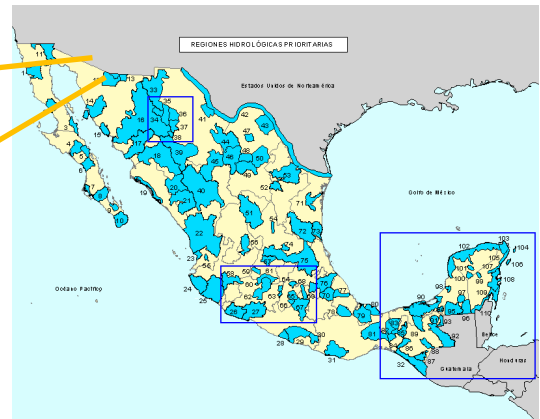
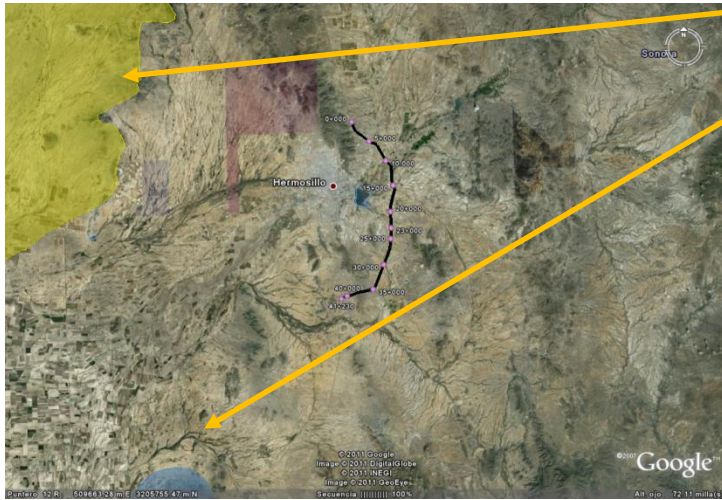
La Sierra Libre se ubica al sur del Libramiento cruzando el arroyo La Poza, límite del SAR ya que representa una barrera natural, es hasta este sitio donde se espera que se extiendan los impactos generados por la construcción del Libramiento, por lo que no habrá afectación en esta RTP.

III.2.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

Existen 3 Regiones Hidrológicas prioritarias cercanas al SAR, aunque cabe aclarar que ninguna de ellas está lo suficientemente próxima para tener afectaciones por efecto de la construcción de esta obra.

Figura III.7 Regiones Hidrológicas Prioritarias más cercanas a la superficie del Libramiento





- Alternativa Libramiento Poniente
- Alternativa Libramiento Oriente
- RHP 15 Cajón del Diablo
- RHP 14 Isla Tiburón – Río Bacoachi

No existirá afectación de esta RHP por efecto del proyecto debido a la gran distancia que los separa.

III.3 CUMPLIMIENTO DE LEYES, REGLAMENTO O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.

III.3.1 Leyes Federales

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA)

Artículo	Forma de cumplimiento
<p>Artículo 28. Fracción I: Las obras o actividades correspondientes a obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos, requerirán de la autorización previa en materia de Impacto Ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) dependiente del Gobierno Federal</p> <p>Fracción VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p>	<p>El proyecto de interés al tratarse de una vía general de comunicación a realizar sobre suelos de vocación forestal y en zonas áridas, queda dentro de los supuestos de las Fracciones I y VII del artículo 28 de la LGEEPA, por lo que deberá someterse a la evaluación de impacto ambiental para su realización.</p>
<p>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente</p>	<p>Esta MIA se estructuró describiendo los efectos a los ecosistemas afectados, y las medidas de mitigación, compensación y restauración necesarias para reducir los impactos al ambiente y de esta forma, poder obtener la autorización correspondiente en materia de Impacto ambiental para este proyecto.</p>
<p>Artículo 35 Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, se integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o III. Negar la autorización solicitada</p>	<p>La presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) ha sido elaborada con el objetivo de cumplir con lo establecido y antes citado en la LGEEPA. El inicio de la obra carretera estará sujeto a la autorización de esta MIA conforme a lo establecido en el Artículo 35.</p>
<p>Artículo 98. En el párrafo II establece que el uso de los suelos debe hacerse de manera que mantengan su integridad física y su capacidad productiva, y en el III, que los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.</p>	<p>Dentro del Capítulo VI de este documento se establecen los criterios que prevendrán, mitigarán o remediarán las modificaciones en las condiciones naturales del suelo antes y durante la implementación del proyecto.</p>

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) Disposiciones Generales

Artículo	Forma de cumplimiento
<p>Artículo 11. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: <i>I.- Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas</i></p>	<p>Este proyecto al tratarse de una vía de comunicación terrestre, entra en los supuestos del este artículo, por lo que previo a cualquier actividad relacionada a la obra, debe realizarse la evaluación del impacto ambiental.</p>
<p>Artículo 14. cuando la realización de una obra o actividad requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impactos ambientales involucre, además, el Cambio de Uso de Suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa ambos proyectos, que para el Proyecto de estudio involucra la afectación dentro de terrenos uso forestal o preferentemente forestal en todo el trazo, por mejoramiento y cumplimiento a las características técnicas de construcción y condiciones topográficas de la zona de estudio.</p>	<p>El presente estudio dentro del capítulo II contiene la información referente al cambio de uso de suelo correspondiente a este proyecto, aunque cabe aclarar que acorde a la Ley Forestal de Desarrollos Sustentable, se hace necesario gestionar de manera independiente a esta MIA-R el cambio de uso de suelos forestales por excepción.</p>

LGEEPA respecto a Emisiones a la Atmósfera

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 112. “En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecidas en los artículos 7º, 8º y 9º de esta Ley, así como con la legislación local en la materia”:</p> <p>V.- “Establecerán y operarán, sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación”</p> <p>VII.-“Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto del federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación”.</p>	<p>Se generarán emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria y automóviles así como por la extracción de materiales y compactación de bases; si se decide el empleo de una planta de asfalto, esta también generará emisiones. Estas emisiones se mantendrán bajo control de conformidad con los artículos 112 y 113.</p> <p>El cumplimiento de estos artículos se realizará durante todas las etapas del proyecto que involucren el uso de fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera.</p>
<p>Artículo 113. “No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría.”</p>	

LGEEPA respecto a la contaminación de suelo

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p>I.- “Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo”;</p> <p>II.- “Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos”;</p> <p>III.- “Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes”;</p>	<p>Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento se generarán diversos tipos de residuos no peligrosos y peligrosos los cuales deben separarse y colocarse en contenedores adecuados para su disposición final, ya sea en los tiraderos municipales (no peligrosos) o en sitios autorizados para su tratamiento (peligrosos), en vez de disponerlos en el suelo.</p> <p>Dentro del Programa de Manejo Ambiental incluido en esta MIA, se incluye un programa de reducción y de residuos durante la ejecución de toda la obra. Este se dará a conocer a todo el personal involucrado en su realización, antes de cualquier actividad relacionada a la ejecución de la obra.</p>

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) Manejo y Disposición de Residuos Peligrosos

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 18. En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados</p>	<p>En función de las características hidrológicas y climatológicas de la región, se prohíbe terminantemente la colocación de cualquier residuo peligroso a la intemperie, ya sea que produzcan o no lixiviados.</p>
<p>Artículo 19. Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:</p> <p>I.- Incompatibles en los términos de la norma técnica ecológica correspondiente;</p> <p>II.- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento; y</p> <p>III.- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los artículos 15 y 16 del Reglamento.</p>	<p>Deberá cumplirse este artículo para evitar que los residuos peligrosos que se generen en la obra puedan causar daños al ecosistema, la fauna y los obreros.</p>
<p>Artículo 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, rehusó, reciclaje, tratamiento y disposición final.</p> <p>“El reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que clasifiquen los materiales y residuos peligrosos identificándolos por su grado de peligrosidad y considerando sus características y volúmenes. Corresponde a la Secretaría, la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos”</p> <p>Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó”.</p>	<p>En el frente de la obra se generarán residuos de grasas y aceite gastado de la maquinaria, así como materiales derivados de las actividades de señalización (botes de pintura, brochas); de tal manera que se recomienda que sean trasladados diariamente en recipientes adecuados hacia la zona de campamentos, donde de ahí se llevarán hacia las empresas especializadas en el tratamiento de este tipo de residuos.</p>

“Quienes generen, rehúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán informarle a la Secretaría, en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley”.

Artículo 152° Bis “Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva”.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 2. “En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.”</p>	<p>Dado que la LGVS no contempla la afectación de la vida silvestre debido a actividades de construcción y operación de proyectos de este tipo, se deberá hacer referencia a lo previsto en la LGEEPA en materia de protección a la flora y la fauna.</p>
<p>Artículo 29. Los Municipios, las Entidades Federativas y la Federación, adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.</p>	<p>Quedará totalmente prohibido que la fauna silvestre que se localice en la región donde se construirá esta carretera, se aproveche, comercie o sacrifique. De manera general, existe fauna que ante ruido o la presencia humana se ahuyenta; sin embargo, hay especies que debido a de lento desplazamiento (anfibios y reptiles) requieren ser retiradas de la zona de obras, por lo que se realizará un programa de rescate de individuos, hacia sitios de condiciones ambientales semejantes, pero alejadas de la zona del proyecto. De manera adicional, y para permitir el libre desplazamiento de la fauna, se colocarán pasos de fauna en distintos puntos del trazo que permitan el libre desplazamiento de reptiles y anfibios de un lado al otro de esta carretera.</p>
<p>Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</p>	<p>El rescate de fauna que así lo requiera, se efectuará por personal especializado, y siguiendo los lineamientos propuestos por grupo de organismos, explicados en el plan de rescate de fauna silvestre anexo a este documento.</p>
<p>Artículo 60. La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.</p>	<p>Para cumplir con este artículo, como anexo a este documento se elaborará un programa de rescate y manejo de especies de flora y fauna, enfatizando las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>

Ley de Desarrollo Forestal Sustentable



Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales... con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.</p>	<p>Esta Ley se vincula con el proyecto en virtud de que se requerirá la remoción de vegetación forestal.</p> <p>En virtud de que el cambio de uso de suelo debe ser tramitado por el Centro SCT de Sonora, se requiere que esta misma instancia sea la que subcontrate este trabajo, el cual es complementario del presente estudio</p>
<p>ARTICULO 131. ... Los tres órdenes de gobierno impulsarán la reforestación con especies forestales autóctonas o nativas. La norma oficial mexicana definirá las especies de vegetación forestal exótica, que por sus características biológicas afecten los procesos o patrones de distribución de la vegetación forestal nativa en terrenos forestales y preferentemente forestales, cuya autorización esté prohibida.</p> <p>...precisar en cada tipo de reforestación de acuerdo con sus objetivos, especies a plantar y a reproducir en los viveros, metas a lograr especialmente en términos de calidad de la planta y mayor supervivencia en el terreno; así como a establecer un sistema de incentivos para la reforestación y su mantenimiento durante los primeros años sobre bases de evaluación de resultados</p>	<p>Para el plan de reforestación propuesto en este documento, se escogerán únicamente especies vegetales nativas de la región, enfatizando el uso de aquellas que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p> <p>Este mismo plan contempla la inclusión de indicadores ambientales que permitan medir el éxito de la reforestación en la zona afectada.</p>

Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>En cumplimiento con este Artículo, quedará prohibido terminantemente el vertimiento de cualquier sustancia o material que potencialmente contamine las cuencas de las Presas Abelardo Rodríguez y El Molinito. De igual manera, se prohibirá la obstrucción parcial y/o total de los escurrimientos.</p> <p>Deberá de realizarse previo a la preparación del sitio una limpieza de toda la basura que se ubique a lo largo del área de construcción a fin de que por efecto del transporte pluvial no se contaminen los cuerpos de agua receptores directamente afectados.</p>

Ley de Vías Generales de Comunicación



Artículo	Relación al proyecto
<p>Artículo 3.- Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercerá sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal: I.- Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación...</p>	<p>Esta carretera es de carácter federal ya que se encuentra enlistada en los presupuestos asignados al sector carretero.</p>
<p>Artículo 10.- El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.</p>	<p>El promovente de este proyecto es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección General de Carreteras, que trabaja conjuntamente con el centro SCT del estado de Sonora por lo que existe tanto cooperación a nivel federal como local.</p>

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 5. “Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares”.</p>	<p>La SCT como promovente es responsable del diseño, construcción y mantenimiento de esta carretera</p> <p>Para tal fin, tendrá que negociar el derecho de vía con los propietarios ejidales y privados de los terrenos por donde pasará el proyecto.</p>
<p>Artículo 22.- Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes. La Secretaría por sí, o a petición de los interesados, efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material necesarios para tal fin. La compraventa o expropiación se llevará a cabo conforme a la legislación aplicable.</p> <p>En el caso de compra venta, ésta podrá llevarse a cabo a través de los interesados, por cuenta de la Secretaría. Los terrenos y aguas nacionales así como los materiales existentes en ellos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes conforme a las disposiciones legales.</p>	
<p>Artículo 27.- Por razones de seguridad, la Secretaría podrá exigir a los propietarios de los predios colindantes de los caminos que los cerquen o delimiten, según se requiera, respecto del derecho de vía.</p>	

Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 17. “En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:</p> <p>I. Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos;</p> <p>II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y</p> <p>III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas”.</p>	<p>El proyecto objeto de este análisis obedece a lo previsto en este artículo dado que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo, del Plan Sectorial de la SCT y del Presupuesto de Egresos de la Federación.</p> <p>Todas las especificaciones del proyecto, así como los pasos para fauna incluidos, estarán diseñados acorde a las normas de construcción y materiales para la construcción vigentes.</p> <p>En cumplimiento con el artículo 20 de esta Ley, se proponen dentro de este documento diversas medidas que restituirán las condiciones ambientales a</p>

<p>ARTÍCULO 19. “Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.</p> <p>Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación e inmuebles sobre los cuales se ejecutarán las obras públicas. En las bases de licitación se precisarán, en su caso, aquellos trámites que corresponderá realizar al contratista”.</p>	<p>deteriorarse por efecto de la construcción del proyecto.</p>
<p>ARTÍCULO 20. “Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia”.</p>	

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo	Relación al proyecto
<p>ARTÍCULO 2. “En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:...</p> <p>...III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;</p> <p>IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños”</p>	<p>La SCT deberá en atención a esta Ley, responsabilizarse por el manejo responsable, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen durante la construcción y operación de este proyecto. No obstante a lo largo del presente estudio y de manera más específica en los capítulos V y VI, se presentan los lineamientos que deberán de seguirse con respecto al tratamiento de los residuos generados, de acuerdo a lo estipulado en la legislación vigente en materia.</p>
<p>ARTÍCULO 30. “La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:</p> <p>I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;</p> <p>II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;</p> <p>III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, y</p> <p>IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales”.</p>	<p>En caso de que se determine que el volumen a generar durante el proceso de construcción es alto o bien que existen residuos tóxicos, bioacumulables o que representen algún riesgo para la población, dentro del Plan de Manejo ambiental incluido como anexo en este estudio la SCT, se hace referencia al manejo de estos materiales de acuerdo a lo previsto en las NOMs correspondientes y el cual deberá de cumplirse durante todas las etapas de construcción de la obra.</p>

III.3.2 Normas Oficiales Mexicanas

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Agua

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales (DOF, 6 de enero de 1997).	La concentración de contaminantes en las descargas de aguas residuales aguas y bienes nacionales, no excederán los límites límite máximos permisibles enumerados en las tablas 2 y 3 de ese documento. Los parámetros a monitorear para el cumplimiento de esta Norma se enfocarán a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) y los sólidos suspendidos totales (SST), que se esperan sean los contaminantes más elevados relacionados con las actividades del proyecto, aunque por supuesto, el seguimiento de esta NOM implica la determinación de la totalidad de los parámetros que establece.	La norma aplica para descargas en cuerpos receptores y en sistemas de alcantarillado; Se prevé que los trabajadores aportarán descargas, meramente aguas grises por aseo personal. Dado que todos los trabajadores en los pueblos cercanos, el incremento en la carga contaminante a los cuerpos receptores aledaños en la zona de obras no se presentará ya que no se instalarán campamentos en el sitio. Se evitarán las descargas sanitarias, mediante el empleo de sanitarios portátiles "sanirent" en la zona de obras. El cumplimiento de estas Normas Oficiales Mexicanas se hará evidente durante la correcta aplicación de las Medidas de Mitigación propuestas en el Capítulo VI de este documento
NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal (DOF, 3 de junio de 1998).	No rebasar los límites máximos permisibles de la Tabla 1. En especial, para las grasas y aceites, se considerará el promedio ponderado en función del caudal, resultante del análisis de cada una de las muestras simples.	

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisiones de Fuentes Móviles (Atmósfera)

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
NOM-041-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos	Será de observancia obligatoria para propietarios de vehículos que empleen gasolina como combustible y para los responsables de centros de verificación. Se tomarán en cuenta los valores marcados en la	Todo vehículo automotor que funcione a base de diesel y sus mezclas (pick ups, sedanes) y que se emplee durante las diferentes etapas del proyecto, debe ajustarse a los límites de emisiones contaminantes, por lo cual se deberá mantener vigilancia estrecha sobre el funcionamiento del motor, verificándolo y afinándolo en caso de

<p>automotores en circulación que usan gasolina como combustible (DOF, 6 de marzo de 2007)</p>	<p>Tablas 1-5, que están en función del año del modelo. Queda excluida la aplicación de esta Norma la maquinaria utilizada en las industrias de la construcción y minera.</p>	<p>necesitarse. Estas normas también restringen las actividades de la obra para efectuarse únicamente en horario diurno. Se realizará semanalmente la verificación de emisiones para camiones ligeros, medianos y pesados que se utilicen en las etapas de preparación, construcción y mantenimiento del proyecto. La aplicación de esta NOM está contenida en la medida de mitigación correspondiente. Quedan exentas del cumplimiento de esta NOM la maquinaria que emplee gasolina para la ejecución de esta obra civil.</p>
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF, 13 de septiembre de 2007).</p>	<p>Será de observancia obligatoria para propietarios de vehículos que empleen diesel como combustible, unidades de verificación y autoridades competentes. Se tomarán en cuenta los valores marcados en la Tabla 1 y la Tabla 2, que están en función del año del modelo. Queda excluida la aplicación de esta Norma la maquinaria equipada con motor diesel utilizados en las industrias de la construcción, minería y actividades agrícolas.</p>	<p>Todo vehículo automotor que funcione a base de diesel y sus mezclas (pick ups, sedanes) y presente durante las diferentes etapas del proyecto, debe ajustarse a los límites de emisiones contaminantes, por lo cual se deberá mantener vigilancia estrecha sobre el funcionamiento del motor, verificándolo y afinándolo en caso de necesitarse. Estas normas también restringen las actividades de la obra para efectuarse únicamente en horario diurno. Se realizará semanalmente la verificación de emisiones para camiones ligeros, medianos y pesados que se utilicen en las etapas de preparación, construcción y mantenimiento del proyecto. La aplicación de esta NOM está contenida en la medida de mitigación correspondiente. Quedan exentas del cumplimiento de esta NOM la maquinaria empleada para la ejecución de esta obra civil.</p>

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisiones de Fuentes Fijas (atmósfera)

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>NOM-043-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas (DOF, 22 de octubre de 1993).</p>	<p>Esta NOM es de observancia obligatoria para los responsables de fuentes fijas que emitan partículas sólidas a la atmósfera, con la excepción de las que se rigen por normas oficiales mexicanas específicas.</p>	<p>Deberá efectuarse la verificación de los LMP enumerados en la Tabla 1, Columna 3 de esta NOM en la planta de asfalto que se emplee para las actividades de construcción, que se considera la fuente fija más contaminante que se empleará en la obra.</p>

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Calidad de Combustibles (Atmósfera)



NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
NOM-050-SEMARNAT-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible	La Norma es obligatoria para vehículos automotores en circulación, exceptuando a la maquinaria de uso en la construcción. Se deberá verificar el cumplimiento de la Tabla 2, en la que se indican los niveles máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios en circulación, en función del año-modelo	Será verificará su cumplimiento en los vehículos automotores (usados para actividades distintas a la construcción; por ejemplo: transporte de personal) que empleen combustibles alternos. La maquinaria de construcción que use este tipo de combustibles, quedará exenta de aplicación de esta NOM.

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos Peligrosos

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF, 26 de junio de 2006)	Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo. Un residuo peligroso es aquel que posee una o varias de las características contenidas en el numeral 7.1 de esta norma tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad, o biológico infeccioso.	Los residuos que contengan pintura, grasas, aceites, mezcla asfáltica y/o solventes (estopas, envases vacíos) se consideran dentro de esta categoría, por lo que deberán ser manejados de acuerdo a lo previsto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 (DOF, 22 de octubre de 1993)	Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en la generación y manejo de residuos peligrosos, acorde a los anexos 1-5 de la presente Norma.	Los aceites gastados, grasas y otras sustancias que se generan del mantenimiento de la maquinaria son desechos que se consideran peligrosos; de igual manera, los muchos de los desechos generados por las actividades de señalización caen en esta categoría, por lo que requieren un manejo almacenamiento especial, que debe aplicarse en cada caso por la legislación correspondiente. Uno de los mayores riesgos que se derivan del manejo de residuos peligrosos, es el que resulta de mezclar dos o más que por sus características físico-químicas son incompatibles, por lo que es necesario establecer el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos y de esta manera evitar siniestros que pongan en riesgo a la obra, al personal y al ambiente.

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
------------------------	------------------------------------	--

<p>NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF, 13 de enero de 1995)</p>	<p>Obligatoria para automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción. Los niveles de ruido deberán acotarse a los límites establecidos por esta NOM contenidos en las Tablas 1 y 2 de dicho documento.</p>	<p>Se vigilará su cumplimiento en los vehículos cuyo uso sea distinto a las actividades de construcción (por ejemplo, traslado de personal). Dado que esta NOM no es aplicable a la maquinaria pesada, como medida de mitigación para este impacto, se deberán restringir las actividades de la obra sólo para el horario diurno.</p>
<p>NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición (DOF, 13 de enero de 1995) (incluye aclaración a esta norma, publicada en el DOF el día 3 de marzo de 1995).</p>	<p>De aplicación en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública. El nivel sonoro de una fuente fija se realiza con el siguiente procedimiento: reconocimiento inicial; una medición de campo; procesamiento de datos de medición y elaboración de un informe de medición. Los límites máximos permisibles del nivel sonoro son los establecidos en la Tabla 1 de dicho documento</p>	<p>Las fuentes fijas que se estima se empleen para la ejecución del proyecto son las máquinas trituradoras. Se deberán realizar evaluaciones mensuales de este parámetro para demostrar a las autoridades competentes el cumplimiento de esta NOM.</p>

Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Flora y Fauna

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección (DOF, 30 de diciembre de 2010)</p>	<p>Tendrá observancia estricta cuando se trate de especies dentro del algún estatus de protección.</p>	<p>El empleo de esta NOM se dará de manera primordial durante las etapa de preparación del sitio, aunque se mantendrá vigente su cumplimiento durante todas las etapas del proyecto, ya que será necesario reubicar a diversas especies cuyos refugios se encuentren cercanos a la zona del proyecto; mientras que para la etapa de abandono, se realizarán actividades de reforestación, al igual que reubicación de fauna.</p>
<p>NOM-005-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.</p>	<p>De observancia obligatoria para quienes realiza el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.</p>	<p>Deberá aplicarse como parte de un programa de producción de composta que se adicionará al material de despalme y utilizará en la reforestación</p>
<p>NOM-007-SEMARNAT-1997 Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.</p>	<p>De observancia obligatoria para quienes realiza el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.</p>	<p>Deberá aplicarse como parte de un programa de producción de composta que se adicionará al material de despalme y utilizará en la reforestación</p>

Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas con la calidad del suelo

NORMA OFICIAL MEXICANA	Especificación de la NOM a cumplir	Actividades en las que se vigilará su cumplimiento
------------------------	------------------------------------	--



<p>NOM-027-SEMARNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte (DOF, 5 de junio de 1996)</p>	<p>Tiene como finalidad conservar, proteger y restaurar los recursos forestales no maderables y la biodiversidad de los ecosistemas, así como prevenir la erosión del suelo y lograr un manejo sostenible de los recursos.</p>	<p>Actividades relacionadas con el aprovechamiento de suelo orgánico obtenido en el despalme y luego utilizado en reforestación</p>
<p>NOM-060-SEMARNAT-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal (DOF 13 de mayo de 1994)</p>	<p>Criterios principalmente relacionados a la rehabilitación de sitios desprovistos de vegetación que comienzan a manifestar afectaciones en la calidad e integridad del suelo.</p>	<p>Si bien la ejecución del proyecto no se relaciona con el aprovechamiento forestal, existirá la remoción de vegetación, lo que conlleva algunos impactos. Se recomienda la vigilancia de esta normatividad de manera que complemente las medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI relacionadas a las actividades de reforestación, con el fin de minimizar los impactos al suelo.</p>
<p>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos (DOF, 29 de marzo de 2005)</p>	<p>Se requerirá el cumplimiento de las especificaciones adecuadas para poder realizar las acciones de caracterización y remediación a los causantes de este tipo de contaminación. La fracción de hidrocarburo a analizar estará en función del tipo de contaminante derramado (Tabla 1). Los límites máximos permisibles por fracción se verificarán con la Tabla 2 (en este caso para uso de suelo agrícola {que incluye forestal y recreativo}).</p>	<p>Su aplicación se dará durante todas las etapas del proyecto, dado que podrías presentarse derrames accidentales de este tipo de compuestos. Los hidrocarburos que contempla esta NOM relacionados con alguna de las actividades del proyecto (y que por tanto deberán tener observancia en esta NOM) son: mezclas, aceites, diesel, keroseno, creosota y gasolina. Se realizará la restauración de los suelos que lleguen a contaminarse con estos compuestos, hasta verificar que las concentraciones de los mismos estén por debajo de los LMP (límites máximos permisibles). La técnica propuesta para este fin, se incluye dentro del Programa de Restauración y Estabilización de suelos anexos al presente documento.</p>

Normas Oficiales Mexicanas Relacionadas con Comunicaciones y Transportes

NORMA OFICIAL MEXICANA	Aplicación	Relación al proyecto
<p>NOM-003-SCT2-1994. Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos (DOF, 20 de septiembre de 2000)</p>	<p>Dependiendo de las características fisicoquímicas del material y/o residuo peligroso, deberán acatarse las especificaciones de envases y embalaje adecuadas</p>	<p>La aplicación de estas normas de realizará de manera indirecta, pues se requerirá que la constructora subcontrate a una empresa autorizada por la SEMARNAT y la SCT, que se encargará del transporte y deposición final de residuos peligrosos. De tal manera que se debe verificar que dichas empresas cumplan con todos los requisitos necesarios estipulados en esta NOM Si bien en cumplimiento de estas NOM no competen de manera directa ni a la constructora ni a la supervisora de las obras, es recomendable que el supervisor ambiental verifique con la documentación correspondiente (actas de</p>
<p>NOM-006-SCT2-1994. Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos (DOF, 9 de noviembre de 2000)</p>	<p>Se vigilará que las unidades vehiculares se encuentren en óptimas condiciones mecánicas y de operación.</p>	
<p>NOM-011-SCT2-1994. Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en</p>	<p>El transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas deberá realizarse en</p>	



cantidades limitadas (DOF, 25 de noviembre de 2005)	función de la clase y división a la que pertenezcan y de la cantidad a transportar.	entrega – recepción, permisos, bitácoras de trabajo etc.), que se realizan estas diligencias con estricto apego a la normatividad correspondiente.
NOM-019-SCT2-1994. Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos (DOF, 25 de noviembre de 2005)	Establece las disposiciones generales para realizar la limpieza y control de remanentes de las unidades que transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos por razones de incompatibilidad de los productos a transportar	



III.4. Concordancia del proyecto

El análisis de los instrumentos legales a nivel federal, regional, estatal y municipal con la construcción de esta vía de comunicación, revela en primer lugar, que este proyecto se ajusta a las directrices de crecimiento de la competitividad regional del Plan Nacional de Desarrollo, de tal manera que se ha considerado dentro de los 100 proyectos prioritarios carreteros a realizar durante este sexenio.

Lo anterior hace que el mismo sea contemplado dentro de la elaboración de los Planes de Desarrollo tanto Estatal como municipal y de desarrollo urbano del centro de población.

El Libramiento oriente atraviesa una de las Áreas Naturales Protegidas del Estado (Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez – El Molinito), la cual es de suma importancia su conservación dado que de ella se abastece el suministro de agua potable a Hermosillo y localidades circunvecinas.

La construcción de cualquier obra está permitida dentro del área de amortiguamiento de esta ANP siempre y cuando se haga la evaluación de los impactos ambientales que generará su ejecución. En este sentido, el presente documento se ajusta a este lineamiento del decreto de la ANP; por lo que también no se presentan en este sentido, restricciones legales para la construcción del libramiento, siempre y cuando la magnitud y extensión de los impactos ambientales generados puedan ser mitigables y no comprometan los recursos naturales de esta ANP.

La construcción del Libramiento no sólo debe de cubrir los requerimientos de protección de impacto ambiental que se generen dentro de la ANP, sino que debe de asegurarse la conservación de los recursos naturales, dada la fragilidad intrínseca de los ecosistemas ahí presentes, por lo que la SCT se compromete a realizar esta obra mitigando, restaurando y compensando los impactos que se generen sobre los componentes claves de los ecosistemas afectados (suelo, vegetación, escurrimientos).

Se puede concluir que existe congruencia total entre la construcción del Libramiento de Hermosillo con los diversos instrumentos normativos que aplican en la zona de estudio, debido a que no se encontraron inconvenientes de índole legal para su ejecución.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.I Delimitación de la Región de Estudio Preliminar

Una de las partes medulares de la Manifestación de Impacto Ambiental, es la delimitación del SAR del proyecto; es decir, del área en la que se espera que potencialmente se puedan presentar los impactos asociados al proyecto; en este caso, por tratarse de una obra de infraestructura carretera, la extensión del SAR está primordialmente sujeta al uso de suelo de la zona; ya que este será el atributo ambiental principalmente afectado.

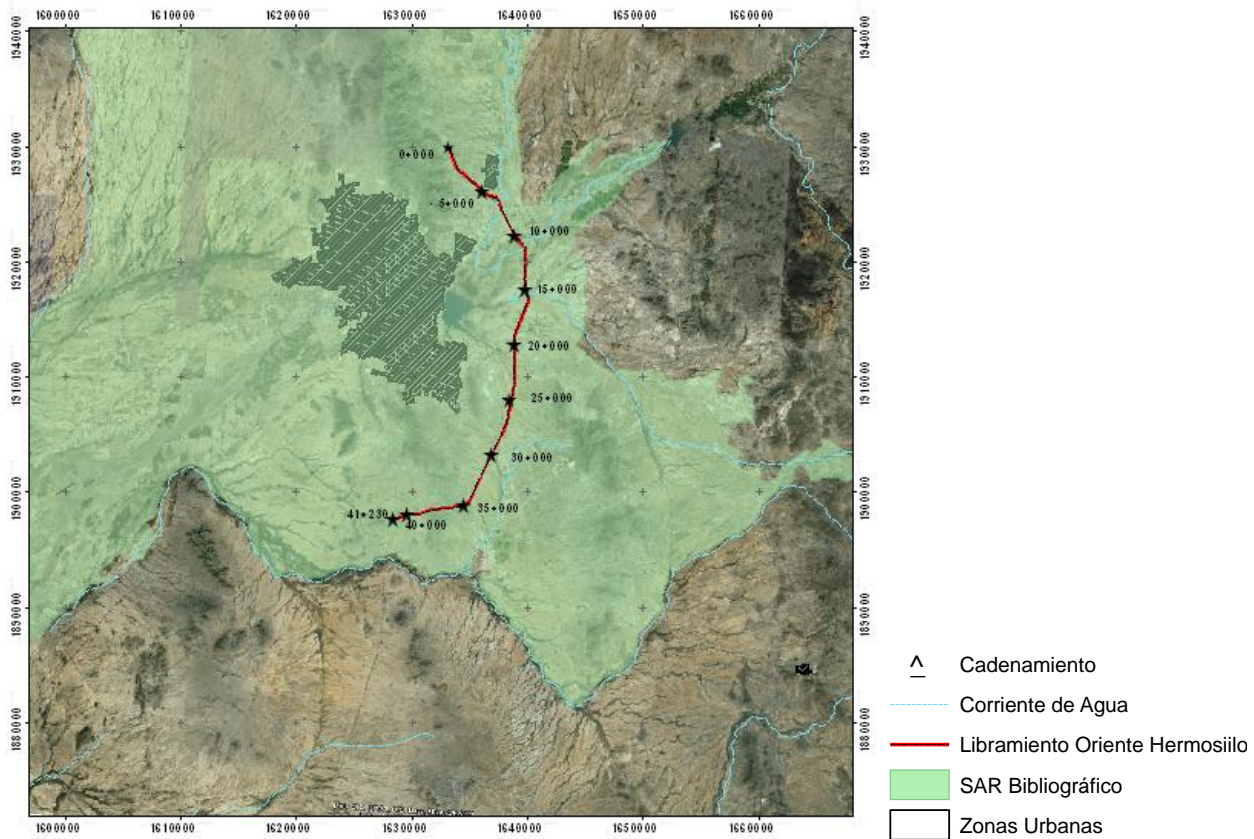
Dentro de las características ambientales más importantes para esa delimitación del SAR se encuentra la cobertura vegetal, las cuencas hidrológicas, el uso de suelo, las áreas Naturales Protegidas, las Regiones Prioritarias de la CONABIO, las toposformas y los Planes y/o Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (local, estatal y/o regional).

Se procedió a hacer el análisis de los caracteres ambientales que mejor definen la región de estudio, y se encontró que la disponibilidad y distribución de agua es importante en la región, primordialmente porque en la actualidad ha determinado el avance de las tierras agropecuarias sobre el uso de suelo forestal. No se consideró la distribución de fauna indicadora para la delimitación del SAR debido a que el alto grado de modificación del entorno natural en la región ha hecho que desaparezcan las especies indicadoras terrestres hacia zonas de mejor cobertura vegetal.

Para la determinación del SAR bibliográfico, se procedió a realizar una trasposición de las unidades ambientales de la región con el modelo de elevación digital de la zona, ya que la presencia de caracteres topográficos puede crear a su vez unidades de paisaje que faciliten la determinación de la zona de influencia del libramiento.

El polígono resultante del traslape inicial de unidades ambientales que se ubican en el sitio del proyecto y superficies aledañas, muestra un área que se extiende hacia el SW del proyecto y que coincide con el escurrimiento del Río Sonora y la presencia de una gran llanura aluvial hacia el oeste; es en esta misma dirección donde se concentra la mayor cantidad de tierras agropecuarias de la región (mismas que se extienden hasta el Golfo de Cortés) y por tanto, es la zona de mayor impacto antropogénico de la región.; sin embargo, el cambio de uso de suelo también es evidente sobretodo en las inmediaciones del polígono del ANP, en virtud de que se aprovechan las escorrentías del río y la fertilidad de esas tierras para el asentamiento de tierras agrícolas.

Figura IV.1. Polígono Bibliográfico del SAR



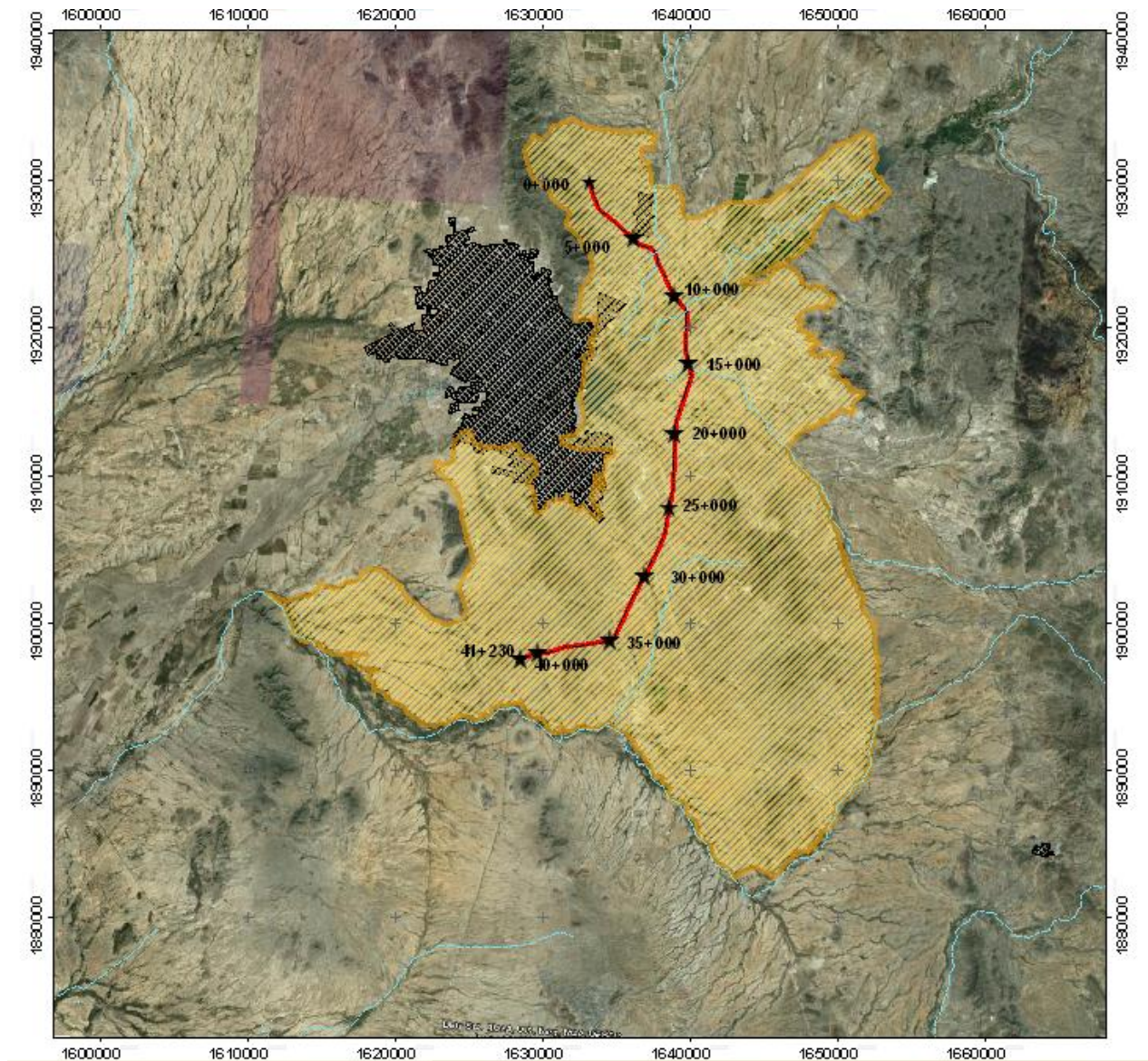
En virtud de que la extensión de este polígono inicial hacia el poniente es demasiado extenso para permitir la evaluación de los impactos ambientales que se generarán por efecto de la construcción del Libramiento, se hace necesario acotar el mismo a una dimensión menor; por lo que en esta segunda etapa, se procedió a considerar el radio de afectación directa por las actividades específicas de cada etapa de la obra y las observaciones en campo. De manera adicional, como parte de la delimitación definitiva del SAR se tomaron en cuenta las zonificaciones establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo y la zonificación propuesta por la Declaratoria de la ANP.

Dentro del Anexo No. 3 se detalla paso a paso la forma en la cual se fue perfilando el SAR (tanto bibliográfico como definitivo). Los criterios que fundamentaron la delimitación del SAR definitivo son:

1. Cambio de uso de suelo (forestal a agrícola)
2. Límite de crecimiento actual de la zona urbana
3. Presencia de escurrimientos con remanentes de vegetación de galería
4. Puntos más elevados de la microcuenca
5. Polígono de ANP (quitando la zona núcleo de la Presa El Molinito, por encontrarse la zona del proyecto pendiente abajo)

De lo anterior, se obtuvo un polígono de 101,079 Ha, que representa la zona de influencia del proyecto; el mismo, se presenta en la figura IV.2.

Figura IV.2 Sistema Ambiental Regional para el presente proyecto.








-  Cadenamiento
-  Corriente de Agua
-  Libramiento Oriente Hermosillo
-  SAR Libramiento Oriente
-  Zonas Urbanas



Tabla IV.1. Unidades ambientales ubicadas dentro del Sistema Ambiental Regional

Atributo	Unidad / Nombre	Superficie (Ha)	% de superficie del Sistema Ambiental
Uso de suelo	Mezquital – Huizachal	44,527.56	44.05
	Áreas de manejo agropecuario y forestal	29,495.86	29.18
	Matorral espinoso tamaulipeco	10,375.76	10.27
	Matorral Sarcocrasicaule	9,022.91	8.93
	Matorral desértico micrófilo	6,536.04	6.46
	Vegetación de galería	330.10	0.33
	Cuerpo de agua	791.45	0.78
Edafología	Calcisol háplico	97,324.79	96.29
	Regosol eútrico	3,754.89	3.71
Geología	Suelo [Q(s)]	67,482.17	66.76
	Conglomerado [T(cg)]	12,763.81	12.63
	Caliza [P(cz)]	9,614.72	9.51
	Ígnea intrusiva ácida [K(igia)]	8,262.37	8.17
	Ígnea extrusiva ácida [Ts(igea)]	1,329.74	1.32
	Arenisca [J(ar)]	939.13	0.93
	Otros	687.74	0.68
Topoformas	Bajada con lomeríos	63,947.26	63.26
	Llanura aluvial	20,739.17	20.52
	Sierra escarpada compleja	15,931.51	15.76
	Sierra escarpada compleja con lomeríos	461.74	0.46
Subcuencas hidrológicas	El Cajoncito – Arroyo del Carrizo	53,910.44	53.33
	La Colorada	44,245.73	43.78
	Río Bajo Sonora	2,923.51	2.89
Zonas prioritarias de conservación	ANP Sistema de Presas Abelardo Rodríguez L. – El Molinito	20,341.76	20.12
	RTP Sierra Libre	17,336.57	17.51
Clima	Muy árido, cálido [BW(h')(x')]	72,292.05	71.52
	Muy árido, semicálido [BWh(x')]	28,787.63	28.48
Acuífero	Mesa de Seri – La victoria	48,590.83	48.07
	La Poza	33,483.68	33.13
	Costa de Hermosillo	17,969.99	17.78
	Río Zanjón	1,035.15	1.02

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

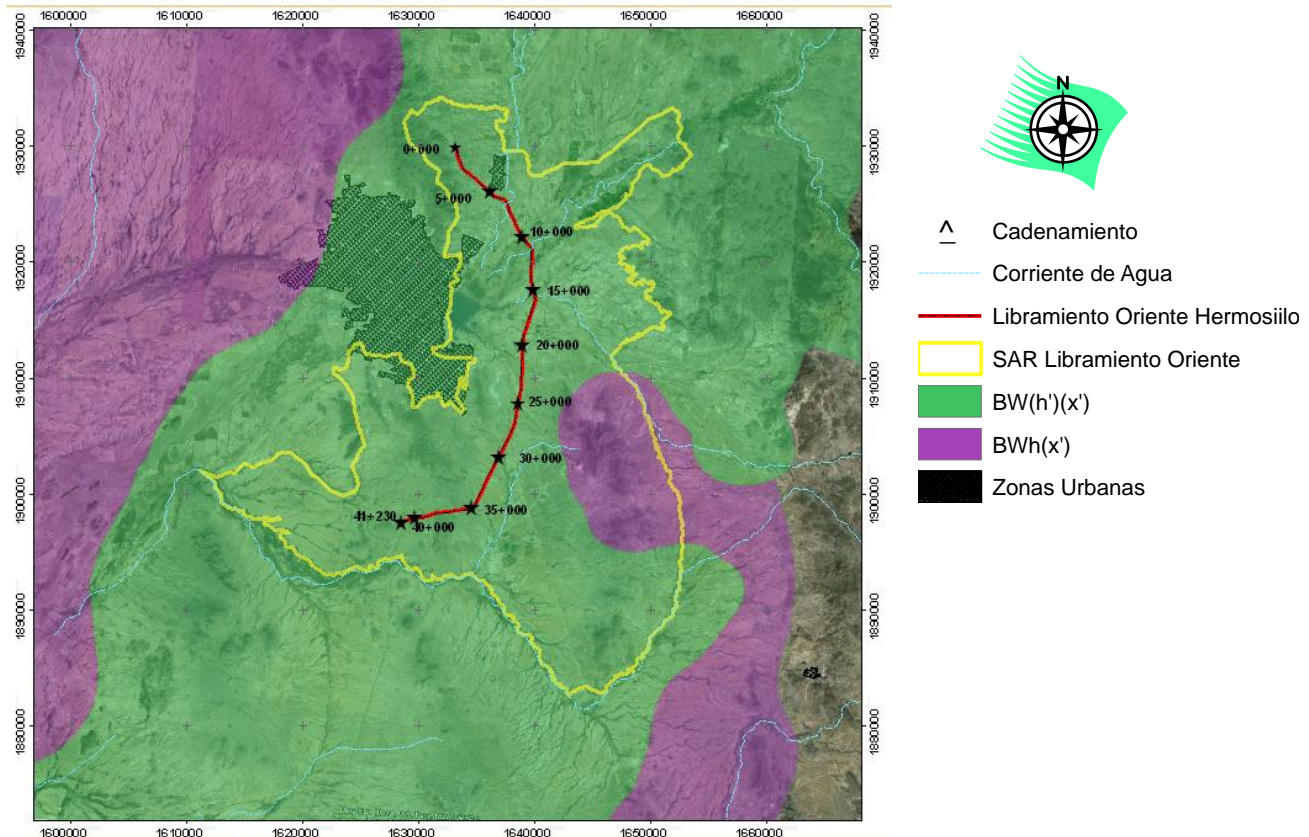
IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima

Tipo de clima

De acuerdo al Instituto de Estadística Geografía e Información (INEGI) en 2010, los tipos de clima bajo los cuales se encuentra el SAR son los siguientes (Figura IV.3):

Figura IV.3. Clima en el Sistema Ambiental Regional.



La descripción acorde a García (1964) para estas variantes se describe a continuación:

AwI Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm, lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

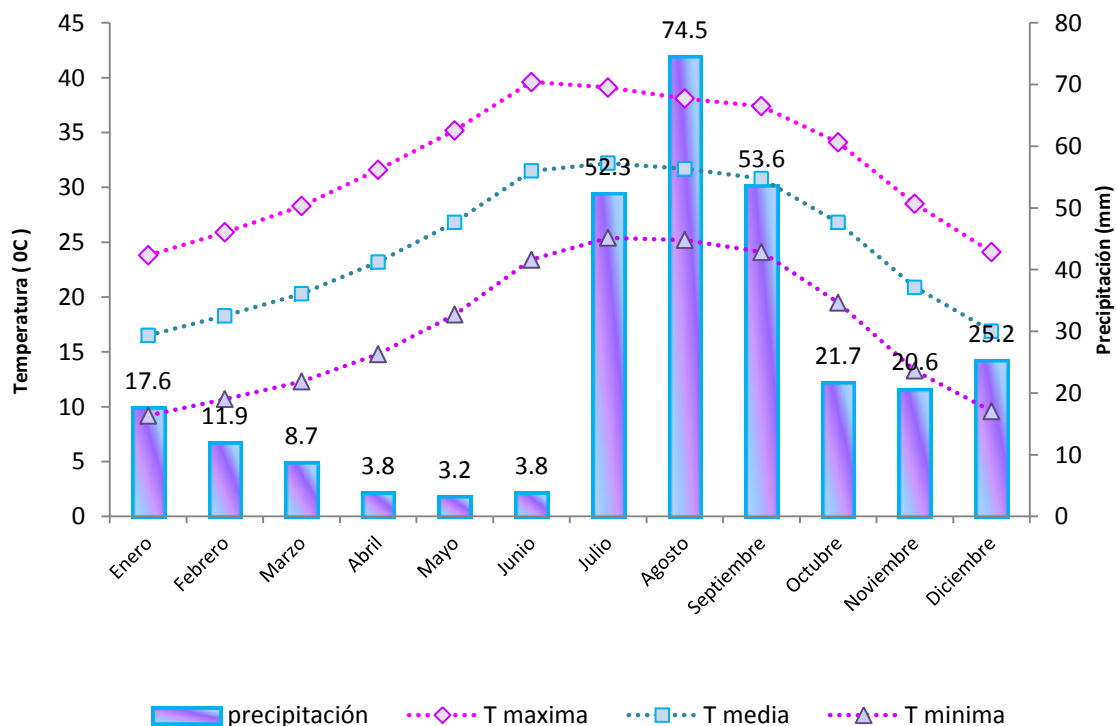
Aw2 Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Temperatura

La temperatura del SAR oscila entre 9.2°C a 39.6°C de acuerdo a las normales climáticas para el municipio de Hermosillo en la estación meteorológica de Hermosillo ubicada en las coordenadas 110°58'00" LW y 29°06'00" LN. (Riuz *et al.*, 2005) esta estación se encuentra dentro del SAR.

Las variaciones de la temperatura son amplias, marcadas claramente por la temporada invernal y la temporada de verano; con lo cual el clima dominante es muy árido, en función de las bajas precipitaciones a lo largo del año y la variación entre las temperaturas máximas y mínimas.

Figura IV.4 Climograma para el municipio de Hermosillo, Sonora.



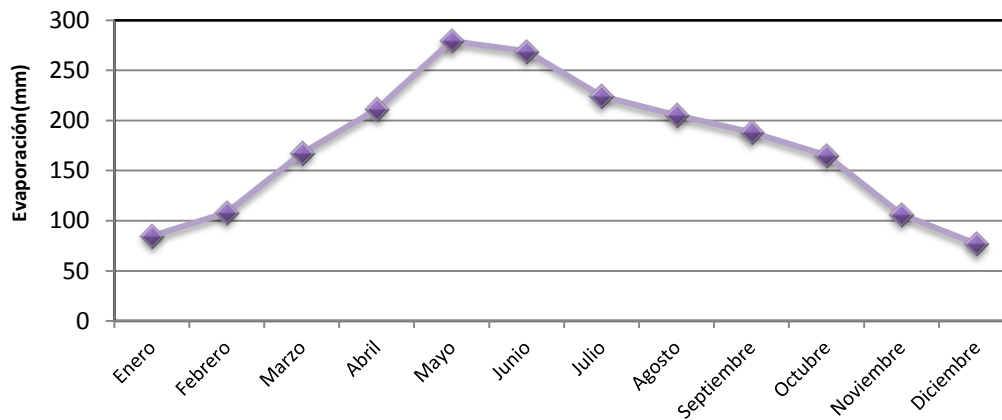
Precipitación

La precipitación en el SAR fluctúa de 3.2 mm a 74.5 mm (Ruiz *et al.*, 2005); ésta última en el mes de agosto donde se registran las lluvias más abundantes, mientras que la más baja en el mes de mayo, se observa que las mayores precipitaciones se dan en el verano, estas precipitaciones están influenciadas principalmente por el Monzón Mexicano, el cual modula las lluvias de junio a septiembre en la región, las que representan aproximadamente el 70 % de las lluvias totales anuales (Salinas *et al.*, 2001).

Evaporación

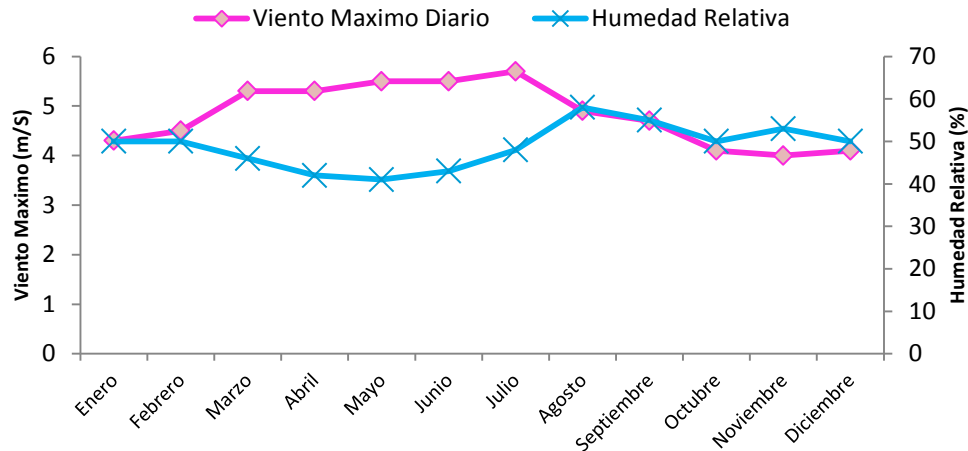
Es un proceso que transfiere agua desde la superficie terrestre a la atmósfera, es decir, es cuando el agua pasa de la fase líquida a la gaseosa. Las tasas de evaporación dependen de varios factores ambientales tales como la radiación solar, la temperatura, la humedad ambiental y el viento (Castro y Arteaga, 1993).

Figura IV.5 Evaporación en Hermosillo, Sonora



Algunos factores modificadores del clima son especialmente influyentes sobre la dinámica de la evaporación. Este es el caso del relieve, en donde una topografía plana propicia mayores velocidades de viento y por tanto mayores índices de evaporación. También sobresale el caso de la exposición del terreno, donde una exposición sur en el hemisferio norte, predispone mayores cantidades de evaporación, por la mayor incidencia de radiación solar y temperatura (García, 1989; Oke, 1990).

Figura IV.6 Evaporación en Hermosillo, Sonora



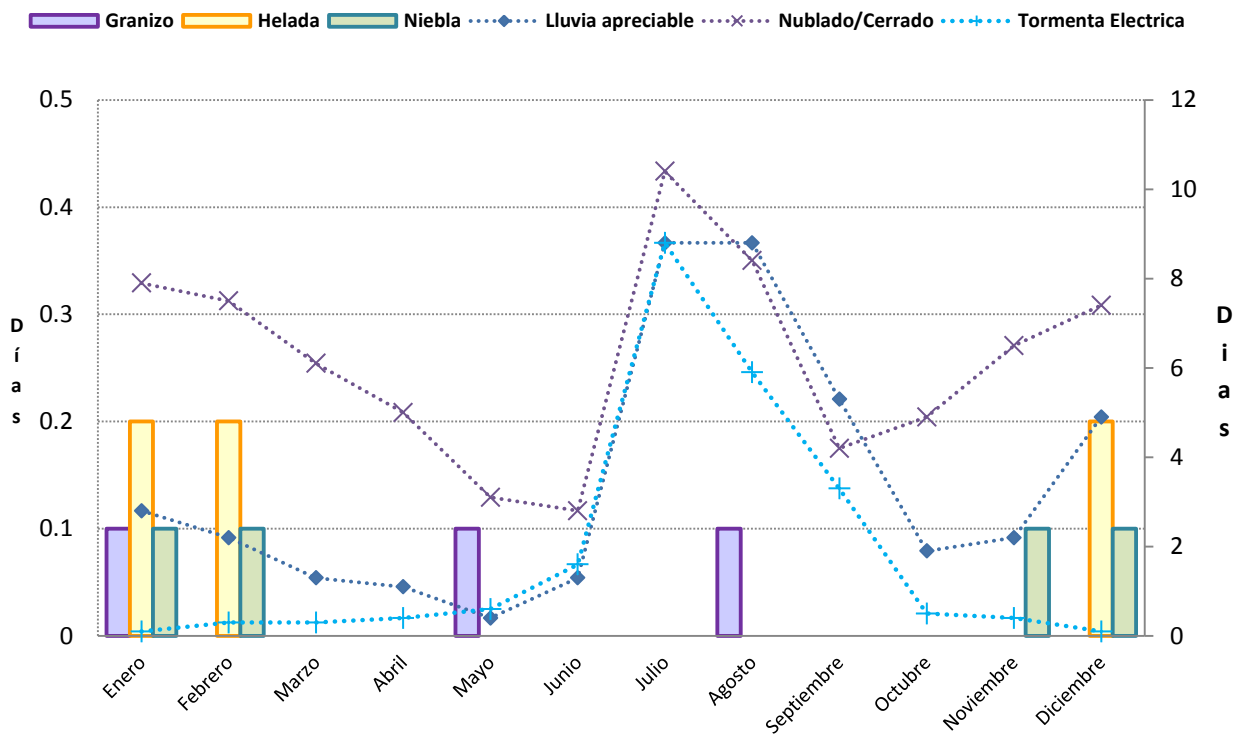
Se observa en la figura IV.5 y IV.6 que la mayor evaporación se da en los meses con mayores velocidades en el viento y menor humedad relativa, así como en los meses con menor precipitación. La velocidad del viento de marzo a julio en promedio es de 5m/s, meses con menor humedad relativa, mientras la mayor humedad se da en los meses con menor velocidad en el viento observando así que estos factores climáticos son inversamente proporcionales.

Fenómenos especiales

En la Figura IV.7 se muestran como fenómenos especiales durante el transcurso del año a:

- Granizo
- Helada
- Niebla
- Lluvia apreciable
- Nublado/Cerrado
- Tormenta Eléctrica

Figura IV. 7 Fenómenos meteorológicos especiales en Hermosillo



Mediante esta figura, se observa que las tormentas eléctricas, la lluvia apreciable y los días nublados están directamente relacionados con la temporada de lluvias en la región.

Por otra parte las nieblas y las heladas también están relacionadas en su tiempo de ocurrencia, ya que básicamente las condiciones climáticas para que sucedan son muy similares. La condensación del agua atmosférica durante la temporada invernal es la responsable de la coincidencia de ambos fenómenos en esta época del año.

Por otra parte, los días con granizo se observan más azarosos a lo largo del año, ya que el granizo se origina sólo bajo condiciones climáticas particulares. El granizo se forma en el interior de las nubes *cumulonimbus*, (más frecuentes en primavera y en verano), nubes de forma vertical, cuya base se encuentra entre los 1 000 y 1 500 m sobre el nivel del mar y pueden llegar a tener 15 km de alto.

Si bien en el interior de estas nubes, la temperatura llega a ser extremadamente baja, parte de las pequeñas gotas de agua se encuentran dentro en estado líquido gracias a un proceso llamado sobrefusión, proceso que mantiene en estado líquido al agua por debajo de su punto de congelación gracias a que sus partículas no entran en contacto con otras para convertirse en hielo.

En el interior de la nube hay corrientes de aire ascendente que pueden superar los 40 Km/h elevando las pequeñas gotas de agua que entran en contacto con partículas sólidas y se congelan, están caen y mientras caen se unen a otras haciéndose más grandes, este aire tibio vuelve a subir estas gotas que más tarde caen por su propio peso.

Con frecuencia, las granizadas en el SAR se relacionan a los siguientes eventos meteorológicos:

- Frentes fríos al chocar contra frentes oceánicos (enero)
- Encuentro entre bajas y altas presiones atmosféricas (mayo)
- Disipación de huracanes o tormentas tropicales que chocan contra la Península de Baja California o el litoral sonorenses (agosto)

Ciclones Tropicales

Ciclón tropical es el nombre que reciben en general la depresión tropical, tormenta tropical o huracán, según sea su magnitud. Se caracteriza por formarse en aguas oceánicas cercanas al ecuador, y tener una circulación superficial bien definida y organizada alrededor de un centro de baja presión atmosférica, girando en el hemisferio norte en sentido contrario al de las manecillas del reloj. Se manifiestan por intensos vientos cambiantes de dirección, oleajes, altas mareas y lluvias torrenciales.

Los ciclones se clasifican de acuerdo con la intensidad de los vientos máximos sostenidos. Cuando son mayores de:

- 119 km/h (33.1 m/s) se les denominan *huracanes*,

- Entre 61 km/h (16.9 m/s) y 119 km/h (33.1 m/s), son *tormentas tropicales*,
- cuando los vientos son menores de 61 km/h (16.9 m/s), son *depresiones tropicales*.

Para el estado de Sonora en el período comprendido de 1921 a 2004, un total de 43 ciclones de origen tropical han tocado tierra en Sonora que en términos porcentuales, el 49% de los ciclones que han afectado al territorio estatal, lo hicieron en la región Sur, en los municipios de Huatabampo, Navojoa, Etchojoa y Cajeme; en la región Noroeste del Estado, han tocado tierra un 23%, afectando a Puerto Peñasco, Puerto Libertad y Plutarco Elías Calles; la región de Guaymas-Empalme ha sido impactada por el 15.3% de este tipo de fenómeno meteorológico y finalmente, la región de la Costa de Hermosillo con un 12.7%.

Los ciclones de origen tropical que se presentan en Sonora, incrementan su recurrencia e intensidad a medida que progresa la denominada "temporada de ciclones", comprendida desde la segunda quincena de mayo hasta la primera de noviembre.

No obstante, las series estadísticas en cuanto a la presencia de ciclones por mes en el estado, muestran un patrón de gran incidencia durante el mes de septiembre toda vez que se han presentado un 40% de los ciclones que han tocado tierra en el estado, siguiéndole en importancia los meses de agosto con un 25%, octubre con un 23%, julio y diciembre con un 3% cada uno

De acuerdo a la SMN-CNA (2010) indican que en estado de Sonora, se ha visto afectado por diez ciclones tropicales dentro del periodo 1970-2007, los datos registrados para este periodo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV.2. Ciclones Tropicales que han afectado el estado durante el periodo 1980 – 2010.

AÑO	NOMBRE	CATEGORIA* EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	PERIODO (inicio-fin)	VIENTOS MAX (en impacto)
1972	Joanne	TT [DT]	PUNTA PRIETA, BC (P. PEÑASCO, SON)	30 SEP-7 OCT	75 (45)
1986	Newton	H1	YAVAROS, SON	Sep. 18-23	120
1989	Raymond	TT	PTA.ABREOJOS, BCS (B.KINO,SON)	Sep. 26-Oct 05	85
1992	Lester	H1	P.ABREOJOS, BCS (B.SARGENTO,SON)	Agosto. 20-24	175
1993	Hilary	H3	PUNTA PEQUEÑA,BCS (BAHIA KINO, SON)	Ago. 17-27	195
1995	Ismael	H1	SIN,SON	Sep. 12-15	120
1996	Fausto	H3	BCS,SIN,CHIH,SON	Sep. 10-14	140
1997	Nora	H1	BCS, BC, SON	Sep 16-26	140
1997	Isis	H1	BCS, SIN, SON, CHIH	Sep. 1-3	120
1999	Greg	H1	GRO,COL,MICH,JAL,SIN,BCS,SON	Sep. 5-9	120
2001	Juliette	H1	BCS, Son., BC	Sep. 21-2 Oct.	140
2007	Henriette	H1	San José del Cabo, BCS [Guaymas, Son]	30 ago-6 sep	
2008	Lowell	DT	Cabo San Lucas, BCS [Huetabampo, Son]	Sep. 10-11	35
2008	Norbert	H1	Pto. Cortes, BCS [Yavaros, Son]	Oct. 3-12	165 (140)

Cuando el huracán entró a la tierra en dos lugares, el segundo está marcado entre paréntesis.

*La escala de Huracán Saffir / Simpson, según la velocidad del viento en km/h:

H1 119 a 153



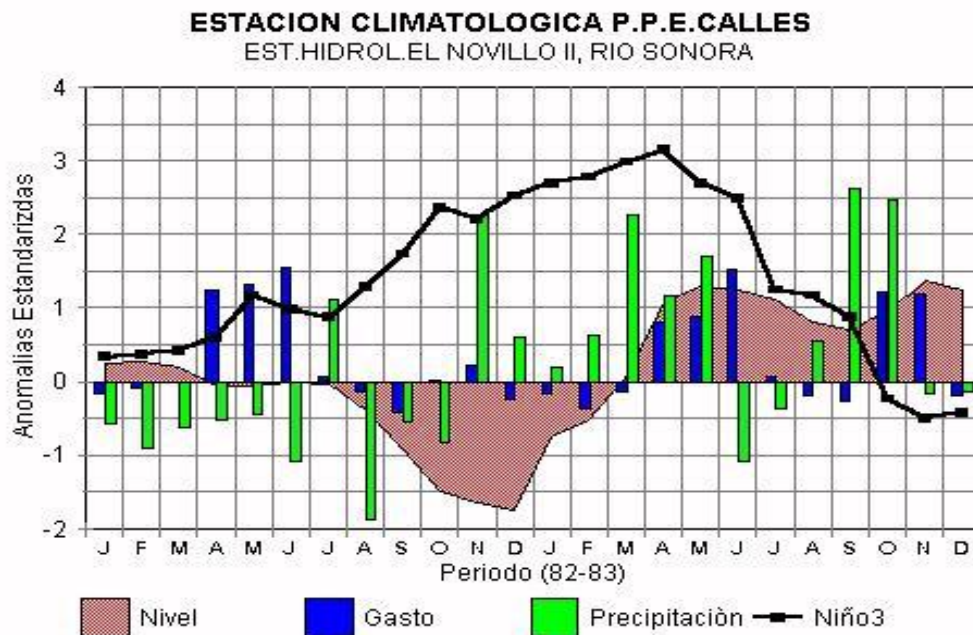
H2 154 a 177
H3 178 a 209
H4 210 a 250
H5 Mayor de 250

El último huracán mencionado, dejó a su paso daños severos a la estructura vial, e infraestructura del estado, así como localidades sumergidas en el agua. Los municipios afectados por este fenómeno fueron; Álamos, Etchojoa, Huatabampo y Navojoa.

Hay que señalar que ninguno ha impactado de manera directa la zona donde está ubicado el SAR, sin embargo, las bandas nubosas que se desprenden de los remanentes de estos fenómenos y que se internan por tierra llevan abundantes lluvias a la zona del SAR, aunque son de corta duración; pero pueden ocasionar riesgo de inundación sobre todo en a lo largo del cauce del río Sonora, que puede ver desbordada su cuenca por la cantidad de lluvia precipitada.

Otro fenómeno metereológico que se manifiesta de manera importante dentro del SAR es “El Niño” que produce lluvias invernales atípicas en la región, que se notan mediante el incremento en el nivel del agua de la presa Plutarco Elías Calles cercana a la zona del SAR, lo que se observa en el periodo 1982-1983, lo cual se muestra en la figura siguiente:

Figura. IV. 8 Histogramas de condiciones hidrológicas en la presa Plutarco Elías Calles, Sonora, durante el periodo (El Niño) 1982 - 1983.



Las pesquerías en México se ven también afectadas. Las anomalías en agua caliente asociada a El Niño pueden extenderse hasta costas mexicanas produciendo disminución del plancton, de algunas pesquerías características de aguas frías y una menor productividad general. Sin embargo, cabe señalar que no todos los Niños producen la misma respuesta en México, pudiendo presentarse este fenómeno con lluvias escasas en la región.

Sequía

La Sequía es el fenómeno hidrometeorológico que se caracteriza por la falta de agua en el suelo, afectando la vegetación, ya que ésta pierde el agua por la evaporación y transpiración o debido a que la precipitación en una etapa, es menor que su promedio característico. Cuando esta deficiencia es prolongada, daña las actividades humanas al afectar las fuentes de abastecimiento de agua potable, agropecuaria, industrial, eléctrica, generando problemas económicos, así como el equilibrio de los ecosistemas.

Destacan, por su impacto, las afectaciones al agua potable y sobre todo al sector agrícola, ya que al restringirse la siembra de segundos cultivos e incluso de los primeros, se ocasiona un gran desempleo en los valles del Yaqui y Mayo, principalmente.

En el Estado, hay aproximadamente 70,093 km² con sequía permanente; ubicados hacia la porción costera, aquí sobresalen los municipios de Hermosillo, Caborca, Puerto Peñasco, Guaymas y San Luis Río Colorado por su concentración demográfica. Existen otros municipios dentro del área de sequía permanente, representando el 12% del total de ellos, y el 38% en razón de la superficie estatal.

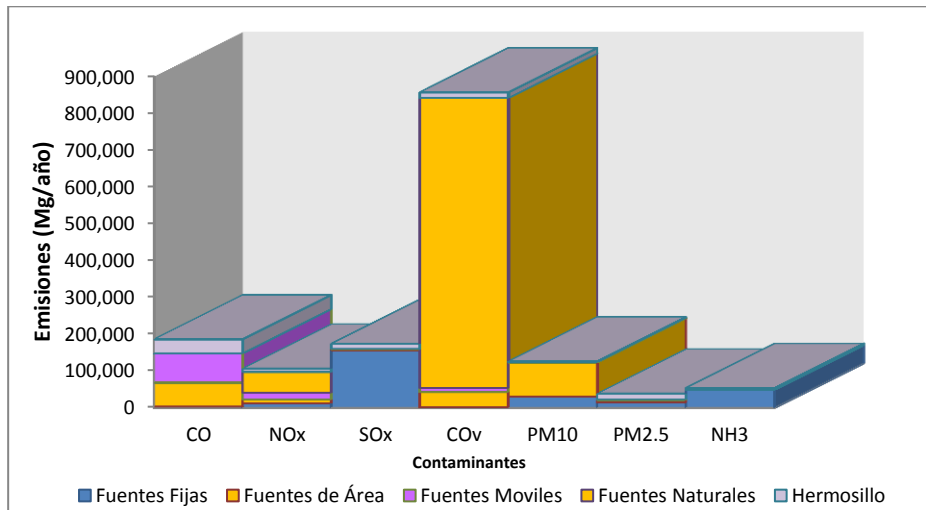
Las sequías estacionales, se presentan en el Estado por su climatología, que define claramente sus épocas de lluvias y aridez; identificando al período de octubre a junio como la época de mayor aridez en la entidad. Los 72 municipios del Estado de Sonora, según registros de precipitación media mensual, presentan problemas de sequía estacional (Cenpred sonora).

Las predicciones climáticas a largo plazo para el SAR señalan que los periodos de sequía serán más intensos a los generados hasta el momento, por lo que la disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea pondrá en riesgo las actividades agrícolas y ganaderas, a la vez de que el desabasto de agua potable a Hermosillo y poblaciones aledañas será un punto de atención primordial para los mandatos estatales futuros.

IV.2.1.2. Calidad del aire.

La ciudad de Hermosillo ha experimentado un crecimiento constante a lo largo del siglo pasado y las proyecciones muestran similares tendencias a futuro. Históricamente el Estado de Sonora ha ocupado un lugar preponderante en el país por su desarrollo económico, basado principalmente en la agricultura y en la ganadería.

Figura. IV. 9 Emisiones de contaminantes por categoría y fuente en Sonora y Hermosillo hasta 1999.



En figura IV.9 se presenta el resultado del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente en los estado de Sonora y en el Municipio de Hermosillo (INE-SEMARNAT, 2006), el INEM incluye las emisiones estimadas para seis contaminantes: óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas (PM₁₀ / PM_{2.5}) y amoniacó (NH₃).

Los NOx son un grupo genérico de contaminantes que incluye dos especies primarias: el oxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Para el estado de Sonora se observa que la mayor fuente de este contaminante, son las naturales puesto que este contaminante es emitido principalmente por el suelo que está cubierto ya sea por bosques o cultivos durante el procesamiento microbiano natural del nitrógeno y en el estado al igual que el municipio tienen gran parte de su superficie cubierta por cultivos, ya que las estimaciones de emisiones de NOx muestran una estrecha correlación con las actividades agrícolas, lo cual es razonable toda vez que la mayoría de las emisiones biogénicas de NOx se asocian con el uso de fertilizantes.

Los SOx son un grupo genérico de contaminantes que incluye muy diversas especies de óxidos, pero la especie primaria es el dióxido de azufre (SO₂). Estos compuestos son emitidos a la atmósfera por las fuentes de consumo de combustibles que contienen azufre (carbón, combustóleo, gasolina y diesel), así como por diversos procesos metalúrgicos y químicos que involucran el manejo de materiales sulfurados (por ejemplo, altos hornos, refinerías y plantas de producción de ácido sulfúrico). En Sonora este

contaminante son generados principalmente por la industria manufacturera, la cual también está presente en Hermosillo que forma parte del SAR.

Los COV son hidrocarburos (HC) emitidos a la atmósfera generalmente por fuentes de combustión o de evaporación, en la figura se observa que las mayor cantidad de este contaminante es emitido por fuentes naturales, es decir, fuentes biogénicas que incluyen las emisiones de COV producidas por la quema intencional o accidental (por razones de preparación de tierras a cultivos o por efecto de las altas tasas de radiación solar) de bosques y cultivos razón por la cual en el estado se emite gran cantidad de este contaminante, asimismo este contaminante está estrechamente relacionado con la industrialización y la urbanización, situación que se presenta en el SAR, además las emisiones de COV son en general proporcionales al tamaño del estado, de manera que las entidades con mayor extensión territorial (como Chihuahua) tienen las emisiones más elevadas de COV.

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que se origina en la combustión incompleta de los combustibles fósiles, por lo tanto en su mayoría este contaminante es emitido en su mayoría por vehículos, automotores (fuentes móviles): más de 62 por ciento del total del inventario para este contaminante. El segundo lugar corresponde a otros usos de combustibles (fundamentalmente gas LP en el sector transporte), con alrededor de 27 por ciento de las emisiones totales de CO.

Las emisiones de PM también se caracterizan por su tamaño, el INEM se centra en dos de ellos: PM₁₀ y PM_{2.5}. El término PM₁₀ describe las emisiones de partículas primarias de diámetro aerodinámico menor o igual que 10 µm, también denominadas partículas “gruesas”. Estas partículas provienen de fuentes como caminos no pavimentados y obras de construcción. El término PM_{2.5} comprende las emisiones de partículas primarias con diámetro aerodinámico menor o igual que 2.5 µm, a las que se conoce también como partículas “finas”. En términos generales, las partículas finas provienen del consumo industrial de combustibles y de las emisiones de los escapes vehiculares. La mayoría de los factores de emisión de PM se expresa en términos de PM₁₀. Por su parte, la importancia de las PM_{2.5} radica en su impacto sobre la visibilidad y la niebla regional, así como en sus posibles efectos dañinos para la salud.

En Sonora, la mayoría de las emisiones de PM₁₀ y PM_{2.5} son generadas por actividades mineras (en minas de oro, cobre y piedra caliza), así como plantas de generación de energía, siendo estas fuentes fijas. Mientras que la fuente más significativa tanto de PM₁₀ como de PM_{2.5} es la combustión doméstica de leña, seguida de la labranza agrícola, actividad predominante en el estado y en el SAR.

Las actividades agropecuarias constituyen la principal fuente de emisiones de NH₃, El ganado contribuye con 80 por ciento de las emisiones de este contaminante, actividad económica preponderante tanto en el estado como en el SAR (INE-SEMARNAT, 2006).

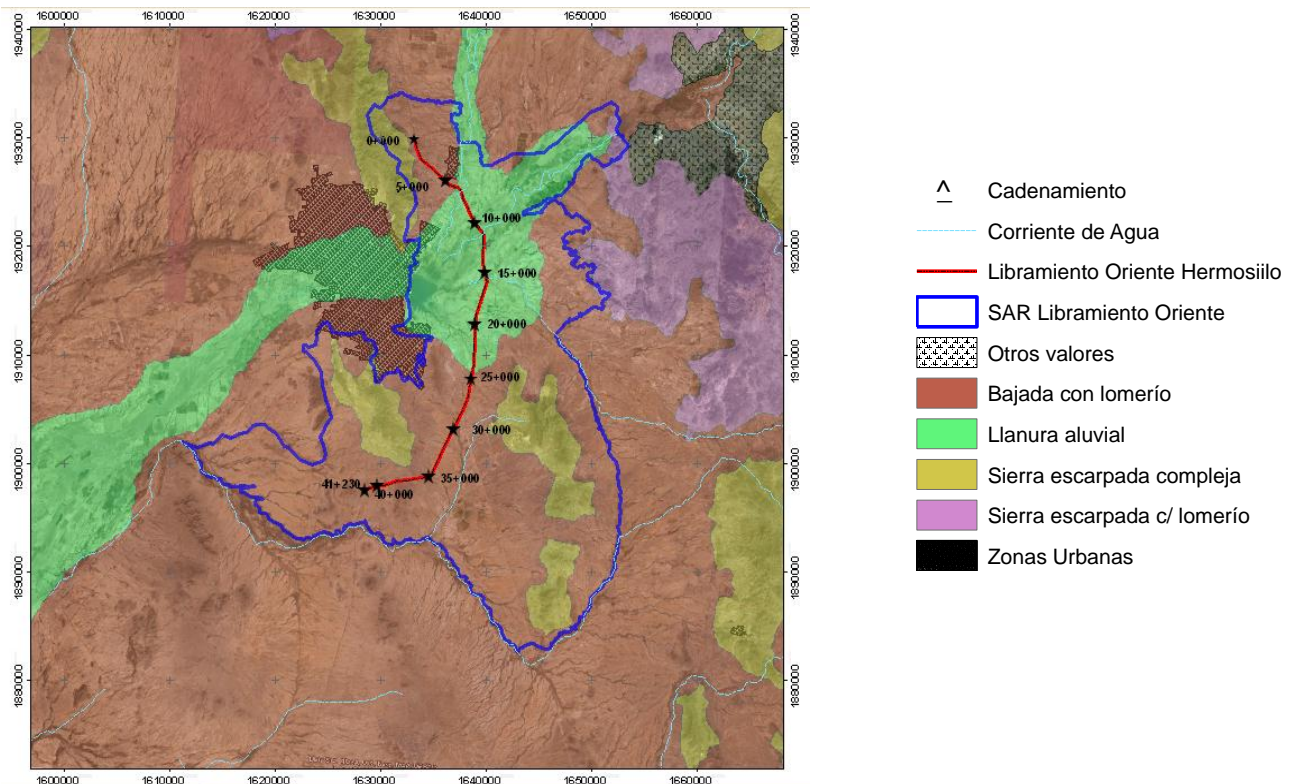
IV.2.1.3. Geología y geomorfología

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que sustenta.

El estado de Sonora se encuentra en la mayor parte de la provincia fisiográfica de México, conocida como llanura sonorense, la cual consta de una serie de sierras paralelas con una orientación nor-noroeste a sur-sureste, separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras extensas, que se van ampliando hacia la costa. Los ríos Sonoyta y Concepción son intermitentes y se originan dentro de esta provincia. Aunque la mayor parte de la cuenca del río Colorado se ubica en los EE.UU., forma un gran delta en su desembocadura en el Golfo de California. Al oriente de este río se localiza una extensa zona de dunas, casi desprovistas de vegetación, que llegan hasta la Sierra del Pinacate, que con sus cráteres, mesetas de lava y su gran volcán El Pinacate que alcanza los 1,600 m sobre el nivel del mar, integran una discontinuidad fisiográfica en esta provincia (González 2003).

Específicamente el municipio involucrado en la realización de este proyecto se caracteriza por que en su territorio las principales topoformas son Bajada con lomerío (65.23%), Llanura aluvial (13.15%), Sierra escarpada compleja (8.15%), Llanura deltaica salina (6.84), Sierra escarpada compleja con lomerío (4.92%), Llanura aluvial salina (0.75%), Lomerío complejo (0.72%) y Lomerío complejo con bajada (0.24%), de las cuales tan solo la bajada con lomerío y la llanura aluvial se encuentran en el SAR.

Figura IV.10 Topoformas del SAR

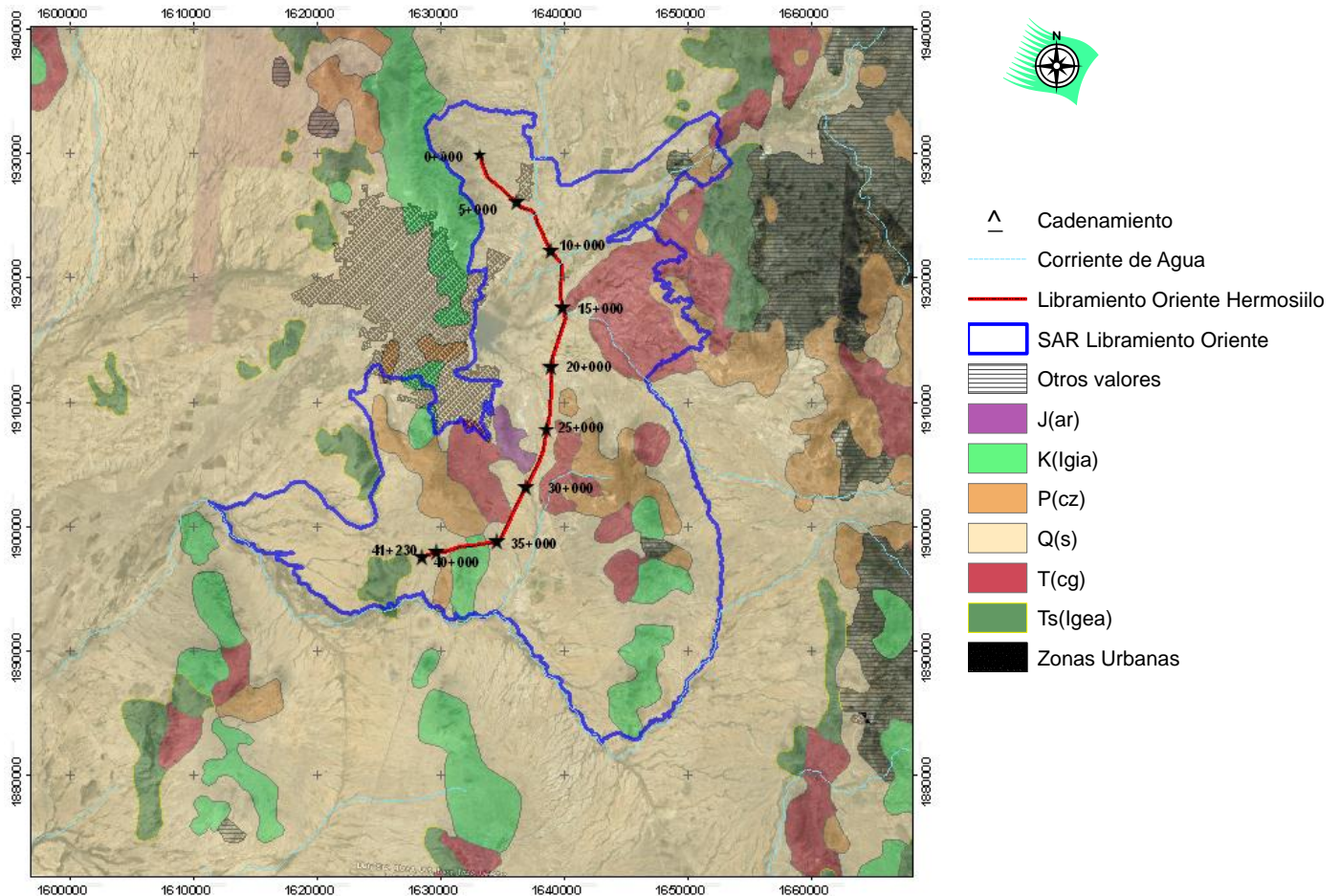


La topoforma dominante del SAR es la bajada con lomerío típica de Llanura Sonorense; a la altura de la Presa Abelardo Lujan Rodríguez la topo forma encontrada es llanura aluvial misma que rodea a los ríos Sonora y San Miguel Horcasitas extendiéndose hacia el suroeste del SAR hacia el distrito de riego 51.

Hacia el norte y el oriente del SAR el relieve se hace más escarpado encontrando así sierra escarpada compleja (Figura VI.10)

El territorio sonorense tiene una historia geológica bastante compleja. En él acontecieron varios eventos geológicos que dieron lugar a una diversidad de unidades litológicas, las cuales, por medio de los fenómenos endógenos (tectonismo y vulcanismo) y exógenos (erosión y depósito) sucedidos a través del tiempo, han transformado su estructura original y modelado el paisaje. En la entidad afloran rocas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, cuyas edades de formación comprenden desde el Precámbrico al Cuaternario, aunque algunos períodos sólo están representados en forma parcial. De manera puntual en el SAR se encuentran componentes litológicos de tres Eras Geológicas siendo la más antigua la Paleozoica (representado por rocas sedimentarias calizas ubicadas al noroeste y sureste del SAR). Las rocas dominantes son tanto ígneas intrusivas y extrusivas de la era Mesozoica (periodos cretácico y jurasico), se tienen algunas rocas de la era cenozoica (periodo Terciario) de origen ígneo; finalmente se tiene al suelo que se originó en el cuaternario, que cubre el mayor porcentaje del SAR.

Figura IV.11. Geología del SAR



Estratigrafía del SAR



La columna estratigráfica del área muestra que está constituida por rocas paleozoicas, Era en la que hubo estabilidad tectónica que permitió la deposición de secuencias carbonatadas con un lento hundimiento en la cuenca, interrumpido al inicio del Mesozoico. Durante el Triásico tardío-Jurásico temprano, se desarrolla una cuenca ligada a un arco volcánico, originado como consecuencia de la subducción entre las placas paleopacífica y la norteamericana produciendo un evento de metamorfismo regional que transforma los depósitos durante el Jurásico medio-tardío.

Anderson y Silver (1979), consideran que se desarrollo una zona de corrimiento lateral izquierdo de dirección NW-SE, (Megacizalla Mojave-Sonora) que al evolucionar género movimientos compresivos que afectaron el arco magnético dando lugar a la yuxtaposición de las rocas prejurásicas sobre las postjurásicas. Durante el Cretácico inferior, se presenta una transgresión y aguas provenientes del Golfo de México cubren gran parte de Sonora, generándose el depósito de rocas carbonatadas con gran contenido faunístico, en la denominada cuenca de Chihuahua-Bisbee (Bilodeau, 1983). El cretácico medio se caracteriza por la presencia de una secuencia volcanosedimentaria asociada a un arco volcánico continental, representado por andesitas, dacitas y riocitas, con esporádicos lentes de areniscas y conglomerados. Durante el Cretácico superior se inicia la denominada Orogenia Larámide caracterizada por plegamientos y cabalgamiento de rocas sedimentarias del Precámbrico sobre las rocas del Cretácico inferior y el desarrollo de magmatismo calcoalcalino relacionado con la convergencia entre la placa de Farallón y la placa Norteamericana representado en la carta por un intrusivo granítico.

Este evento magmático es seguido eventos de menor magnitud que generan apófisis y troncos de diferente composición. Durante el Terciario medio se emplazan rocas volcánicas félsicas en la fase final de la subducción de las placas Farallón y Norteamericana. Este evento volcánico, es seguido por el último periodo de extensión tectónica terciaria que ocasiono la formación de fallas normales, conformando bloques levantados y escalonados, dando origen a la morfología de sierras y valles elongados.

Figura IV.12. Perfil del Corte C-C' de la Carta Geologica-Minera Hermosillo H12-8 donde se ubica el SAR

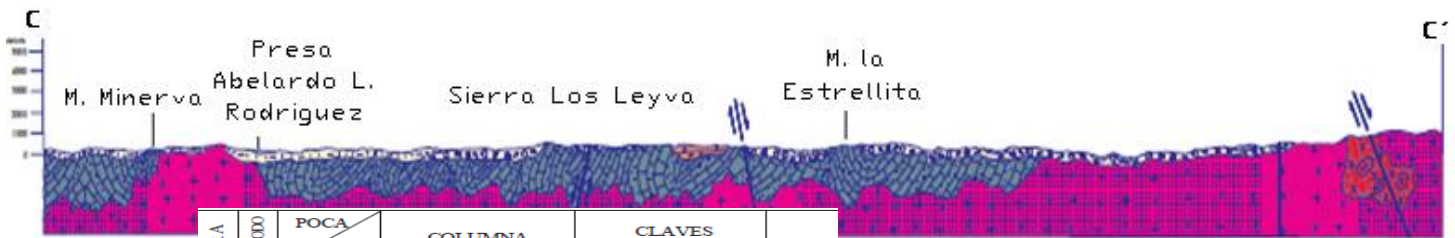


Figura
Geología

ERA	PERIODO	POCA PISO	COLUMNA	CLAVES CARTOGRAFICAS		Ma		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO		Qboal		0.01		
		PLEISTOCENO		QptCgp	Qptla	1.68		
	TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO		TmTR-B		5.1	
			MIOCENO		TmCgp-Ar	TmCgp-B	23.7	
		OLIGOCENO		ToTR-R				
	MESOZOICO	PALEOGENO	EOCENO		ToA		37.0	
			PALEOCENO		TpaeR-TR		55.0	
		CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTO		KseA-TA		97.5
				CAMPAÑANO		KsA-Ar		
			INFERIOR	ALBIANO		KGcz-Ar		
APTIANO								
JURASICO		SUPERIOR	TITONIANO				140.0	
			TIURONIANO				160.0	
		INFERIOR	TRIASICO SUPERIOR		JLA-Ar	JAr-Cz	184.0	
			TRIASICO INFERIOR		TRmAr-Cz		210.0	
PALEOZOICO	PERMIANO	PERMIANO SUPERIOR				250.0		
		PERMIANO INFERIOR				290.0		
	DEVONIANO	DEVONIANO SUPERIOR				360.0		
		DEVONIANO INFERIOR				410.0		
	CARBONIFERO	SUPERIOR				440.0		
		INFERIOR				500.0		
PRECAMBRIANO	PROTEROZOICO	SUPERIOR				523.0		
		MEDIO				550.0		
		INFERIOR				590.0		
PRECAMBRIANO	PROTEROZOICO	SUPERIOR		pTs Cz-Ar	pTs Dv-Ar	900.0		
		MEDIO				1750.0		
		INFERIOR		pTmAr	pTmGn	pTE-Gn	2500.0	

IV.13. Columna
estratigráfica en la
donde se ubica el

SIMBOLOGÍA
CUATERNARIO

- Qboal ALUVION
- QptCgp CONGLOMERADO - POLIMICTICO
- Qptla LACUSTRE
- TmTR-B TOBA BIOLITICA - BASALTO
- TmCgp-Ar CONGLOMERADO POLIMICTICO - ARENISCA
- TmCgp-B CONGLOMERADO POLIMICTICO - BASALTO
- ToTR-R TOBA BIOLITICA - BIOLITA
- ToA ANDESITA
- TpaeR-TR BIOLITA - TOBA BIOLITICA
- KseA-TA ANDESITA - TOBA ANDESITICA
- KsA-Ar ANDESITA - ARENISCA
- KGcz-Ar CALIZA - ARENISCA
- TITONIANO ANDESITA - TOBA ANDESITICA
- TIURONIANO ANDESITA - ARENISCA
- TRIASICO SUPERIOR DOLOMITA - ARENISCA
- TRIASICO INFERIOR ARENISCA
- PERMIANO SUPERIOR PÓRFIDO CUARZOMONZONITICO - PÓRFIDO ANDESITICO
- PERMIANO INFERIOR GRANTO
- DEVONIANO SUPERIOR PÓRFIDO BIOLITICO
- DEVONIANO INFERIOR DIORITA - GRANODIORITA
- CARBONIFERO SUPERIOR MONZONITA GRANTO
- CARBONIFERO INFERIOR GRANTO - GRANODIORITA
- PERMIANO SUPERIOR GRANTO
- PERMIANO INFERIOR GRANTO - GNEIS
- PROTEROZOICO SUPERIOR ISQUISTO - GNEIS

Carta
SAR

Manifiesto

Acta Ambiental
del Consejo Regional
Capitalino IV
del 19 de octubre de 2006



En resumen la geología del municipio es la siguiente:

Periodo	Cuaternario (80.30%), Terciario (10.11%), Cretácico (4.47%), No definido (2.80%), Neógeno (1.21%), No aplicable (0.97%) y Paleógeno (0.14%)
Roca	<p><i>Suelo</i>: aluvial (77.19%), lacustre (1.47%), Eólico (0.71%), litoral (0.10%), palustre (0.07%).</p> <p><i>Sedimentaria</i>: conglomerado (5.59%), caliza (2.72%), arenisca (0.04%), lutita arenisca (0.02%), travertino (0.004%)</p> <p><i>Ígnea Extrusiva</i>: riolita-toba ácida (2.54%), basalto (1.89%), riolita (1.08%), andesita (0.71%), toba ácida (0.48%), dacita (0.09%), riolita-brecha volcánica (0.02%), brecha volcánica ácida (0.01%).</p> <p><i>Ígnea intrusiva</i>: granito (3.38%), tonalita (0.55%), granodiorita (0.32%), diorita (0.01%)</p> <p><i>Metamórfica</i>: Gneis (0.03%) y No aplicable (0.97%).</p>

En el SAR las rocas en mayor cantidad son sedimentarias mientras que el resto de la superficie está cubierta por suelo aluvial.

Sismicidad

El SAR se sitúa en el terreno continental de la placa tectónica de Norteamérica, que interactúa con la placa tectónica del Pacífico, hacia el sureste de la falla de San Andrés, sobre el Golfo de California, en donde se han registrado desplazamientos por el orden de los 5 centímetros anuales, aproximadamente. De los macrosismos registrados en el país, considerando desde el siglo XVI hasta la fecha, Sonora ocupa el décimo lugar respecto al número de movimientos percibidos, representando esto el 1.05% del total nacional. Aunque estos datos deben tomarse con reserva, ya que durante la época que comprenden los siglos XVI y XVII, se carecía de instrumentos registradores y el número de localidades era considerablemente menor.

El fenómeno sísmico de mayor relevancia y de la cual se cuenta con valiosa información, fue el ocurrido en la zona serrana el 3 de mayo de 1887, con epicentro registrado en las cercanías de la ciudad de Agua Prieta, registrado en Hermosillo con una intensidad estimada de 7 grados en Mercalli, afectando las

poblaciones de Villa Hidalgo, Bavispe, Huachinera, Huásabas, Cumpas y Sahuaripa. En conjunto su impacto destructor lo resintió gran parte del Estado, sintiéndose el movimiento hasta los Estados de Sinaloa y Chihuahua y en el vecino país hasta San Francisco, California.

Finalmente, pese a la ubicación del SAR tan cerca al Cinturón de Fuego del Pacífico, no se tiene registro de ninguna actividad volcánica de consideración. Este fenómeno, pese a su nula actividad, mantiene a ciertos espacios como los proclives a riesgos y daños por este fenómeno, principalmente en las partes serranas. La zona geológica donde se ubica el SAR presenta una zonificación sísmica de bajo peligro sísmico (zona B, Figura IV. 14), las características de esta zona se presentan en la Tabla IV.3, donde los sismos son poco frecuentes, lo cual muestra que la dinámica actual, se encuentra en una fase distensiva, que provoca la expansión del fondo oceánico del Golfo de California con el consecuente movimiento de separación de la Península del Baja California del continente (Cepeda *et al.*, 1985).

Figura IV.14 Mapa de peligro sísmico de México y SAR



Tabla IV.3 Detalles de la zona sísmica B de la República Mexicana.

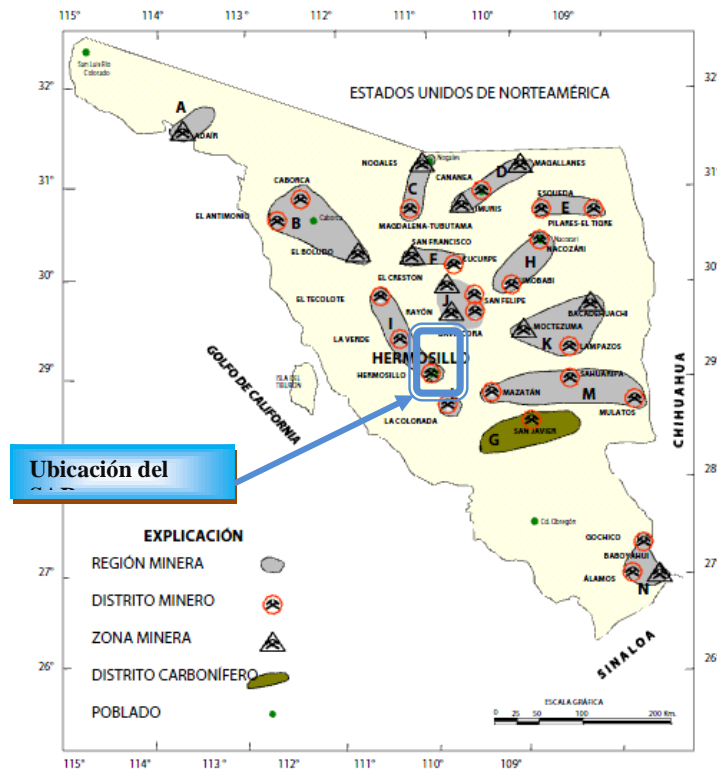
Descripción del peligro	Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad
Peligro sísmico	Bajo
Factor sísmico	0.14

Área en Km ²	823603.338318
% del territorio nacional	41.926991
Población total	45006326
Total de viviendas habitadas	10267487

Minería

El Estado de Sonora presentó condiciones geológicas y tectónicas sumamente favorables que permitieron el emplazamiento de una gran diversidad de yacimientos minerales, tanto metálico como no metálico, los cuales se manifiestan en la mayor parte de la superficie de la entidad. La mineralización se presenta con mayor incidencia en algunos lugares, permitiendo definir algunas regiones mineras de mayor importancia, dentro de los cuales se tienen Distritos Mineros, algunos de los cuales han sido desarrollados y explotados desde la época colonial, hasta la actualidad; y otros han sido descubiertos y explotados en épocas recientes. Se tienen también varias zonas mineralizadas de interés para la exploración.

Figura IV.15 Regiones y distritos mineros de Sonora

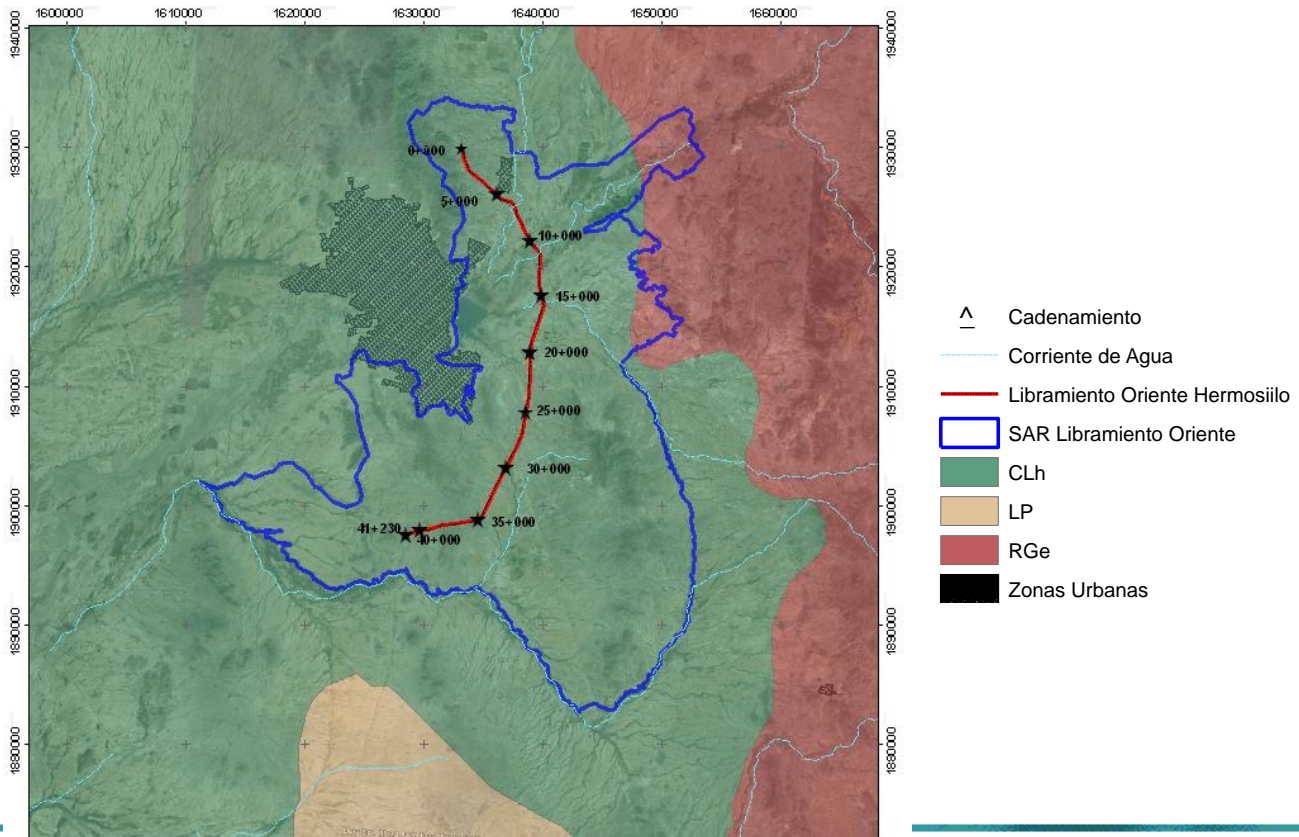


La actividad minera en el estado de Sonora, durante los últimos años ha sido la más importante en el ámbito nacional, sus niveles de producción en diferentes minerales metálicos, como el cobre y molibdeno así como grafito y wollastonita de minerales no metálicos, lo colocan en el primer lugar nacional, así como el único productor, en el caso del molibdeno, grafito amorfo y wollastonita. En la producción de oro en 2009 ocupó el primer lugar nacional. Hermosillo destaca en la producción de wollastonita, aportando el 100% de los volúmenes de producción del Estado.

IV.2.1.4. Suelos.

De acuerdo con el INEGI (2010), los suelos presentes dentro del sistema ambiental regional son dos tipos siguiendo la clasificación de IUSS (2007): Calsisol Háplico (Clh) y Regosol eútrico (RGe), la proporción y ubicación de cada uno de ellos se presenta en la Figura IV.17.

Figura IV.16. Suelos dentro del SAR.



A continuación se presenta la descripción de cada unidad de suelo:

Calcisol Háptico

Los calcisoles son suelos que presentan una acumulación sustancial de limos; provienen de material parental calcáreo y están ampliamente distribuidos en ambientes áridos y semiáridos. (Suelos de desierto)

Descripción resumida de Regosoles:

Connotación: suelos con acumulación importante de limos.

Material parental: Producto de material fácilmente intemperizable y transportado por aire (aluvial y coaluvial)

Ambiente: Frecuente en regiones áridas y semiáridas; la vegetación de estos suelos es escasa y está dominada por especies xerófitas.

Desarrollo del perfil: Tienen un horizonte parduzco pálido; los limos tienden a presentar fran acumulación en los 100 primeros cm.

Uso de suelo y manejo de lo Calcisoles

Vastas áreas de calcisoles contienen arbustos, pastos y herbáceas que se emplean para el ganado extensivo. También se emplean para la producción de trigo, sorgo, alfalfa y demás vegetales tolerantes a altas concentraciones de calcio

Regosol eútrico

Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte *mólico* o *úmbrico*, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Muchos Regosoles correlacionan con taxa de suelos que están marcados por formación de suelos incipiente tal como: *Entisoles* (Estados Unidos de Norteamérica); *Rudosols* (Australia); *Regosole* (Alemania); *Sols peu évolués régosoliques d'érosion* o aún *Sols minéraux bruts d'apport éolien ou volcanique* (Francia); y *Neossolos* (Brasil).

Descripción resumida de Regosoles:

Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego *rhegos*, manta.

Material parental: material no consolidado de grano fino.

Ambiente: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas.

Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.

Distribución regional de Regosoles:

Los Regosoles cubren unas 260 millones ha a nivel mundial, principalmente en áreas áridas en el centro oeste de Estados Unidos de Norteamérica, norte de África, el Cercano Oriente y Australia. Unos 50 millones ha de Regosoles ocurren en el trópico seco y otros 36 millones ha en áreas montañosas. La extensión de la mayoría de áreas de Regosol es limitada; consecuentemente, los Regosoles son inclusiones comunes en otras unidades de mapeo en mapas de pequeña escala.

Manejo y uso de Regosoles:

Los Regosoles en áreas de desierto tienen mínimo significado agrícola. Los Regosoles con 500–1 000 mm/año de lluvia necesitan riego para una producción satisfactoria de cultivos. La baja capacidad de reyención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o chorritos resuelve el problema pero raramente es económico. Cuando la lluvia excede 750 mm/año, todo el perfil es llevado a su capacidad de retención de agua al principio de la estación húmeda; la mejora de las prácticas de cultivo de secano puede ser una mejor inversión que la instalación de facilidades de riego costosas.

Muchos Regosoles se usan para pastoreo extensivo. Los Regosoles en depósitos coluviales en la franja de loess del norte de Europa y Norteamérica están principalmente cultivados; se siembran granos pequeños, remolacha azucarera y árboles frutales. Los Regosoles en regiones montañosas son delicados y es mejor dejarlos bajo bosque.

El calificador *eútrico* aplica para suelos que tienen una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

El Calcisol el particular, es un buen suelo para la práctica de actividades agrícolas (con adición de fertilizantes) y más que nada propicios a las actividades ganaderas; el estado de Sonora es uno de los principales productores de aganado vacuno en el país ya que esta práctica está extendida a lo largo de su territorio, aprovechando la vegetación que sustenta este tipo de suelos; lo anterior ha ocasionado un cambio de vocación del suelo ya que grandes extensiones se ha visto desprovistas de vegetación

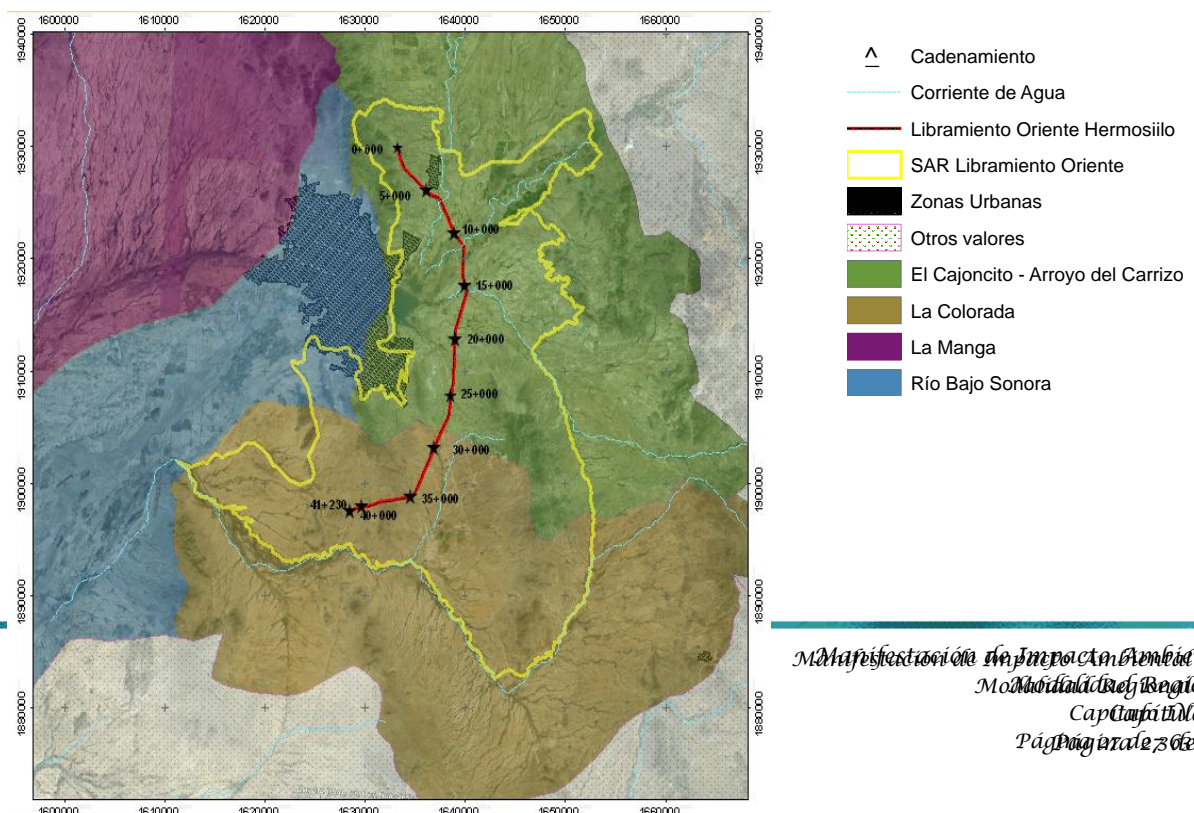
IV.2.1.5. Hidrología superficial y subterránea.

a) **Hidrología superficial**

El SAR se ubica dentro de la cuenca hidrológica del Río Sonora, que ocupa el tercer lugar en la región Noreste de la CNA en cuanto a extensión y magnitud de aportaciones. En ella se generan escurrimientos que capta el sistema de presas del Río Sonora, que en conjunto tiene capacidad para almacenar 369.5 millones de metros cúbicos. La red de da lugar al río Sonora conduce los escurrimientos superficiales de varias subcuencas aportadoras y recarga a los acuíferos aluviales intermontanos, depositados en las zonas de cauce de cada una de las subcuencas. En su trayectoria aguas arriba de la presa Abelardo Rodríguez, el río Sonora es fuente de abastecimiento de las poblaciones que se han establecido en sus márgenes.

Dentro del SAR es posible encontrar tres subcuencas hidrológicas que conforman la parte maja de la cuenca del río Sonora: El Cajoncito – Arroyo el Carrizal, La Colorada y Río Bajo Sonora (Figura IV.17)

Figura IV. 17. Subcuencas hidrológicas del SAR



La corriente principal del SAR es el río Sonora, el cual ocupa el tercer lugar en cuanto a extensión de cuenca y magnitud de aportaciones, que se almacenan y regularizan en las presas El Molinito y Abelardo Rodríguez (esta última con una capacidad de almacenamiento de 200 Km²). La topografía de la cuenca es accidentada, salvo en la cuenca baja; la cuenca alta es rica en yacimientos minerales y la principal explotación se encuentra cerca de los orígenes de la corriente en la zona de Cananea.

Aguas debajo de la presa Abelardo Rodríguez, el río fluye por zonas planas hasta su desembocadura en el estero Tastiota del Golfo de California. En este último tramo su curso es indefinido y los escasos volúmenes que escurren, por lo general, se infiltran en las zonas arenosas antes de llegar a la desembocadura.

Los principales afluentes del río Sonora en la zona baja, son el arroyo La Manga, por la margen derecha y los arroyos La Poza y El Bajío por la izquierda, que cruzan el distrito de riego 051 (Costa de Hermosillo).

A partir de la confluencia del río San Miguel con el Sonora, se extiende una amplia zona rica en aguas subterráneas que se utilizan mediante pozos profundos en el distrito de riego. En un inicio, las aguas de la Presa Abelardo Rodríguez se usaban para riego, pero actualmente se usan para abastecer de agua potable a Hermosillo (Leyva – Martínez, 2007).

Las aguas residuales procedentes de las industrias como la minera, la de recubrimientos metálicos, las fundidoras y otras más contaminan el agua de la cuenca del río Sonora con diversos metales. Por ejemplo, las sales de metales como el plomo, el zinc, el mercurio, la plata, el níquel, el cadmio y el arsénico son muy tóxicas para la flora y la fauna terrestres y acuáticas. La normatividad mexicana señala que los principales metales pesados que pueden causar efectos adversos al ambiente y por su abundancia en éste, son aluminio, plata, cadmio, arsénico, cobre, hierro, mercurio, cobalto, vanadio, manganeso, níquel, zinc, magnesio, antimonio, cromo, selenio, titanio, berilio, estaño, boro, molibdeno, tungsteno, germanio, bismuto, plomo y telurio entre otros (Villa-Ibarra et al.). Estos mismos autores encontraron concentraciones importantes de metales pesados tanto en agua como en sedimentos y en biota, por lo que se ha determinado que el agua residual de la industria minera representa el mayor problema de vertimiento de desechos contaminantes a la cuenca alta en del Río Sonora.

Hacia la zona de la cuenca baja, en contraparte los contaminantes que existen en el agua son primordialmente agroquímicos y plaguicidas, provenientes del Distrito de Riego; estos contaminantes llegan a alcanzar los esteros de la costa del Golfo de California y a la vez es evidente su presencia dentro de los

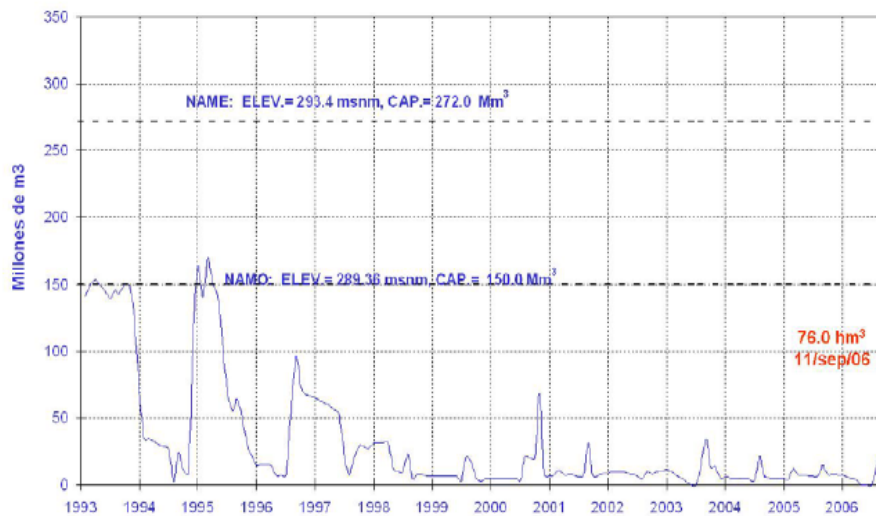
arroyos de la región ya que es posible identificar aguas eutrofizadas y con especies indicadoras de enriquecimiento de nutrientes (*Eichornia crassipes*).

Presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito)

Está ubicada sobre el río Sonora, unos 23 Km aguas arriba de la ciudad de Hermosillo. Fue construida durante el periodo de enero de 1990 a agosto de 1991, con el propósito de controlar las avenidas del río. Su capacidad de almacenamiento al nivel de aguas máximas ordinarias es de 150 millones de metros cúbicos. Históricamente, ha alcanzado un almacenamiento máximo de 169.8 millones de metros cúbicos en 1995 y, por primera vez desde el inicio de sus operaciones, un mínimo de 0.0 millones de metros cúbicos a partir de abril de 2003 y hasta 2005, recuperándose significativamente a mediados de 2006, al registrar 35 millones de metros cúbicos.

A partir de 1997 no ha habido en esta presa una recuperación significativa, lo que indica la existencia de una sequía hidrológica en la cuenca del río Sonora.

Figura IV. 18 Evolución de almacenamiento de la presa El Molinito 1993 – 2006



Fuente: Red Hidrometereológica. CONAGUA. Gerencia regional Noroeste. Subgerencia Técnica.

Presa Abelardo Rodríguez Luján

Se ubica al oriente de la ciudad de Hermosillo, fue construida en el periodo de 1945 a 1948, con el objetivo de aprovechar las aguas del río Sonora en riego y abastecimiento de agua, con una capacidad de almacenamiento de aguas máximas ordinarias de 253.5 millones de metros cúbicos. En 1992 se modificó el vertedor de libre a controlado para alcanzar una capacidad de 304.9 millones de metros cúbico al nivel de aguas máximas ordinarias.

La capacidad actual al nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) es de 284.5 millones de metros cúbicos a la elevación de 228.4 metros sobre el nivel medio del mar, mientras que el Nivel Máximo de

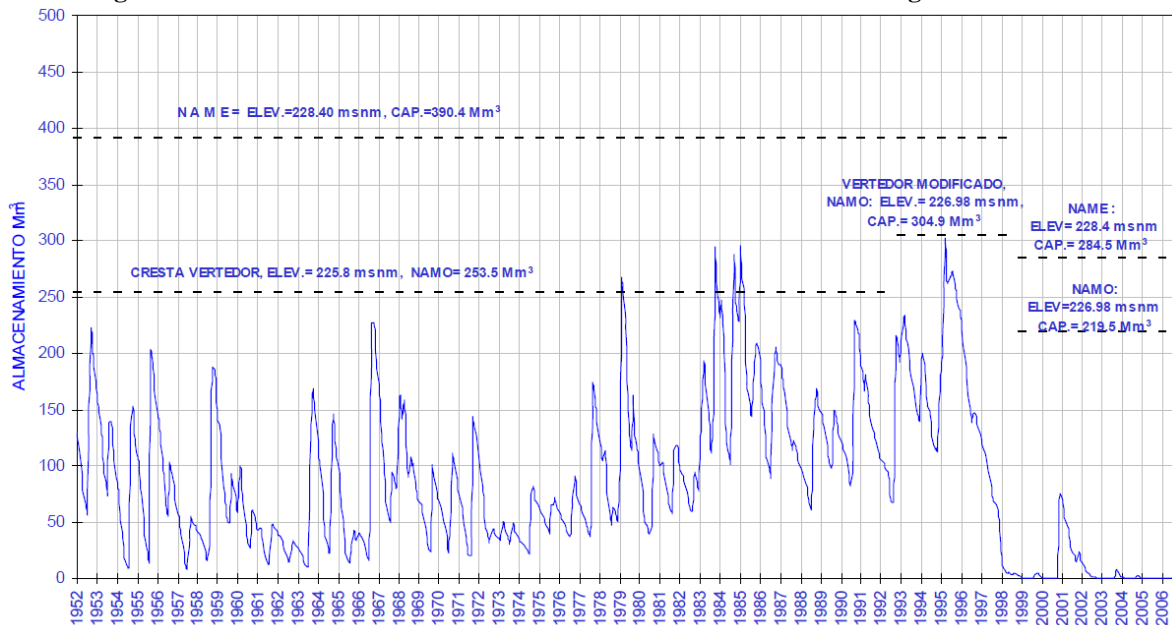
Aguas Ordinarias (NAMO) tiene una capacidad de 219.5 millones de metros cúbicos a la elevación de 226.98 metros sobre el nivel medio del mar.

Desde 1998, la presa Abelardo Rodríguez se ha quedado vacía en varios periodos:

- 16 de diciembre de 1998 al 25 de agosto de 1999.
- 14 de octubre de 2002 al 30 de junio de 2003
- 14 de agosto de 2003 al 17 de agosto de 2003
- 29 de febrero de 2004 al 20 de septiembre de 2004
- 17 de febrero de 2005 al 17 de mayo del 2005

De igual manera que con la presa El Molinito, desde 1997 el vaso de la presa no presenta recuperación significativa, evidenciando la existencia de una sequía permanente en la cuenca del río Sonora.

Figura IV. 19 Evolución de almacenamiento de la Presa Abelardo Rodríguez 1952-2006



De manera muy ocasional se llegan a presentar fenómenos de inundación por efecto de las bandas nubosas de tormentas tropicales que se originan en el Pacífico y/o el Golfo de California y entran hacia tierra firme. En esos casos, dentro del SAR suelen presentarse zonas de inundación aguas debajo de la Presa Abelardo Rodríguez en la vertiente del Río Sonora, aunque este fenómeno es muy esporádico.

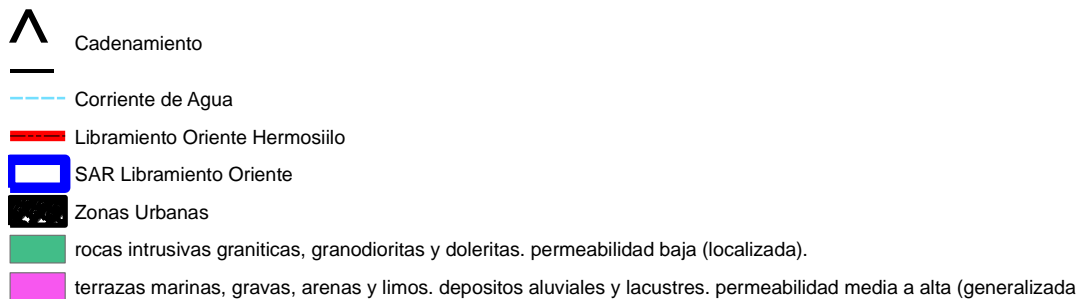
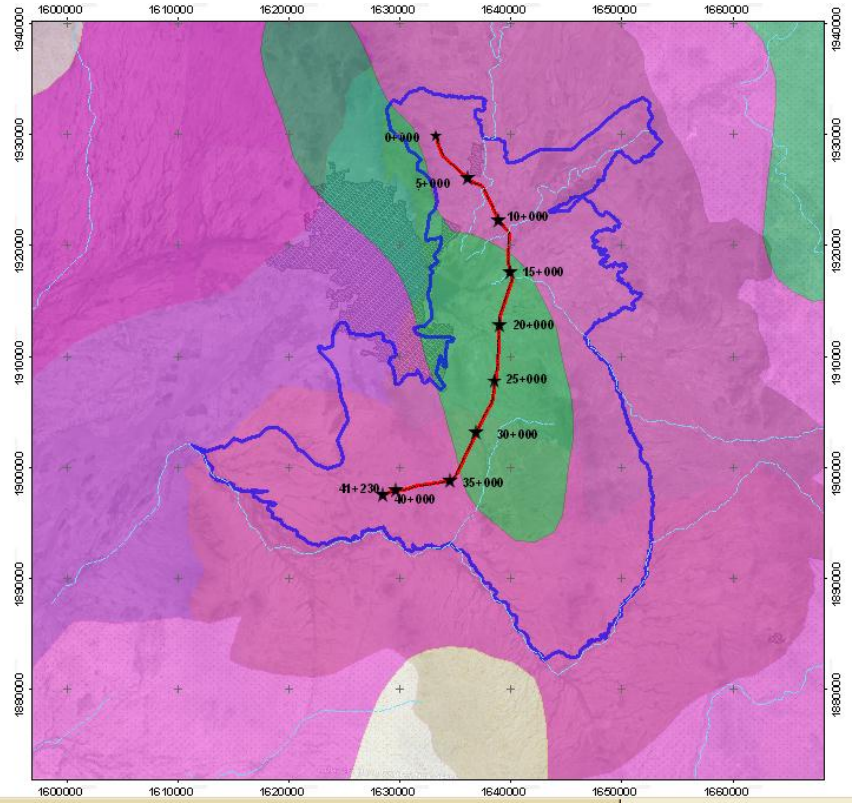
B) Hidrología subterránea

Figura IV.20 Hidrogeología del SAR

El estado de Sonora se ubica en una franja que incluye a los grandes desiertos del mundo, la cual se caracteriza por cambios climáticos extremos, con valores altos de temperatura y evaporación y bajos de precipitación, escurrimiento e infiltración.

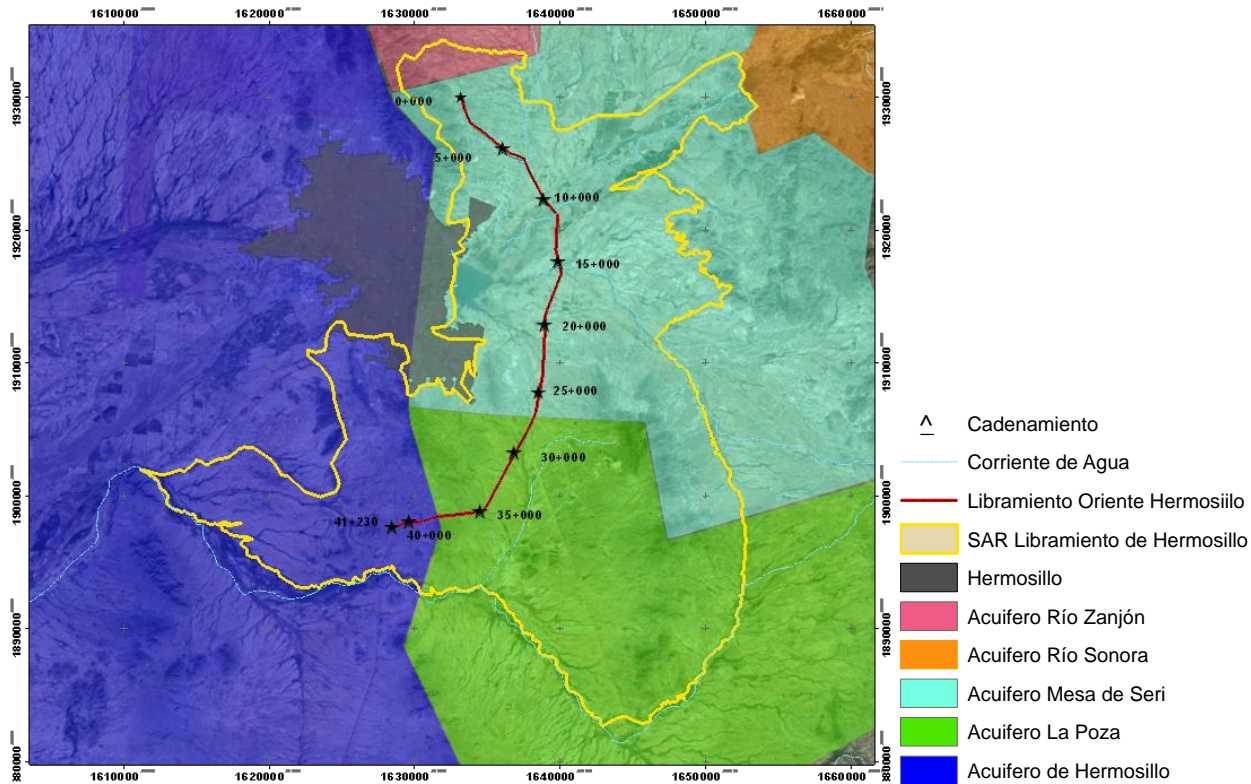
La escasez de agua superficial en Sonora provoca que el recurso subterráneo sea la principal fuente de suministro. En la actualidad, debido a un manejo no sustentable, los acuíferos ubicados a lo largo de la costa se encuentran en estado de sobreexplotación y con problemas de intrusión salina (Vega – Granillo *et al.*, 2011).

La hidrología de la región indica que los materiales que componen los acuíferos de la región están constituidos en su mayoría por depósitos aluviales cuaternarios y por la Formación Báucarit del Terciario. Las montañas que delimitan al el norponiente del SAR están formadas por rocas volcánicas terciarias, con buena permeabilidad (debido a la presencia de fracturas) y de rocas ígneas cretácicas, que por un intenso intemperismo y abundancia de fracturas pueden ser también buenas fuentes de recarga de agua (Figura IV.20)



El SAR se asienta sobre los acuíferos de Mesa Seri – La victoria, La Poza y Costa de Hermosillo (Figura IV. 21)

Figura IV. 21 Acuíferos del SAR



Acuífero Mesa de Seri – La Victoria

- Geomorfología

La geomorfología del área corresponde a una etapa erosiva madura ya que existen distancias considerables de una elevación a otra. Las elevaciones mayores se presentan en la Sierra Espinazo Prieto (Bachoco) y no sobrepasan los 700 msnm; los demás cerros tienen una elevación promedio de 500 msnm. Los afloramientos de rocas graníticas presentan una morfología de domos esféricos, fácil de diferenciar, al igual que las mesetas de rocas volcánicas y los picos kársticos de rocas carbonatadas.

La región se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico y está drenada por corrientes intermitentes dispuestas en patrones de drenaje integrado. Los valles presentan una etapa de rejuvenecimiento, evidenciado por la erosión de los depósitos terciarios y la presencia de terrazas aluviales recientes.

- Geología del acuífero

En el área del acuífero afloran rocas cuyo registro estratigráfico abarca desde el Paleozoico hasta el Reciente El Paleozoico está representado por rocas sedimentarias constituidas por areniscas, dolomías y calizas de plataforma, que han sufrido los efectos de metamorfismo regional. La secuencia Mesozoica

está conformada por sedimentos rojos, conglomeráticos del Triásico-Jurásico, asociados con depósitos de ambiente reductor que generaron capas de carbón transformados en grafito. Las secuencias paleozoicas y mesozoicas se encuentran afectadas por cuerpos ígneos intrusivos de composición granítica y félsica, emplazados durante el Cretácico y el Terciario Temprano. En el área que cubre el acuífero afloran también rocas volcánicas terciarias constituidas por riolitas y tobas riolíticas que son el resultado de la influencia que ha tenido la proximidad de la Sierra Madre Occidental sobre la región.

- *Estratigrafía del acuífero*

La secuencia de rocas expuestas en la región se menciona a continuación, de la unidad más antigua a la más reciente.

Paleozoico: Los afloramientos representativos del Paleozoico se distribuyen en las porciones sur y oriental del acuífero y están representados por una secuencia de rocas carbonatadas que fueron intrusionadas por los granitos. Hacia la costa de Hermosillo la secuencia tiene un espesor de más de 500 m, constituidos en su parte basal por una caliza de color gris rosado, en capas silicificadas de más o menos 80 cm, que intemperiza a un color café rojizo oscuro; hacia las partes media y superior la caliza es de color gris, dispuesta en capas gruesas a masivas con presencia de vetillas de calcita y nódulos irregulares de pedernal negro.

Las calizas marmolizadas del cerro La Campana, localizado en la ciudad de Hermosillo, son de color blanco, en capas hasta de un metro de espesor que contienen wollastonita y epidota.

Aunque por su estructura laminar los afloramientos deben considerarse poco permeables, cuando las calizas se encuentran alteradas y fracturadas constituyen zonas de recarga hacia los depósitos granulares que conforman el acuífero principal. A profundidad, las exploraciones geofísicas le asignan buenas posibilidades para su explotación.

Cretácico: El Cretácico está representado por una secuencia de rocas volcánicas constituida por derrames de andesitas, tobas y conglomerados, que Dumble designó con el nombre de Formación Lista Blanca. Por similitud litológica con la Formación El Palmar y por su posición estratigráfica, se les asigna una edad correspondiente al Cretácico Inferior. Aún cuando son derrames masivos fracturados, el sistema no tiene intercomunicación, por lo que carecen de importancia geohidrológica.

Conglomerado Báucarit: Esta unidad sedimentaria de edad terciaria se describe originalmente como una alternancia de areniscas y conglomerados. En su parte basal consiste de conglomerado de clásticos de rocas volcánicas: andesitas, riolitas y granitos; su parte media está conformada por una alternancia de arenas gruesas y limos de color café rosado en capas delgadas y estructura laminar; la parte superior consiste de un conglomerado color café rojizo, compuesto de clásticos redondeados de origen volcánico embebidos en una matriz arenosa. Se encuentra diseminado ampliamente en todo el acuífero, tanto en el valle como hacia los flancos de la sierra que lo delimitan. Por su posición estratigráfica se le asigna una edad correspondiente al Eoceno-Oligoceno.

Tobas riolíticas: Las tobas y derrames riolíticos se encuentran expuestas en las sierras localizadas hacia el oriente de la zona. Presenta buenas características de permeabilidad por lo que constituye zonas de recarga al acuífero. En la Costa de Hermosillo se explota esta unidad debido a las tubificaciones que

presentan y la granulometría de las brechas basales. Descansan discordantemente sobre andesitas y dacitas; se les asigna tentativamente una edad que corresponde al Terciario Inferior.

Basaltos: Estas rocas volcánicas del Terciario consisten en derrames intercalados con brechas basales, que coronan las sierras que limitan al oriente el acuífero. Descansan sobre conglomerados, andesitas y granitos, por lo que se les asigna una edad posterior a la formación Báucarit. En superficie conforman zonas de recarga en tanto que en el subsuelo sus brechas basales constituyen un horizonte acuífero. La edad asignada a estos derrames volcánicos es del Terciario Medio y Superior. Esto es de gran importancia ya que, junto con rocas de composición riolíticas y las tobas, son las rocas que originan el termalismo en el área.

Cuaternario: Este período está representado por sedimentos no consolidados compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, distribuidos en toda la zona, principalmente en la planicie. Se encuentran ampliamente distribuidos, ya que se corresponden en las zonas de inundación de los principales ríos, ocupando las porciones donde se encuentra el mayor número de captaciones. Presentan buena permeabilidad por lo que funcionan como transmisores de agua hacia estratos más profundos y un buen acuífero bajo el nivel de saturación.

Rocas ígneas intrusivas: Las rocas ígneas intrusivas granitos y dioritas, son de color gris claro, gris verdoso o gris rosado, de textura holocristalina, de grano grueso a fino y sus minerales característicos son la biotita y hornblenda. Se trata de materiales de origen plutónico, que componen el cuerpo principal de la sierra Espinazo Prieto, localizada en la parte occidental del área. Litológicamente están conformadas principalmente de granodioritas con variaciones a tonalitas y dacitas; de color rosa y en ocasiones amarillo ocre y blancuzco. Sobre el corte de la carretera Hermosillo-Nogales, en las inmediaciones de la ciudad de Hermosillo, existen buenos afloramientos de esta unidad, en donde puede apreciarse como es afectada por abundantes diques.

Desde el punto de vista geohidrológico, se consideran poco permeables, funcionando como el basamento geohidrológico regional y como barreras al flujo del agua subterránea, salvo que se encuentren alteradas y fracturadas.

Rocas metamórfica: Estas rocas están representadas por aureolas de metamorfismo de contacto, compuestas por tactitas y mármol. Se hallan distribuidas a lo largo de los contactos de la caliza con las rocas intrusivas, por lo que sus afloramientos son muy locales.

- *Geología Estructural.*

Geológicamente, la región se encuentra ubicada dentro de una zona de tectónica activa, manifestada por fallamiento en bloques, (“Basin and Range”), que junto con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos laramídicos son los causantes del arreglo morfoestructural actual. Este arreglo se manifiesta en forma de sierras y valles alargados, con una orientación NW–SE y N–S, cuyo origen está relacionado con la apertura del Golfo de California.

Desde el punto de vista estructural, la zona se ubica en un graben que pertenece al sistema denominado “Basin and Range”. Esta geoestructura está delimitada al occidente por la sierra Espinazo Prieto,

mientras que su extremo oriental está limitado por el levantamiento (Horst) que conforman la Sierra Los Leyva, Cerro La Morena, Las Ánimas y Santa Gertrudis.

Con base en el análisis efectuado de la información obtenida, se observa que los mecanismos dominantes de la deformación son discontinuos, esto se explica debido a que la región se encuentra situada dentro de un dominio de fallas y fracturas, las cuales en ocasiones alcanzan profundidades considerables.

Esta deformación discontinua puede observarse claramente en:

- (a) La sierra Espinazo Prieto, en donde existe un sistema de fracturamiento preferencial, con orientación NW – SE y N – S.
- (b) Las fallas que limitan al graben.
- (c) El lineamiento del río San Miguel de Horcasitas y en un lineamiento más evidente constituido por el río Sonora.

Estos lineamientos revisten gran importancia, en función de que pueden ser conductos a través de los cuales se manifieste gran flujo de calor y por lo tanto ser causantes del termalismo presente en la Región.

En lo que respecta a la tectónica, se puede concluir de que al menos cuatro etapas de deformación están presentes en la porción central del estado de Sonora, las cuales se pueden resumir como sigue:

- (a) La primera es de tipo compresivo y de edad Ordovícica.
- (b) Existe una segunda, constituida por un evento tectónico de edad Pérmica, Causante de fallas de bajo ángulo.
- (c) La tercera es la deformación laramídica, que provoca el emplazamiento de grandes cuerpos plutónicos (ejemplo de esto es la sierra Espinazo Prieto).
- (d) La cuarta y última etapa, es la que está asociada a la deformación de tipo “Basin and Range”, en la cual las estructuras presentan una orientación NW-SE y N – S, y que es la causante del actual arreglo morfoestructural y de la tectónica activa, debido a que se encuentra asociada a la apertura del Golfo de California.

Todos estos eventos han servido para conformar el actual paisaje y originaron las estructuras que influyen sobre el movimiento del agua subterránea.

Las estructuras geológicas más sobresalientes se encuentran en las rocas paleozoicas y mesozoicas y corresponden en primer lugar a un gran alto estructural que de manera regional sobresale en todo el noroeste del estado de Sonora y está asociado a la gran intrusión batolítica cretácica que elevó toda la región situada al poniente de la provincia geológica de la Sierra Madre Occidental. A toda esta región donde afloran estos granitos cretácicos, asociados con rocas calizas paleozoicas, algunos autores se refieren como la “Cuenca Paleozoica de Sonora”

El segundo grupo de estructuras más importantes lo conforman los bloques afallados que alineados en cordones montañosos en dirección NW-SE, caen de manera escalonada del continente hacia el Golfo de California como consecuencia del agotamiento de la energía que deformó y levantó estos terrenos y que

por el fallamiento de tipo normal esculpió este panorama estructural al acomodarse estos gigantescos bloques por efecto de la gravedad.

El tercer grupo de estructuras, cuya importancia es relativamente menor porque no existe continuidad entre los afloramientos, lo conforman los pliegues de las rocas paleozoicas que son el resultado de los eventos tanto compresivos como distensivos a los que estuvieron sometidos estas rocas antiguas posteriormente a su depósito.

- *Geología del Subsuelo*

En general el sistema acuífero, está localizado en los materiales granulares que rellenan la cuenca tectónica, por lo que sus límites laterales los conforman las sierras del Espinazo Prieto al occidente y la Los Leyva al oriente; al norte no existe un límite definido, ya que este valle se extiende por varios kilómetros. Los contactos con las sierras, originados por su carácter tectónico y a la erosión, son muy irregulares, lo cual fue comprobado a través de la interpretación de los sondeos eléctricos verticales, que muestran que el basamento granítico puede encontrarse a menos de 100 m de profundidad, en algunas áreas de la porción occidental, o bien no detectarse lo que significaría que está a más de 800 m de profundidad.

Dependiendo de la naturaleza de los materiales o rocas con los que se encuentra en contacto, hacia la parte alta de la cuenca los límites laterales e inferior del acuífero están constituidos por las rocas y graníticas que constituyen el basamento y las barreras al flujo subterráneo.

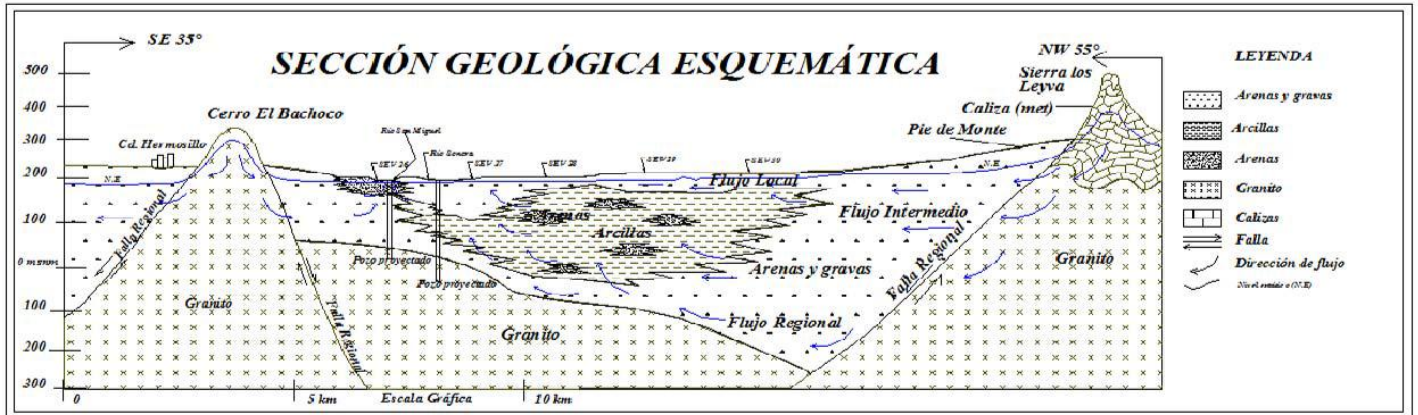
- *Hidrogeología*

Tipo de Acuífero.

Debido a los fenómenos tectónicos y estructurales que han dado origen a esta región, resulta inadecuado describir por separado a los diferentes horizontes acuíferos que conforman al acuífero, ya que estos obedecen a patrones de comportamiento local y están estrechamente relacionados unos con otros formando un mismo. Este sistema está constituido por varios horizontes de errática continuidad lateral y de muy variada permeabilidad (figura IV.XXXX), que están intercomunicados naturalmente a través de un flujo vertical descendente de agua y también a través de los pozos que tienen grandes columnas de tubería ranurada.

El acuífero es de tipo libre con condiciones locales de semiconfinamiento debido a la presencia de lentes irregulares de sedimentos arcillosos y/o rocas volcánicas interestratificadas. Su explotación se localiza en el cauce del río Sonora y arroyos tributarios, así como en la planicie de inundación. El lecho del río Sonora está conformado por arenas de alta permeabilidad.

Figura IV.22 Perfil del Acuifero de Mesa de Seri – La Victoria



- Comportamiento hidráulico.

El nivel piezométrico en este acuífero es muy sensible a la recarga por lluvia o por infiltración a través del cauce del río Sonora, cuando se producen desfuegos de la presa Rodolfo Félix Valdez (“El Molinito”).

Las corrientes principales en la zona son los ríos de régimen intermitente Sonora, Chiltepín y San Miguel de Horcasitas. Estas corrientes conducen agua durante la temporada de lluvias o cuando reciben el deshielo una vez que ha pasado el invierno, favoreciendo de esta manera la recarga al acuífero mediante la infiltración de un volumen importante de agua. La regulación del escurrimiento sobre el río Sonora que se realiza por medio de la presa El Molinito, y posteriormente la extracción controlada para transferir esta agua hacia la presa Abelardo L. Rodríguez, utilizando el cauce de este río, ha incrementado la recarga al acuífero. De acuerdo con estimaciones del Organismo de Cuenca Noroeste, del volumen desfogado de la presa El Molinito, se infiltra entre un 70 y 85%, dependiendo de las condiciones climáticas, del caudal y tiempo de desfogue. Esto es posible debido a la alta permeabilidad de las arenas que conforman su lecho, del orden de los 360 m/d.

Profundidad al nivel estático

Como respuesta a la relación directa que existe entre el agua superficial y el agua subterránea, la recarga al acuífero tiene una rápida respuesta al tránsito de agua sobre el cauce del Río Sonora. Es por ello que durante las temporadas en que el río conduce agua, esto se refleja en el ascenso de los niveles de la profundidad al nivel estático.

La configuración de la profundidad al nivel estático, muestra que los valores se incrementan de la zona aledaña al cauce del río Sonora, en donde se registran profundidades que varían entre 5 y 10 m, hasta los 60 m que se presentan en la zona localizada al noroeste del acuífero, hacia el poblado San Pedro, situado en la margen derecha del río.

Sin embargo, la evolución del nivel freático muestra una tendencia franca hacia el abatimiento de la tabla de agua como efecto de la explotación intensiva de la batería de pozos y la sequía prolongada que sufre la región.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

EL agua subterránea muestra la influencia de su interacción con las rocas de origen ígneo que conforman la zonas de recarga al acuífero. La familia de agua predominante es la sódica-bicarbonatada, que representa agua de reciente infiltración, aunque localmente se identifica a predominancia de sulfatos y cloruros, éstos últimos posiblemente asociados a la influencia hidrotermal, que existen manifestaciones de su presencia en la zona aledaña a la falla normal que pone en contacto la granodiorita cretácica con los materiales granulares, desde La Victoria hasta San Pedro El Saucito. En algunos pozos de la captación La Victoria, en la zona de El Alamito y La Resolana, cuyas profundidades varían entre 100 y 300 m, se han detectado concentraciones de flúor (1.8 a 3.6 mg/l) y arsénico (0.0056 a 0.084 mg/l) que sobrepasan la norma oficial para el agua destinada al consumo humano.

Existen evidencias de la existencia de una estratificación en la calidad del agua: una serie de flujos locales que se presentan en los rellenos granulares y un sistema de flujo regional que se caracteriza por presentar mayor temperatura y mayor concentración de elementos como el flúor y arsénico.

La concentración de CaCO_3 varía entre 180 y 440 mg/l. Esta dureza se puede atribuir a la presencia de rocas carbonatadas que aportan los iones de calcio y magnesio, que son los principales causantes de la dureza del agua. Aunque las concentraciones no superan los 500 mg/l que establece la Norma Oficial Mexicana (NOM) como límite máximo permisible, el agua se clasifica como dura, pero apta para el consumo humano.

Acorde a la actualización de la Disponibilidad media anual de agua subterránea, publicada en el DOF el 29 de agosto de 2009, la recarga anual es de 73.0 millones de metros cúbicos, pero debido a las altas tasas de extracción del líquido existe un déficit de 41%.

Acuífero La Poza

El Acuífero La Poza, se localiza al sur de la Ciudad de Hermosillo, en la porción central del Estado de Sonora, cubriendo una superficie aproximada de 969 km². Sus límites naturales son al norte la Sierra Santa Teresa, al oriente la Sierra El Viejo, mientras que al oriente y noroeste los cerros Gavilán y Agua Lurca.

Colinda al norte con los acuíferos Santa Rosalía y Mesa del Seri-La Victoria, al sureste con el acuífero Valle de Guaymas y al poniente con el acuífero Costa de Hermosillo, todos ellos pertenecientes al Estado de Sonora.

- Geomorfología

Geomorfológicamente el área presenta elementos litológicos y estructurales que la ubican dentro del ciclo erosivo de montañas plegadas, en una etapa de madurez tardía. Como evidencia de esta etapa, en la Sierra Santa Teresa y en las inmediaciones de los cerros Agualurca, El Albañil y La Sonora, se observan algunos bloques de calizas de edad Paleozoico, plegadas y metamorfoseadas, que forman escarpes abruptos.

Las andesitas de la Formación Tarahumara presentan topografía suave, forman barrancos poco profundos y algunos cerros de poca altura (Sierra Santa Teresa, inmediaciones de los cerros La Zorra, La Colorada, Mina El Agua y Lomas El Rayo). Rocas volcánicas del Paleógeno-Neógeno (Formación Lista Blanca) forman cordones y mesetas alargadas con pendientes menos escarpadas; cabe señalar que esta unidad, hacia el sur, fuera del área, incrementa su espesor y extensión.

Las rocas intrusivas del Batolito Sonora presentan formas con pendientes suaves y poca elevación, esto es debido al alto grado de alteración e intemperismo que han desarrollado (Sierra Santa Teresa, La Colorada, inmediaciones de los cerros Agualurca, El Gorguz, Pando, La Trinchera y El Cajete).

Las rocas que forman los valles están constituidas por conglomerados, arenas, gravas y arcillas de edad Mioceno-Holoceno, forman pequeños lomeríos y cerros con pendientes suaves. En la zona de valles la topografía es suave, al poniente del área las elevaciones oscilan entre 150 y 200 msnm (El Gorguz, Cruz Gálvez), al sur y oriente entre 250 y 370 msnm (Estación Torres, La Misión, El Papache); mientras que en las sierras la topografía es semiabrupta y abrupta, sobresale en la porción central la Sierra Santa Teresa, con una elevación máxima de 900 msnm, así como los cerros Agualurca y Caloso, con elevación de 600 y 500 msnm. Al oriente, en la Sierra La Colorada, sobresalen los cerros La Bronzuda, La Zorra, La Mazoneña, El Valiente, el Albañil y El Zubiato, cuyas elevaciones oscilan entre 600 y 900 msnm, mientras que al poniente sobresalen los cerros El Gorguz, Colorado, El Yeso, La Puerca, Grande, La Cuevita, Chupaderos, El Orégano, El Tordillo, cuyas elevaciones oscilan entre 300 y 450 msnm.

- Geología

Dentro de un contexto regional en la zona se presenta una gran variedad de unidades litológicas sedimentarias, metamórficas e ígneas, cuyas edades varían desde el Paleozoico al Reciente. Las de mayor distribución se describen a continuación:

Formación Tarahumara, de edad Cretácica Superior - Paleoceno, corresponde a la unidad volcánica más antigua, constituida por derrames andesíticos, toba andesítica y toba riolítica con niveles sedimentarios intercalados.

El Batolito Laramide de Sonora, aflora ampliamente en el Estado de Sonora, consiste de una serie de granito y granodiorita con textura fanerítica. Es producto de la evolución magmática durante el Cretácico Tardío - Paleógeno.

Formación Báucarit, es un conglomerado polimíctico constituido por rocas volcánicas e intrusivas, con intercalaciones de arenisca y basalto, grava y arena poco consolidadas. Su ambiente de depósito fue en cuenca intermontana que en ocasiones favorece el depósito de yeso. Cubre discordantemente a la gran mayoría de unidades litológicas mencionadas anteriormente.

Formación Lista Blanca, de edad Mioceno, consiste de una secuencia de tobas riolíticas, riolitas, ignimbritas, andesitas, dacitas y aglomerados que se han depositado en un ambiente vulcanosedimentario asociado a cuencas cerradas con emplazamiento de magmas asociados a fallas y fracturas de carácter distensivo.

Conglomerado polimíctico, rocas del Pleistoceno asociadas principalmente a valles y bordes de elementos orográficos. Consiste de un conglomerado polimíctico semiconsolidado, constituido por fragmentos de riolita, andesita, granito, rocas metamórficas y calcáreas contenidos en una matriz arenosa que forman depósitos de talud.

Aluvión, constituido por grava, arena, limo y arcilla sin consolidar que llegan a formar espesores de hasta 50 m. Cubren generalmente todas las unidades litológicas más antiguas.

Estratigrafía

Paleozoico Caliza arenisca (Pop Cz-Ar)

Engloba a los Grupos Guayacán y Tinajas, a las Formaciones Vuelta Colorada, Picacho Colorado y Mina México. Afloramientos que se observan en las inmediaciones de los ranchos Las Norias, El Albañil, La Colorada, Sierra Santa Teresa, Las Víboras, Cerro El Orégano, Cerro La Campana, así como en las inmediaciones de la Ciudad de Hermosillo.

De edad Ordovícico–Pérmico, se trata de capas gruesas y medianas alternantes de caliza, arenisca, dolomía, hornfels, mármol y pedernal. Estructuralmente presenta plegamiento e intenso fracturamiento, con evidencias de disolución, lo que permite que tenga una permeabilidad alta. En las zonas con presencia de mineralización parte del fracturamiento está relleno por calcita. Esta unidad tiene asignada un espesor de 1,000 m.

Lutita-Arenisca Conglomerado (TRs Ar-Lu)

Unidades areno arcillosas que corresponden al Grupo Barranca, el cual está dividido en tres formaciones, de la base a la cima: Formación Arrayanes, Santa Clara y Coyotes. Aflora al norte de la Sierra Santa Teresa y en las inmediaciones del Cerro San Francisco.

Se trata de una alternancia de capas gruesas y medianas de areniscas de cuarzo, limolita y conglomerado; la arenisca es de color ocre y gris, textura de grano medio a grueso, las capas de limolita son de color café y crema, el conglomerado es de color rosa y rojo, mal clasificado, está constituido por clastos de cuarcita, pedernal y caliza, cementado por sílice. Sus características hidráulicas permiten asignarle permeabilidad media. Su espesor puede alcanzar más de 3,000 m, mientras que su edad varía entre el Triásico Superior y Jurásico Inferior.

Andesita-Toba Andesítica (Ks A-TA)

Se trata de rocas de la Formación Tarahumara, se distribuyen en las inmediaciones de la comunidad La Colorada, el Cerro El Valiente, la Sierra Santa Teresa, así como en las inmediaciones del Cerro Chupadero.

Se trata de derrames andesíticos, escasa toba andesítica y toba riolítica. Es de color gris y café con tonalidades rojizas, intemperiza a pardo y ocre, su textura es variable de afanítica a porfídica, se le observa plagioclasa, hornblenda, piroxenos, biotita, presenta alteración propilítica y ligera silicificación. Presenta pseudoestratificación en capas gruesas. Su espesor puede llegar a 600 m, mientras que su permeabilidad es media debido a su fracturamiento y alteración.

Granito - Granodiorita (KsTpa Gr-Gd)

Aflora en las inmediaciones de la comunidad La Colorada, en los cerros El Valiente, Las Piedras, Agua Lurca, La Puerca, entre otros, así como en los alrededores de los ranchos La Mina y El Pilar. En afloramiento se observa color gris, intemperiza color ocre y verde. De estructura compacta y masiva, en algunas partes está intemperizado y deleznable, con textura fanerítica equigranular, constituido por cuarzo, feldespato, plagioclasas, biotita; presenta alteraciones; propilitización, potásica, seritización, cloritización, epidotización y oxidación.

Intrusiona a las secuencias sedimentarias del Paleozoico, Triásico Superior, así como a la andesita de la Formación Tarahumara, de igual forma es intrusionado por diques pegmatíticos y aplíticos. Le sobreyacen discordantemente depósitos conglomeráticos de la Formación Baucarit, rocas volcánicas de la Formación Lista Blanca, además de gravas y arenas del Cuaternario. Hidrogeológicamente opera como fronteras y basamento hidrogeológico.

Conglomerado polimíctico- Arenisca (Tm Cgp-Ar)

Los afloramientos en el área son reducidos, únicamente se presentan en las inmediaciones de La Colorada, así como al norte de los cerros El Zubiata, La Mazoneña y El Melón. Se observa principalmente en los cauces de los arroyos, ya que en la mayor parte del área está cubierto por depósitos recientes.

Se trata de un conglomerado mal clasificado, color café claro, constituido principalmente por fragmentos ígneos, sedimentarios y metamórficos, intercalados con areniscas y basaltos, donde la abundancia de los constituyentes es de acuerdo a la cercanía de la fuente. Contiene una matriz de la misma composición cementada por caliche. En el área se le estima un espesor aflorante de 80 a 100 m, el cual disminuye en dirección este. Hidrogeológicamente forma una barrera entre la unidad sedimentaria con permeabilidad alta y las calizas paleozoicas.

Tobas riolíticas, dacita, andesita (Tm Tr, Da, A)

Rocas volcánicas de la Formación Lista Blanca, sobreyacen discordantemente a la Formación Baucarit. Afloran en gran parte del área (inmediaciones y norte de La Colorada, a lo largo de los cerros Gavilán, Grande, Colorado, La Pirinola), principalmente al flanco poniente paralelo a los rasgos topográficos más sobresalientes, constituyen mesetas alargadas con orientación preferente noroeste 10°-20° suroeste, en los valles es cubierta por depósitos cuaternarios.

Se trata de una serie de derrames de toba riolítica, ignimbrita, riolita y andesita. Las tobas riolíticas generalmente son de color gris claro y rosa, intemperizan a pardo, tienen textura fluidal, se observan algunos feldespatos y vidrio, su estructura es compacta a la base y amigdalas en la cima.

De color gris y rosa, textura microgranular, contiene feldespatos y cuarzo, su estructura es compacta. En el caso de las andesitas son compactas, de color gris oscuro con tonalidades crema, presenta algunas variaciones a café rojizo. Hidrogeológicamente son unidades fracturadas con permeabilidad media.

Conglomerado polimíctico (Qpt Cgp) - Aluvión (Qho al)

Dentro de esta unidad se agrupan una serie de depósitos constituidos por gravas de taludes y abanicos aluviales. Acumulación de abanicos aluviales producto de la erosión fluvial de rocas más antiguas, tienen alta permeabilidad en general, pero normalmente son de poco espesor.

- *Geología Estructural*

Secuencias paleozoicas y mesozoicas se encuentran dispuestas en pliegues con orientación general noroeste-sureste, afectadas por fallas normales que las colocan en algunos casos en contacto con unidades Paleógeno-Neógenas. Es notoria la influencia del Batolito Laramide, el cual altera la disposición estructural de las secuencias litológicas más antiguas. Estas estructuras son el resultado de varios eventos orogénicos tanto de compresión (Orogenia Laramide) como distensión, relacionada a la apertura del Golfo de California durante el Mioceno, acompañado con vulcanismo bimodal y fallamiento normal, responsable de la configuración del relieve actual.

El sistema de fallas *Basin and Range* generó las actuales sierras y valles en Sonora, que presentan un rumbo noroeste 30° y buzamiento generalmente al suroeste. Estos fallamientos se encuentran asociados a un segundo sistema con orientación 70° noroeste.

- *Geología del Subsuelo*

El acuífero que se explota actualmente se ubica en un medio granular conformado por sedimentos que varían de gravas a arcillas. Las áreas centro oeste y centro este se caracterizan por la presencia de fosas sepultadas de alrededor de 500 m de profundidad, los materiales de relleno son granulares, a nivel superficial se tiene material reciente con permeabilidades altas, se trata de material que sustenta la mayor parte de los aprovechamientos de la zona, bajo este paquete están depositados sedimentos finos, así como el conglomerado cementado del Mioceno, ambos de permeabilidades bajas, que genera semiconfinamiento. Las fosas también están rellenas de materiales granulares con alto potencial acuífero, en este horizonte están perforados pozos con gastos mayores a 60 lps en la zona conocida como Willard (al noroeste del acuífero).

Bajo los paquetes sedimentarios se encuentran el material riolítico y andesítico con permeabilidades medias, afectados por fallas normales. Los subyacen las calizas paleozoicas con permeabilidad de media a alta. En la zona existe un atractivo potencial hidrogeológico en materiales fracturados, el cual no ha sido explorado. Como basamento hidrogeológico se tiene el intrusivo granítico granodiorítico de edad Cretácico.

- *Hidrogeología*

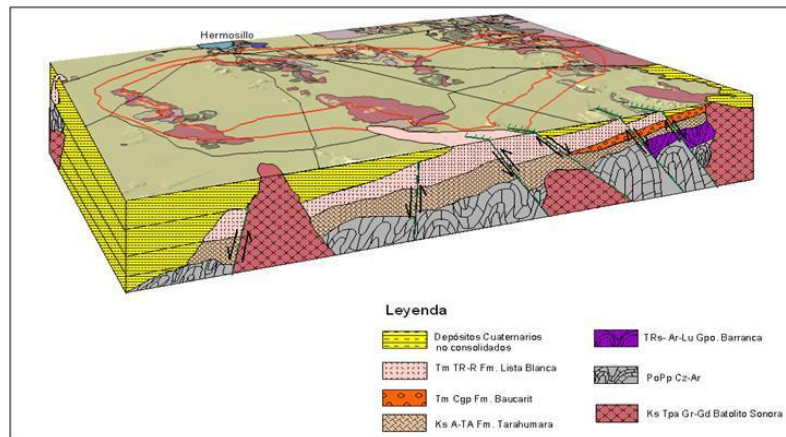
Tipo de Acuífero

En el acuífero La Poza el agua subterránea circula por dos medios, uno integrado por unidades de tipo granular y otro por rocas fracturadas (Figura IV.23); el medio granular tiene características heterogéneas y su granulometría varía desde gravas a arcillas, mientras que el medio fracturado está formado por rocas calcáreas y volcánicas de composición riolítica y andesítica. El basamento hidrológico está constituido por un intrusivo de edad cretácica que aflora en gran parte de las sierras de la zona.

El acuífero que actualmente se explota funciona como **libre**, aunque la presencia de lentes arcillosos propicia que se comporte **localmente como semiconfinado**, además dichos lentes arcillosos forman barreras naturales del flujo vertical producto de la infiltración por precipitación y retorno de riego, lo que provoca la formación de una superficie piezométrica somera.

El fuerte grado de intemperismo en zonas expuestas del intrusivo genera pequeños acuíferos colgados con escaso potencial hidrogeológico. La parte somera del acuífero alcanza de 5 a 30 m, por su espesor se considera de mediano a bajo potencial hidrogeológico; por debajo está la parte de mayor potencial del acuífero, de amplia extensión y composición variable, cuyo espesor supera los 400 m.

Figura IV. 23 Modelo conceptual de funcionamiento del acuífero



El funcionamiento hidráulico del sistema acuífero no ha variado significativamente y conserva sus condiciones iniciales, ya que los volúmenes de extracción no superan la recarga, por lo que las direcciones de flujo subterráneo siguen su tendencia original, paralela a la dirección preferente del Arroyo La Poza. La fuente principal de recarga del acuífero es el agua de lluvia que se infiltra en las zonas topográficamente altas, una menor fuente de recarga está representada por infiltración vertical del agua de lluvia que precipita en el valle y por retornos de riego agrícola.

Existe una primera frontera de tipo vertical representada por lentes arcillosos que mantienen niveles someros, además del conglomerado del Mioceno correspondiente a la Formación Baucarit. A profundidad la frontera vertical está definida por el basamento geohidrológico. Las fronteras horizontales del acuífero, en su mayoría, están definidas por el mismo intrusivo, éste aflora al oriente del

acuífero y en las sierras intermedias del mismo, al sur no se observa en superficie, sin embargo a profundidad forma un parteaguas subterráneo que impide la entrada de agua al acuífero.

Profundidad al Nivel Estático

El comportamiento del nivel estático muestra en general dos tendencias, una representada por la mayor parte de las norias localizadas en las márgenes del arroyo La Poza y sus tributarios, donde los niveles piezométricos fluctúan entre 5 y 30 m, mientras que la segunda tendencia corresponde a niveles cuya profundidad varía entre 45 y 130 m. De igual forma se presentan niveles entre 30 y 45 m, sin embargo, estos son locales y no se logra establecer una tendencia clara en su distribución y comportamiento.

La profundidad al nivel estático ésta directamente relacionada a las variaciones litológicas del subsuelo. En el valle ubicado al extremo oriente del acuífero la profundidad al nivel estático varía entre 35 y 80 m; en la zona centro sur varía desde 40 hasta 120 m, por lo que no existe una tendencia clara en esta zona. En el extremo norte la profundidad al nivel estático tiende a ser homogénea y varía entre 40 y 60 m; la profundidad se incrementa en dirección al sur hasta alcanzar 75 m en la intersección de la carretera Hermosillo–La Colorada y la vía del ferrocarril, mientras que en la zona conocida como Willard la profundidad al nivel estático oscila entre 100 y 113 m. La diferencia de niveles se debe al control estructural de la zona, ya que existe evidencia de un sistema de fallamiento regional con dirección noreste-suroeste.

Elevación del Nivel Estático

Las condiciones hidrogeológicas de la zona permiten establecer que aún existen condiciones de equilibrio en prácticamente todo el acuífero, con excepción de Willard y sus alrededores. El flujo subterráneo se desplaza preferentemente de manera horizontal a través de los depósitos Determinación de la disponibilidad de agua en el granulares y del medio fracturado hacia las zonas de descarga natural. El agua se mueve de las zonas con mayor carga hidráulica a las de menor carga, el desnivel medio del terreno es de 700 m, generado por elevaciones promedio de 900 msnm en el extremo oriente, mientras que valores de 200 msnm se observan en el extremo poniente, en la salida natural del acuífero.

El análisis de las direcciones de flujo permite establecer la presencia de zonas que actúan como barreras naturales. La continuidad hidráulica con acuíferos vecinos sólo se evidencia en el extremo poniente, con el acuífero Costa de Hermosillo, con el resto de los acuíferos la comunicación es difusa, topográfica y piezométricamente se evidencia la presencia de parteaguas subterráneos que coinciden con gran parte de los límites superficiales del acuífero.

En la zona existen varios sistemas de flujo subterráneo, controlados por la disposición espacial de los depósitos sedimentarios, además por la alteración, fracturamiento y fallamiento de las unidades consolidadas. **Local**, es generado por agua de reciente infiltración que viaja en forma vertical y se ve reflejada en una recarga prácticamente instantánea de la parte somera del acuífero. **Intermedio**, relacionado a las partes topográficamente altas donde existen las condiciones apropiadas de permeabilidad para su infiltración, las curvas equipotenciales de la elevación de niveles estáticos pone en evidencia este sistema de flujo. La infiltración que no es interrumpida por barreras naturales y que viaja hacia el acuífero profundo lo hace a través de un sistema de tipo intermedio. Es importante mencionar que este tipo de flujo sustenta gran parte del volumen de agua que se extrae del acuífero.

Dadas las condiciones geológicas y estructurales de la zona, se propone la presencia de sistemas de flujo regional que circulan a través de las rocas fracturadas a profundidades mayores de 500 m, o asociados a estructuras geológicas regionales.

Evolución del Nivel Estático

Con respecto a la evolución del nivel estático en el acuífero, sólo se cuenta con información piezométrica previa que permita su configuración en el área de Willard, donde se observa un cono de abatimiento; para el resto del acuífero no se determinó una evolución, sin embargo la elevación del nivel estático no demuestra alteraciones del flujo natural del agua subterránea que indiquen la presencia de conos de abatimiento causados por la concentración de pozos y/o del bombeo, que pongan en evidencia evoluciones piezométricas negativas

Hidrogeoquímica y Calidad del Agua Subterránea

En la mayor parte del acuífero el agua subterránea es de buena calidad para consumo humano, en su mayoría es de reciente infiltración, con pH cercanos al neutro, bajas concentraciones de sólidos totales disueltos, así como ausencia de metales pesados. Sin embargo en algunas zonas puntuales existe la presencia de metales pesados como arsénico, selenio, uranio, entre otros, que rebasan los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad oficial mexicana. Existen minas inundadas, cuya calidad del agua subterránea permite suponer que son alimentadas a través de flujos regionales

Acuífero Costa de Hermosillo

El acuífero se encuentra dentro del municipio de Hermosillo, extendiéndose desde la capital del estado hacia Bahía Kino

- *Estratigrafía.*

Paleozoico. Los afloramientos principales representativos del Paleozoico se distribuyen en las porciones norte (fuera del área de estudio) y oriental del levantamiento original. En la porción norte presenta un espesor de 500 m, en cuya parte basal consta de una caliza de color gris rosado, en capas silicificadas de más o menos 80 cm, que intemperiza a un color café rojizo oscuro; las partes media y superior son calizas de color gris, con vetillas de calcita dentro de capas masivas muy gruesas, con nódulos irregulares de pedernal negro e intemperizando a color rojizo anaranjado. Están intrusionadas por una diorita. Las calizas marmolizadas del cerro La Campana, junto a la ciudad de Hermosillo, son de color blanco, en capas hasta de un metro de espesor; contienen wollastonita y epidota. Descansan sobre granitos. Por su estructura laminar los afloramientos deben considerarse impermeables, funcionando como fronteras al flujo del agua subterránea.

Cretácico. El Cretácico está representado principalmente por rocas volcánicas, consistentes en derrames de andesitas, tobas y conglomerados, que Dumble designó con el nombre de Formación Lista Blanca. Se encuentran distribuidos por toda el área del levantamiento, formando cerros y lomas de formas suaves. Por similitud litológica con la Formación El Palmar y por su posición estratigráfica, se les asigna una

edad correspondiente al Cretácico Inferior. Aun cuando son derrames masivos fracturados, el sistema no tiene intercomunicación, por lo que deben considerarse impermeables.

Arcilla azul. Esta unidad no aflora en el área de estudio, pero se conoce su existencia por medio de una prospección geofísica y perforaciones que hizo la extinta Dirección de Aguas Subterráneas en 1967 y en 1968, cortando alternancias de arcilla microfósilífera de color gris azulado. Aumenta de espesor hacia la costa y disminuye hacia tierra adentro, en forma de cuña. Por los microfósiles se le asigna una edad Miocénica del Terciario Marino. Por su plasticidad y contenido de limos se le considera de baja permeabilidad, funcionando como semiconfinante entre los dos acuíferos de la Costa, el superior y el inferior.

Conglomerado Baucarit. Estas rocas sedimentarias de edad terciaria son una alternancia de areniscas y conglomerados. Se encuentra diseminada por toda el área levantada, localizándose sus afloramientos en las estribaciones de todas las sierras. En su parte basal consiste de conglomerado de clásticos de rocas volcánicas: andesitas, riolitas y granitos; en su parte media consiste de una alternancia de arenas gruesas y limos color café rosado en capas delgadas y estructura laminar; la parte superior consiste de un conglomerado color café rojizo, compuesto de clásticos redondeados de origen volcánico embebidos en una matriz arenosa. Por su posición estratigráfica se le asigna una edad correspondiente al Eoceno-Oligoceno.

Tobas riolíticas. Las tobas y derrames riolíticos se hallan diseminadas por toda el área de levantamiento. Descansan discordantemente sobre las andesitas de hornblenda consistiendo de un basalto gris con estructura masiva y cubierto con un conglomerado de clásticos de granito y material volcánico dentro de una matriz arcillo arenosa, a su vez cubierto por una riolita de estructura fluidal de color variable entre café rosado y rosa. Se le asigna tentativamente una edad del Terciario Inferior. Eoceno-Oligoceno.

Presenta buenas características de permeabilidad y debe ser productora de agua por las tubificaciones que presentan las areniscas tobáceas y la granulometría de las brechas basales, hecho comprobado por numerosas perforaciones de la Costa.

Basaltos. Estas rocas volcánicas del Terciario consisten en derrames de basalto intercalados con brechas basales, que al sur del estero de Tastiota forman cerros alargados con espesores mayores de 75 m. Descansan sobre conglomerados, andesitas y granitos, por lo que se les asigna una edad posterior a la formación Baucarit. Debe ser un excelente acuífero a través de sus brechas basales.

Cuaternario. Este período está representado por sedimentos no consolidados compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, distribuidos en toda la zona, principalmente en la planicie y en los valles intermontanos. Agrupa a los depósitos al pie de monte, aluvial, fluvial, eólico, transicional, de playa y depósitos de barra, localizándose estos tres últimos en la franja del litoral. Todos manifiestan características de buena permeabilidad por lo que funcionan como transmisores de agua hacia estratos más profundos, a la vez que son buenos acuíferos bajo el nivel de saturación.

Rocas ígneas intrusivas. Las rocas ígneas intrusivas granitos y dioritas, son de color gris claro, gris verdoso o gris rosado, de textura holocrystalina, de grano grueso a fino y sus minerales característicos son la biotita y hornblenda. Ocupan los núcleos de las sierras, y por intrusionar a rocas con edades anteriores a su formación se les asigna tentativamente una edad post-paleozoica a los granitos y post-

jurásica a las dioritas. Desde un punto de vista geohidrológico, por la estructura de estas rocas, incapaces de contener agua, se consideran impermeables, funcionando como el basamento geohidrológico regional y como barreras al flujo del agua subterránea.

Rocas metamórficas. Estas rocas están representadas por aureolas de metamorfismo de contacto compuestas por tactitas y mármol. Se hallan distribuidas a lo largo de los contactos de la caliza con las rocas intrusivas. Sus afloramientos son pequeños y le restan importancia geohidrológica, pero de todas maneras dadas su composición mineral estructural es impermeable y funciona como una sola unidad junto con las intrusivas.

- Geoquímica

El gran abatimiento inducido de los niveles piezométricos ha traído como consecuencia, en el acuífero Costa de Hermosillo, el avance paulatino de la interfase salina del mar hacia tierra adentro, contaminando al acuífero de agua dulce y deteriorando su calidad. Por consecuencia, el fenómeno ha ocasionado la cancelación de muchos pozos cercanos al litoral, a la vez que deteriora los suelos bajando su productividad agrícola y finalmente propiciando su abandono.

Basándose en el diagrama de Piper, las aguas del acuífero se dividen en cinco familias de agua:

- (1) Agua de tipo bicarbonatada-sódico: 32.9%,
- (2) Agua del tipo clorurada-sódico: 10% del total,
- (3) Agua de tipo clorurada-cálcica: 17.1% del total,
- (4) Agua de tipo bicarbonatada-cálcica: 38.6% del total, y
- (5) Agua de tipo sulfatada-clorurada: 1 % del total de las muestras.

Se puede proponer una división de la zona de estudio en las siguientes áreas:

- 1) El área de orientación noreste-suroeste con sus puntos extremos de Hermosillo en el noreste y la línea costera en el suroeste. Esta área comprende partes del antiguo río Sonora, río abajo de la presa Abelardo L. Rodríguez. Las aguas de los pozos más cercanas de esta última son exclusivamente de tipo bicarbonatada-cálcica lo cual sugiere que aguas del mismo tipo que se muestrearon en pozos mas cercanos de la costa provienen de la misma fuente. La parte sureste de la zona discutida se desvía de lo que era el cauce del río Sonora. Este fenómeno podría ser la consecuencia del cono de abatimiento relacionado con la explotación del acuífero y el consecuente cambio en el gradiente hidráulico.
- 2) Una franja costera de entre 20 km en el sureste (zona de El Sahuaral) y hasta 40 km en su porción noroeste (Bahía Kino). En esta área prevalecen las aguas del tipo clorurada cálcica y clorurada sódica, este último sobre todo en El Sahuaral. Se propone que las aguas de esta franja costera se encuentran influenciadas por la intrusión salina.
- 3) Un área hacia el noreste del límite de la franja costera (línea con orientación sureste-noroeste) y paralela a esta última. Esta área se caracteriza por aguas de tipo bicarbonatada sódica. Dicha zona corresponde a la zona de transición entre el sistema de dos acuíferos separados por un máximo arcilloso cerca de la costa y el sistema de un solo acuífero de tipo libre hacia el noreste. Se propone que este tipo

de agua bicarbonatada sódica representa el resultado de un proceso de mezcla entre las aguas de las dos partes del acuífero (acuífero superior e inferior).

Se observa sin embargo la presencia de agua de tipo bicarbonatada sódica en puntos aislados en la franja costera. Esto significa que el límite entre esta última y la zona de transición no es una línea recta, sino se presenta más bien en forma de lenguas. Se observa agua de la zona de transición en dos lenguas que se extienden hacia la costa que coinciden aproximadamente con los límites de la zona del antiguo río Sonora. Se proponen dos orígenes de las aguas bicarbonatadas-sódicas cerca de la costa: 1) se trata de agua de la zona de transición que fue llevada hacia el suroeste, junto con el agua de la cuenca del río Sonora ó 2), se trata de una manifestación de la infiltración del acuífero inferior hacia el acuífero superior a través del manto arcilloso.

Al mismo tiempo, los análisis químicos de las muestras de agua permitieron estudiar la intrusión salina. Como se menciona líneas arriba, se delimitó una franja costera de entre 20 y 40 km de ancho, caracterizada por la presencia de aguas de tipo clorurada. Sin embargo, en dos tramos de esta franja se cuenta con la presencia de aguas de tipo bicarbonatada, la cual es característica para zonas más alejadas de la costa.

Acorde a la actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea de este acuífero, publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009, se tiene que si bien la recarga es de 250 millones de metros cúbicos, la extracción se cuantifica de 430 millones de metros cúbicos, por lo la disponibilidad media anual de agua es de 0 metros cúbicos y el déficit calculado a esa fecha es de 183.45 millones de metros cúbicos.

IV.2.2 Aspectos Bióticos

IV.2.2.1. Vegetación

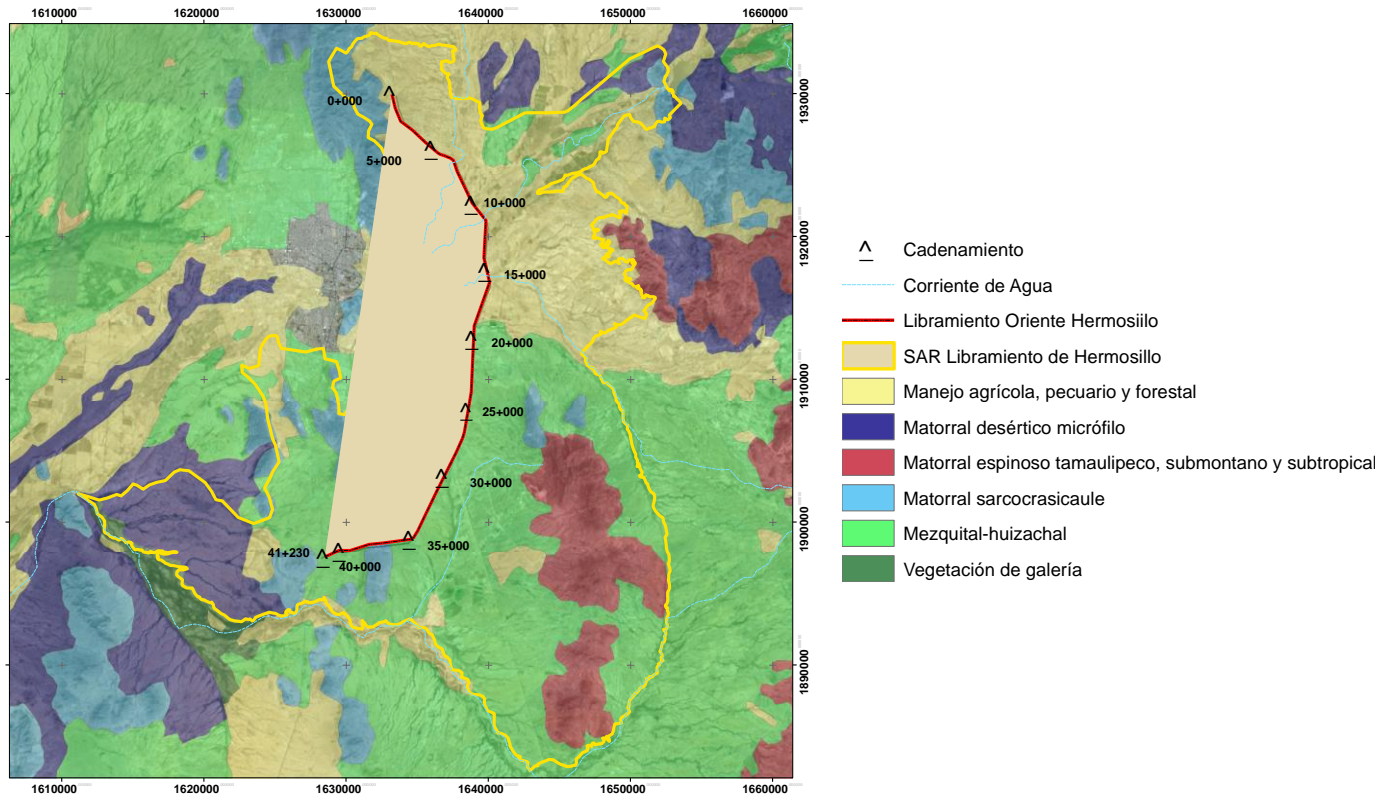
De acuerdo con el INEGI de acuerdo con la clasificación de *Rzedowsky (1978)* la vegetación del SAR en la región que corresponde al municipio de Hermosillo, Sonora se compone por Matorral sarcocrasicaule asociado a Matorral espinoso tamaulipeco asimismo se presenta Agricultura de Temporal y áreas cubiertas por Mezquital y Huizachal.

El matorral es una comunidad dominada por plantas leñosas de 0.5 a cinco o más metros de altura con los tallos ramificados desde la base. En el matorral abierto los arbustos no se tocan entre sí y presentan frecuentemente un estrato con gramíneas o graminoides. En el matorral denso los arbustos están entrelazados por sus copas. Este ecosistema está compuesto principalmente por especies arborescentes y plantas leñosas escasamente ramificadas de altura variable (Gonzalez, 2003).

Los matorrales son comunidades vegetales por lo general arbustivas, aunque las hay también arbóreas, e incluyen elementos tanto caducifolios como subcaducifolios, inermes, subinermes o espinosos, cuya predominancia relativa varía de una comunidad a otra. Se distribuye en las regiones áridas y semiáridas del país formando una cobertura casi continua sobre la mayor parte del altiplano mexicano, la península de Baja California, el estado de Sonora y los estados de Tamaulipas y Nuevo León al norte y al Este de

la sierra Madre Oriental. La mayor parte de los matorrales son de baja densidad, la diversidad biológica es relativamente baja por unidad de superficie sin embargo, estos ecosistemas cubren alrededor del 40 % de la superficie del país, la composición de especies cambia de una comunidad a otra, y debido al alto grado de taxones endémicos, en su conjunto, la biodiversidad de estos ecosistemas es alta.

Figura IV.24 Vegetación y uso de suelo en el SAR.



Matorral Subtropical

Comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre Selva Baja Caducifolia y los bosques templados (de Encino o Pino-Encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas, principalmente en el Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre del Sur. La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden si follaje durante un periodo prolongado del año. Los principales componentes son *Ipomoea* spp. (Cazahuates), *Bursera* spp. (Copales, papelillos) *Eysenhardtia polistachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *Forestiera* sp (Acebuche), *Erythrina* spp (Colorín), etc. Para el estado de Sonora la presencia de este tipo de matorral representa condiciones ecológicas particulares en la zona que amerita estudios más detallados al respecto a su distribución y composición florística.

Matorral Submontano

Comunidad arbustiva a veces muy densa formando por especies inermes o a veces espinosas, caducifolia por una breve periodo del año, se desarrolla entre los matorrales áridos y los bosques de Encino y la Selva Baja Caducifolia a altitudes de 1 500 a 1 700 msnm, principalmente en las laderas bajas de ambas vertientes de la Sierra Madre Oriental, desde Querétaro e Hidalgo hacia el norte, penetrando mas alla de la frontera política con los Estados Unidos de Norteamérica.

Para el Noreste de México se describe la siguiente comunidad de Matorral Submontano: la Fisionomía de esta comunidad la proporciona el estrato arbustivo superior, cuya altura varía entre 2.5 a 5 m y alcanza una cobertura hasta de un 70 %.

Matorral Espinoso Tamaulipeco

Comunidad arbustiva formada por la dominancia de especies espinosas caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas) que se desarrolla en amplias zonas de Selva Baja Espinosa. Su distribución se localiza en la porción norte de la llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica. En la actualidad presenta huellas de muchos disturbios siendo posiblemente, en gran parte de carácter secundario.

Este matorral espinoso está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, muchos de los cuales forman parte del estrato arbustivo de otros matorrales o mezquiales aledaños.

Matorral Sarco-Crasicaule

Comunidad vegetal con gran número de formas de vida o biotipos, entre los que destacan especies sarcocaulas (tallos gruesos carnosos) y crasicaules (tallos suculentos-jugosos)

Matorral Desértico Micrófilo

Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.

Para el noroeste de Sonora y el este de Baja California este matorral se compone principalmente por *Larrea tridentata* y *Ambrosia dumosa* o *Ambrosia deltoidea*, que ocupa característicamente las llanuras con suelo profundo, así como las partes inferiores de los abanicos aluviales, pero también sube muchas veces las laderas de los cerros. La comunidad, en lo que a la flora se refiere, es muy pobre sobre todo en especies leñosas, aunque existe un contingente de especies anuales, que no hacen su aparición si no en algunos años.

Mezquital

Comunidad vegetal dominada principalmente por mezquites (*Prosopis spp*). Son arboles espinosos de 5 a 10 m de altura y en condiciones de aridez se desarrolla como arbusto. Se desarrolla frecuentemente en terrenos de suelos profundos y en aluviones cercanos a escorrentías. Es común encontrar esta

comunidad mezclada con otros elementos con huizache (*Acacia spp*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium spp.*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*).

Huizachal

Son plantas arbustivas de 1 a 3 m de alto, pertenecientes a la familia de las leguminosas, conocidas comúnmente como huizaches (*Acacia spp*) esta comunidad es muy común en condiciones secundarias generalmente se le encuentra como acompañante del mezquite, palo fierro, palo verde y selvas llegando a ser en algunos casos dominante

Estructura de la vegetación presente en el SAR

En los lomeríos de la zona donde se ubica el SAR, la cubierta vegetal dominante es el matorral sarcocaula, que está conformado básicamente por dos estratos, el estrato arbóreo (el cual es no tan denso) compuesto esencialmente por cactáceas arbustivas, como *Stenocereus thurberi*, asimismo se observan individuos de *Cylindropuntia arbuscula*, y especies arbustivas no crasas como las representantes del genero *Parkinsonia*. En el estrato herbáceo se observan especies tales como: *Asclepias albicans*, *Argemone gracilentia*, entre otros.

Tabla IV. 4 Composición Florística del SAR

Nombre científico	Nombre común	Familia	Uso	Fuente	Status en la NOM-059 SEMARNAT-2010	
<i>Anisacanthus thurberi</i>	Hierba del cáncer	Acanthaceae		S,USON		
<i>Dicliptera resupinata</i>	Alfalfilla			S,USON		
<i>Dyschoriste decumbens</i>	Scitica			S,USON		
<i>Elytraria imbricata</i>	Hierba del torro /cordoncillo			S,USON		
<i>Justicia candicans</i>	Palo vendao			S,USON		
<i>Justicia longii</i>				S		
<i>Tetramerium nervosum</i>			S			
<i>Acer grandidentatum var. sinuosum</i>		Aceraceae		S		
<i>Agave palmeri</i>		Agavaceae		S,C		
<i>Agave parryi ssp. parryi</i>				S		
<i>Agave polianthiflora</i>	Maguey de colibrí			S	A/NE	
<i>Yucca schottii</i>				S		
<i>Amaranthus blitoides</i>		Amaranthaceae		S		
<i>Amaranthus hybridus</i>				S		
<i>Amaranthus palmeri</i>	Quelite/bledo			S,USON		
<i>Amaranthus powellii</i>				S		
<i>Froelichia gracilis</i>				S		
<i>Froelichia interrupta</i>				S		
<i>Gomphrena caespitosa</i>				S		
<i>Gomphrena decumbens</i>				S,C		
<i>Gomphrena nitida</i>				S		
<i>Gomphrena sonorae</i>				S,C		
<i>Iresine diffusa</i>				S		
<i>Eryngium heterophyllum</i>			Apiaceae		S	
<i>Eryngium lemmonii</i>					S	
<i>Foeniculum vulgare</i>				S		
<i>Amsonia palmeri</i>				S		
<i>Apocynum androsaemifolium</i>		Apocynaceae		S		
<i>Mandevilla foliosa</i>				S		
<i>Stemmadenia tomentosa var. palmeri</i>	Berraco , huevos de torro			S,USON		
<i>Vallesia Glabra</i>	Citabaro			S,C, USON		

<i>Aristolochia watsonii</i>		Aristolochiaceae	S,
<i>Asclepias glaucescens</i>			S
<i>Asclepias hypoleuca</i>			S
<i>Asclepias linaria</i>			S
<i>Asclepias subverticillata</i>			S
<i>Cynanchum arizonicum</i>		Asclepiadaceae	S
<i>Marsdenia edulis</i>			S
<i>Matelea producta</i>			S
<i>Matelea tristiflora</i>			S
<i>Sarcostemma crispum</i>			S
<i>Asclepias albicans</i>			S,C
<i>Asparagus officinalis</i>		Asparagaceae	S
<i>Dasyllirion wheeleri</i>			S
<i>Echeandia flavescens</i>			S
<i>Nolina microcarpa</i>			S
<i>Asplenium dalhousiae</i>		Aspleniaceae	S
<i>Asplenium exiguum</i>			S,C
<i>Asplenium palmeri</i>			S,C
<i>Acourtia nana</i>			S,C
<i>Acourtia thurberi</i>			S
<i>Ageratina lemmonii</i>			S
<i>Ageratina rothrockii</i>			S
<i>Ageratum corymbosum</i>			S
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Chicura	Asteraceae	S,USON
<i>Ambrosia confertiflora</i>	Estafiate		S,USON
<i>Ambrosia monogyra</i>			S
<i>Ambrosia psilostachya</i>	Estafiate		S,USON
<i>Artemisia ludoviciana ssp. ludoviciana</i>			S
<i>Baccharis salicifolia</i>	Batamote		S,USON
<i>Baccharis sarothroides</i>	Hierba del pasmo		S,USON
<i>Baccharis thesioides</i>			S,
<i>Bahia dissecta</i>			S,
<i>Baileya multiradiata</i>	Baileya del desierto		S,USON
<i>Bidens bigelovii</i>			S
<i>Bidens gentryi</i>			S
<i>Bidens heterosperma</i>			S
<i>Bidens leptoccephala</i>			S
<i>Bidens pilosa</i>			S,C
<i>Brickellia eupatorioides var. chlorolepis</i>			S
<i>Brickellia grandiflora</i>			S
<i>Brickellia oreithales</i>			S
<i>Brickellia simplex</i>			S,C
<i>Brickellia venosa</i>			S
<i>Centaurea rothrockii</i>			S
<i>Chaetopappa ericoides</i>			S
<i>Coreocarpus arizonicus</i>		Asteraceae	S
<i>Cosmos parviflorus</i>			S
<i>Eclipta prostrata</i>			S,C
<i>Ericameria laricifolia</i>			S,C
<i>Erigeron bellidiastrum</i>			S
<i>Erigeron concinnus</i>			S
<i>Erigeron delphinifolius</i>			S
<i>Erigeron divergens</i>			S
<i>Erigeron flagellaris</i>			S,C
<i>Erigeron galeottii</i>			S
<i>Erigeron neomexicanus</i>			S
<i>Erigeron philadelphicus</i>			S
<i>Fleischmannia pycnocephala</i>			S,C
<i>Galinsoga parviflora var. parviflora</i>			S
<i>Guardiola platyphylla</i>			S
<i>Gutierrezia microcephala</i>			S
<i>Gutierrezia sarothrae</i>			S

<i>Gutierrezia wrightii</i>			S
<i>Gymnosperma glutinosum</i>			S
<i>Helenium thurberi</i>	Rosillo		S,USON
<i>Helianthemum pringlei</i>			S
<i>Helianthus annuus</i>	Girasol		S,USON
<i>Heliomeris longifolia</i> var. <i>annua</i>			S
<i>Heliopsis parvifolia</i>			S
<i>Heterosperma pinnatum</i>			S
<i>Heterotheca subaxillaris</i>			S
<i>Hieracium crepidispermum</i>			S
<i>Hymenothrix wislizeni</i>			S,C
<i>Hymenothrix wrightii</i>			S
<i>Iva ambrosiifolia</i>			S,C
<i>Koanophyllon solidaginifolium</i>			S
<i>Lactuca serriola</i>	Lechugilla		S,USON
<i>Laennecia sophiifolia</i>			S
<i>Lasianthaepoda podocephala</i>	Pionilla		S,USON
<i>Machaeranthera tagetina</i>			S
<i>Machaeranthera tanacetifolia</i>			S
<i>Melampodium appendiculatum</i>			S
<i>Melampodium longicorne</i>			S
<i>Melampodium sericeum</i>			S
<i>Milleria quinqueflora</i>			S
<i>Parthenium incanum</i>			S
<i>Parthenium tomentosum</i> var. <i>stramonium</i>			S
<i>Pectis imberbis</i>			S
<i>Pectis linifolia</i>			S
<i>Pectis longipes</i>			S
<i>Pectis prostrata</i>			S
<i>Perityle microcephala</i>		Asteraceae	S
<i>Perityle microglossa</i>	Mabe, Maben		S,USON
<i>Perityle palmeri</i>			S
<i>Picradeniopsis oppositifolia</i>			S
<i>Porophyllum ruderale</i> ssp. <i>macrocephalum</i>			S
<i>Psacalium decompositum</i>	Matarique		S,USON
<i>Pseudognaphalium macounii</i>			S
<i>Pseudognaphalium stramineum</i>			S
<i>Roldana hartwegii</i>			S,C
<i>Sanvitalia abertii</i>			S
<i>Schkuhria pinnata</i>			S
<i>Senecio flaccidus</i> var. <i>flaccidus</i>			S,C
<i>Senecio parryi</i>			S
<i>Sonchus asper</i>	Chinita		S,USON
<i>Sonchus oleraceus</i>	Chinita		S,USON
<i>Stephanomeria thurberi</i>			S
<i>Stevia plummerae</i> var. <i>alba</i>			S
<i>Stevia plummerae</i> var. <i>plummerae</i>			S
<i>Stevia viscida</i>			S
<i>Symphytotrichum expansum</i>			S
<i>Symphytotrichum potosinum</i>			S
<i>Tagetes lemmonii</i>			S
<i>Tagetes micrantha</i>			S
<i>Thymophylla anomala</i>			S
<i>Tithonia thurberi</i>			S
<i>Verbesina encelioides</i>	Girasolillo		S,USON
<i>Verbesina longifolia</i>			S
<i>Verbesina rothrockii</i>		Asteraceae	S
<i>Viguiera cordifolia</i>			S
<i>Viguiera dentata</i> var. <i>dentata</i>	Girasol		S,USON
<i>Viguiera dentata</i> var. <i>lancifolia</i>	Girasol		S,USON
<i>Wedelia greenmanii</i>			S
<i>Xanthisma gracilis</i>			S
<i>Xanthium strumarium</i>	Cadillo		S,USON

<i>Zaluzania grayana</i>			S	
<i>Zinnia acerosa</i>			S	
<i>Zinnia grandiflora</i>			S	
<i>Zinnia peruviana</i>	Flor de junio		S,USON	
<i>Zinnia zinnioides</i>			S	
<i>Berberis haematocarpa</i>		Berberidaceae	S	
<i>Berberis trifoliolata</i>			S	
<i>Berberis wilcoxii</i>			S	
<i>Alnus oblongifolia</i>			Betulaceae	S
<i>Ostrya virginiana</i>			S	
<i>Chilopsis linearis ssp. arcuata</i>	Peludita	Bignoniaceae	S,USON	
<i>Amoreuxia palmatifida</i>	Zaya	Bixaceae	S,USON	Protección especial/No Endémica
<i>Lithospermum cobrense</i>		Boraginaceae	S	
<i>Lithospermum multiflorum</i>			S	
<i>Macromeria viridiflora var. thurberi</i>			S	
<i>Brassica nigra</i>		Brassicaceae	S	
<i>Nasturtium officinale</i>			S	
<i>Pennellia micrantha</i>			S	
<i>Schoenocrambe linearifolia</i>			S	
<i>Hechtia montana</i>		Bromeliaceae	S	
<i>Tillandsia recurvata</i>	Bromeliaceae		S,USON	
<i>Bursera fagaroides var. elongata</i>	Torote blanco	Burseraceae	S,C,USON	
<i>Bursera laxiflora</i>	Torota flora		S,USON	
<i>Cylindropuntia arbuscula</i>		Cactaceae	S, C	
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>			S	
<i>Cylindropuntia spinosior</i>			S	
<i>Opuntia macrorhiza</i>			S	
<i>Opuntia phaeacantha</i>			S	
<i>Opuntia santa-rita</i>			S	
<i>Peniocereus greggii var. greggii</i>			S	Protección especial/No Endémica
<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitaya agria		S, C	
<i>Pachycereus schutti</i>	Senita		S,C	Protección especial/ Endémica
<i>Ferocactus wislizeni</i>			S,C	
<i>Machaerocereus gummosus</i>		S,C		
<i>Lobelia cardinalis</i>		Campanulaceae	S	
<i>Lobelia fenestralis</i>			S	
<i>Lonicera arizonica</i>			S	
<i>Lonicera cerviculata</i>		Caprifoliaceae	S	
<i>Sambucus cerulea</i>	Tapito		S,USON	
<i>Sambucus nigra ssp. canadensis</i>		S		
<i>Arenaria lanuginosa ssp. saxosa</i>		S		
<i>Drymaria leptophylla var. nodosa</i>		Caryophyllaceae	S	
<i>Drymaria molluginea</i>			S	
<i>Silene antirrhina</i>			S	
<i>Silene thurberi</i>			S,C	
<i>Chenopodium glaucum</i>		Chenopodiaceae	S	
<i>Chenopodium leptophyllum</i>			S	
<i>Dysphania ambrosioides</i>			S	
<i>Dysphania graveolens</i>			S	
<i>Wislizenia refracta ssp. refracta</i>		Cleomaceae	S	
<i>Tradescantia pinetorum</i>		Commelinaceae	S,C	
<i>Convolvulus equitans</i>		Convolvulaceae	S	
<i>Evolvulus arizonicus</i>			S	
<i>Ipomoea barbatisepala</i>			S	
<i>Ipomoea capillacea</i>			S	
<i>Ipomoea costellata</i>			S	
<i>Ipomoea cristulata</i>	Trompillo		S,USON	
<i>Ipomoea hederacea</i>			S	
<i>Ipomoea longifolia</i>	huirote		S,USON	
<i>Ipomoea purpurea</i>	Trompillo		S,USON	
<i>Ipomoea quamoclit</i>			S	
<i>Ipomoea sescossiana</i>			S	
<i>Ipomoea tenuiloba var. lemmonii</i>			S	

<i>Ipomoea ternifolia</i> var. <i>leptotoma</i>			S
<i>Ipomoea thurberi</i>			S
<i>Jacquemontia pringlei</i>	Trompillo		S,USON
<i>Graptopetalum rusbyi</i>		Crassulaceae	S
<i>Sedum stelliforme</i>			S
<i>Apodanthera undulata</i>	Melón del coyote		S,USON
<i>Citrullus lanatus</i>			S
<i>Cucurbita digitata</i>	Calabacilla		S,USON
<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabacilla	Cucurbitaceae	S,USON
<i>Cyclanthera dissecta</i>			S
<i>Echinopepon wrightii</i>			S
<i>Ibervillea tenuisecta</i>	Guereque		S,USON
<i>Sicyosperma gracile</i>			S
<i>Cuscuta odontolepis</i>		Cuscutaceae	S
<i>Carex leucodonta</i>			S
<i>Carex ultra</i>			S
<i>Cyperus dipsaceus</i>			S
<i>Cyperus fendlerianus</i>			S,C
<i>Cyperus odoratus</i>			S
<i>Cyperus pallidicolor</i>		Cyperaceae	S
<i>Cyperus retroflexus</i>			S
<i>Cyperus squarrosus</i>			S
<i>Eleocharis montana</i>	Capiro		S,USON
<i>Eleocharis palustris</i>			S
<i>Phanerophlebia auriculata</i>		Dryopteridaceae	S
<i>Woodsia mexicana</i>			S
<i>Ephedra trifurca</i>		Ephedraceae	S
<i>Arbutus arizonica</i>			S
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanita	Ericaceae	S,USON
<i>Acalypha neomexicana</i>			S
<i>Acalypha ostryifolia</i>			S
<i>Acalypha papillosa</i>			S
<i>Acalypha phleoides</i>			S,C
<i>Argythamnia neomexicana</i>			S
<i>Argythamnia serrata</i>			S
<i>Bernardia myricifolia</i>			S
<i>Chamaesyce abramsiana</i>			S
<i>Chamaesyce albomarginata</i>			S
<i>Chamaesyce arizonica</i>			S,C
<i>Chamaesyce capitellata</i>			S
<i>Chamaesyce dioica</i>			S
<i>Chamaesyce florida</i>			S
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>			S
<i>Chamaesyce micromera</i>		Euphorbiaceae	S
<i>Chamaesyce revoluta</i>			S
<i>Chamaesyce setiloba</i>			S
<i>Euphorbia chamaesula</i>			S
<i>Euphorbia colorata</i>			S
<i>Euphorbia cuphosperma</i>			S
<i>Euphorbia exstipulata</i>			S
<i>Euphorbia macropus</i>			S
<i>Jatropha cardiophylla</i>			S
<i>Jatropha cordata</i>	Sangregado		S,USON
<i>Jatropha macrorrhiza</i>			S
<i>Manihot angustiloba</i>			S
<i>Phyllanthus polygonoides</i>			S
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla		S,USON
<i>Sebastiania bilocularis</i>	Hierba de la flecha		S,USON
<i>Tragia laciniata</i>			S
<i>Acacia cochliacantha</i>	Chirajo		S,USON
<i>Acacia crinita</i>			S
<i>Acacia farnesiana</i>			S,C
<i>Acacia millefolia</i>	Bara prieta	Fabaceae	S,USON
<i>Acacia neovermicosa</i>			S
<i>Acacia pennatula</i>	Algorrobo		S,USON

<i>Amorpha fruticosa</i>			S	
<i>Astragalus wootonii</i>			S	
<i>Caesalpinia gilliesii</i>			S	
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Tabachin		S,USON	
<i>Calliandra humilis</i> var. <i>humilis</i>			S	
<i>Calliandra humilis</i> var. <i>reticulata</i>			S	
<i>Chamaecrista nictitans</i> var. <i>mensalis</i>			S	
<i>Chamaecrista serpens</i> var. <i>wrightii</i>			S	
<i>Cologania angustifolia</i>			S	
<i>Coursetia caribaea</i> var. <i>caribaea</i>			S	
<i>Coursetia caribaea</i> var. <i>sericea</i>			S	
<i>Coursetia glabella</i>			S	
<i>Crotalaria cajanifolia</i>			S	
<i>Crotalaria longirostrata</i>			S	
<i>Crotalaria pumila</i>	Tronador		S,USON	
<i>Crotalaria sagittalis</i>			S	
<i>Dalea albiflora</i>			S	
<i>Dalea candida</i> var. <i>oligophylla</i>			S	
<i>Dalea cliffortiana</i>			S	
<i>Dalea exigua</i>			S	
<i>Dalea filiformis</i>			S	
<i>Dalea grayi</i>			S	
<i>Dalea lachnostachys</i>			S	
<i>Dalea lumholtzii</i>			S,C	
<i>Dalea mollis</i>			S	
<i>Dalea wrightii</i>			S	
<i>Desmanthus bicornutus</i>			S	
<i>Desmodium angustifolium</i>			S	
<i>Desmodium arizonicum</i>			S	
<i>Desmodium batocaulon</i>			S	
<i>Desmodium cinerascens</i>			S,C	
<i>Desmodium neomexicanum</i>			S	
<i>Desmodium prehensile</i>			S	
<i>Desmodium tortuosum</i>			S	
<i>Diphysa thurberi</i>			S	
<i>Eriosema grandiflorum</i>			S	
<i>Erythrina flabelliformis</i>			S	
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	Palo dulce		S,USON	
<i>Havardia mexicana</i>	Palo jocono		S,USON	
<i>Hoffmannseggia glauca</i>			S	
<i>Indigofera sphaerocarpa</i>			S	
<i>Lathyrus lanszwertii</i> var. <i>leucanthus</i>			S	
<i>Lotus chihuahuanus</i>			S	
<i>Lotus plebeius</i>			S	
<i>Lotus wrightii</i>			S	
<i>Lysiloma divaricatum</i>			S	
<i>Lysiloma watsonii</i>			S	
<i>Macropitium gibbosifolium</i>			S	
<i>Marina parryi</i>			S	
<i>Melilotus indica</i>			S	
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i>			S	
<i>Mimosa distachya</i> var. <i>laxiflora</i>			S	
<i>Mimosa dysocarpa</i>	Uña de gato		S,USON	
<i>Nissolia schottii</i>	Nisolia		S,USON	
<i>Olneya tesota</i>	Palo fierro	Ar,D,F,A	S,C,USON,Co	Protección especial/No Endémica
<i>Propopis velutina</i>		D,M,A,F	S,C, Co	
<i>Parkinsonia praecox</i>			S,C	
<i>Prakisonia florida</i>			S,C	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Bacoporo		S,C,USON	
<i>Phaseolus angustissimus</i>			S	
<i>Phaseolus filiformis</i>			S	
<i>Phaseolus grayanus</i>			S	
<i>Phaseolus maculatus</i> ssp. <i>maculatus</i>			S	

<i>Phaseolus maculatus ssp. ritensis</i>				S	
<i>Phaseolus vulgaris</i>				S	
<i>Prosopis glandulosa var. torreyana</i>	Mezquite		D,M,A,F	S,USON,Co,B	
<i>Rhynchosia precatória</i>	Chanate pusu			S,USON	
<i>Rhynchosia senna var. texana</i>				S	
<i>Senna bauhinioides</i>				S	
<i>Senna covesii</i>	Hojasen			S,USON	
<i>Senna hirsuta var. glaberrima</i>				S	
<i>Senna lindheimeriana</i>				S	
<i>Senna wislizeni</i>				S	
<i>Tephrosia thurberi</i>		Fabaceae		S	
<i>Tephrosia vicioides</i>				S	
<i>Vicia leucophaea</i>				S	
<i>Zapoteca formosa ssp. rosei</i>				S	
<i>Zornia reticulata</i>	Hierba de la víbora			S,USON	
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Ocotillo	Fouquieriaceae		S,USON	
<i>Garrya wrightii</i>		Garryaceae		S	
<i>Centaureum calycosum</i>				S	
<i>Gentianella microcalyx</i>		Gentianaceae		S	
<i>Halenia recurva</i>				S	
<i>Geranium wislizeni</i>		Geraniaceae		S	
<i>Fendlera rupicola</i>				S	
<i>Philadelphus microphyllus</i>		Hydrangeaceae		S	
<i>Nama undulatum</i>				S	
<i>Phacelia platycarpa</i>		Hydrophyllaceae		S	
<i>Tigridia pavonia</i>		Iridaceae		S	
<i>Juglans major</i>		Juglandaceae		S	Amenazada/ Endemica
<i>Juncus saximontanus</i>				S	
<i>Juncus tenuis</i>		Juncaceae		S	
<i>Juncus torreyi</i>				S	
<i>Krameria erecta</i>		Krameriaceae		S	
<i>Krameria grayi</i>		Krameriaceae		S	
<i>Agastache cana</i>				S	
<i>Agastache pallida var. pallida</i>				S	
<i>Hedeoma drummondii</i>				S	
<i>Hyptis albida</i>				S	
<i>Hyptis seemannii</i>				S	
<i>Marrubium vulgare</i>				S	
<i>Mentha spicata</i>				S	
<i>Monarda citriodora ssp. austromontana</i>				S	
<i>Salvia microphylla</i>				S	
<i>Salvia parryi</i>				S	
<i>Salvia pinguifolia</i>		Lamiaceae		S,C	
<i>Salvia seemannii</i>				S	
<i>Salvia subincisa</i>				S,C	
<i>Salvia tiliaefolia</i>				S	
<i>Salvia townsendii</i>				S	
<i>Scutellaria potosina var. tessellata</i>				S	
<i>Scutellaria coccinea</i>				S	
<i>Trichostema arizonicum</i>				S	
<i>Lemna minor</i>		Lemnaceae		S	
<i>Milla biflora</i>		Liliaceae		S	
<i>Smilacina racemosa</i>		Convallariaceae		S	Amenazada/Noendemica
<i>Linum neomexicanum</i>				S	
<i>Linum puberulum</i>		Linaceae		S	
<i>Mentzelia isolata</i>		Loasaceae		S	
<i>Cuphea wrightii</i>				S	
<i>Lythrum californicum</i>		Lythraceae		S	
<i>Aspicarpa hirtella</i>				S	
<i>Callaeum macropterum</i>				S	
<i>Galphimia angustifolia</i>		Malpighiaceae		S	
<i>Janusia californica</i>				S	
<i>Janusia gracilis</i>				S	
<i>Abutilon berlandieri</i>				S	

<i>Abutilon mollicomum</i>			S
<i>Abutilon reventum</i>			S
<i>Anoda cristata</i>			S
<i>Anoda lanceolata</i>			S
<i>Eremalche exilis</i>			S
<i>Gossypium thurberi</i>			S
<i>Herissantia crispa</i>			S
<i>Hibiscus coulteri</i>			S
<i>Hibiscus denudatus</i>			S
<i>Kosteletzkyia thurberi</i>			S
<i>Malvastrum coromandelianum</i>			S
<i>Malvella lepidota</i>			S
<i>Malvella leprosa</i>			S
<i>Pseudabutilon thurberi</i>			S
<i>Rhynchosida physocalyx</i>			S
<i>Sida abutifolia</i>			S
<i>Sida neomexicana</i>			S
<i>Sida spinosa</i>			S
<i>Sida tragiifolia</i>			S
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>			S
<i>Sphaeralcea fendleri ssp. albescens</i>			S
<i>Sphaeralcea hastulata</i>			S
<i>Sphaeralcea laxa</i>			S,C
<i>Marsilea mollis</i>	Marsileaceae		S
<i>Proboscidea altheifolia</i>			S
<i>Proboscidea parviflora ssp. parviflora</i>	Martyniaceae		S
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae		S
<i>Cocculus diversifolius</i>	Menispermaceae		S
<i>Mollugo verticillata</i>	Molluginaceae		S
<i>Pterospora andromedea</i>	Monotropaceae		S
<i>Boerhavia coccinea</i>			S
<i>Boerhavia coulteri var. coulteri</i>			S
<i>Boerhavia gracillima</i>			S
<i>Boerhavia intermedia</i>			S
<i>Boerhavia scandens</i>			S
<i>Boerhavia spicata</i>	Nyctaginaceae		S
<i>Mirabilis albida</i>			S
<i>Mirabilis coccinea</i>			S
<i>Mirabilis jalapa</i>			S,C
<i>Mirabilis longiflora var. wrightiana</i>			S
<i>Fraxinus gooddingii</i>			S
<i>Fraxinus velutina</i>	Oleaceae		S
<i>Menodora scabra</i>			S
<i>Calylophus hartwegii ssp. pubescens</i>			S
<i>Epilobium canum ssp. latifolium</i>			S
<i>Epilobium halleanum</i>			S
<i>Gaura coccinea</i>			S
<i>Gaura coccinea var. parvifolia</i>			S
<i>Gaura hexandra ssp. gracilis</i>	Onagraceae		S
<i>Lopezia gracilis</i>			S
<i>Oenothera albicaulis</i>			S
<i>Oenothera laciniata</i>			S
<i>Oenothera rosea</i>			S
<i>Oenothera speciosa</i>			S
<i>Ophioglossum engelmannii</i>	Ophioglossaceae		S
<i>Ophioglossum polyphyllum</i>			S
<i>Oxalis alpina</i>	Oxalidaceae		S
<i>Oxalis decaphylla</i>			S
<i>Oxalis divergens</i>			S
<i>Argemone gracilentia</i>	Papaveraceae		S
<i>Papaver somniferum</i>			S
<i>Passiflora arizonica</i>			S
<i>Passiflora bryonioides</i>	Passifloraceae		S
<i>Passiflora mexicana</i>			S

<i>Phaulothamnus spinescens</i>		Phytolaccaceae	S
<i>Rivina humilis</i>			S
<i>Plantago major</i>		Plantaginaceae	S
<i>Platanus wrightii</i>		Platanaceae	S
<i>Plumbago zeylanica</i>		Plumbaginaceae	S
<i>Aegopogon tenellus</i>			S
<i>Aristida adscensionis</i>	Zacate tres barbas		S,USON
<i>Aristida arizonica</i>			S
<i>Aristida divaricata</i>			S
<i>Aristida havardii</i>			S
<i>Aristida pansa</i>			S
<i>Aristida purpurea var. nealleyi</i>			S
<i>Aristida schiedeana var. orcuttiana</i>			S
<i>Arundo donax</i>	Carrizo		S,USON
<i>Avena fatua</i>			S
<i>Blepharoneuron tricholepis</i>			S
<i>Bothriochloa barbinodis</i>			S
<i>Bouteloua chondrosioides</i>	Navajita morada		S,USON
<i>Bouteloua eriopoda</i>	Navajita negra		S,USON
<i>Bouteloua gracilis</i>			S
<i>Bouteloua parryi</i>			S
<i>Bouteloua radicata</i>		Poaceae	S
<i>Bouteloua repens</i>			S
<i>Bouteloua rothrockii</i>			S
<i>Bouteloua simplex</i>			S,C
<i>Bromus carinatus</i>			S
<i>Bromus porteri</i>			S
<i>Cathestecum brevifolium</i>			S
<i>Cenchrus spinifex</i>			S
<i>Chloris submutica</i>			S
<i>Chloris virgata</i>			S
<i>Cottea pappophoroides</i>			S
<i>Dasyochloa pulchella</i>			S,C
<i>Digitaria argillacea</i>			S
<i>Digitaria californica</i>			S
<i>Digitaria insularis</i>			S
<i>Digitaria patens</i>			S
<i>Digitaria sanguinalis</i>			S
<i>Echinochloa colona</i>	Zacate de agua		S,USON
<i>Echinochloa crusgalli var. mitis</i>	Zacate de agua		S,USON
<i>Echinochloa crusgalli var. zelayensis</i>	Zacate de agua		S,USON
<i>Elionurus barbiculmis</i>			S
<i>Elymus arizonicus</i>			S
<i>Enneapogon desvauxii</i>			S
<i>Eragrostis cilianensis</i>	Zacate apestoso		S,USON
<i>Eragrostis erosa</i>			S,USON
<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate llanero		S,USON
<i>Eriochloa acuminata var. acuminata</i>			S
<i>Eriochloa acuminata var. minor</i>			S
<i>Eriochloa aristata</i>	Zacate		S,USON
<i>Eriochloa lemmonii</i>			S
<i>Hackelochloa granularis</i>			S
<i>Heteropogon contortus</i>		Poaceae	S
<i>Heteropogon melanocarpus</i>	Zacatillo		S,USON
<i>Hilaria cenchroides</i>			S
<i>Koeleria macrantha</i>			S
<i>Leptochloa dubia</i>			S
<i>Leptochloa panicea ssp. brachiata</i>			S
<i>Lycurus phleoides</i>			S
<i>Muhlenbergia arizonica</i>			S
<i>Muhlenbergia ciliata</i>			S
<i>Muhlenbergia dumosa</i>	Otatillo		S,USON
<i>Muhlenbergia emersleyi</i>			S
<i>Muhlenbergia longiligula</i>			S
<i>Muhlenbergia microsperma</i>			S

<i>Muhlenbergia minutissima</i>				S,C	
<i>Muhlenbergia montana</i>				S	
<i>Muhlenbergia pauciflora</i>				S	
<i>Muhlenbergia polycaulis</i>				S	
<i>Muhlenbergia porteri</i>				S	
<i>Muhlenbergia ramulosa</i>				S	
<i>Muhlenbergia repens</i>				S	
<i>Muhlenbergia rigens</i>				S	
<i>Muhlenbergia rigida</i>				S	
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>				S	
<i>Muhlenbergia texana</i>				S	
<i>Muhlenbergia virescens</i>				S	
<i>Oplismenus burmannii</i>				S	
<i>Panicum bulbosum</i>				S	
<i>Panicum obtusum</i>		Panizo		S,USON	
<i>Paspalum botteri</i>				S	
<i>Paspalum convexum</i>				S	
<i>Paspalum distichum</i>				S	
<i>Paspalum setaceum</i>				S	
<i>Phalaris caroliniana</i>		Alpiste		S,USON	
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>				S	
<i>Piptochaetium pringlei</i>				S	
<i>Pleuraphis mutica</i>				S	
<i>Polypogon monspeliensis</i>				S	
<i>Polypogon viridis</i>				S	
<i>Schizachyrium cirratum</i>				S	
<i>Schizachyrium sanguineum var. hirtiflorum</i>				S	
<i>Scleropogon brevifolius</i>				S	
<i>Setaria grisebachii</i>				S,C	
<i>Setaria liebmannii</i>				S	
<i>Setaria macrostachya</i>				S	
<i>Setaria villosissima</i>				S	
<i>Sorghum halepense</i>				S	
<i>Sphenopholis obtusata</i>				S	
<i>Sporobolus contractus</i>				S	
<i>Sporobolus cryptandrus</i>		Zacate	oaceae	S,USON	
<i>Sporobolus interruptus</i>				S	
<i>Sporobolus texanus</i>				S	
<i>Sporobolus wrightii</i>				S	
<i>Trachypogon montufari</i>				S	
<i>Tragus berteronianus</i>				S	
<i>Tripsacum lanceolatum</i>				S	
<i>Urochloa arizonica</i>				S	
<i>Ipomopsis aggregata ssp. formosissima</i>				S	
<i>Ipomopsis longiflora ssp. australis</i>			Polemoniaceae	S	
<i>Ipomopsis macombii</i>				S	
<i>Loeselia glandulosa</i>				S	
<i>Monnina wrightii</i>				S,C	
<i>Polygala alba</i>				S	
<i>Polygala hemipterocarpa</i>				S	
<i>Polygala macradenia</i>				S	
<i>Polygala obscura</i>				S	
<i>Polygala scoparioides</i>				S	
<i>Antigonon leptopus</i>				S	
<i>Eriogonum polycladon</i>			Polygolaceae	S	
<i>Polygonum amphibium</i>				S	
<i>Polygonum aviculare</i>		Hierba rosa		S,USON	
<i>Polygonum hydropiper</i>				S	
<i>Polygonum hydropiperoides</i>				S	
<i>Polygonum lapathifolium</i>				S	
<i>Rumex altissimus</i>				S	
<i>Rumex hymenosepalus</i>		Cañagria		S,USON	
<i>Phemeranthus aurantiacus</i>			Portulacaceae	S	

<i>Phemeranthus parviflorus</i>			S
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga		S
<i>Portulaca suffrutescens</i>			S,USON
<i>Talinum paniculatum</i>	Negrita		S,USON
<i>Potamogeton diversifolius</i>		Potamogetonaceae	S
<i>Adiantum capillus-veneris</i>			S,C
<i>Argyroschisma incana</i>			S
<i>Argyroschisma limitanea ssp. limitanea</i>			S
<i>Astrolepis integerrima</i>			S
<i>Astrolepis sinuata ssp. sinuata</i>			S
<i>Bommeria hispida</i>		Pteridaceae	S
<i>Cheilanthes arizonica</i>			S
<i>Cheilanthes bonariensis</i>			S
<i>Cheilanthes eatonii</i>			S
<i>Cheilanthes fendleri</i>			S,C
<i>Cheilanthes leucopoda</i>			S
<i>Cheilanthes lindheimeri</i>			S
<i>Cheilanthes pringlei</i>			S
<i>Cheilanthes tomentosa</i>			S
<i>Cheilanthes wootonii</i>			S
<i>Cheilanthes wrightii</i>			S
<i>Notholaena standleyi</i>			S
<i>Pellaea atropurpurea</i>			S
<i>Pellaea intermedia</i>			S
<i>Pellaea truncata</i>		Pterideaceae	S
<i>Pellaea wrightiana</i>			S
<i>Pentagramma triangularis ssp. maxonii</i>			S
<i>Chimaphila maculata</i>		Pyrolaceae	S
<i>Aquilegia desertorum</i>			S
<i>Clematis drummondii</i>	Barba del viejo	Ranunculaceae	S,USON
<i>Ranunculus aquatilis</i>			S
<i>Ranunculus arizonicus</i>			S,C
<i>Ceanothus buxifolius</i>			S
<i>Ceanothus coeruleus</i>			S
<i>Condalia warnockii var. kearneyana</i>		Rhamnaceae	S,USON
<i>Rhamnus betulifolia</i>			S
<i>Rhamnus ilicifolia</i>			S
<i>Ziziphus obtusifolia var. Canescens</i>	Barchata		S,C
<i>Agrimonia striata</i>			S
<i>Cercocarpus montanus var. paucidentatus</i>			S
<i>Fallugia paradoxa</i>			S
<i>Petrophyton caespitosum</i>		Rosaceae	S
<i>Prunus serotina var. virens</i>			S
<i>Purshia stansburiana</i>			S
<i>Pyrus communis</i>			S
<i>Rubus idaeus ssp. strigosus</i>			S
<i>Bouvardia ternifolia</i>			S
<i>Crusea longiflora</i>			S
<i>Galium mexicanum ssp. asperrimum</i>			S
<i>Galium microphyllum</i>		Rubiaceae	S
<i>Galium wrightii</i>			S
<i>Randia sonorensis</i>			S
<i>Esenbeckia hartmanii</i>		Rutaceae	S
<i>Comandra umbellata ssp. pallida</i>		Santalaceae	S
<i>Cardiospermum corindum</i>			S
<i>Dodonaea viscosa</i>			S
<i>Sapindus saponaria var. drummondii</i>		Sapindaceae	S
<i>Ungnadia speciosa</i>			S
<i>Sideroxylon lanuginosum ssp. rigidum</i>		Sapotaceae	S
<i>Sideroxylon occidentale</i>			S
<i>Anemopsis californica</i>		Saururaceae	S

<i>Heuchera rubescens</i> var. <i>versicolor</i>		Saxifragaceae		S
<i>Bacopa rotundifolia</i>				S,C
<i>Brachystigma wrightii</i>				S
<i>Buchnera arizonica</i>				S
<i>Buddleja sessiliflora</i>				S
<i>Castilleja nervata</i>				S
<i>Castilleja patriotica</i>				S
<i>Lamourouxia viscosa</i>				S,C
<i>Limosella aquatica</i>				S
<i>Maurandya antirrhiniflora</i>		Scrophulariaceae		S
<i>Mimulus guttatus</i>				S
<i>Mimulus pallens</i>				S
<i>Mimulus verbenaceus</i>				S
<i>Penstemon barbatus</i> ssp. <i>torreyi</i>				S,C
<i>Penstemon campanulatus</i> ssp. <i>subglandulosus</i>				S
<i>Penstemon parryi</i>				S
<i>Penstemon secundiflorus</i>				S
<i>Schistophragma intermedia</i>				S
<i>Seymeria bipinnatisecta</i>				S
<i>Selaginella novoleonensis</i>				S
<i>Selaginella pilifera</i>		Selaginellaceae		S
<i>Selaginella rupicola</i>				S
<i>Selaginella wrightii</i>				S
<i>Calibrachoa parviflora</i>				S
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>			A	S,Co
<i>Chamaesaracha coronopus</i>				S
<i>Datura quercifolia</i>				S
<i>Datura wrightii</i>				S
<i>Jaltomata procumbens</i>		Solanaceae		S
<i>Lycium torreyi</i>				S
<i>Nicotiana glauca</i>				S
<i>Physalis acutifolia</i>	Tomatillo			S,USON
<i>Physalis longifolia</i> var. <i>longifolia</i>	Tascale, guata			S,USON
<i>Solanum adscendens</i>				S
<i>Solanum americanum</i>				S
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Tomatillo espinoso, mala mujer			S,USON
<i>Solanum jamesii</i>				S
<i>Ayenia filiformis</i>		Sterculiaceae		S
<i>Waltheria detonsa</i>				S
<i>Tamarix chinensis</i>		Tamaricaceae		C
<i>Thelypteris pilosa</i>				S
<i>Thelypteris puberula</i> var. <i>sonorensis</i>		Thelypteridaceae		S
<i>Celtis laevigata</i> var. <i>reticulata</i>		Ulmaceae		S
<i>Aloysia wrightii</i>				S
<i>Bouchea prismatica</i>				S
<i>Glandularia bipinnatifida</i> var. <i>bipinnatifida</i>				S
<i>Lantana achyranthifolia</i>				S
<i>Phyla nodiflora</i>		Verbenaceae		S
<i>Priva mexicana</i>				S
<i>Verbena ambrosiifolia</i>				S
<i>Verbena carolina</i>	Verbena			S,USON
<i>Verbena ehrenbergiana</i>				S
<i>Verbena gracilis</i>				S
<i>Verbena neomexicana</i> var. <i>hirtella</i>				S
<i>Phoradendron californicum</i>	Toji			S,USON
<i>Phoradendron bolleanum</i>				S
<i>Phoradendron juniperinum</i>				S
<i>Phoradendron serotinum</i> ssp. <i>macrophyllum</i>		Visaceae		S
<i>Phoradendron serotinum</i> ssp. <i>tomentosum</i>				S
<i>Cissus trifoliata</i>	Quereque del monte,	Vitaceae		S,USON

Coyaguani					
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>				S	
<i>Vitis arizonica</i>				S	
<i>Kallstroemia californica</i>				S	
<i>Kallstroemia grandiflora</i>				S	
<i>Kallstroemia parviflora</i>		Zygophyllaceae		S	
<i>Larrea tridentata</i> var. <i>tridentata</i>			F,M,I	S, Co	
<i>Tribulus terrestris</i>				S	
<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán			S,C	Amenazada/Endemica

Fuente: B (Biblioteca Medicina Tradicional Mexicana), C (Campo), S (Southwest Environmental Information Network), USON (Sanchez et al., 1999), Co (Catálogo de recursos forestales maderables y no maderables), **Uso:** D (Dendroenergetico), M (Maderero), A (Alimenticio), F (Farmaceutico), Ar (Artesanal), F (Forraje).

En la tabla anterior se muestra la composición florística presentes en las distintas topoformas albergadas dentro del SAR, mediante esta información se observa que se encuentran las siguientes especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010:**

- *Agave polianthiflora*
- *Amaourexia palmatifida*
- *Pennisetum greggii*
- *Pachycereus schottii*
- *Olneya tesota*
- *Juglans mayor*
- *Smilacina racemosa*
- *Guaiacum coulteri*

Con lo que se tienen que que son 8 especies de la composición florística del SAR las que se encuentran dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** en distintos status, durante el recorrido realizado en a zona de afectación directa del proyecto, se encontró que las especies siguientes se encuentran en esta area:

Figura IV. 25 - 26 Especies que se encuentran en la -059-SEMARNAT-2010.



Guaiacum coulteri



En el programa de rescate de flora y fauna se indican las diversas medidas que se llevarán a cabo para rescatar estas especies y no afectar a las poblaciones de las mismas

Figura IV.27 Matorral subtropical.



En la gráfica siguiente se representa la riqueza florística que se presenta en el SAR, área que caracteriza la diversidad del desierto sonorense. El desierto sonorense es el más rico y complejo de los desiertos de Norteamérica por su gran diversidad biológica y su alternancia geológica. Se le considera un desierto subtropical porque el número de especies de flora y fauna por área determinada es mucho mayor que en los lugares templados; además, su cobertura vegetal presenta una gran variedad de especies de diferentes tamaños y formas.

Las familias principales que se encontraron son Asteraceae (15 %), Poaceae (14 %), Fabaceae (12 %), mediante estos datos se ve reflejado la composición de la flora de Sonora, ya que las familias con más especies son las mismas, las cuales en conjunto en el estado representan el 33.3% de la flora del estado, la mayoría de las especies de las familias citadas son hierbas y anuales (Van Devender *et al.*, 2010), ya que en el suelo desértico las semillas de muchas plantas herbáceas pueden esperar pacientemente las condiciones de humedad y temperatura apropiadas para que, a través de un proceso muy rápido, germinen, crezcan, se reproduzcan y mueran. Estas condiciones se presentan durante las “aguas” (lluvias de verano) y las “equipatas” (lluvias de invierno). La presencia o ausencia de estos eventos determinan la disponibilidad de agua para el desarrollo de las herbáceas de temporada.

Asimismo dentro del SAR se encuentra la familia cactaceae característica de este tipo de ambientes, no obstante tan solo 2% de la composición florística pertenece a esta familia más esto no la hace menos importante, pues de las especies que se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, el 37.5 % pertenece a esta familia que es ícono de las comunidades áridas del país en virtud de las adaptaciones adquiridas para habituarse a estas condiciones de humedad y temperatura.

Figura IV. 28 Representación de las familias botánicas en Matorral Subtropical



Las principales especies cultivadas en los sistemas agrícolas inducidos son: alfalfa (*Medicago sativa*), algodón (*Gossypium hirsutum*), Cartamo (*Carthamus linctorius*) frijol (*Phaseolus vulgaris*), Garbanzo blanco (*cicer arientinum*) maíz (*Zea mais*), Naranja (citris Sinensis) papa (*Solanum tuberosum*), sandia (*Citrillus lanatus*), tomate (*Solanuim lycopersicum*), trigo (*Triticum aestivum.*), entre otros (Martinez, 2002).

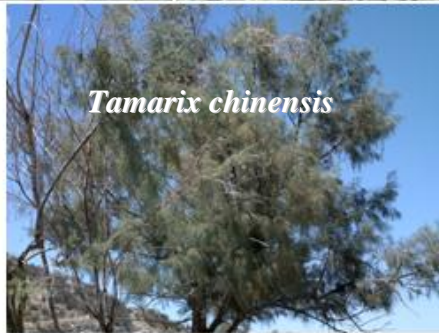
Durante la visita a Campo, se muestrearon cuarenta y siete (47) sitios donde se colectaron e identificaron las especies vegetales en cuadrantes de 20 x 20 m, la descripción de cobertura vegetal por sitio se detalla en la Tabla IV.29

Tabla IV.5 Cobertura de vegetación en los sitios visitados.

No. Sitio	Rasante	Herbácea	Arbustiva	Arbórea	Hojarasc	Piedra	Cobertura %		Perturbación
							Suelo desnudo		
1	0	35	25	40	35			Camino	Antropogénica, pecuario
2	-	20	60	20	30	35		Camino	Antropogénica (Apicultura)
3	2	30	45	23	30	5		Carretera	Basura, pastoreo
4	-	25	50	125	40	10		Carretera	Antropogénica, basura,pecuaria

Figura IV. 29 Fisonomía de la vegetación en los puntos de muestreo.









IV.2.2.2. Fauna

México ha sido reconocido en el mundo por la excepcional diversidad biológica y cultural que alberga. La biodiversidad se expresa en la heterogeneidad de sus paisajes, ecosistemas y las numerosas especies que se distribuyen en todo el territorio nacional, lo cual se debe a la accidentada topografía y la variedad de climas que han creado una gran cantidad de condiciones ecológicas para las especies animales (Flores-Villela, 1993).

Herpetofauna

La herpetofauna de México forma un porcentaje importante del número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles del mundo. A nivel de géneros, los porcentajes del total mundial que viven en México, oscilan entre el 2.9-29.5 %, en resumen, en México vive casi el 10 % de la herpetofauna mundial.

El estado de Sonora cuenta con 35 especies de anfibios y 151 de reptiles terrestres y de agua dulce, que se clasifican en 85 géneros y 32 familias. En el caso de los reptiles, las 151 especies incluyen cinco tortugas marinas y una víbora marina. Como es el caso de otros grupos de organismos, los reptiles y anfibios reflejan la convergencia de los reinos holártico y neotropical, y muchas especies encuentran aquí sus límites de distribución. El centro de diversidad para la herpetofauna se encuentra en los matorrales

desérticos del centro del estado (Enderson et al. 2010). De la herpetofauna presente en el estado, es la que se muestra en el siguiente listado la que se encuentra en el SAR.

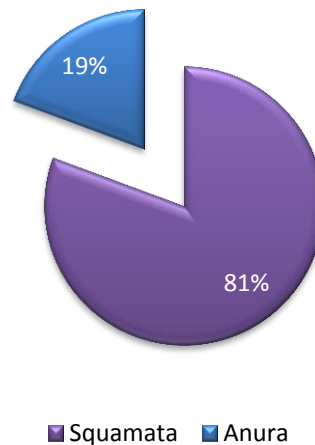
Tabla IV.6 Reptiles registrados en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Status NOM-059-ECOL-2001	
<i>Arizona elegans</i>	culebra		
<i>Coluber flagellum</i>	Serpiente chicotera	A/NE	
<i>Coluber bilineatus</i>	Chirrionera		
<i>Pituophis melanoleucus salvadora hexalepsis</i>	Vibora sorda Culebra trompuda		
<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra marciana	A/NE	
<i>Crotalus atrox</i>	Vibora de cascabel	Pr/NE	
<i>Crotalus scutulatus</i>	Vibora de cascabel	Pr/NE	
<i>Crotalus tigris</i>	Vibora de cascabel	Pr/NE	
<i>Crotalus molossus</i>	Vibora de cascabel	Pr/NE	
<i>Micruroides euryxanthus</i>	Corralillo	A/NE	Squamata
<i>Terrapene ornata</i>	Tortuga	Pr/NE	
<i>Heloderma suspectum</i>	Mounstruo de Gila, Escorpion	A/NE	
<i>Callisaurus draconoides</i>	Perrita	A/NE	
<i>Crotaphitus collaris</i>	Cachora		
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Porohui		
<i>Hoolbrookia maculata</i>	Cachora sin oidos		
<i>Phrynosoma solare</i>	Camaleón		
<i>Sceloporus clarki</i>	Cachorón		
<i>Sceloporus magister</i>	Cachorón		
<i>Uta stansburiana</i>	Cachora		
<i>Cnemidophorus sonora</i>	Huico		
<i>Cnemidophorus tigris</i>	Huico		
<i>Xerobates agassizii</i>	Tortuga		

Tabla IV.12. Anfibios registrados en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Status NOM-059-ECOL-2001	
<i>Bufo cognatus</i>	Sapo		
<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo Verde	Pr/NE	
<i>Anaxyrus retiformis</i>	Sapo Verde	Pr/NE	
<i>Bufo punctatus</i>	Sapo		Anura
<i>Bufo alvarius</i>	Sapo		
<i>Hyla arenicolor</i>	Rana arboricola		
<i>Gastrophryne olivacea</i>	Sapo	Pr/NE	

Figura IV.30 Representación de los órdenes de Herpetofauna en el SAR.



Como se observa en la gráfica, el orden mejor representado respecto a la Herpetofauna es el orden Squamata, esto se debe a que este orden sin lugar a dudas, el más diverso del país (Pianka & Vitt 2003). Contiene tres grupos de reptiles: 1) Sauria (lagartijas), 2) Serpentes (serpientes) y 3) Amphisbaenia (reptiles parecidos a gusanos anillados), este último representado en México tan sólo por el genero *Bipes*.

Aves

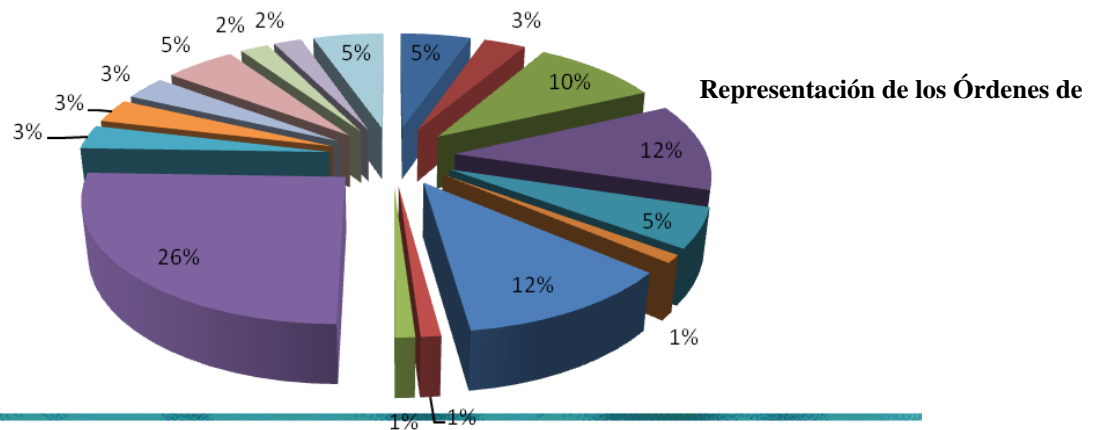
Las aves representan uno de los elementos más conspicuos de nuestro entorno, son relativamente fáciles de observar y es posible encontrarlas prácticamente en cualquier hábitat (INE, 1996), en el estado de Sonora en total se registran 556 especies, 73 familias y 20 órdenes para el estado. Estas representan un 52% de las 1070 registradas para México. De estas, 227 son residentes, 46 son residentes de verano, 233 son migratorias de larga distancia y 50 son migratorias parciales (Villaseñor et al. 2010). 162 especies son acuáticas, 380 terrestres y 14 principalmente aéreas (golondrinas y vencejos) De las especies acuáticas, 78 son marinas y 60 usan esencialmente hábitats de agua dulce, mientras que 24 utilizan indistintamente aguas costeras y de agua dulce. De las 380 especies terrestres, 29 se distribuyen en altitudes menores a los 1100 msnm (metros sobre el nivel del mar), en las zonas de vegetación ubicadas en el límite inferior de los bosques abiertos de encino. 69 especies se encuentran en altitudes mayores a los 1100 msnm y 282 se encuentran a lo largo de amplios gradientes altitudinales. De las 69 especies de montaña, 28 presentan migraciones a lo largo de los gradientes altitudinales y suelen encontrarse en corredores ribereños (Villaseñor et al. 2010). Por sus características, las aves son un grupo importante dentro del esquema de vida del hombre y por supuesto en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que cumplen un papel esencial como polinizadores. Sin embargo, debido a las diversas maneras de uso de las especies de aves por parte del ser humano, es un grupo que se ha visto afectado de manera importante (Gutierrez, 2003), por lo cual la legislación mexicana busca proteger a las especies más afectadas mediante la NOM-059-ECOL-2010 como lo muestra la Tabla IV. 13, mostrando aquellas que se han registrado en el SAR de acuerdo al INAFED y otras fuentes.

Tabla IV.13. Aves registradas en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Status NOM-059-ECOL-2001	Orden	Uso
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor		Podicipediformes	
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor			
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco		Pelecaniformes	
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormorán, pato buzo			
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán de doble cresta			
<i>Casmerodius albus</i>	Garzón			
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Garza	A/NE		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado		Ciconiiformes	
<i>Plagadis chichi</i>	Atotola, Ibis			
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña	Pr/E		
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de Collar		Anseriformes	Cinegético
<i>Anas acuta</i>	Pato Común		Ciconiiformes	Cinegético
<i>Anas americana</i>	Pato		Anseriformes	Cinegético
<i>Aythya collaris</i>	Pato zambullidor		Ciconiiformes	Cinegético
<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo		Anseriformes	Cinegético
<i>Bucephala albeola</i>	Pato		Ciconiiformes	Cinegético
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato Rojizo		Anseriformes	Cinegético
<i>Branta canadensis</i>	Ganso		Ciconiiformes	
<i>Chen caerulescens</i>	Ganso		Anseriformes	Cinegético
<i>Cathartes aura</i>	Aura		Ciconiiformes	
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote		Ciconiiformes	
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilan	Pr/E		
<i>Accipiter striatus</i>	Halcón	Pr/NE	Charadriiformes	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Halcón	Pr/NE		
<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán			
<i>Buteo regalis</i>	Aguililla Real	Pr/NE		
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura	Pr/NE		
<i>Aquila chrysaetos</i>	Aguila Real	A/NE		
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora		Falconiformes	
<i>Falco sparverius</i>	Halconcillo			
<i>Falco mexicanus</i>	Halcón	A/NE		
<i>Falco columbaris</i>	Halcón			
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón	Pr/NE		
<i>Polyborus plancus</i>	Cara cara			
<i>Callipepla gambellii</i>	Codorniz		Galliformes	Cinegético
<i>Grus canadensis</i>	Grulla	Pr/NE	Gruiformes	Cinegético
<i>Recurvirostra americana</i>	Picocurvo			
<i>Himantopus mexicanus</i>	Zanuda			
<i>Calidris alba</i>	Chichicuilote		Charadriiformes	
<i>Calidris minutilla</i>	Tildio			
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurera			
<i>Sterna caspia</i>	Golondrina			
<i>Columba livia</i>	Pichón			
<i>Columbia fasciata</i>	Paloma de collar			
<i>Columbina inca</i>	Tortolita		Columbiformes	
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota			Cinegético
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma pitayera			Cinegético
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos		Cuculiformes	
<i>Tyto alba</i>	Lechuza			
<i>Asio flammeus</i>	Tecolote	Pr/NE		
<i>Bubo virginianus</i>	Tecolote		Strigiformes	
<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolotito			
<i>Athene cucularia</i>	Lechuza llanera			

<i>Selaphorus rufus</i>	Chuparosa		
<i>Selaphorus sasin</i>	Chuparosa	Apodiformes	
<i>Cynanthus latirostris</i>	Chuparosa		
<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero		
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero	Piciformes	
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero		
<i>Picoides villosus</i>	Carpintero		
<i>Picoides villosus</i>	Carpintero	Piciformes	
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero		
<i>Pyrocephalus rubinis</i>	Mosquero		
<i>Empidonax difficilis</i>	Tristecito		
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquerito		
<i>Empidonax oberholseri</i>	Mosquerito oscuro		
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas		
<i>Tyrannus verticalis</i>	Madrugador		
<i>Tyrannus vociferans</i>	Madrugador		
<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas rayado		
<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina		
<i>Progne subis</i>	Golondrina		
<i>Corvus corax</i>	Cuervo		
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo	Passeriformes	
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Azulejo		
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzotle, Chonte		
<i>Vireo solitarius</i>	Vireo solitario		
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión sabanero		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo		
<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe		
<i>Dendroica petechia</i>	Chipie		
<i>Dendroica graciae</i>	Chipie		
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión		
<i>Pipilo fuscus</i>	Vieja		
<i>Pipilo chlorurus</i>	Vieja		
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico		
<i>Chradrius vociferus</i>	Tildio	Charadriiformes	

Figura IV.31.
Avifauna en el SAR.



En la gráfica se observa que el orden mejor representado es el de los Passeriformes ya que el alimento disponible es variable, así mismo este orden participa en distintos nichos tróficos ya sea como insectívoros, como cazadores aéreos, buscadores en cortezas, buscadores-cazadores en hojas, frugívoros o granívoros, cabe señalar que este grupo de aves es el más numeroso de las aves que existen actualmente esto se debe a que agrupa una gran cantidad diversidad de organismos, por lo tanto, participan en distintos niveles tróficos.

Dentro del grupo de las aves, hay dos especies que por su interés comercial se hayan al borde de la extinción: *Aquila chrysaetos* (Águila real) y *Falco mexicanus* (Halcón mexicano), las cuales se emplean principalmente para cuestiones de Cetrería.

No obstante la aparente diversidad de avifauna que se tiene registrada en el SAR, es necesario aclarar que por su ubicación, Hermosillo es el punto intermedio entre las comunidades aviares de la Isla Tiburón y de la Sierra Madre Occidental, a la vez que forma parte de la trayectoria de la ruta migratoria del Pacífico – oeste; motivos por los cuales la mayor parte de las aves avistadas son estacionales.

Por otro lado, dada la gran cantidad de actividad antrópica manifestada principalmente hacia el Este del SAR (en la región de construcción de la obra), las especies de avifauna registradas con mayor frecuencia son indicadoras de perturbación ambiental (*Bubilcus ibis*, *Zenaida macroura*, *Corvux corax*), aún dentro del polígono de la ANP.

Mamíferos

La diversidad del relieve estatal se manifiesta en la gran diversidad de comunidades y asociaciones vegetales, que a su vez representan gran número de hábitats en los que se encuentra una gran diversidad de fauna. La riqueza de la mastofauna del estado incluye a 126 especies de mamíferos terrestres, que representan el 27% de la mastofauna terrestre de México. En estas se encuentran representadas un 76% de

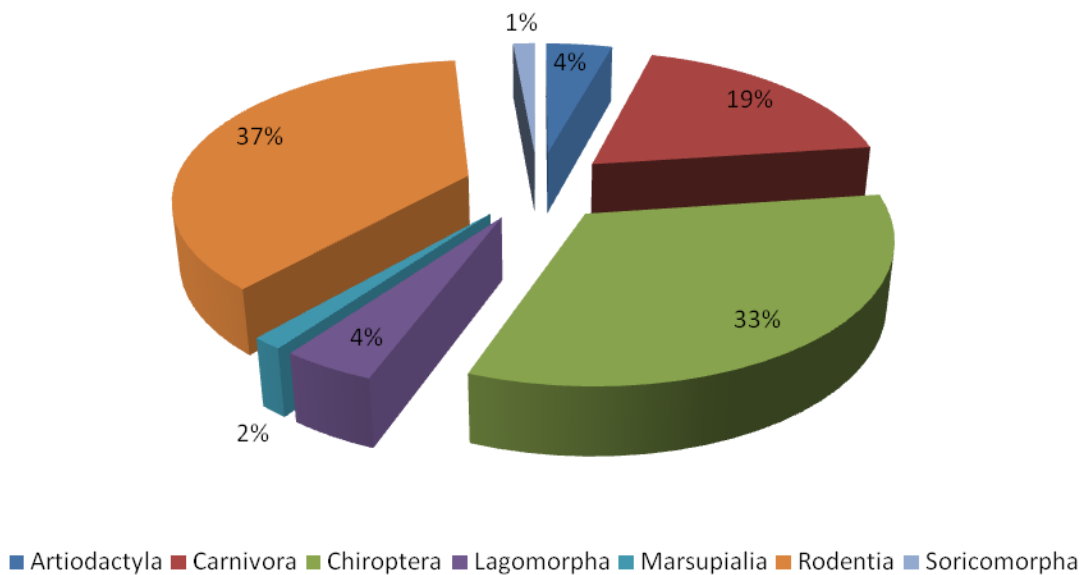
las familias y el 49% de los géneros presentes en el país (En la tabla IV.14 se muestra los mamíferos encontrados en el SAR.

Tabla IV.14. Mamíferos registrados en el SAR

Nombre científico	Nombre común	Status NOM-059-ECOL-2001	Orden	Uso
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache		Marsupialia	
<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña		Soricomorpha	
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago	A/NE		
<i>Leptonycteris saborni</i>	Murciélago			
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	A/NE		
<i>Macrotus californicus</i>	Murciélago			
<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago			
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago			
<i>Pteronatus dayi</i>	Murciélago			
<i>Pteronatus parnellii</i>	Murciélago			
<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago			
<i>Myotis thysanodes</i>	Murciélago			
<i>Myotis californicus</i>	Murciélago			
<i>Myotis velifer</i>	Murciélago		Chiroptera	
<i>Myotis yumanensis</i>	Myotis			
<i>Myotis volans</i>	Myotis			
<i>Pipistrellus hesperus</i>	Murciélago			
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago			
<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago			
<i>Plecotus townsendii</i>	Murciélago			
<i>Antrozus pallidus</i>	Murciélago			
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago			
<i>Tadarida femorasacca</i>	Murciélago			
<i>Eumops perotis</i>	Murciélago			
<i>Eumops underwoodi</i>	Murciélago			
<i>Lepus alleni</i>	Liebre torda			Cinegético
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr/E	Lagomorpha	Cinegético
<i>Sylvilagus auduboni</i>	Conejo			Cinegético
<i>Sciurus arizonensis</i>	Ardilla	A/NE		
<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Guansito			
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla		Rodentia	
<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Juancito			
<i>Ammospermophilus harrisi</i>	Juancito			
<i>Thomomys bottae</i>	Tuza			
<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza			
<i>Perognathus flavus</i>	Ratón			
<i>Perognathus penicillatus</i>	Ratón			
<i>Perognathus amplus</i>	Ratón			
<i>Perognathus intermedius</i>	Ratón			
<i>Perognathus baileyi</i>	Ratón			
<i>Dipodomis ordii</i>	Rata canguro, tori			
<i>Dipodomis merriami</i>	Rata canguro, tori			
<i>Neotoma albigula</i>	Rata maderera, cosón			
<i>Neotoma mexicana</i>	Rata maderera, cosón		Rodentia	
<i>Peromyscus eremicus</i>	Ratón			
<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón			
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón			
<i>Reithrodontomys burti</i>	Ratón			
<i>Reithrodontomys montanus</i>	Ratón			
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón			
<i>Peromyscus merriami</i>	Ratón			
<i>Sigmodon arizonae</i>	Rata algodonosa			
<i>Onychomys torridus</i>	Raton chapulinero			

<i>Microtus maxicanus</i>	Ratoncito mexicano	P/NE		
<i>Erethizon dorsatum</i>	Puercoespin			
<i>Canis latrans</i>	Coyote	A/NE	Carnivora	Cinegético
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris			
<i>Vulpes macrotis</i>	Zorra del desierto			
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle			
<i>Procyon lotor</i>	Mapache, batepi			
<i>Nasua nasua</i>	Coati, chulo, cholungo			
<i>Taxidea taxus</i>	Tejón			
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo			
<i>Memphitis mephitis</i>	Zorrillo			
<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo			
<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo	A/E	Artiodactyla	Temporada
<i>Felis concolor</i>	Puma			
<i>Lynx rufus</i>	Lince, gato montés			
<i>Tayassu tajacu</i>	Cochi jabali	A/E	Artiodactyla	Temporada
<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura			
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca			

Figura IV.32. Representación de los órdenes de mamíferos en el SAR.



La figura IV. 32 muestra que el orden mejor representado en el área del SAR es Rodentia, los roedores son organismos de estrategia “r” y su abundancia dentro del SAR se puede deberse primordialmente a la ausencia de un depredador dentro del SAR ; si bien existen reportes de fauna como el puma y gato montés y coyote, las dos especies de felinos no ha sido vista por los pobladores. Ya que sus nichos ecológicos son diametralmente opuestos a la interferencia antropogénica, de ahí que el puma opte por trasladarse hacia sitios de densa cobertura vegetal o de escasa actividad humana, mientras que los avistamientos de gato montés (*Linx rufus*) son esporádicos y principalmente suceden al anochecer. La falta de un depredador que regule las poblaciones de roedores dentro del SAR, favorece la proliferación de este orden.

Figura 33. Ejemplo de roedores dentro del SAR



IV.2.3. Paisaje

Para hacer un análisis sistemático e interpretativo del paisaje, se realizó el siguiente procedimiento:

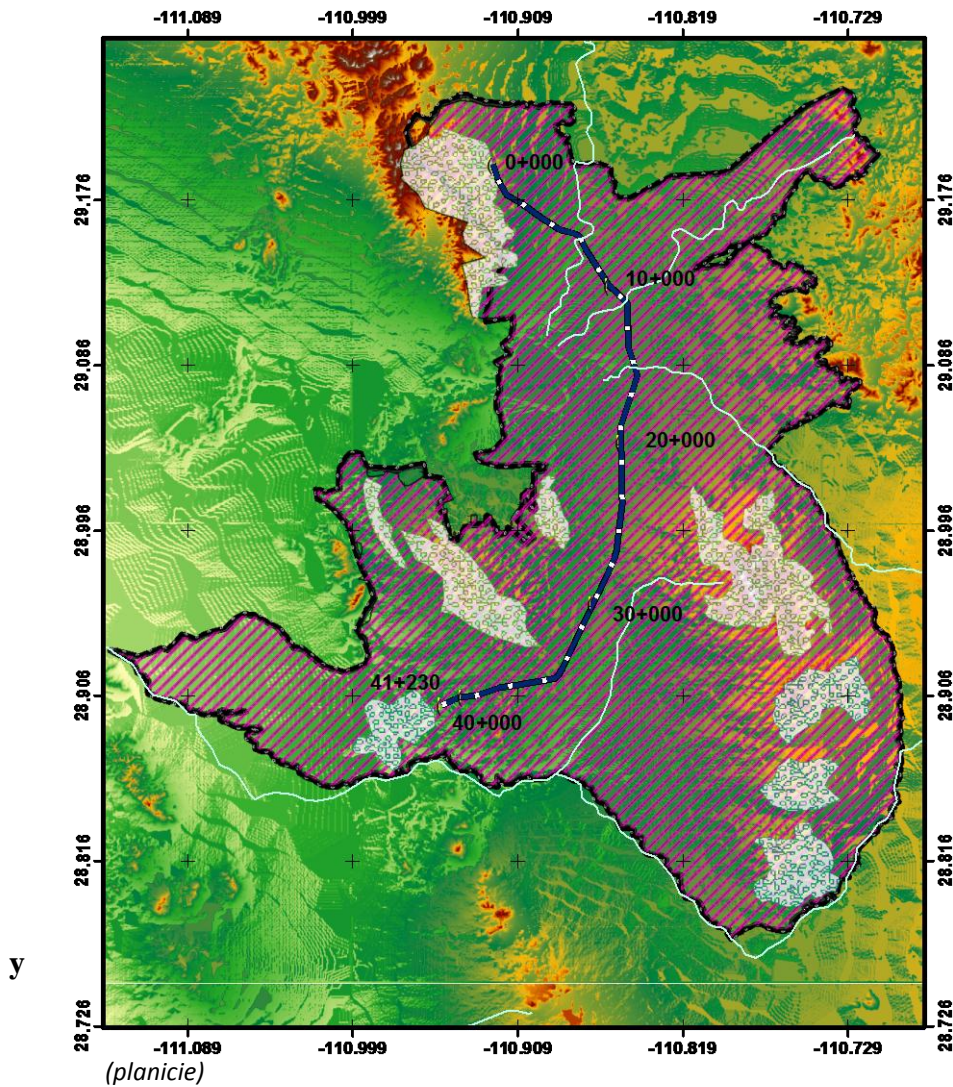
1. Análisis general de la morfología del relieve
2. Análisis Paisajístico por medio del Uso del Suelo
3. Clasificación por dominancia de elementos
4. Cuenca Visual

El modelo de elevación digital de la zona señala que el SAR se asienta sobre terrenos relativamente planos, donde la pendiente se dirige hacia el oeste; dentro de la superficie del SAR ubican algunas elevaciones que conforman cerros.

Las topofomas identificadas dentro del SAR se relacionan a su vez con los materiales geológicos presentes, ya que mientras en la zona de llanura encontramos como material dominante los suelos de origen aluvial, en las zonas de cerros, es posible cuantificar la presencia de rocas ígneas, que dentro del SAR, es en los únicos sitios donde se encuentran en abundancia.

El análisis de la topografía, la geología y la distribución de vegetación nos diferencian claramente dos tipos de paisajes dentro del SAR; el primero (y de mayor extensión) se distingue por estar conformado por una topografía relativamente plana de suelos aluviales y relativamente ricos de materia orgánica donde se asientan huizachales conjuntamente con tierras agropecuarias, mientras que la segunda unidad de paisaje identificada está formada de lomeríos de material parental ígneo y vegetación de tipo matorrales.

Figura IV. 34 Unidades de paisaje en el SAR









 Cerros

 Planicie



Identificación de los principales elementos por unidad de paisaje (Tablas 15 16)




a) Unidad de paisaje 1

Elemento	Característica
<p>Morfología del territorio</p> 	<p>Zona de llanuras, con suelos moderadamente perturbados. Ocasionalmente aparecen cerros pero sin llegar a formar un accidente orográfico relevante</p>
<p>Vegetación</p> 	<p>Las asociaciones vegetales principales son Mezquital-pastizal; mezquital – matorral espinoso y mezquital-huizachal; algunas cactáceas tipo candelabro se distinguen entre la vegetación caducifolia. En algunos sitios la vegetación forestal ha sido sustituida por tierras de cultivo y lugares de crianza de ganado</p>

<p>Agua</p> 	<p>El agua es escasa dentro de esta unidad del paisaje; el cuerpo de agua más importante es la presa Abelardo Rodríguez L., pero debido a las altas tasas de evaporación, la prácticamente nula precipitación, y la excesiva explotación, existe un abatimiento importante de la superficie de la presa; en esta imagen se aprecia claramente una zona de pastizales al fondo; esos pastizales han crecido dentro de la cuenca de la presa que hasta hace pocos años presentaba agua; los pastizales que crecen en esos suelos ricos en nutrientes son actualmente aprovechados para alimentar al ganado.</p>
<p>Color</p>	<p>Contraste entre la coloración del cielo y de la tierra; dicho contraste también puede observarse entre suelos calcáreos y limosos; sin embargo, no son el elemento dominante del paisaje</p>
<p>Fondo escénico</p> 	<p>El paisaje no ofrece características de relevancia, aunque se distingue que en los cerros y lomeríos la densidad forestal es mayor que en la zona de llanuras.</p>
<p>Rareza</p> 	<p>La vegetación es característica de la región; sin embargo existen especies espinosas de tamaño grande que dan cierta peculiaridad a la zona por distinguirse de la vegetación caducifolia.</p>
<p>Intrusión antrópica</p> 	<p>Existe en la mayor parte de esta unidad del paisaje una fuerte intervención antropogénica (aún dentro de la zona de la ANP), donde la vegetación forestal ha sido sustituida por tierras de cultivo y pastizales (oriente y sur poniente de esta unidad de paisaje); hacia el poniente, existe presión de la zona urbana la cual se contempla siga crecimiento acorde a los planes de desarrollo urbano de la región.</p>

b) Unidad de paisaje 2 (Cerros)

Elemento	Característica
<p>Morfología del territorio</p> 	<p>Estas unidades orográficas se distinguen de la amplia planicie sonorensis; formados primordialmente de rocas ígneas, algunos de ellos muestran afloraciones rocosas y pendientes pronunciadas, que al estar desprovistas de suelo, dan una apariencia de “desnudez” de vegetación en las cimas.</p>
<p>Vegetación</p> 	<p>La vegetación en esta unidad del paisaje se encuentra en mejor estado de conservación que su contraparte en la planicie; la densidad de vegetación hace que los cerros del SAR tengan relativamente pocos claros a pesar de las condiciones climáticas e hidrológicas. Las zonas de pendientes tienen matorrales y cactáceas, mientras que las zonas más planas al inicio de los cerros albergan algunas especies de mezquites y huizaches.</p>
<p>Agua</p>	<p>Existen algunas pozas que se llenan durante la temporada de lluvias, pero que rápidamente se desecan por filtración.</p>
<p>Color</p>	<p>Destaca en contraste de coloración entre la vegetación forestal de los cerros y la vegetación forestal e inducida de la llanura; sin embargo no es una característica central del paisaje.</p>

<p>Fondo escénico</p> 	<p>Por lo general, los cerros del SAR son los puntos focales del paisaje, ya que aparte de irrumpir con su presencia la extensa planicie aluvial sonorense, la densidad y estado de conservación de la vegetación forestal contrasta fuertemente con la vegetación de la planicie, que se encuentra altamente impactada por diversas actividades antrópicas; es de esperarse que dentro de los cerros se encuentre la mayor diversidad de fauna silvestre del SAR.</p>
<p>Rareza</p> 	<p>La vegetación es característica de la región; sin embargo existen especies espinosas de tamaño grande que dan cierta peculiaridad a la zona por distinguirse de la vegetación caducifolia y de matorral.</p>
<p>Intrusión antrópica</p> 	<p>Los cerros más cercanos a la zona urbana presentan ya impactos por el avance de la actividad antropogénica; en esta foro es posible observar que la extensión de este deshuesadero de autos alcanza prácticamente la falda del cerro, e incluso hay chatarra colocada junto a cactus de tipo candelabro de al menos 2.5 m de altura.</p>

Valoración de calidad paisajística

También conocida como “Calidad visual” se define como el valor intrínseco que posee el paisaje. Es la evaluación estética de los elementos que lo conforman y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta un territorio en términos paisajísticos. Por lo general, existen tres niveles de calidad visual (alta, media, baja) en los principales componentes del paisaje en sus tres niveles de percepción (características intrínsecas, entorno inmediato, fondo escénico).

La calidad paisajística se calcula a partir de los atributos evaluados en la tabla anterior, adicionando parámetros relacionados al entorno inmediato y al fondo escénico. La fórmula para determinar la calidad paisajística de las unidades de paisaje de interés es:

$$Calidad\ Visual\ Final\ (CVF) = (R + F + V + A + VC + S + AA + E + HV)$$

Tabla IV. 15 Factores a evaluar para el cálculo de la calidad visual final de las Unidades de Paisaje a evaluar

Nivel de percepción	Componente valorado	Calidad visual		
		Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Características intrínsecas				
	Relieve o topografía (R)	Estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes, con fuertes contrastes o jerarquía visual	Estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado. Sin destacar rasgos apreciables	Dominancia de plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual
	Fauna (F)	Presencia de fauna en los puntos de observación	Presencia de fauna esporádica en los puntos de observación	Ausencia de fauna en los puntos de observación
	Vegetación (V)	Cubierta vegetal de importancia estética por el	Cubierta vegetal de poca significancia en la configuración	Cubierta vegetal aislada, ausencia de vegetación o de

		contraste de formas, textura y color	por presentar poco contraste y formas comunes	homogeneidad de formas, colores y texturas
	Presencia de cuerpos de agua (A)	Dominancia en la configuración del paisaje, agua limpia y clara, láminas de reposo. Fuerte contraste con el resto de los componentes	Influencia media en la configuración del paisaje, contraste no sobresaliente	Ausencia de cuerpos de agua o baja influencia en la configuración del paisaje
	Variabilidad cromática (VC)	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad de color y contrastes del suelos, roca, vegetación, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
	Singularidad o rareza (S)	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares	Paisajes característicos, pero similares a otros de la región	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos y singulares
	Acción antrópica (AA)	Libre de alteraciones antrópicas	La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Entorno Inmediato	Entorno (E)	Observación de elementos visualmente atractivos en los planos medios de visualización	Observación de elementos en los planos medios de escaso valor paisajístico	Observación de elementos sin discernir colores, líneas y texturas o de bajo valor escénico
Fondo escénico	Horizonte visual (HV)	El paisaje circundante potencia e incrementa el conjunto	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del conjunto	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al conjunto.

Tabla 16. Escala de calidad visual de las UP evaluadas

Calidad visual final	Se define como
9-14	Baja
15-21	Media
22-27	Alta

Tabla 17. Cálculo de Calidad Visual del SAR

Unidad de paisaje 1

Nivel de percepción	Componente valorado	Calidad visual	Valoración
Características intrínsecas	Relieve o topografía (R)	Dominancia de plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual	1
	Fauna (F)	Ausencia de fauna en los puntos de observación	1
	Vegetación (V)	Cubierta vegetal aislada, ausencia de vegetación o de homogeneidad de formas, colores y texturas	1
	Presencia de cuerpos de agua (A)	Ausencia de cuerpos de agua o baja influencia en la configuración del paisaje	1
	Variabilidad cromática (VC)	Alguna variedad e intensidad de color y contrastes del suelos, roca, vegetación, pero no actúa como elemento dominante	2
	Singularidad o rareza (S)	Paisajes característicos, pero similares a otros de la región	2
	Acción antrópica (AA)	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica	1
Entorno Inmediato	Entorno (E)	Observación de elementos en los planos medios de escaso valor paisajístico	2

Fondo escénico	Horizonte visual (HV)	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al conjunto.	1
Calidad visual final			13 (baja)

Unidad de paisaje 2

Nivel de percepción	Componente valorado	Calidad visual	Valoración
Características intrínsecas	Relieve o topografía (R)	Estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado. Sin destacar rasgos apreciables	2
	Fauna (F)	Presencia de fauna esporádica en los puntos de observación	2
	Vegetación (V)	Cubierta vegetal de poca significancia en la configuración por presentar poco contraste y formas comunes	2
	Presencia de cuerpos de agua (A)	Ausencia de cuerpos de agua o baja influencia en la configuración del paisaje	1
	Variabilidad cromática (VC)	Alguna variedad e intensidad de color y contrastes del suelos, roca, vegetación, pero no actúa como elemento dominante	2
	Singularidad o rareza (S)	Paisajes característicos, pero similares a otros de la región	2
	Acción antrópica (AA)	Libre de alteraciones antrópicas	3
	Entorno Inmediato	Entorno (E)	Observación de elementos en los planos medios de escaso valor paisajístico
Fondo escénico	Horizonte visual (HV)	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al conjunto.	1
Calidad visual final			17 (media)

Valoración de Fragilidad del Paisaje

Expresa el grado de alteración que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Este concepto es similar al de “vulnerabilidad visual” y opuesto al de “capacidad de absorción visual”, que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones. Es decir, a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde menor capacidad de absorción visual y viceversa. Se funda en una adaptación del modelo general de fragilidad visual (Escribano et al., 1987). Sobre esta base se analizan y clasifican los principales elementos de cada cuenca y unidad de paisaje, divididos en 4 factores y 9 componentes. Lo anterior permite establecer 3 niveles de fragilidad (alta, media y baja).

El cálculo de la Fragilidad Visual se realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Fragilidad Visual Final (FVF)} = (\text{P} + \text{DV} + \text{CV} + \text{AV} + \text{TC} + \text{FC} + \text{C} + \text{UP} + \text{V})$$

Los componentes del paisaje utilizados se indican en la la Tabla 18

Tabla IV. 18 Factores a evaluar para el cálculo de la calidad visual final de las Unidades de Paisaje a evaluar

Factores	Elemento valorado	Fragilidad visual		
		Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Características intrínsecas	Pendiente	Plano fisiográfico de dominancia vertical. Pendientes de más de 30 %	Terrenos con modelado suave u ondulado. Pendientes entre 15-30%	Planos de dominancia horizontal. Pendientes entre 0 – 15%
	Densidad de la vegetación	Grandes espacios sin vegetación, agrupaciones aisladas o escasez de diversidad de estratos	Cubierta vegetal discontinua o poca diversidad de estratos	Grandes masas boscosas o de gran diversidad de estratos
	Contraste de la vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez de diversidad o contrastes poco evidentes	Diversidad de especies media o con contrastes evidentes pero no sobresalientes	Alto grado en variedad de especies, con contrastes fuertes y de gran estacionalidad
	Altura de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, sin sobrepasar 1m de altura	No hay gran altura de las masas (<4 m) ni gran diversidad de estratos	Gran diversidad de estratos. Altura por encima de los 4 m
	Tamaño de la cuenca visual	Visión cercana o próxima (0 – 500 m). Dominio de los primeros planos	Visión media (500 – 2000 m) dominio de los planos medios de visualización	Visión lejana o a zonas distantes (> 2000 m)
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	Cuencas regulares, extensas, generalmente redondeadas
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales; incidencia visual alta	Vistas simples o múltiples. El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en bajo porcentaje	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombras o de menor incidencia visual
Singularidad Inmediato	Unicidad del paisaje	Existencia o cercanía de paisajes singulares, notables, con riqueza de elementos únicos y distintivos	Existencia y/o cercanía de paisajes de importancia , pero habituales, sin presencia de elementos singulares	Existencia y/o cercanía de paisajes comunes. Sin riqueza visual o muy alterados
Accesibilidad	Visual	Precepción visual alta, visible a distancia y sin mayos restricción desde principales caminos o rutas turísticas	Visibilidad media desde principales caminos o rutas turísticas. Combinación de ambos niveles	Baja accesibilidad, vistas repentinas escasas o breves desde principales caminos o rutas turísticas.

Fragilidad visual del paisaje	Se define como
9-14	Baja
15-21	Media

22-27

Alta

Fragilidad del Paisaje (Unidad del paisaje 1)

Factores	Elemento valorado	Fragilidad visual	Valoración
Características intrínsecas	Pendiente	Planos de dominancia horizontal. Pendientes entre 0 – 15%	1
	Densidad de la vegetación	Grandes espacios sin vegetación, agrupaciones aisladas o escasez de diversidad de estratos	3
	Contraste de la vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez de diversidad o contrastes poco evidentes	3
	Altura de la vegetación	No hay gran altura de las masas (<4 m) ni gran diversidad de estratos	2
	Tamaño de la cuenca visual	Visión lejana o a zonas distantes (> 2000 m)	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas regulares, extensas, generalmente redondeadas	1
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales; incidencia visual alta	3
Singularidad Inmediato	Unicidad del paisaje	Existencia y/o cercanía de paisajes comunes. Sin riqueza visual o muy alterados	1
Accesibilidad	Visual	Precepción visual alta, visible a distancia y sin mayos restricción desde principales caminos o rutas turísticas	3
Fragilidad visual final			18 (media)

Fragilidad del Paisaje (Unidad del paisaje 2)

Factores	Elemento valorado	Fragilidad visual	Valoración
Características intrínsecas	Pendiente	Plano fisiográfico de dominancia vertical. Pendientes de más de 30 %	3
	Densidad de la vegetación	Cubierta vegetal discontinua o poca diversidad de estratos	2
	Contraste de la vegetación	Diversidad de especies media o con contrastes evidentes pero no sobresalientes	2
	Altura de la vegetación	No hay gran altura de las masas (<4 m) ni gran diversidad de estratos	2
	Tamaño de la cuenca visual	Visión lejana o a zonas distantes (> 2000 m)	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	2
	Compacidad	paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en bajo porcentaje	2
Singularidad Inmediato	Unicidad del paisaje	Existencia y/o cercanía de paisajes de importancia , pero habituales, sin presencia de elementos singulares	2
Accesibilidad	Visual	Visibilidad media desde principales caminos o rutas turísticas. Combinación de ambos niveles	2
Fragilidad visual final			18 (media)

Sensibilidad paisajística



La sensibilidad paisajística se obtiene de una combinación (en este caso una media) de las calificaciones de calidad y fragilidad visual. En la siguiente Tabla se mostrará la sensibilidad paisajística de las unidades de paisaje analizadas

Calificación Calidad Visual (Unidad del paisaje 1)	Calificación Fragilidad Visual	Calificación Sensibilidad Paisajística (Unidad del paisaje 1)
Baja (13)	Media (18)	Media (15.5)

Calificación Calidad Visual (Unidad del paisaje 2)	Calificación Fragilidad Visual	Calificación Sensibilidad Paisajística (Unidad del paisaje 2)
Media (17)	Media (18)	Media (17.5)

Alteraciones potenciales del paisaje

Los proyectos de infraestructura vial tienen como efecto primario sobre el ecosistema, la fragmentación de la masa forestal; (a su vez la masa forestal, junto con la topografía forma los componentes más importantes del paisaje).

El retiro de masa forestal es el factor primordial de afectación del paisaje dentro de este SAR, en virtud del esparcimiento de la vegetación existente. Esta afectación sobre el paisaje es muy evidente dentro de la Unidad de Paisaje 1, donde las condiciones propicias para el avance de la frontera agrícola y la expansión urbana han ocasionado un importante cambio de uso de suelo en esta parte del SAR.

Dentro de la Unidad de paisaje 2, a pesar de haber salido mejor calificada con respecto a la unidad de paisaje y en el ámbito de la calidad visual, la intrusión antrópica comienza también a hacer mella, ya que por ejemplo, a la altura de donde comenzará el Libramiento, sobre el lado poniente de la carretera federal No. 15 se ha construido el Bulevar Morelos, vía de ingreso a Hermosillo pero que en su trayecto atraviesa los cerros de esta sierra.

El cambio de uso de suelo es el impacto potencial más fuerte sobre el paisaje; y si bien este fenómeno no se ha presentado aún dentro de los cerros ubicados al sureste y suroeste del SAR, la construcción del Libramiento constituirá el primer eslabón que favorecerá la accesibilidad a los mismos en virtud de estar rodeados por una extensa planicie que no representa obstáculo físico.

Sin embargo, la sensibilidad del paisaje en ambas unidades analizadas se estima como media, en virtud de que las condiciones ambientales tan extremas con respecto a la temperatura, humedad y disponibilidad de agua pueden limitar grandemente el establecimiento de nuevas tierras de cultivo, pecuarias y de crecimiento urbano más allá de lo establecido por los programas de desarrollo urbano aplicables al SAR.

IV.2.4. Aspectos socioeconómicos y culturales.

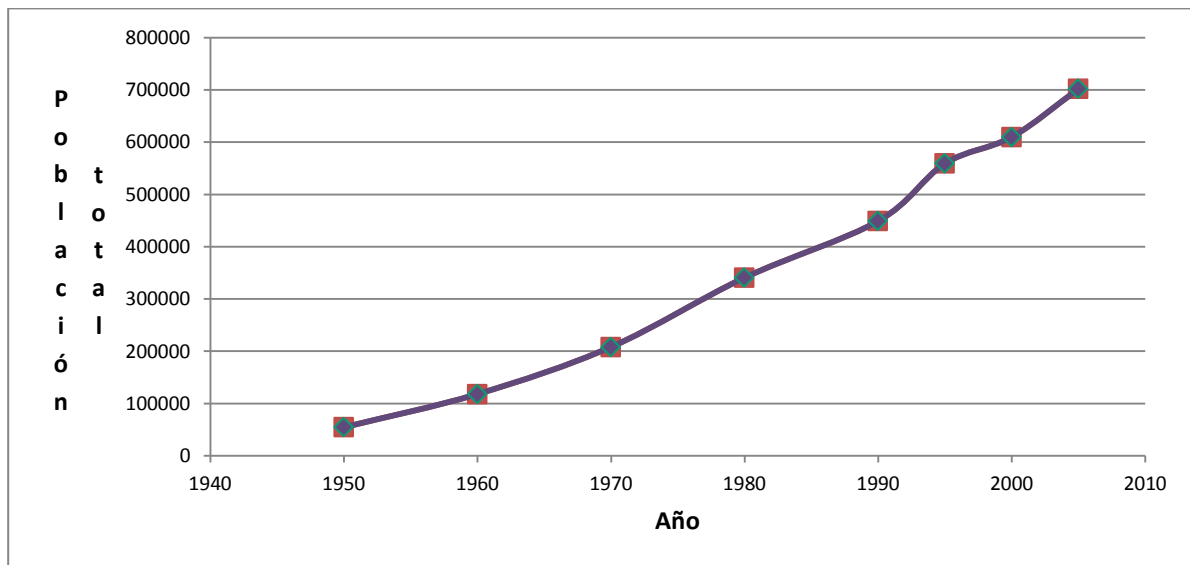
El SAR se ubica dentro del municipio de Hermosillo, ubicado en la porción centro –oeste de la planicie costera del estado de Sonora, en la región Noroeste del país. Los asentamientos humanos se concentran en la zona norte del SAR, con la Ciudad de Hermosillo, y los poblados La Victoria, Tasajal, San Pedro, El Saucito, La Mesa de Seri y Las Placitas.

Dada la cercanía de estos poblados con la zona de Hermosillo, muchas de las estadísticas socioeconómicas que se describirán dentro de este apartado, abarcarán tanto a la capital de Sonora como a los poblados aledaños.

Población

Durante el siglo pasado y el presente siglo, el crecimiento de Hermosillo ha sido acelerado, pasando de 10,000 habitantes a principios del siglo XX hasta cerca de los setecientos mil habitantes para el año 2010. Este crecimiento es atribuible a su cercanía relativa con Estados Unidos además de la creciente actividad industrial que se presenta en el estado.

Tabla IV.35 Crecimiento de la población dentro del municipio de Hermosillo.

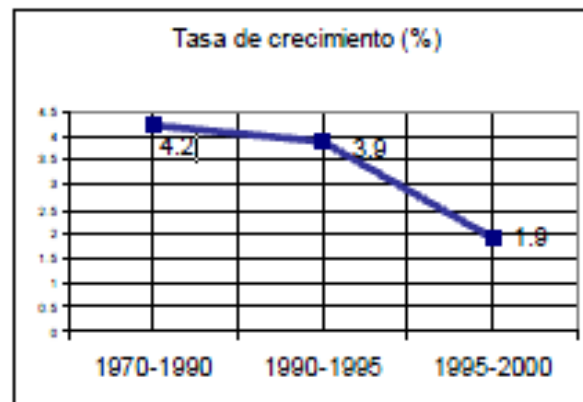


Estos datos corresponden a la ciudad de Hermosillo, sin embargo, acorde al XII Censo de Población y Vivienda del año 2000 para Hermosillo, se tienen los siguientes datos, tomando en consideración las poblaciones aledañas.

POBLACIÓN TOTAL POR PRINCIPALES LOCALIDADES SEGÚN SEXO. 2000			
LOCALIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Hermosillo	545928	269701	276227
San Pedro o El Saucito	2482	1267	1215
La Victoria	1685	838	847
El Tazajal	1579	793	786
Fracc. Costa del Sol	1089	516	573
Mesa del Serí	1024	521	503
Paseo San Ángel	993	490	503
TOTAL	554780	274126	280654
Otras localidades dentro del Límite del Centro de Población	13,611		
TOTAL Centro de Población	559539		

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda 2000.

La tasa de crecimiento de Hermosillo se ha mantenido por encima de las tasas de crecimiento poblacional de Sonora, lo que significa que Hermosillo está atrayendo a sonorenses nacidos en otros sitios del estado. No obstante lo anterior, la tasa de crecimiento va a la baja desde las tres últimas décadas, llegando a un mínimo de 1.9% en el quinquenio 1995 -2000



Fuente: CONAPO

Sin embargo, acorde a las proyecciones de crecimiento poblacional que se han realizado para Hermosillo, se estima que para el año 2030 el crecimiento se mantendrá moderado, llegando a un poco más de 800,000 habitantes; esta estabilización en el crecimiento poblacional está relacionada a:

- 1) Disminución de las tasas de natalidad
- 2) Aumento de edad en la pirámide poblacional

Vivienda

Acorde a la información vertida en el censo de 2005, de las 182,282 viviendas habitadas, sólo el 6.18% (11,281) tienen pisos de tierra; 4.89% no disponen de drenaje y sólo el .35% de las viviendas habitadas no disponen de ningún servicio de infraestructura

Escolaridad

El Municipio de Hermosillo presentó para el año 2000 el mayor promedio de grado de escolaridad del estado de Sonora con 9.14 años de estudio en promedio (superior al 8.18 en promedio para el estado). De 1950 a la fecha el porcentaje de población alfabeta ha subido de 80.40% al 93.73%.

Desarrollo Social

Grupos étnicos

Existen dentro del municipio de Hermosillo Yaquis, Triquis e incluso mixtecos, aunque su inserción dentro de la zona urbana ha restado en algo sus usos y costumbres.

Cultura y religión

Las tradiciones y costumbres que se celebran son: semana santa, la fiesta de la Candelaria, Fiesta del Carmen, Festejos de la Virgen de Guadalupe.

La Religión católica es la que mayor parte de los hermosillenses profesan; sin embargo ha existido un decremento de fieles católicos gracias al incremento de asociaciones religiosas en la región.

Índice de Desarrollo Urbano

Se compone de tres factores:

- La capacidad de de gozar una vida larga y saludable, medida a través de la esperanza de vida al nacer

- La capacidad de adquirir conocimiento, medida mediante una combinación del grado de alfabetismo de los adultos y el nivel de asistencia escolar en un conjunto de niños, adolescentes y jóvenes (6 – 24 años)
- La capacidad de poder contar con el acceso a los recursos que permitan disfrutar de un nivel de vida digna y decorosa, mediante el PIB per cápita ajustado al poder adquisitivo del dólar en los Estados Unidos.

A nivel nacional, el municipio de Sonora tiene el lugar número 51 en el índice de desarrollo urbano, y el segundo en el estado de Sonora con un puntaje de 0.839, por lo que se considera como de alto desarrollo urbano, encontrándose por encima del promedio nacional (0.794) y del estatal (0.818)

Índice de Marginación

Se puede considerar que el índice de marginación es el inverso del índice de desarrollo urbano, por lo que un municipio que cuenta con un índice de desarrollo bajo, tendrá un índice de marginación elevado.

El municipio de Hermosillo presenta un índice de marginación de -1.8200, lo que lo coloca en un muy bajo de marginación.

Economía

La población económicamente activa de Hermosillo cuantifica 238,018 habitantes; de la cual el 98.63% se encontraba ocupado acorde a la información proporcionada por el Censo de 2005.

La población económicamente activa se encuentra repartida en los sectores productivos así:

- Sector primario 9.97%
 - Sector secundario 27.56%
 - Sector terciario 60.44%
- ✓ Sector primario (agricultura, ganadería, pesca)
 - ✓ Sector secundario (minería, manufactura, energía eléctrica y agua, construcción)
 - ✓ Sector terciario (Comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, gobierno, servicios de esparcimiento y cultura, servicios profesionales, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles; servicios de restaurantes y hoteles, servicios educativos, servicios de salud y asistencia social).

IV.2.5. Diagnóstico regional sobre los recursos naturales y la conservación ambiental.

De acuerdo con la descripción socioambiental anteriormente señalada, el sistema ambiental regional se encuentra asentado en una región ampliamente perturbada; donde por un lado se aprovechan los suelos aluviales ricos en materia orgánica para el cultivo de diversas frutas y legumbres (y cuya extensión rebasa la frontera del SAR para alcanzar las costas del Golfo de California), mientras que por otro lado se sobreexplotan los mantos acuíferos de la región para esos cultivos.

Los suelos que han cambiado su vocación, no siempre responden bien al nuevo uso; es así que si bien existen extensos plantíos dentro del SAR que han tenido éxito, muchas de las tierras no fueron del todo aptas para la agricultura; es por ello que se suelen encontrar superficies en medio de zonas forestales son vegetación aparente, o con una pequeña capa de pastizales los cuales son empleados por el ganado de la zona para alimentación.

La vegetación ha sido de tal forma modificada, que las asociaciones vegetales no son las características de los ecosistemas primarios, existe mucha vegetación secundaria, hecho que es más que evidente en las zonas de huizachal – mezquital, que acorde a varios autores, en si misma representa la sucesión de selvas bajas caducifolias en suelos semiáridos y profundos.

IV.2.6. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes o críticas.

Con base en la caracterización anteriormente descrita, podemos identificar el estado actual del sistema ambiental regional y su tendencia a futuro considerando los factores físicos, ambientales y sociales.

Los recursos naturales del SAR se observan altamente impactados, situación provocada por el crecimiento urbano de la región, la sobreexplotación de los recursos hídricos y la transformación de amplias extensiones de vegetación natural en tierras de cultivo y pastizales para la ganadería.

De los recursos ambientales mayormente impactados por las actividades humanas dentro del SAR, la disponibilidad de recursos hídricos es el más dañado.

Las características climatológicas y meteorológicas del SAR hacen que las precipitaciones pluviales sean realmente escasas y respondan más a la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios.

El incremento de tierras agrícolas sobre suelos fértiles (aluviales) a lo largo del SAR, aunado al crecimiento de la zona urbana, ha ocasionado una sobreexplotación de los mantos freáticos y de las Presas el Molinito y Abelardo Rodríguez L. Dentro de éstas, la agricultura es la mayor responsable del abatimiento de agua disponible para la región, ya que de acuerdo con la FAO, en promedio del agua potable disponible, el 75 – 80% se destina al riego agrícola.

IV.2.7. Identificación de las áreas críticas.

Basándonos en la observación en campo y con ayuda de imágenes satelitales tomadas de Google Inc. (2011), se ha identificado que en la totalidad del SAR hay diversas áreas críticas, las que se caracterizan por:

1. Ser sitios desprovistos de vegetación
2. Ser sitios únicamente con pastizales que se emplean para alimentación de ganado.

IV.3. Diagnóstico ambiental regional.

El sistema ambiental que esquematiza el funcionamiento regional se encuentra en un grado de perturbación alto. Principalmente las alteraciones en el sistema se deben a fenómenos de crecimiento urbano y transformación de ecosistemas.

A pesar que la construcción del proyecto afectará permanentemente zonas muy localizadas (área de influencia directa), el SAR presentará perturbaciones considerables por la ejecución de este proyecto ya que se realizará sobre un territorio altamente perturbado.

No obstante lo anterior, se prevé que ciertas modificaciones en las condiciones sociambientales dentro del SAR por la implementación del proyecto, que se prevén sean las siguientes:

- Aumento de tierras agrícolas
- Mayor demanda de terrenos para vivienda.
- Aumento de las necesidades de empleo y actividades remuneradas, con la subsiguiente fraccionamiento y diversificación de los sectores productivos involucrados
- Mayor demanda de servicios de infraestructura básica para cubrir las necesidades de la población.

IV.4. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el Sistema Ambiental Regional.

IV.4.1 Medio físico

CLIMA

AIRE

Disminución de la calidad

Se espera el decremento en la calidad del aire dentro del SAR por dos motivos:

1. Aumento a aforo vehicular por la nueva vialidad
2. Aumento de partículas suspendidas por retiro de vegetación.

Incremento en la concentración de partículas suspendidas.

De manera general, tal como se mencionó en el apartado anterior, el incremento de este parámetro sucede simultáneamente con la quema de la vegetación que ocurre por la alta incidencia de radiación solar durante la temporada de secas, así como con el incremento de instalaciones industriales no equipadas con tecnología de reducción de gases y del parque vehicular que transite dentro del SAR no verificado. A medida de que se realicen controles específicos en los automotores y en las industrias para la disminución de emisiones gaseosas, este impacto dejará de ser significativo dentro del SAR. Con respecto a la quema de pastizales, este impacto se estima que por ser un fenómeno estacional, tendrá poca duración e intensidad, por lo que las partículas generadas podrán ser rápidamente dispersadas por el viento.

Incremento en la concentración de gases tóxicos y explosivos

La presencia elevada de CO₂ que se produce por la circulación de vehículos en la región en complemento con la emisión industrial de la zona son las únicas fuentes de gas tóxico que se puede presentar dentro del SAR. Con respecto a las actividades involucradas en el proyecto, se prevé que el mantenimiento constante de maquinaria, vehículos y equipo a emplear sea una atenuante que disminuya de manera muy importante la generación de gases tóxicos dentro del SAR.

Presencia de olores desagradables

No existe en el área del proyecto un estudio en el cual se especifique la generación de olores desagradables. Sin embargo, existen ciertos factores que pueden generar este tipo de estresor ambiental. Por ejemplo, en época de secas pueden surgir este tipo de contaminante por efecto de la quema de vegetación viva o muerta como resultado de la preparación de tierras para el cultivo de temporal; o bien, se pueden generar malos olores por el depósito de basura orgánica sobre los cuerpos de agua o en sitios de intensa radiación solar, lo que acelera el efecto de descomposición de dicha materia orgánica.

Si bien la quema de vegetación por efecto de la preparación de tierras agrícolas no puede detenerse sin afectar esta actividad productiva, la generación de olores desagradables por efecto de basura mal depositada, puede frenarse por completo, al realizar el manejo adecuado de residuos orgánicos durante todas las etapas del proyecto, así como realizar un programa de limpieza de la zona del DDV de manera periódica.

Presencia de gases que reaccionen con la atmósfera

A la fecha dentro del SAR no existe aún un número importante de maquiladoras cuya actividad afecte la concentración de gases dentro del SAR; aunque acorde a los planes de crecimiento poblacional de Hermosillo, es de esperarse esta afectación en la calidad del aire debido a la proyección de crecimiento que se espera dentro del SAR para la rama industrial, que en conjunto contribuirán a la generación de gases contaminantes y de efecto invernadero, que por interacciones fotoquímicas reaccionan con los gases atmosféricos produciendo por ejemplo, lluvia ácida, ozono troposférico, óxidos de nitrógeno y de azufre, etc., que producen daños importantes tanto a los ecosistemas como a la salud humana.

Incremento en los niveles de ruido

El incremento de ruido estará dado en 2 vertientes, la primera, relacionada con las actividades de preparación del sitio y construcción de la carretera, y la segunda, durante la etapa de operación y mantenimiento. En ambos casos, el impacto generado no se considera de gran afectación tomando en cuenta que actualmente el SAR se encuentra en constante perturbación a causa de las actividades industriales y de los poblados existentes, por lo que el impacto en el componente avifaunístico (que es el más sensible a este factor) es prácticamente nulo dada su capacidad de rápido alejamiento de una fuente sonora.

Disminución de la visibilidad.

La visibilidad se considera como poco afectada puesto que se realizarán medidas que evitaren la generación de polvos y material suspendido en el aire durante todas las etapas de construcción, así como se prohibirá la quema de vegetación como forma de extracción. No obstante, es posible esperar algunas afectaciones en la visibilidad en

algunos momentos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, aunque se estiman temporales y fácilmente atenuables.

Otro factor que puede alterar la visibilidad del SAR pero que no se encuentra relacionado con la ejecución del proyecto, es a través del incremento de la actividad industrial, que está más en relación con el tipo de controles de emisiones gaseosas con que cuenta cada industria.

AGUA

Modificación de los patrones naturales de drenaje en sistemas terrestres

El proyecto geométrico definitivo de la carretera deberá contener la cantidad de obras de drenaje necesarias para que no se modifiquen los patrones de drenaje natural por la ejecución de esta vía. La canalización adecuada del drenaje permitirá que se mantengan las tasas y sitios de recarga del acuífero aún cuando exista la carretera.

Alteración de los patrones naturales en las corrientes superficiales (hidrodinámica)

Tal como se mencionó en el punto anterior, la interrupción de la hidrodinámica de la región es perjudicial ya que en una superficie como en SAR, donde el suelo tiene un drenaje muy lento, las afectaciones ocasionadas por el estancamiento de agua se dan en varias vertientes. La colocación de estructuras sobre cuerpos de aguas a afectar directamente por la construcción de esta obra, así como la ubicación correcta de obras de drenaje en sitios que permitan el traslado del agua en esas zonas sujetas a inundación temporal y o permanente, son medidas de mitigación que deberán aplicarse necesariamente a fin de no alterar este parámetro ambiental, que a lo largo del tiempo ha sido esencial para la configuración ambiental del SAR.

Competencia por el aprovechamiento del recurso

La competencia por el recurso se da entre las actividades agrícolas y el abastecimiento urbano, por lo que no existe relación con el proyecto.

SUELO

Aumento en la susceptibilidad a la erosión (grado de erosión)

La susceptibilidad de un suelo a erosionarse depende del tipo de agente erosivo (fluvial o eólico), y de las características intrínsecas (tamaño, diámetro, forma, porosidad, compactación, humedad, tipo y abundancia de vegetación, etc.) del suelo en sí. Dentro del SAR, al ser la cubierta vegetal tan escasa, es de esperarse que la factibilidad de erosión del suelo sea demasiado alta, cuestión que se agrava al retirar la misma por diferentes obras que involucren el cambio de usos de suelo.

Alteración de la composición fisicoquímica

La alteración de ésta característica del suelo depende del grado de perturbación al que sean sometidos, la pérdida de la cobertura vegetal, la presencia de cultivos poco adecuados para el tipo de suelo, y de manera general el tipo de manejo que se le dé al recurso, lo que a largo plazo puede causar la degradación acelerada del suelo y alterar de manera directa sus propiedades fisicoquímicas.

Los suelos de tipo regosol presentan susceptibilidad diferencial a la erosión; la composición de materia orgánica y la profundidad del perfil son variables, por lo que la alteración de la composición físicoquímica es variará dependiendo del grado de presión por medio de las actividad antropogénicas en cada zona del SAR. Dentro de éste, el regosol es el suelo que predomina, por lo que se prevén cambios en su composición por efecto de la construcción de esta obra, aunque se darán de manera localizada en las zonas donde cobertura vegetal se removerá para la realización del proyecto y en las zonas de crecimiento urbano.

Los calcisoles son bastante susceptibles a la erosión, por lo que es importante que una vez terminadas las obras de construcción del Libramiento, se ponga en marcha un programa de reforestación con especies nativas.

Disminución de la capacidad de formación de suelos

La formación del suelo depende de varios factores tales como: materia parental, clima, tiempo, topografía y actividad biológica. Los suelos en esta zona presentan una tasa de generación baja debido a la poca remineralización de nutrimentos, que se ve afectada por factores tales como perdida de cobertura vegetal, arrastre de nutrientes en suelos desnudos, tiempo de descomposición y naturaleza de los materiales de origen.

Considerando que las tasas de formación de suelo son lentas, para garantizar su permanencia en la zona de influencia directa del proyecto, se deberán aplicar los programas de restauración, estabilización y reforestación.

Se prevé que exista la pérdida de suelos dentro del SAR, pero lo anterior estará asociado a la expansión de la mancha urbana, donde de no tomarse las medidas necesarias, el daño será irreversible.

GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA

Modificación de la topografía

La topografía del SAR se considera plana, donde la altura mayor se estima de 30 metros snmm. Existirán en algunos sitios muy localizados modificaciones en la topografía por efecto de la construcción de la carretera, mas no serán significativas, dado que la cantidad de materiales a excavar y rellenar se consideran ínfimos para que exista una alteración importante en la topografía. Otra modificación a la topografía estará asociada a la explotación de los bancos de materiales elegidos, por lo que en este caso, el impacto generado en la conformación del mismo será irreversible; aunque se puede compensar en cierta medida este impacto al emplear parte de los residuos pétreos y el suelo orgánico para arroje y reforestación.

Cambios en los procesos naturales de erosión – sedimentación

Se considera que estos procesos no serán afectados por la construcción de la carretera siempre y cuando parte de ella se construya sobre una estructura que permita la conservación de las corrientes hidrológicas. Respecto a los procesos erosivos si bien la construcción del proyecto contribuye a acelerar los mismos dentro del área de influencia directa, se estima que los daños será reversibles ya que se aplicarán programas de estabilización y

restauración de suelos así como de reforestación que revierten este tipo de daños, por lo que se estima que la ejecución del proyecto no tendrá efecto a largo plazo sobre los procesos mencionados.

Desestabilización de terrenos

En este componente no se tendrán afectaciones, ya que las obras no implican actividades de perforación de pozos, extracción de grandes volúmenes de material o apertura de bancos de préstamo, en complemento la región es considerada de baja sismicidad por lo que el riesgo de desestabilización de suelos es nulo.

IV.4.2 Medio biótico.

FLORA

Daño físico individual

Toda la flora sufre en mayor o menor grado daños físicos debido a procesos ambientales ocasionados por agentes bióticos y abióticos. Dentro de las comunidades vegetales son frecuentes las caídas de ramas, troncos, hojarasca y árboles completos que afectan a otros organismos vegetales o el hábitat de organismos animales. De manera natural, los factores que ocasionan más daños a la vegetación es la presencia de los incendios forestales y huracanes así como sus inundaciones asociadas; sin embargo, los daños generados por los mismos, no ponen en predicamento a la funcionalidad del SAR ya que en la región estas formas de perturbación son poco comunes y cuando se presentan los daños son mínimos al mitigarse inmediatamente.

Cuando existe la intervención humana sobre las alteraciones ambientales que suceden de manera natural, los daños en el ecosistema pueden incrementarse notoriamente, y así cada especie, tendrá una capacidad individual de resistir en mayor o menor grado los diferentes disturbios.

En virtud de que las obras asociadas a la construcción de la carretera se efectuarán únicamente en la zona del derecho de vía, se prevé afectación de la flora únicamente en esa superficie, y esto no se reflejará la nivel del SAR. Cabe destacar que la vegetación a remover es de un número muy reducido y se trata principalmente de especies arbustivas y herbáceas (vegetación secundaria) y algunos individuos de *Bursera sp.*, *Lysiloma sp.* y *Acacia penniculata*.

Alteración a las formas de crecimiento

El crecimiento de la vegetación está determinado por el componente genético de cada especie y por las condiciones ambientales que le rodean. La manera en que las actividades humanas pueden modificar el patrón de crecimiento de la vegetación, depende del grado de afectación que ocurra en las diferentes variables ambientales que se alteren.

De esta forma, actividades diferentes a la vocación natural de los suelos pueden modificar la disponibilidad de agua, la cantidad y calidad de los nutrientes del suelo, la distribución y tipo de microbiota del suelo, así como cambios en la disponibilidad de luz, y alteraciones en la humedad relativa. Dichos factores en conjunto, son vitales para el desarrollo de la vegetación, por lo que cualquier variación, representa alteraciones en el ciclo de vida de la vegetación.

Al modificar la cubierta vegetal de un ecosistema se produce un cambio en el microclima de manera local, lo que puede repercutir en los patrones de crecimiento y producir con el paso del tiempo variaciones morfológicas que pueden ser permanentes o temporales.

En el área de influencia directa del tramo, la alteración será total, pues se removerá una capa de suelo de 20-40 cm, que es la que contiene las comunidades microbianas y los nutrientes necesarios para el crecimiento de la vegetación, sin embargo el impacto potencial solo se dará en los tramos Km 0+000-Km 1+000 y Km 5+675-Km 6+200. En el resto del trazo el daño será nulo ya que actualmente existe un camino de terracería y la mayor parte de los bordes se compone por montículos de material de desecho y basura. Empero, se seguirán manteniendo las condiciones para el crecimiento óptimo de la vegetación en el área restante del SAR al menos con relación a la ejecución de este proyecto.

Alteración a los patrones de distribución

El cambio de uso de suelo modifica totalmente los patrones de distribución de la vegetación original, produciendo a mediano y largo plazo áreas de vegetación fragmentada; estos parches, reducen las posibilidades de intercambio genético, lo que resulta en el detrimento de la vegetación presente.

Actualmente la vegetación natural o pionera ha desaparecido casi en la totalidad del SAR, para dar paso a extensas áreas de cultivo y zonas de huizachal – mezquital; únicamente en las elevaciones del SAR es posible encontrar continuidad en la masa forestal y es posible encontrar elementos de vegetación primaria.

Se estima que a corto y mediano plazo la distribución de la vegetación de la zona de influencia directa del proyecto sea la que resulte afectada, mientras que el resto del SAR se mantendrá sin cambios significativos en este apartado. Sin embargo, a escala regional, las actividades antropogénicas que se realizan en el sistema se espera que produzcan efectos dispares en la distribución de la vegetación que aún se conserva para dar paso a la formación de parches, mientras que a largo plazo se espera que la cobertura vegetal desaparezca para dar paso al crecimiento urbano tal y como se tiene estimado en el programa de desarrollo urbano del centro de población de Hermosillo.

Modificación de la densidad relativa

La densidad relativa de especies resultara afectada de manera importante a nivel del SAR, pues las especies comprendidas dentro del área de influencia directa del proyecto son pocas y con una poca cantidad de individuos. Aunado a esto y para contrarrestar los efectos por disminución en la densidad se ejecutara un plan de reforestación dentro de las etapas finales de la obra.

Modificación de las interacciones entre especies

Este componente no sufrirá efectos considerables ya que la vegetación pionera ha sido desplazada, por lo que actualmente las interacciones entre especies son aisladas y no representan procesos ecológicos fundamentales.

Pérdida de la sustentabilidad en el manejo de los recursos.

Las actividades antropogénicas realizadas dentro de la región han comprometido la sustentabilidad de los recursos; si continúan las tendencias de cambio en ascenso, y se rompe la homeostasis del ecosistema, es de esperar que a mediano y largo plazo ocurran las primeras señales de la pérdida de sustentabilidad de recursos, lo que se manifestará en la intensificación de los efectos de sequías, incendios de pastizales, pérdida de la productividad del suelo y mortandad masiva de vegetación.

FAUNA

Disminución de hábitat

El cambio en el paisaje, el aumento de contaminantes y la fragmentación originada por las actividades antropogénicas en los últimos 30 años dentro de la zona de influencia directa del proyecto, han provocado la disminución del hábitat de todas las especies, principalmente de las aves con conductas migratorias. Para el caso en particular, las especies de fauna silvestre se han retirado hacia los lomeríos del SAR, donde existen las condiciones adecuadas para su nicho ecológico; sin embargo, esto hace que ante una menor cantidad de recursos disponibles, se presente un aumento en la competencia inter e intraespecífica por recursos vitales como alimento, espacio, pareja, entre otros; y por tanto, se manifiesta un detrimento en las poblaciones animales de este tipo de ecosistemas.

Disminución de la abundancia

Se estima que la abundancia de ejemplares disminuya en la zona de influencia directa de la carretera desde la etapa de preparación del sitio hasta la etapa de operación, debido a la generación de ruidos ante los cuales la fauna no está habituada.

A nivel local, este fenómeno de pérdida de biodiversidad animal se reflejará claramente, pues al alterarse de manera permanente la cobertura vegetal, los animales tendrán que buscar nuevas zonas a repoblar que contengan las condiciones adecuadas para subsistir. En las zonas perturbadas, habrá una nueva colonización, pero esta se realizará con organismos resistentes a los cambios ambientales. De esta manera, se observará una modificación en la distribución de especies, localizando a las más especialistas en sitios con cobertura vegetal mejor conservada; mientras que las especies generalistas se ubicarán en las zonas con afectaciones importantes en la vegetación.

Aquellos ejemplares de mayor y más rápido desplazamiento serán los primeros en retirarse hacia sitios donde exista menos actividad humana y la cobertura vegetal se mantenga en condiciones adecuadas para poder ofrecer refugio y alimento. Esta condición se presenta difícil ya que dentro de las zonas aledañas al trazo se observa alta fragmentación por lo que el encontrar hábitats adecuados resultara complicado para algunas especies.

Competencia por límites territoriales



En la zona de estudio no se ha registrado la presencia de especies con hábitos territoriales de grandes extensiones, particularmente de mamíferos, por lo que se prevé que no exista competencia por espacio ni recursos. Una ventaja que presentan la gran mayoría de la especies de esta región, es que no dependen de recursos limitantes para llevar a cabo su ciclo biológico (especies de hábitos generalistas), por lo que pueden reubicarse con facilidad en donde haya condiciones ambientales adecuadas para su hábitat, sin necesidad de que sea tan particularizado desde el punto de vista de requerimientos ecológicos para un desarrollo armónico de las poblaciones.

Alteración de las interacciones poblacionales

Las interrelaciones poblacionales se modifican paulatinamente a la misma tasa en la que varían las condiciones del ecosistema. Esta dinámica se mantiene más o menos constante, ya que aún se mantienen las relaciones ecológicas inter e intrapoblacionales.

Una de las relaciones ecológicas más frágiles (y por tanto sujeta a modificaciones importantes) ante una ligera variación de alguno de sus componentes, es la relación depredador-Presa. Sin embargo en el sistema ambiental no se registra la presencia de mamíferos grandes que significarían los reguladores del ecosistema, limitándose las interacciones entre especies a plantas-herbívoros y depredadores menores-herbívoros.

Pérdida de sustentabilidad en el manejo de los recursos

La fauna original ha desaparecido principalmente por acciones de caza furtiva, pérdida de cobertura vegetal y cambio de hábitat. Por lo que para hablar de sustentabilidad, es necesario ejecutar programas de ordenamiento territorial, reforestación y reintroducción de especies a corto, mediano y largo plazo. Una vez realizadas estas acciones, el siguiente paso es desarrollar el manejo adecuado del sistemas, pero en la actualidad no existen condiciones para llevar a cabo acciones de esta naturaleza en el SAR.

ECOSISTEMA

Modificaciones en los patrones de distribución y abundancia de las comunidades vegetales

Los cambios que se generarán durante el proyecto serán de influencia local, por lo que no se visualizan cambios sustanciales en este apartado, a nivel regional los cambios tampoco serán significativos ya que el SAR se encuentra altamente fragmentado y con la vegetación pionera ausente en grandes porciones del mismo.

Modificación de la biodiversidad alfa y beta

Por definición, la diversidad alfa se conoce como el número de especies en un área conocida (ej. Una hectárea), de manera que se pueda comparar ese dato en todos los tipos de ecosistemas. La diversidad beta involucra, además del número de especies en un área conocida, la diversidad del hábitat.

La modificación en la biodiversidad de los ecosistemas observados es un proceso que se viene desarrollando en las últimas décadas, actualmente la estructura de la comunidad en cada uno de estos hábitats se encuentra claramente definida y dominada por especies de hábitos generalistas con alta tolerancia a la perturbación, sin embargo, se prevé que a futuro existan modificaciones relacionadas con el cambio de uso de suelo para actividades

distintas a las correspondientes a la ejecución del proyecto y que podrían provocar la desaparición de la mayoría de las especies.

Modificación de productividad primaria y secundaria

Los flujos de materia y energía del ecosistema no se han visto afectados de manera importante por las actividades antropogénicas de la región. Se han presentado alteraciones locales producto de la implementación de actividades agrícolas y ganaderas, pero igualmente de poca extensión. No obstante, se carecen de elementos suficientes que permitan inferir si los cambios que se han realizado en el sistema regional han alterado el tipo e intensidad de ambas productividades.

Modificaciones generales en el ciclo de nutrientes

Estos procesos obedecen a cambios climáticos tanto temporales como espaciales. Las actividades productivas y de explotación de recursos sólo han afectado de manera local diferentes partes de los ciclos biogeoquímicos básicos.

Se considera que sobre la zona donde se encuentra trazado el eje del proyecto, la modificación de los ciclos será total; por ejemplo, el suelo ya no se enriquecerá de nitrógeno y de materia orgánica, por lo que se empobrecerá cada vez más; y en consecuencia, la captura de carbono disminuirá por la pérdida de la cobertura vegetal, sin embargo, a nivel regional se considera que no habrán modificaciones a las condiciones actuales y que presentan tendencias al deterioro.

Procesos de fragmentación y aislamiento de ecosistemas.

La tasa poblacional del Sistema Ambiental Regional, unido a la explotación de recursos, ha provocado que los ecosistemas del SAR hayan sufrido fragmentación considerable hasta la fecha. Esta fragmentación continuará y la perspectiva a futuro es la desaparición de más del 80% del SAR, pero más que relacionados a la construcción del Libramiento en sí, se asocian a otro tipo de actividades antropogénicas.

Afectación a los servicios ambientales

Las afectaciones a los servicios ambientales dentro del SAR no únicamente se relacionan con la ejecución de la carretera, sino que también están estrechamente vinculadas con el crecimiento poblacional de Hermosillo, por lo que actualmente (y por supuesto, aún sin proyecto), los servicios ambientales como agua, recursos forestales y paisajes se han modificando considerablemente.

Los servicios ambientales que proporcionan los recursos forestales (captura de carbono, producción de oxígeno y almacenamiento de agua) actualmente son escasos dado el volumen que ocupan las comunidades forestales por lo que la afectación esperada no es de consideración.

Los paisajes actualmente se presentan altamente alterados a causa del crecimiento poblacional, la transformación del hábitat y la acumulación de desechos sólidos (basura) en la mayor parte de la región. La ejecución del proyecto alterará el paisaje durante las etapas de construcción, pero una vez terminada la construcción y ejecutados los programas de reforestación, restauración de suelos y manejo ambiental, el paisaje recobrará su valor e incrementarán las condiciones de calidad de la región.

PAISAJE

Potencial estético de la zona de la zona o región

La construcción de la carretera afectará de manera permanente las cualidades paisajísticas de la zona; pero, será de manera local dada la naturaleza de las obras a realizar, dentro de la región se conservará la imagen estética actual y a largo plazo esta estética será perdida a causa del crecimiento poblacional de la ciudad de Hermosillo.

Deterioro visual por modificaciones en la fisonomía de la zona

La fisonomía de la región no será transformada por acción directa de la ejecución del proyecto, el cambio se dará únicamente en el área de afectación directa y considerando las acciones de reforestación y manejo ambiental, el cambio será positivo mejorando la fisonomía de la zona.

Identificación de los elementos visuales favorables

La zona del proyecto, se ubica en un suelo cuya vocación natural es de matorral y huizachal - mezquital, por lo que no se identifican elementos visuales atractivos o de apreciación paisajística.

Identificación de los elementos visuales desfavorables

Los elementos visuales desfavorables que se identifican son las zonas agrícolas así como la presencia de áreas desprovistas de vegetación, la presencia del primer elemento es de presencia definitiva y alteración irreversible, por lo que las acciones para minimizar el daño paisajístico únicamente podrán aplicarse a las zonas desprovistas de vegetación, por lo que se pondrá en marcha un programa de reforestación a fin de apoyar la recuperación de ecosistemas.

IV.4.3 Medio Socioeconómico

MEDIO SOCIAL

Demografía

Considerando las tasas de crecimiento estimadas para Hermosillo y más en específico para el SAR, se prevé que el incremento en el crecimiento demográfico a mediano plazo y largo plazo se mantenga más o menos estable. Sin embargo, este crecimiento requerirá de manera paulatina, la mayor demanda de bienes y servicios para satisfacer a la creciente población, por lo que puede llegar a comprometerse el ecosistema en busca de la obtención de satisfactores primarios (vivienda, agua potable, alcantarillado, alimentación).

De mantenerse la dinámica social y económica estimada, se considera que dentro del SAR se el escenario demográfico más probable es fraccionamiento de ejidos y la dispersión de los asentamientos humanos con la subsiguiente dificultad de brindarles los servicios básicos y de equipamiento.

Modificaciones de uso actual y/o potencial del suelo.

Se espera que dentro del SAR se siga manifestando el cambio de uso de suelo pero asociado a otras actividades productivas de la región (agricultura, instalación de industrias); en contraparte, el cambio de uso de suelo relacionado con la construcción del Libramiento, se limitará únicamente a la zona de influencia directa del proyecto.

Competencia por lo límites territoriales

La competencia por lo límites territoriales es muy baja, pues los terrenos tienen un régimen de tenencia perfectamente bien establecido, perteneciendo principalmente a ejidatarios, por lo que no se considera que existan conflictos en este aspecto.

Cambios en la planificación urbana

No se prevén cambios importantes en su planificación, de hecho, contarán con mejores servicios y existirá un incremento paulatino de la población, acorde a lo plasmado en los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano actualmente vigentes.

Incidencia en salud, educación, transporte, vivienda, recreación, seguridad, etc.

Las localidades que se encuentren más cercanas a la carretera una vez terminada y cuya población va en aumento, contarán con mejores servicios básicos. Este escenario se prevé para esta zona, que sobretodo se verá beneficiada con respecto a los servicios de salud y de educación, al acortarse los tiempos de traslado a la cabecera municipal.

MEDIO ECONÓMICO

Modificaciones en el nivel de ingresos de la población local y/o de la población económicamente activa.

El nivel de ingreso de los hogares de los ejidos de la región depende del sector primario y secundario. La construcción de la carretera favorecerá y agilizará el intercambio de bienes y servicios de las localidades y de la región.

Cambio estructural en el nivel adquisitivo



El mayor nivel de ingreso de los hogares de la zona de estudio depende de la actividad agrícola y de servicios principalmente. Hasta el momento el nivel adquisitivo no ha sufrido modificaciones importantes. La construcción de la carretera eventualmente aumentará el nivel adquisitivo, trayendo consigo un cambio en los patrones de consumo.

Alteraciones en la tenencia de la tierra y demanda del factor trabajo

Conforme al análisis elaborado hasta el momento, en el caso del área de estudio se prevé que sí se presentarán cambios en la tenencia de la tierra, la cual pasará de estar en manos de ejidatarios a particulares, aunque por supuesto, siguiendo los mecanismos de sustentabilidad que hasta el momento se han llevado a cabo.

Desequilibrio en la oferta y demanda del factor trabajo

La zona de estudio se caracteriza por tener un mercado de trabajo basado casi exclusivamente en la actividad industrial y agrícola, por lo que de no controlarse el crecimiento urbano y no fomentarse el desarrollo y crecimiento industrial, se colapsará el sistema al disminuir la oferta de trabajo e incrementar la demanda del mismo.

Relaciones de costo-beneficio en desequilibrio

La construcción del presente proyecto traerá consigo efectos benéficos sobre la economía local, en el sector primario las principales ventajas que se observarán será al acceso a las vías de comunicación para agilizar el transporte de los productos y la entrada de maquinaria de última tecnología para elevar la producción de los campos de cultivo actuales.

En el sector industrial los efectos positivos se observarán en forma de vías de comunicación más rápidas, eficientes y modernizadas, el transporte de materias primas también será más eficiente, lo cual reducirá considerablemente los tiempos de transporte de materias y productos terminados, dando mayor flujo al capital industrial.

Con lo anterior podemos determinar que la construcción de la carretera traerá beneficios a la comunidad y al sector industrial, contribuyendo a la detonación del desarrollo económico de la región, generando empleos, modernizando infraestructura y creando las condiciones adecuadas para el establecimiento y desarrollo industrial local.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA REGIONAL

V.1. Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del Sistema Ambiental Regional.

Para realizar de una forma correcta la identificación de los impactos ambientales que el proyecto ocasionará dentro del Sistema Ambiental Regional, fue necesario hacer un diagnóstico de la situación actual de dicho sistema (capítulo IV) para después saber cuáles de las condiciones actuales se verán modificadas.

En el presente capítulo se realizó el análisis de la información recolectada (bibliografía, visita a campo) para identificar la estructura del sistema así como sus fuentes de cambio. El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

1. Se verificó el diagnóstico del Sistema realizado en el Capítulo IV.
2. Se conjuntó el análisis de la información bibliográfica, cartográfica, así como de muestreos, observaciones y entrevistas en campo.
3. Se verificaron las principales actividades de la obra (Capítulo II), en las cuales existe susceptibilidad de generar un impacto ambiental.
4. Se identificaron los factores ambientales contenidos en el SAR sobre los cuales incidirán los impactos producidos por las actividades de los proyectos, para posteriormente evaluarlos.
5. Con los puntos anteriores, se procedió a elaborar un escenario ambiental con modificaciones provocadas por la inserción del proyecto.
6. Finalmente, de las afectaciones detectadas, se efectuó la evaluación de aquellos impactos que por su naturaleza, pudieran presentar acumulación y/o sinergia dentro del SAR.

V.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.

Para la construcción del escenario ambiental modificado por el proyecto, se procedió a identificar todas las fuentes de alteración asociadas a las actividades y obras del proyecto de la construcción del libramiento de Hermosillo en sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. A partir de esas fuentes de cambio, se definieron las tendencias a mediano y largo plazo que el proyecto ocasionaría sobre los diversos componentes ambientales y sociales de la región de estudio seleccionada. Como resultado, se construyó el escenario modificado que a continuación se describe.

Impactos potenciales (benéficos o adversos) debidos por la acción directa del proyecto

Benéficos:

- Reducción de tiempo en el transporte de bienes, servicios y personas a nivel regional
- Aumento de la plusvalía de terrenos cercanos a la carretera.
- Reducción de costos del transporte de productos, y por tanto disminución de precios en mercancías.
- Se incluirá a la zona como polo de desarrollo turístico dentro del Noroeste del país
- Mejoramiento de las condiciones de rezago económico de las comunidades.

Adversos:

- Afectación en la vegetación silvestre (Matorral xerófilo y mezquital – huizachal) con efectos permanentes.
- Perturbación permanente del paisaje de la zona de la construcción
- alteración a de los patrones de escurrimientos pluvial por efecto de la construcción.
- Propensión a aumentar las tasas de erosión del suelo por efecto de la remoción de la cobertura vegetal, sobre todo en zonas de con mayor pendiente.
- Pérdida de biodiversidad en la zona de influencia directa del trazo.
- Generación de materia orgánica y forestal producto del despalme y el desmonte.
- Generación de residuos sólidos tanto peligrosos como no peligrosos.

Las mayores afectaciones relacionadas al proyecto se tienen proyectadas en el medio natural, pues los cambios previstos por la construcción de esta carretera serán en algunos de los casos, de consecuencias permanentes; sobre todo en lo referente a la cobertura vegetal y a la fauna que potencialmente pudiera habitar en ella.

Tendencias en la región que el proyecto podría ocasionar o agravar

- Detrimento en el manejo y uso integral de los recursos naturales
- Desarrollo de más vías de comunicación no planeadas que favorezcan la fragmentación del ecosistema
- Creación de diversos asentamientos humanos a lo largo del camino.

Supuestos base del escenario

El crecimiento económico regional se elevará, ya que existirá un incremento importante de bienes y servicios en esta región; esta vía servirá de acceso a la introducción de infraestructura básica, funcionará también como una ruta alternativa de comercialización en el norte del país de repercusión nacional e internacional.

Las medidas de mitigación lograrán evitar o controlar los mayores impactos ambientales sobre las especies de vegetación y fauna silvestre que resultarán afectadas por la implementación del proyecto.

Escenario con el proyecto concluido

A mediano plazo (quince años) de haber concluido la realización del proyecto, se prevé para la región:

- Incremento en el flujo vehicular por el aumento del tránsito de bienes, servicios y personas.
- Efectos intermedios en la abundancia y diversidad de la fauna de la región.

V.1.2. Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.

Para poder determinar las fuentes de cambio consecuencia de la construcción de esta vía de comunicación en dicho Sistema Ambiental Regional (SAR), se procedió a construir una matriz de interacciones, sobre la cual en las filas se colocaron las actividades que han de desarrollarse en la obra en donde existe vulnerabilidad de impactos ambientales, mientras que en las columnas se colocaron cada uno de los componentes ambientales a ser afectados por el proyecto.

Fue así como se identificaron un total de 18 actividades que se encuentran relacionadas con el proyecto, distribuidas por etapa del proyecto de la siguiente manera: tres (3) en preliminares, dos (2) en preparación del sitio, once (11) en construcción y dos (2) en operación y mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestran las actividades que generarán dichos impactos en la etapa del proyecto, así como la perturbación al ambiente.

Tabla V.1 Definición de las actividades de la obra

Actividad	Definición	Perturbación primaria
Etapa de Preliminares		
Preliminares	Compra de terrenos	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Fauna
	Liberación del DDV	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Fauna
	Contratación y preparación del personal	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Fauna
Etapa de preparación del sitio		
Desmante	Remoción de la vegetación por medio de tractores o motosierras para despejar el área de construcción. El área a desmontar será únicamente la que se encuentre dentro de la superficie entre cerros.	<ul style="list-style-type: none"> • cobertura vegetal • Integridad ecosistémica • Calidad del aire y ruido • Erosión • Calidad del agua • Paisaje • Capacidad de infiltración del agua
Despalme y chapeo	Remoción del horizonte superficial del perfil del suelo (primeros 10-25 cm en promedio) en la zona de desplante de terraplenes	<ul style="list-style-type: none"> • cobertura vegetal • Integridad ecosistémica • Calidad del aire y ruido • Erosión • Calidad del agua • Paisaje • Capacidad de infiltración del agua
Etapa de Construcción		
Empleo de maquinaria y equipo	Las diferentes actividades relacionadas a la etapa de construcción requieren de diferentes equipos y maquinarias. El equipo se desplaza hacia los frentes de trabajo y luego se estaciona en sitios seguros. El personal requiere también desplazarse en la zona y se agrupa en ciertos sitios para comer.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y Ruido • Compactación del suelo • Vegetación • Fauna
Excavación en caja y nivelación del terreno	Se realizará una excavación hasta llegar a un nivel en que se pueda asentar la capa filtro o pedraplén, en este caso la excavación será de aprox. 40 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Ruido • Paisaje • Topografía y Geomorfología • Pérdida de suelo fértil • Distribución de fauna
Explotación de bancos de material	Se emplearán los bancos autorizados de explotación.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Contaminación del agua • Geología • Generación de ruido
Acarreos de Material	Será necesario transportar los materiales para la realización de la construcción desde los sitios de su extracción hasta el derecho de vía de la obra.	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruido • Calidad del aire • Volumen forestal • Fauna • Riesgos a la salud
Cortes y Terraplenes	Los terraplenes se compactarán al 90% Proctor y formarán las cuñas para la ampliación de la carretera	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y Ruido • Modificación del drenaje y contaminación del agua • Distribución de fauna • Pérdida de suelo orgánico

Actividad	Definición	Perturbación primaria
		<ul style="list-style-type: none"> • Geología, Topografía • Paisaje

Actividad	Definición	Perturbación primaria
Obras de drenaje y subdrenaje	Construcción de obras de drenaje y subdrenaje para el encauzamiento superficial de la precipitación pluvial	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Agua (patrón de drenaje) • Sellamiento de suelo • Volumen forestal • Riesgos a la salud
Compactación	Reducción del espesor de capas mediante apisonamiento mecánico.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y Ruido • Infiltración de agua al subsuelo • Compactación del suelo • Volumen forestal
Tendido de bases	Formación de las capas inferiores del pavimento (base, sub-base). La sub-base se compactará al 95% Proctor. Las bases se construirán aprovechando parte del volumen de la carpeta asfáltica y la base de la carretera actual y se complementará con material seleccionado de banco.	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilización del suelo • Calidad del aire • Contaminación del suelo • Volumen vegetal perdido • Riesgos a la salud
Fabricación y Colocación del concreto hidráulico	El pavimento será de concreto asfáltico, con un espesor de 0.05 m. Se acarrearán varias toneladas de materiales. Aplicación del pavimento y el riego de sello final.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire y ruido • Calidad del agua • Sellamiento de superficies • Volumen forestal perdido • Riesgos a la salud
Manejo y disposición de residuos	Se generarán en distintas etapas de la ejecución del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación en el patrón de drenaje • Contaminación de suelo y agua • Modificación del paisaje • Vegetación • Fauna • Riesgos a la salud

Etapa de Mantenimiento

Carretera en operación	Una vez que se concluyan con los trabajos de construcción, la carretera comenzará a operar, lo que también traerá como consecuencia algunos impactos ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del aire • Contaminación del suelo por derrame de combustible • Afectación a la vegetación • Afectación a la fauna • Calidad de vida • Demografía • Desarrollo urbano
Señalización	Colocación de señales informativas preventivas y restrictivas en los frentes de trabajo para facilitar el tránsito de vehículos y personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación del paisaje • Afectación de vegetación • Expansión de la estructura local y regional
Mantenimiento	Será el conjunto de obras complementarias que permitirán mantener la vía en buenas condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire • Contaminación del agua • Afectación de vegetación • Afectación de la fauna • Generación de empleos

Factores ambientales regionales relacionados al proyecto

Los factores o componentes ambientales sobre los cuales se detectó que pudieran ser afectados por el proyecto con respecto a las actividades relacionadas al la ejecución del mismo, se muestran a continuación:

Tabla V.2 Factores ambientales afectados por la ejecución del Proyecto.

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
Calidad del aire	Contaminación por polvos	En la mayoría de las actividades en las que se presenta, se considera un impacto de baja escala y temporal, además de ser perfectamente mitigable.
	Emisiones de gases contaminantes	De baja escala durante la construcción, aunque en la etapa de operación, el impacto será mayor porque es permanente; el empleo de maquinaria será temporal.
	Ruido	El ruido representa un riesgo a la salud de los trabajadores, es la vez que es un factor que ahuyenta la fauna silvestre
Agua	Alteración de los patrones de drenaje	Será de baja escala y local, ya que se colocarán estructuras que permitan la canalización de los escurrimientos superficiales.
	Reducción en la infiltración de agua subterránea	Será de baja escala aunque permanente en la superficie entre ceros
	Contaminación	La disponibilidad de agua es el recurso crítico dentro del SAR, por lo que es primordial la conservación del agua de la presa Abelardo L. Rodríguez al ser la única fuente superficial de abastecimiento de agua potable para los pobladores de Hermosillo, así como de los diversos pozos de extracción, en virtud de que los acuíferos también presentan graves problemas de abatimiento de volumen y afectaciones principalmente por la concentración de agroquímicos y plaguicidas.
Geomorfología	Cambios en su conformación original	Permanente, ocasionado por la extracción de materiales de los bancos propuestos y los cortes y excavaciones realizadas durante la construcción de la obra.
Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	Si no se siguen las medidas de mitigación correspondientes o el plan de manejo ambiental, puede presentarse el derrame de combustibles, que son una peligrosa fuente contaminante del suelo si no se actúa a tiempo y de la forma adecuada para evitarlos. Se Estima que de presentarse este impacto el efecto sea local y reversible.

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
	Erosión	Se presentará a la zona aledaña a la superficie entre cerros por efecto del desmonte y/o despalme; de efecto local y mitigable por la reforestación del sitio una vez terminada la obra.
	Impermeabilización	Obstruye la infiltración del suelo; será de afectación local
	Pérdida de suelo orgánico	La presencia de suelo orgánico será importante sobre todo en las superficies de pendiente mayor por donde se construya la carretera, ya que la capa del suelo en esos sitios es delgada.

Tabla V.2 Factores ambientales afectados por la ejecución del Proyecto.

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
Vegetación	Volumen Forestal Perdido	Fragmentación de ecosistemas, alteración en los hábitos y patrones de alimentación, reproducción y territorialidad de algunas especies. Se originará por el desmonte y el despalme, pero será local, ya que no se desmontará la totalidad del derecho de vía.
	Cambio en la estructura de la comunidad	Sustitución de especies primarias por ejemplares secundarios y/o vegetación ruderal.
	Reducción de la biodiversidad	A causa del derribo de vegetación y arbolado puede haber afectación en la diversidad de especies.
	Cambios en la distribución de especies	Las especies vegetales con requerimientos ambientales más estrechos cederán paso a las especies de requerimientos ambientales más elásticos.
Fauna	Reducción de la abundancia	La pérdida de hábitat desplazará a la fauna de la zona, incluyendo a los polinizadores
	Cambios en la distribución	Las especies generalistas se convierten en las dominantes
	Pérdida de hábitat	El fraccionamiento del ecosistema interrumpirá rutas de traslado de fauna y aislará parcialmente a diversas poblaciones.
Paisaje	Modificaciones del entorno actual	Producidas por la extracción de materiales y el proceso de construcción, el efecto será permanente, pero muy localizado.
	Mala disposición de residuos sólidos y pétreos	Afectará la armonía del paisaje y puede ser un foco de concentración de fauna nociva. Efecto temporal y localizado si se aplican de manera adecuada las medidas de mitigación y prevención correspondientes.
Antropogénicos	Aceptación del proyecto	Puede haber descontento por parte de propietarios de terrenos por los cuales se planea proyectar el trazo definitivo La población se beneficia al agilizar su tránsito por esta infraestructura carretera
	Generación de empleos	Habrà derrama económica por efectos de la construcción de esta carretera para los habitantes de la región Se ampliará el mercado laboral del sector terciario (turismo, comercio)
	Infraestructura	Los terrenos aledaños al camino aumentarán su valor. Transporte más rápido y seguro de personas, bienes y servicios entre Sonora y la región

Factor del SAR	Perturbaciones	Repercusiones sobre las funciones
	Desarrollo urbano	Agilización de intercambios comerciales y culturales tanto nacionales como extranjeros. Propiciar el aumento de la expansión local y regional
	Riesgos a la salud	Durante la construcción los trabajadores están expuestos a accidentes. Así como la probabilidad de ocurrencia de accidentes de viales durante la operación de la carretera.

V.1.3. Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional.

La evaluación de los impactos generados por el libramiento de Hermosillo, se realizó primero con una red de interacciones, para determinar los impactos generados.

Los impactos se analizaron de acuerdo a las consecuencias y su grado, así como la naturaleza de afectación (adversa o benéfica), la probabilidad de ocurrencia, el periodo de duración del impacto así como los criterios de acumulación, sinergia y controversia.

V.2 Técnicas para evaluar los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que este proyecto ocasionará, utilizamos una metodología en la que se consideraron los siguientes aspectos:

- La naturaleza del proyecto a desarrollar. Es decir, un proyecto correspondiente al sector de comunicaciones y transportes cuyo objetivo es agilizar el tránsito por la carretera federal no. 15.
- El grado de congruencia con los ordenamientos e instrumentos legales vigentes en materia de uso de suelo y legislación en general.
- La identificación de las actividades del proyecto en las que existe vulnerabilidad a presentarse un impacto ambiental.
- El grado de controversia que el proyecto pudiera generar.
- El sitio de ubicación del proyecto

De manera previa a la evaluación de los impactos ambientales es necesario hacer énfasis en algunas consideraciones que sirven de base para conocer cuál es la situación actual de cada factor a analizar y de esta forma saber cuáles serán las principales afectaciones.

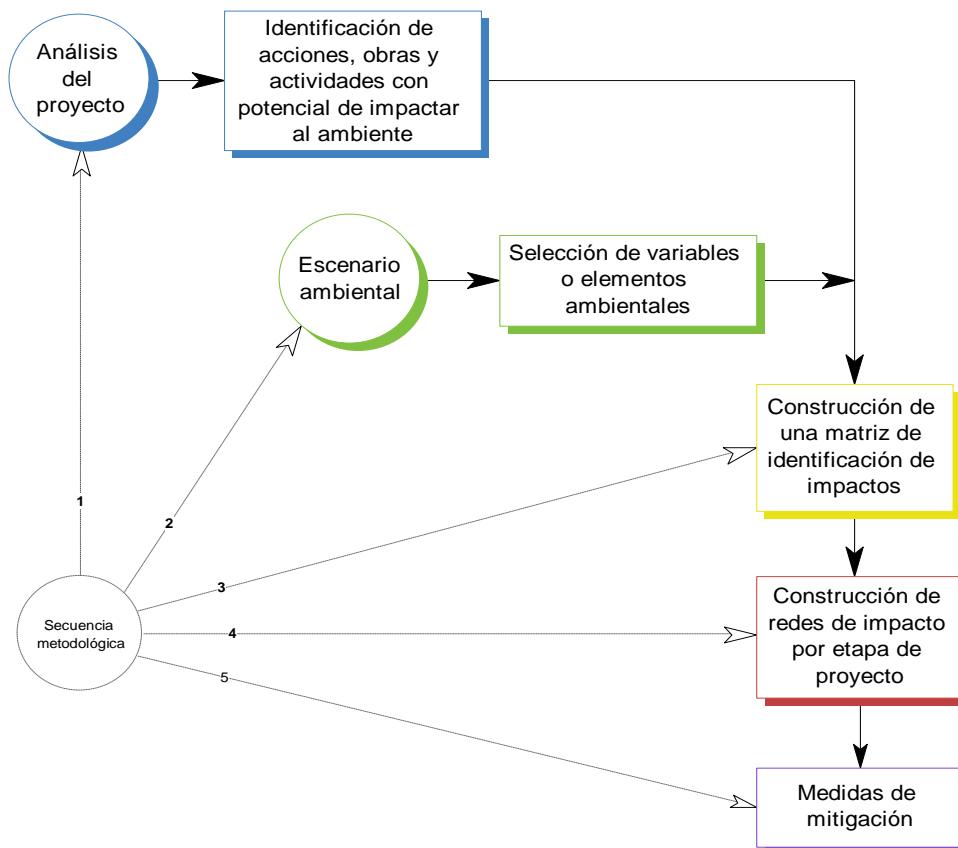
Tabla V.3 Consideraciones previas al desarrollo del proyecto

Componente ambiental	Descripción	Actividad que afectará al ambiente
Aire	La calidad del aire es regular, por los complejos industriales y asentamientos humanos de gran tamaño, incidiendo en la calidad del aire; no obstante lo anterior,	Despalme, Desmonte, Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Excavación en

Componente ambiental	Descripción	Actividad que afectará al ambiente
	éste es un fenómeno que depende de las condiciones climáticas.	caja y nivelación del terreno, acarreo de materiales, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Carretera en operación, Mantenimiento.
Agua	La hidrología del SAR está compuesta de numerosos escurrimientos pero intermitentes, siendo el más importante de todos en río Sonora. Estos escurrimientos de ser bloqueados por la presencia de basura o residuos de la construcción ocasionarán impactos adversos en la calidad del agua que llegue a los ríos, así como en la cantidad de la misma, ya que se alterarán los patrones de flujo hidráulico.	Despalme, Desmote, Explotación de bancos de materiales, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Manejo y disposición de residuos, Mantenimiento.
Geología y Geomorfología	Se trata de un territorio en su mayoría llano con algunos lomeríos muy localizados, con suelos originados en diferentes eras geológicas y con rocas desde metamórficas hasta sedimentarias aluviales. Para la construcción del Libramiento, se requiere la modificación de este parámetro a través de cortes y excavaciones.	Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, Cortes y terraplenes.
Vegetación	El retiro de vegetación únicamente deberá realizarse dentro de la superficie entre cerros, ya que no será necesaria la remoción de ejemplares más allá de esa zona.	Despalme, Desmote, Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Acarreo de materiales, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Manejo y disposición de residuos, Bancos de tiro, Carretera en operación y Mantenimiento.
Fauna	La fauna está compuesta principalmente de mamíferos medianos y pequeños (roedores), siendo el depredador tope en este ecosistema el Coyote (<i>Canis latrans</i>)	Despalme, Desmote, Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Acarreo de materiales, Manejo y disposición de residuos, Bancos de tiro, Carretera en operación,
Suelo	Encontramos suelos aluviales, profundos y con alto y medio contenido de materia orgánica, lo que los hace aptos para labores agrícolas; a pesar de ser suelos con drenaje más o menos lento, son fácilmente erosionables por la carencia de cubierta vegetal.	Despalme, Desmote, Empleo de maquinaria y equipo, Excavación en baja y nivelación del terreno, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta, Manejo y disposición de residuos, Carretera en operación.
Paisaje	La vegetación está conforma principalmente por matorral xerófilo u por la asociación de Huizachal – Mezquital; siendo el primer ecosistema particularmente valioso para la aprovechamiento sustentable por la presencia de palo fierro, chiltepín, gobernadora. En virtud de la facilidad que representa el acceso a la región, en la mayor parte del SAR las condiciones de conservación del paisaje son medias al existir grandes extensiones de la vegetación natural que presentan	Despalme, Desmote, Cortes y terraplenes, Manejo y disposición de residuos, Señalización

Componente ambiental	Descripción	Actividad que afectará al ambiente
Aspectos Socioeconómicos	Este libramiento agilizará la comunicación con wentre el Norte y el Centro del país, además de que servirá como vía de acceso a nuevos bienes y servicios que elevaran la calidad de vida de las personas que habitan en e oriente del SAR.	Todas a excepción de desmonte y despalme.

II.5. Figura V.1. Esquema metodológico para la evaluación de impacto ambiental.



Una vez que han sido evaluados los impactos ambientales, se determinaron los principales elementos que caracterizan a cada impacto y, con base en ellos, se realizó una descripción analítica que permita prever los alcances de los efectos esperados.

Caracterización de los impactos

Se consideraron siete criterios para su calificación, que fueron tomados en cuenta para la evaluación de los impactos y cuya definición se muestra a continuación:

1. **Naturaleza:** Indica si el impacto es Benéfico (+) o Adverso (-).
2. **Magnitud:** Pondera la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente evaluado.
3. **Extensión:** Se refiere al área afectada por la actividad de que se trate, es decir si se trata de toda el área de estudio se le asigna la máxima calificación.
4. **Duración:** Indica el periodo de tiempo en que se contempla llevar a cabo la actividad que está generando el impacto. La calificación máxima será asignada a aquellos que tengan un efecto irreversible.
5. **Sinergismo:** Es una actividad que al interactuar con otra, los efectos sobre el ambiente se incrementan más que la suma independiente de cada una de ellas.
6. **Efecto acumulativo:** Cuando el efecto de una actividad que es consecuencia de otra se incrementa a medida que pasa el tiempo, aunque la actividad que lo generó ya no exista.
7. **Controversia:** Se refiere al nivel o grado de aceptación con que cuenta el proyecto por parte de la sociedad, de tal manera que pueden magnificar su valor real.

V.3. Impactos ambientales de índole general identificados.

Cuando hablamos de la construcción de una carretera, estamos hablando de un cambio radical en el entorno ambiental del sitio de obras, dentro del cual se encuentran factores bióticos, abióticos y antropogénicos, los que a su vez están en permanente interacción formando lo que se conoce como un sistema.

Debido a esto, previo a la construcción de este tipo de infraestructura, debemos tomar en cuenta los impactos a los que va a ser sometido el sistema. De lo anterior, se hace necesaria la evaluación de los impactos ambientales generados por la construcción de este libramiento; dicho análisis resulta efectivo como parte de una acción preventiva para mitigar efectos adversos ambientalmente hablando.

Los impactos ambientales no se pueden evitar o mitigar en un ciento por ciento. Sin embargo, su evaluación ayuda en muchos casos (y en un alto porcentaje) a minimizarlos y / o controlarlos, para de esta manera proteger al medio ambiente, aunque por supuesto con la ayuda de medidas de mitigación (preventivas y /o correctivas) y/o los planes y programas de manejo ambiental, según los requerimientos de cada proyecto.

En este capítulo se hará un análisis detallado de todos y cada uno de los impactos generados a causa de esta construcción, por etapa del proyecto y actividad, así como su correspondiente medida de mitigación que será vinculada en el capítulo VI.

V.3.1. Identificación de impactos

Como hemos venido revisando los impactos ambientales serán generados en todas las etapas del proyecto, a continuación se hace una descripción de aquellos que son identificados como los mas significativos. Para efectos de claridad, dividiremos a dichos componentes entre Bióticos y Abióticos, para su descripción.

V.3.1.1 Impactos Preliminares

Como parte de la experiencia en la realización de este tipo de estudios, ya se tienen identificados algunos de los impactos que son de presencia común en la Evaluación de Impacto Ambiental de la construcción de carreteras. Estos impactos son los llamados Preliminares, es decir, aquellos que se presentan en todas las obras, pero que son perfectamente mitigables y su efecto es mínimo si se tratan de la manera correcta.

a) Liberación del derecho de vía

Esta actividad implica la compra de terrenos a propietarios o ejidatarios en la zona comprendida en el derecho de vía establecido para el proyecto. Se libera el terreno para hacerlo zona Federal cuyo destino será el de vías generales de comunicación.

Se considera un impacto ambiental negativo ya que de no realizarse las negociaciones adecuada y oportunamente, puede detonarse la inconformidad social y esto a su vez pudiera repercutir en la ejecución de la obra y la paz social; incluso ha habido casos en que por estas inconformidades se detienen las obras de manera definitiva.

Por esta razón, la SCT deberá realizar los trámites y negociaciones pertinentes con suficiente antelación antes de cualquier tipo de acción relacionada a la obra civil del proyecto.

b) Compra de terrenos

Dependiendo del uso del terreno al momento de la transacción, se tiene que evaluar en CABIN (Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales) el costo del mismo, así como los costos por efecto de bienes distintos a la tierra.

Esos costos no siempre coinciden con el valor que los propietarios le atribuyen a su terreno, por lo que se necesita realizar negociaciones y llegar a un acuerdo mutuo que permita la conformidad de la transacción por parte de los propietarios y de la SCT, para de esta manera evitar inconformidades y que éstas no interfieran en los plazos establecidos para la ejecución de la obra.

c) Instrucción ambiental del personal que participará en la obra

Cuando se comienza con los trabajos de construcción de la obra, es muy común que los trabajadores desconozcan los cuidados que se deben tener para proteger al entorno (por mencionar algunos ejemplos, manejo adecuado de residuos sólidos, pétreos y peligrosos, prohibición de molestar y/o atrapar flora y fauna, etc.). El desconocimiento de los lineamientos ambientales a aplicar, ocasiona problemas debido a que el personal que labora en este tipo de proyectos es muy elevado y no siempre es nativo de la zona en que se encuentre laborando, por lo que no necesariamente se está familiarizado con la flora y fauna del lugar y la importancia que tienen en la región. Todas estas son acciones que determinan un inadecuado manejo

a nivel ambiental y la mejor manera de mitigar este impacto es capacitar al personal, previamente al inicio de los trabajos de obra; al igual que realizar periódicamente campañas de concientización que vayan enfocadas al personal de los diferentes niveles laborales que intervendrán en la obra, así como también a la población circundante que en la mayoría de los casos tampoco se encuentra capacitada ambientalmente hablando.

IMPACTOS AMBIENTALES DE ELEMENTOS ABIÓTICOS

AIRE

Etapa: Preparación del Sitio

Perturbaciones: Emisión de gases de combustión, partículas suspendidas, ruido.

Actividad: Desmote y Despalme

Durante las actividades de Desmote y Despalme, se realiza la eliminación del material vegetal y arbóreo del sitio; para lo cual se utiliza maquinaria que genera emisiones de gases de combustión como pueden ser SO_x y NO_x. Estas mismas actividades también generan la emisión de polvos y partículas suspendidas que también se consideran contaminantes al igual que el ruido que también es generado a causa de la maquinaria con que se realizan estas actividades.

Considerando que la calidad del aire en la zona es buena, dichas emisiones podrían modificar esa condición, aunque de manera mínima, ya que además de ser un impacto local el periodo de duración será muy corto.

Etapa: Construcción

Perturbaciones: Emisión de gases de combustión, partículas suspendidas, ruido

Actividad: Empleo de maquinaria y equipo, Excavación en caja y nivelación del terreno, Explotación de bancos de material, Acarreos de material, Cortes y terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica.

Durante la etapa de construcción se tiene contemplada la afectación de la calidad del aire en todas las actividades del proyecto, esto se debe a que en todas ellas será utilizada diversa maquinaria y equipo que causará como en el caso anterior emisiones a la atmósfera, ya sea por gases de combustión, polvos y ruido.

Específicamente en las actividades de *Tendido de bases, Fabricación y Colocación de la carpeta asfáltica* se generarán el desprendimiento de material particulado. Sin embargo, este impacto se considera de poco impacto y local. No obstante lo anterior, puede causar malestares en las personas (trabajadores) que se encuentran expuestas a ellos, de cualquier forma representa más bien un riesgo para la salud que un riesgo ambiental.

Etapa: Operación y Mantenimiento

Agente contaminante: Emisión de gases de combustión, Ruido.

Actividad: Carretera en operación, Mantenimiento

Este es quizá el impacto más fuerte ocasionado al componente aire ya que una vez que la carretera se encuentre en operación se van a generar gases contaminantes derivados de la combustión de los autos que por ahí transitarán, este impacto es permanente e irreversible, por lo que se considera que será de los impactos más altos en este componente ambiental. Durante la etapa de mantenimiento, se presentarán emisiones de gases contaminantes, polvos y ruido por efecto de bacheo y repintura de carriles, aunque en este caso será por un periodo corto y en menores dimensiones.

HIDROLOGÍA

Etapa: Preparación del Sitio

Perturbaciones: Contaminación, Reducción de la capacidad de filtración

Actividad: Despalme, Desmorte

Este componente se verá afectado a causa del desmorte y despalme, ya que durante estas actividades, si no hay un correcto manejo de los residuos generados, pueden alcanzar los cuerpos de agua cercanos, produciendo efectos de eutrofización ante el excesivo aporte de nutrimentos.

Por otro lado a causa de estas mismas actividades también se genera otro impacto aunque indirecto. El retiro de la cubierta vegetal tiene repercusiones en los patrones de escurrimientos, por lo que existirá una redistribución de zonas de recarga del acuífero, disminuyendo en las proximidades del proyecto e incrementándose en otras zonas.

Etapa: Construcción

Perturbaciones: Modificación al patrón de drenaje, Estancamiento por reducción de capacidad de filtración, distribución y abundancia de fauna

Actividad: Cortes y Terraplenes, Obras de drenaje, Manejo y disposición de los residuos.

La modificación al patrón de drenaje es un impacto que está relacionado con la cantidad de infiltración de agua ya que en los *cortes y terraplenes* así como en la colocación de las *obras de drenaje*, se generan materiales de construcción que si no tienen una disposición adecuada, pueden bloquear los canales de escurrimiento natural, modificando el patrón de escurrimiento de la región, lo que puede afectar a ciertos estanques que de manera temporal se formen naturalmente tanto en el bosque como en la selva y que sirvan de sitio de refugio de fauna silvestre.

Otro de los factores que interfiere con el drenaje superficial, es la *reducción de la capacidad de infiltración*, que se presentará por efecto de la colocación de la carpeta hidráulica y el tránsito de maquinaria pesada en la superficie entre cerros durante toda la obra, reduciendo de manera local la

permeabilidad en el suelo, y ocasionando estancamiento de agua en otros sitios que previamente no presentaban este problema. Este impacto no se considera mitigable y de afectación local.

Etapa: Operación y Mantenimiento

Perturbaciones: Contaminación.

Actividad: Mantenimiento menor

Durante el mantenimiento que se le realice a la carretera se van a utilizar nuevamente materiales que por sus características, pueden contaminar fuentes de agua cercanas. El personal que labore en esta etapa del proyecto, puede no tener instrucción sobre qué hacer para prevenir derrames, vertimientos accidentales y mala disposición de grasas, aceites, cascajo, por lo que una eventualidad, diversos tipos de compuestos y/o materiales, bien sea por arrastre y/o lixiviación, pueden alcanzar los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos. Sin embargo, este impacto se considera totalmente mitigable.

SUELO

Etapa: Preparación del Sitio

Perturbaciones: Erosión, Pérdida del suelo orgánico

Actividad: Desmote y Despalme

El suelo es uno de los factores que se verá más afectado por la ejecución del proyecto. En lo que corresponde a las actividades de *desmote* y *despalme*, el principal impacto ocasionado por estas actividades es la erosión, la cual se dará como consecuencia del derribo de la cobertura vegetal. La carencia de vegetación hará que el suelo pierda estabilidad, siendo entonces más propenso a procesos erosivos tanto eólicos como hídricos. Estas mismas actividades generarán otro impacto sobre el suelo, que es la *pérdida de su capa orgánica*. El grosor de la capa orgánica de un suelo es sumamente importante ya que es un indicador de la capacidad de reciclamiento de nutrimentos y por tanto, de la estructura primaria de los ecosistemas.

Etapa: Construcción

Perturbaciones: Contaminación por derrame de combustibles, impermeabilización

Actividad: Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica, Obras de drenaje, Compactación, Tendido de bases, Manejo y disposición de residuos.

Durante esta etapa, existirá el empleo de diversos combustibles tanto para automotores como maquinaria. Los efectos al ambiente pueden variar dependiendo de la composición química del combustible, siendo más rápidamente biodegradables los de cadena lineal corta y siendo los más difíciles de degradar los componentes aromáticos y poliaromáticos.

De manera adicional, el combustible gastado se cataloga como un residuo peligroso, ya que por efecto de una combustión incompleta, los componentes originales se transforman en otros de mayor persistencia en el ambiente y que representa mayores niveles de toxicidad para la flora y la fauna.

El derrame de combustibles sobre el suelo afecta de manera muy particular a la microbiota responsable de la conversión de nutrimentos a partir de la degradación de la materia orgánica. La conversión de la comunidad microbiológica, variará la proporción de nutrientes en el suelo (N,P,H,C,S), lo que a la postre, puede favorecer la presencia y/o ausencia de flora característica de estos ecosistemas.

Si hablamos de especies vegetales con requerimientos ambientales muy estrechos, entonces podríamos encontrarnos con que éstas verán grandemente restringida su área de distribución, mientras que las especies más adaptables a las variaciones en las proporciones de nutrimentos en el suelo serán las que ganen terreno. Lo anterior también puede reflejarse en el cambio en la distribución de fauna asociada.

También durante la construcción, la colocación de **obras de drenaje, compactación, tendido de bases** son actividades que comprimen al suelo de manera importante. La compactación del suelo también se relaciona con la disminución del reciclamiento de nutrientes, por lo que las tasas y concentraciones de nutrimentos esenciales pueden variar de manera tal que se favorezca la presencia de ciertas especies de vegetación, mientras que otras se ven perjudicadas.

La pérdida de suelo orgánico que se presenta durante la etapa de construcción durante la *explotación de bancos de materiales y la excavación en caja y nivelación del terreno* representa en sí mismo un impacto importante debido a que la ausencia de este componente ambiental señala con claridad la imposibilidad de que vuelva a surgir en esa zona vegetación alguna. Sin embargo, este impacto se torna local y reversible si se toman las medidas adecuadas.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Etapa: Construcción

Factores Afectados: Cambios en su conformación original

Actividad: Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación del terreno, Cortes y terraplenes.

La construcción de una carretera implica modificaciones al terreno natural, ya que debido a las especificaciones técnicas de la obra, es inevitable realizar actividades como los cortes, la excavación en caja y nivelación del terreno; tales actividades modifican las condiciones originales de la geología presente, por lo que considerado un impacto ambiental irreversible y permanente.

ELEMENTOS BIÓTICOS

VEGETACIÓN

1. Volumen Forestal perdido

Etapa: Preliminares

Actividad: Compra de terrenos, Liberación DDV, Contratación y preparación del personal, desmonte, despalme y Chapeo.

Dentro de la ejecución de un proyecto carretero, uno de los impactos más evidentes y primarios que se presentan, es sobre la comunidad vegetal, ya que para introducir un camino hay que retirar la vegetación que se ubique en la zona de interés. Los ejemplares eliminados contabilizan un volumen forestal (tratándose de terrenos forestales) que es removido y que por “inercia” no es sustituido.

Esta práctica a lo largo de los años, ha ocasionado la fragmentación paulatina de grandes masas forestales a lo largo y ancho del país. La no restitución de vegetación a las orillas de las carreteras produce efectos sobre el microclima, las cualidades edafológicas, las escorrentías superficiales y en la aparición de especies secundarias de rápida propagación (y por tanto con capacidad de desplazamiento de las especies nativas).

Dentro de los numerosos servicios ambientales que ofrece la comunidad vegetal dentro de un ecosistema, podemos mencionar:

- ✚ La fijación de dióxido de carbono (CO₂) y consecuente generación y liberación de oxígeno (O₂) a la atmósfera
- ✚ La fijación de elementos esenciales como el carbono, el nitrógeno y el fósforo en compuestos orgánicos y en general en la intervención en el ciclo de los nutrientes
- ✚ Las raíces de la comunidad arbórea cumplen la función de impedir la erosión del suelo, función íntimamente relacionada con la captación de agua y recarga de mantos acuíferos.

En relación con otros grupos de seres vivos, el volumen forestal juega otro papel clave: es fuente de refugio y alimentación (dos características clave del hábitat de una especie) para todas las especies de fauna que dentro del sistema se ubican. Apoyándonos en esta premisa, podemos deducir entonces, que a mayor volumen forestal, mayor posibilidad de la presencia / establecimiento de especies de fauna y a menor volumen forestal, reducción de sitios de refugio, fuente de alimento y por ende reducción en la población de especies de fauna altamente dependientes a especies vegetales específicas.

La pérdida de volumen forestal provoca, como se menciona anteriormente, el incremento en la evaporación de cuerpos de agua, la reducción en la captación de agua, aceleración en la erosión de suelo y de forma relacionada, la disminución en la fijación de nutrientes y como consecuencia disminución en la producción primaria y disponibilidad de alimento para fauna herbívora.

La pérdida de volumen forestal también conlleva el detrimento de la calidad paisajística, ya que el retiro de la vegetación modifica altamente la calidad visual de la zona aledaña a la carretera por lo que se considera a este impacto entre los más altos ocasionados por este tipo de obras de infraestructura

Durante la etapa de actividades preliminares no se identifican impactos directos sobre el volumen forestal, sin embargo es posible que antes y durante el proceso de compra de terrenos se realicen este tipo de transacciones a través de terceros, dentro y a los alrededores de las zonas aledañas al área de influencia directa del derecho de vía o de trazo, lo cual generará impactos indirectos sobre el volumen forestal. Por la tendencia observada en proyectos similares, en este tipo de obras que involucran el interés de particulares se pueden esperar actividades como construcción de inmuebles dentro de los terrenos involucrados propiedad de ejidatarios y particulares, dichas actividades están enfocadas a incrementar el valor de terrenos al poseer construcciones y de esta forma el volumen forestal resulta afectado, ya que la compra de

terrenos por particulares generalmente desencadena tala y desmonte de suelo para su posterior uso, el cual no está relacionado directamente con la construcción del camino, pero que interactúa conjuntamente con el impacto generado sobre la vegetación.

La afectación en el volumen forestal será de los impactos más significativos del proyecto y cuya manifestación se tornará evidente durante la etapa de preparación del sitio, ya que es aquí donde se realizarán las actividades de desmonte y despalme para la preparación del terreno, lo que significará la pérdida directa del volumen forestal, en una superficie de 221.40 hectáreas equivalentes al 0.0107 % del territorio del SAR, y considerando pérdidas indirectas por otros factores ajenos a la construcción de la carretera, se estima que en conjunto de pérdida la masa forestal equivalente al 0.016% del área del SAR.

La etapa de operación y mantenimiento por sí misma no afecta el volumen forestal de la zona de influencia de la carretera una vez terminada su construcción, los impactos de esta etapa se dan por vía indirecta una vez que la carretera se encuentre en operación.

El principal factor de riesgo es el establecimiento de asentamientos humanos y comercios a las orillas del derecho de vía, lo cual provoca pérdidas de volumen forestal al hacer cambio de uso de suelo para la construcción de viviendas, chozas y locales comerciales (son comunes las tiendas de abarrotes, los negocios de mecánica y servicio a automóviles).

El tránsito vehicular es otro factor de riesgo para la pérdida de volumen forestal. Las causas principales se dan una vez que la carretera se encuentra en operación y están relacionadas a los accidentes provocados por caminos en mal estado, falta de señalización y mantenimiento en la vía de comunicación. Un accidente que involucre el derrame de desechos peligrosos y/o combustibles puede desencadenar la formación de incendios forestales que arrasén considerables volúmenes de cobertura vegetal. La etapa de mantenimiento de la carretera puede impactar de forma negativa el volumen forestal por medio de la operación inadecuada de maquinaria y equipo, así como el mal uso de compuestos inflamables, que a su vez puede causar incendios forestales. Estos impactos a pesar de ser potencialmente importantes, a la vez son prácticamente mitigables siguiendo las indicaciones adecuadas.

2. Cambio en la estructura de la comunidad

Etapas: Preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento

Actividad: Compra de terrenos, Liberación del DV, Contratación y Preparación del Personal, desmonte, despalme y chapeo, Manejo y disposición de residuos

La estructura de la comunidad vegetal es una propiedad de gran importancia en el ecosistema, ya que de ella depende entre otras cosas la presencia de especies de fauna y de interés. De la misma forma, la estructura de la comunidad vegetal es un indicador de la estabilidad del sistema, que nos permite identificar la salud y la etapa de madurez del ecosistema, así como la sensibilidad a las modificaciones y alteraciones antropogénicas. La estructura de la comunidad está determinada por la interacción de las especies vegetales dominantes y el medio físico. Esta interacción primaria crea nichos ecológicos que favorecen la presencia de fauna diversa.

El cambio en la estructura de la comunidad, implica una variación de las especies dominantes, lo que determina la abundancia de unas especies y la escases de otras. De manera general, la modificación de la estructura de las comunidades vegetales, altera a su vez los procesos biogeoquímicos y a largo plazo

provoca, cambios en las propiedades del suelo, principal limitante para el establecimiento de las especies vegetales.

Durante las actividades preliminares del desarrollo del proyecto no se identifican impactos directos causados por estas actividades, sin embargo se estiman impactos indirectos categorizados como nulos y muy bajos, relacionados no con la construcción de la carretera *per se*, sino más bien asociados a la compra - venta de terrenos aledaños a la carretera por particulares, lo que puede afectar a la distribución de especies dentro de la zona.

Durante la etapa de preparación de sitio, se identifican impactos negativos de magnitud moderada sobre la estructura de la comunidad, estos impactos se presentan durante el proceso de desmonte y en menor medida durante la etapa de despalme y preparación de sitio.

El principal factor de riesgo es la tala/desaparición de especies sensibles y de limitada distribución; de igual forma, las actividades de despalme involucran la remoción de cobertura vegetal de las áreas aledañas al derecho de vía, lo que trae consigo el establecimiento de vegetación secundaria y oportunista de alta tolerancia a perturbaciones. Se considera que el cambio en la estructura de la comunidad será de muy bajo a nulo, ya que la vegetación a remover se localizará únicamente en la superficie entre cerros.

Se estima que para la etapa de construcción no se generarán impactos en la estructura de la comunidad, sin embargo se considera que existe el riesgo (aunque bajo) de afectar este componente ambiental por el uso de maquinaria y herramientas, y el manejo de residuos, En este caso se considera que los impactos son insignificantes, categorizados como de muy bajos a nulos y de pronta recuperación.

Las actividades relacionadas con excavación, acarreo de materiales, cortes y terraplenes, obras de drenaje, compactación, tendido de bases y fabricación de carpeta de asfalto producirán impactos sobre la estructura de la comunidad, sólo por el mal uso de maquinaria y equipo y el inadecuado manejo de materiales inflamables y/o peligrosos que llegaran a afectar grandes extensiones de territorio, En estos casos, los daños máximos se pueden considerar como moderados y la recuperación del sistema será dentro de un periodo menor a 5 años, por lo que de manera global, el daño provocado se puede considerar como moderado a bajo.

Las actividades derivadas de la operación y mantenimiento de la carretera, se consideran como de bajo impacto en la estructura de la comunidad. De forma directa, los impactos de esta etapa, se presentan a través de accidentes automovilísticos causados por vías en mal estado, falta de señalamientos e iluminación que lleguen a afectar a la vegetación ubicada a las orillas de la carretera. Por la naturaleza del impacto y el área que cubren, dichos impactos se consideran bajos o nulos y de rápida recuperación.

De similar forma, las actividades relacionadas con la reparación de la carretera no representan impactos significativos en la estructura de la comunidad, salvo el caso de accidentes causados por el inadecuado manejo de materiales inflamables y desechos peligrosos y cuyo impacto puede llegar a ser moderado en caso de que los accidentes impliquen extensiones de terreno superiores a las 5,000 hectáreas.

3. Reducción de la Biodiversidad

Etapas: Preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividad: desmonte, despalme y chapeo



La diversidad biológica es otro atributo importante que nos refleja el estado del ecosistema. Si bien la diversidad florística está determinada por el conjunto de condiciones fisiográficas y ambientales de un sitio, también está determinada por la etapa de madurez de un sistema y ambos factores establecen la forma en cómo el ecosistema responderá a las presiones externas. De esta forma tenemos que por ejemplo, en un sistema relativamente joven o poco perturbado, la competencia interespecífica por el establecimiento y extensión es poca debido a la cantidad de nichos ecológicos disponibles, por lo que se favorecen altos índices de diversidad, mientras que a medida que el sistema madura, las especies dominantes se establecen y mientras ocupan todos los nichos ecológicos disponibles, desplazando a las especies menos competitivas, reduciendo la biodiversidad del sistema.

La pérdida de diversidad florística originada por actividades relacionadas a la ejecución del presente proyecto, se manifiesta en la pérdida de especies sensibles a cambios ambientales, de distribución limitada o de baja abundancia; dichas especies son aquellas que se encuentran catalogadas dentro de alguna categoría de protección, dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que son objeto de un seguimiento minucioso para su conservación.

La pérdida de diversidad vegetal en la etapa de impactos preliminares se da como un impacto relacionado con la ejecución de otros proyectos dentro del SAR, independientes a la ejecución de la carretera y cuyo efecto se manifestará con o sin la inclusión de este proyecto dentro del SAR. El crecimiento demográfico ocasionará la pérdida de grandes extensiones de terreno, lo que reducirá la distribución y abundancia de especies sensibles y finalmente, podrá impactar sobre la abundancia de especies.

Durante la etapa de preparación de sitio, se realizarán actividades de desmonte, que como se mencionó anteriormente, impactarán de forma negativa sobre el volumen forestal, incidiendo primordialmente en la distribución y abundancia de especies sensibles, lo cual puede poner en riesgo la diversidad florística y faunística. Sin embargo se espera que estos impactos sean de muy bajos a nulos al considerar la proporción de las áreas desmontadas con respecto a las dimensiones del SAR, además de que en la zona de influencia directa del proyecto (sitio de remoción vegetal) no se encontraron especies sensibles o enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante la etapa de construcción se esperan impactos a la distribución y abundancia de especies que son considerados como bajos y muy bajos, lo cual no representa un riesgo para la diversidad florística. El único riesgo a considerar en este caso, es la aparición de alguna contingencia ambiental provocada por el inadecuado manejo de maquinaria y equipo, derrame de residuos peligrosos o accidentes con compuestos inflamables. En estos casos, se considera que los impactos pueden ser moderados pero sólo una vez que dichas contingencias se salgan de control y afecten áreas superiores a las 1,000 hectáreas. Por otra parte, en caso de que una contingencia supere el radio de afectación de 10,000 hectáreas, el impacto generado se considerará alto y con un largo periodo de recuperación; sin embargo, los volúmenes que se emplearán de combustibles y otros materiales inflamables durante la ejecución de la obra se estiman ínfimos como para generar un radio de afectación de al menos 1,000 hectáreas.

Durante la etapa de operación y mantenimiento los impactos sobre la diversidad florística se estiman muy bajos, y de efecto indirecto. En esta etapa sólo se considera el riesgo de afectación a esta componente ambiental por el mal manejo de maquinaria, inadecuada manipulación de residuos peligrosos y compuestos inflamables, en tales casos se estima que el daño sea de bajo a moderado y de pronta recuperación para el sistema.

4. Reducción / Pérdida de distribución

Etapas: Preliminares, Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento

Actividades: desmonte, despalle y chapeo

Cada especie que forma parte del ecosistema cumple un papel específico que contribuye a la estabilidad del mismo, la importancia de una especie dependerá de la función que realice y la estabilidad del ecosistema podrá prescindir o depender de alguna especie en particular de acuerdo a dichas funciones. Dentro de un ecosistema existen especies que realizan funciones similares, o visto desde otra perspectiva, hay funciones que son cubiertas por una o más especies, cuyo cambio o alteración puede desencadenar la desestabilización del sistema e incluso en la modificación total del mismo.

Es aquí donde el análisis particular de la distribución de una especie vegetal es de vital importancia para detectar posibles alteraciones al sistema en función de la presencia /ausencia de una especie y la función ecológica que cumple.

Dentro del sistema existen especies que tienen amplios rangos de tolerancia a cambios de hábitat como las fabáceas y mimosáceas, mientras que, por otra parte se presentan especies con requerimientos de hábitat específicos (cactáceas), que las hacen altamente sensibles a la perturbación y alteración de las condiciones ambientales, lo que frecuentemente ocasiona la extinción de la especie dentro del sistema en particular, aunque dicha especie tenga presencia en otras zonas o ecosistemas.

A nivel de vegetación, la presencia/ausencia de una especie influye directamente en la estructura de la comunidad y su distribución condiciona la presencia de otras especies (principalmente de fauna) que de ella dependen, de ahí que el impacto generado sobre este componentes de la vegetación se estime moderado aunque altamente mitigable.

La distribución de especies vegetales dentro de la zona de influencia está íntimamente relacionada con el volumen forestal. La reducción del volumen forestal es un factor potencial que a su vez reduce la distribución de especies, sobre todo de aquellas que son altamente sensibles a los cambios y perturbaciones, por necesitar requerimientos específicos de hábitat.

Las actividades preliminares pueden impactar de forma negativa la distribución de especies, aunque los impactos se consideran indirectos debido al efecto acumulativo por las acciones que desencadena el retiro de vegetación por actividades diferentes a la ejecución de este libramiento.

De la misma forma que con la pérdida de volumen forestal, la especulación e interés de particulares, generados por proyectos de este tipo y magnitud, es la principal causa de impactos adversos a la distribución de especies. La adquisición de terrenos y levantamiento de construcciones dentro de los mismos por parte de terceros sobre el eje del trazo o en las zonas aledañas, conlleva al desmonte de áreas considerables de vegetación que sumadas a las áreas de remoción vegetal que el proyecto requiere, representan un factor sensible que reduce la distribución de especies y que puede incluso provocar a la desaparición de especies altamente sensibles en el sistema.

La distribución de especies es un componente que se verá sensiblemente afectado durante la etapa de preparación de sitio, de acuerdo con las matrices de máximo daño y contingencia elaboradas en el presente estudio. El impacto esperado es de magnitud y extensión moderada. Las causas principales que generan esta magnitud de impacto en esta etapa, se relacionan con las actividades de desmonte de cobertura vegetal, ya que al reducirse la cobertura vegetal automáticamente disminuye la distribución espacial de especies. El nivel de impacto dependerá del área afectada.

Durante la etapa de construcción se estima que los impactos serán de nulos a mínimos, los principales focos de impacto se asocian en las actividades relacionadas al uso de maquinaria y equipo y cuyo manejo inadecuado puede provocar la tala innecesaria de individuos pertenecientes a especies de limitada distribución o de baja abundancia. Sin embargo, en este caso, se espera que los impactos sean bajos y la recuperación de este componente sea moderada.

De forma similar se estima que las actividades de explotación de bancos de materiales, manejo y disposición de residuos pueden impactar de forma negativa la distribución de algunas especies en caso de no seguir los reglamentos previamente establecidos y los manuales de operación de maquinaria así como de actividades permitidas dentro de la zona de trabajo

En este caso, se espera que los impactos sean de nulos a muy bajos y se presenten sobre especies altamente sensibles a cambios de hábitat y alteraciones antropogénicas, como ruido, incremento en concentración de gases contaminantes y contaminación de suelos.

En caso de pérdidas moderadas se estima que sólo ocurran como consecuencia de incidentes relacionados con el manejo de materiales inflamables y combustibles, que puedan provocar la contaminación y/o quema de grandes extensiones de tierra.

FAUNA

1. Reducción de la Abundancia

Etapas: Preliminares, Preparación el sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividades: Despalme, Desmonte, cortes y excavaciones, acarreo de materiales, manejo de residuos, operación de la carretera

La abundancia de especies de fauna dentro del sistema se encuentra íntimamente relacionada a la disponibilidad de recursos, principalmente alimento y refugio. La competencia entre especies es otro factor que limita la abundancia de una especie en particular y en algunos casos se puede presentar competencia de individuos de la misma especie. Dentro del SAR los principales impactos generados sobre la abundancia de las especies, se dan por medio de la pérdida de hábitat (al disminuir la cantidad de alimento disponible y las zonas de refugio, a la vez que aumentan las probabilidades de ser cazados por el hombre).

En este contexto, el impacto sobre la abundancia de fauna se cuantificó en función de la pérdida de cobertura vegetal, la fragmentación del hábitat a causa de la ejecución del proyecto y el ahuyentamiento de individuos causado por ruido y actividades relacionadas con el proceso de construcción y operación, mientras que los impactos acumulativos potenciales se estimaron al integrar los impactos del presente proyecto con factores externos e independientes a la ejecución del mismo, tales como crecimiento demográfico y la ejecución de otro tipo de proyectos dentro del SAR.

De esta forma, se estimó que los impactos directos generados por la ejecución del proyecto sobre la fauna serán de baja magnitud y donde la recuperación en el sistema será de rápida a moderada. Mientras que los

efectos acumulativos sobre este componente ambiental se presentarán con o sin la ejecución de este proyecto.

Las actividades que comprenden la etapa preliminar no generarán impactos directos sobre la fauna por sí mismas, sin embargo de la misma manera que con el componente florístico, existen factores externos relacionados con intereses particulares de terceros que en determinado momento pueden influir sobre la abundancia de especies.

Durante la etapa de preparación de sitio se estiman impactos sobre la abundancia de fauna, causados por la remoción de cobertura vegetal (desmonte), que si bien no son de consideración debido a su extensión, si representan un impacto sensible sobre toda la comunidad faunística al menos en la zona de influencia directa del proyecto.

En general las actividades de preparación de sitio involucran la generación de ruido que ahuyenta a la fauna en general, este impacto puede considerarse como positivo ya que al espantarse la fauna y alejarse del lugar, se evitan afectaciones en la abundancia de las poblaciones y una vez terminadas las actividades de preparación y construcción, las especies tienden a regresar y cubrir las aéreas previamente abandonadas, por lo que la duración de este impacto es baja y de pronta recuperación.

De forma similar a la etapa anterior, la construcción de la carretera genera impactos en la abundancia de fauna, considerados como de baja magnitud que se describen a continuación. La etapa de construcción implica el uso de maquinaria y equipo que genera ruido por tiempos prolongados y que de forma directa ahuyenta a los individuos presentes en áreas cercanas a la zona de obra, de la misma forma que en la etapa anterior este impacto puede considerarse como positivo al no causar e incluso prevenir daños físicos directos a los individuos. La magnitud del impacto se considera baja tomando en cuenta el área afectada en proporción con el SAR y la recuperación de este impacto se estima sea rápida, en un periodo menor a 5 años una vez concluida esta etapa. Una vez concluida la obra y ya con la carretera en operación, se estima que la abundancia de fauna aumentará en la zona de influencia directa del proyecto en periodos de tiempo relativamente cortos (no mayor a 5 años).

Sin embargo, no todas las especies regresarán a la zona; es más probable que la nueva colonización de nicho ecológicos la realicen especies más generalistas y que toleren de mejor manera las perturbaciones antropogénicas (que en esta etapa estarán formada por el aumento de ruido y durante la noche, por las luces de los vehículos). Por otra parte, los impactos sensibles sobre la abundancia en esta etapa se darán a causa de la fragmentación de hábitat, reduciendo la disponibilidad de hábitat y con ello la fuente de alimento y refugio. La magnitud del impacto en este componente se considera baja, tomando en cuenta el área de afectación en proporción al SAR.

Las obras de mantenimiento de la carretera generarán impactos sobre la abundancia de fauna al usar maquinaria y equipo que producen ruido excesivo que ahuyenta a los individuos, este impacto se considera bajo con tendencia a nulo, ya que no causa daños directos a los individuos y el regreso a la normalidad en el área de influencia se espera sea rápida en periodos de tiempo menores a un año una vez terminadas las actividades de mantenimiento.

Otro de los peligros más importantes que representa una carretera es el “efecto barrera” que la misma significa dentro del ecosistema. La interrupción de rutas migratorias no es impedimento para que la fauna atraviese la vía en busca de alimento, agua, refugio, pareja etc., lo que pone a los individuos en riesgo de

ser atropellados. Este fenómeno puede agravarse en la temporada invernal, ya que el calor que irradia el pavimento atraerá a animales de sangre fría (anfibios, reptiles) e incluso aves y mamíferos.

2. Reducción / Pérdida de distribución de especies

Etapas: Preliminares, Preparación el sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividad: Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación de terreno, Acarreo de materiales, Cortes y Terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Manejo y disposición de Residuos.

La distribución de una o más especies clave de fauna dentro de un sistema es un indicador de la calidad y estabilidad del mismo.

La presencia/ausencia de especies nos puede dar referencias para comprender las dinámicas poblacionales y comunitarias de fauna dentro de un sistema, aunque las observaciones de este factor deben ser minuciosas y cautelosas ya que son altamente sensibles a errores de interpretación. Por ejemplo, una mayor cantidad de especies y mayor presencia territorial dentro de una región puede indicarnos por un lado, mayor disponibilidad de recursos del sistema, aunque por el contrario, también puede indicar falta de competencia específica para ese recurso en particular.

De forma complementaria, el crecimiento poblacional acelerado de una especie puede convertirla en plaga dentro del sistema, por lo que es necesaria la regulación biológica; es aquí es donde cobra importancia la presencia de especies que actúan como reguladores de especies menores, tal es el caso por ejemplo de los felinos que regulan las poblaciones de mamíferos medianos, mientras que éstos a su vez regulan las poblaciones de mamíferos pequeños.

La importancia que tiene la distribución de especies en el sistema es entonces, significativo para mantener el equilibrio del sistema y de esta forma evitar el interrumpir los procesos ecológicos que pueden llevar a la desestabilización del sistema.

Dentro de las actividades de ejecución de obra del presente proyecto se esperan impactos que si bien tendrán repercusiones temporales sobre la distribución de las especies, los efectos a largo plazo serán mínimos y de rápida recuperación, cuya duración será temporal mientras se realizan las actividades correspondientes a preparación de sitio y construcción de obra.

De acuerdo con nuestro estudio, las actividades correspondientes a la etapa preliminares no generan impactos directos por sí mismas en la distribución de especies de fauna, aunque se estima que se presenten impactos acumulativos en combinación con factores externos como el incremento de la mancha urbana en zonas cercanas. Este crecimiento repercutirá principalmente en la distribución de especies poco tolerantes a la presencia humana o a la perturbación antropogénica.

La estimación que se realizó de estos impactos se considera como de baja a moderada (en magnitud). En función del área que se estima se perderá de acuerdo a las expectativas municipales de crecimiento poblacional. Este impacto se considera acumulativo y se presentará con o sin la ejecución del proyecto, al depender de otros factores de desarrollo urbano de la región.

Durante la etapa de preparación de sitio la distribución de especies se verá afectada temporalmente como consecuencia del desplazamiento de individuos provocado por el ruido producido durante las diversas actividades a realizar. La magnitud de este impacto se considera como moderado y la duración del mismo se estima como temporal, abarcando sólo el tiempo de ejecución de la obra, por lo que se estima que la recuperación de distribución en las zonas afectadas será rápida una vez que terminen las obras.

Como se mencionó anteriormente, las obras correspondientes a la etapa de construcción de la obra generarán ruidos que ahuyentarán a los individuos, modificando temporalmente la distribución de las especies. En esta etapa se estima que los impactos sobre esta componente serán temporales y de magnitud moderada. Considerando el área de afectación directa en proporción al SAR, se estimó que el impacto será bajo y la recuperación de la distribución de las especies será rápida en un periodo menor a 5 años después de concluidas las obras.

La etapa de operación y mantenimiento producirá impactos considerados como bajos aunque de duración permanente. Se discurre que la carretera interrumpirá el libre paso de fauna dentro del área de afectación y en algunos casos provocará la pérdida de individuos a causa de colisiones con vehículos en tránsito.

De forma complementaria, se espera la reducción en la distribución de especies como un impacto acumulativo, en complemento con factores externos tales como la tala y el crecimiento urbano de las zonas cercanas al área del trazo. El potencial de impacto de estos factores se considera como moderado aunque se encuentra en función del nivel de fragmentación ocasionado y la implementación de medidas de mitigación exitosas, los factores ecológicos en este caso tienen relación, aunque su impacto es de baja a nula magnitud.

Uno de los impactos más directos y fáciles de reconocer en comparación con los anteriormente mencionados es el **atropellamiento de la fauna**, esto porque constantemente se observan en las carreteras los cuerpos de animales muertos.

Cabe mencionar que este impacto se incrementa dado que existen algunas especies de fauna como reptiles (culebras, iguanas) y en general, animales poiquilotermos que buscan elevar su temperatura corporal acercándose a las carreteras ya que el pavimento absorbe calor. Es por eso que este grupo es más propenso a ser arrollado; sin embargo, también los mamíferos resultan afectados, aunque en este caso se debe a la gran velocidad con la que transitarán los vehículos, no dando tiempo a que el individuo pueda desplazarse de tal forma que se evite la colisión.

3. Pérdida del hábitat

Etapa: Preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Actividad: Empleo de maquinaria y equipo, Explotación de bancos de materiales, Excavación en caja y nivelación de terreno, Acarreo de materiales, Cortes y Terraplenes, Obras de drenaje, Compactación, Manejo y disposición de Residuos.

La disponibilidad de hábitat es el principal condicionante del establecimiento o presencia de las especies de fauna, mientras que la presencia de especies clave dentro del hábitat es un indicador de la estabilidad del sistema.

La reducción de hábitat es un factor que influye en la abundancia y distribución de las especies, se da por diversas causas, entre las naturales se pueden mencionar los incendios forestales y la presencia de huracanes, mientras que por parte de las antropogénicas, se encuentran el cambio de uso de suelo, la tala, incendios provocados, la contaminación de atmosfera, suelos y cuerpos de agua.

Las obras correspondientes a este tipo de proyectos causan impactos al ocasionar la fragmentación de hábitat. La magnitud de los impactos dependerá de las extensiones de las áreas que se vean afectadas, de la duración de la afectación y de la adición de los impactos externos causados por factores sociales y antropogénica ajenos a este proyecto

Los grupos más sensibles a estos impactos son los reptiles, las aves y los mamíferos arborícolas, como consecuencia de pérdidas temporales y permanentes de hábitat. De acuerdo a nuestras estimaciones, se espera que dichos impactos sean de magnitudes bajas a nulas a nivel del SAR, aunque se estiman moderadas a nivel del área de influencia directa del proyecto.

Las actividades preliminares no causan impactos directos sobre el hábitat, sin embargo existe el riesgo de que la pérdida de hábitat se dé por efecto de intereses particulares en la zona de influencia al área de trazo e incluso dentro de la zona de derecho de vía antes de que se presente la compra de terrenos. Las actividades de preparación de sitio son las principales generadoras de impactos en la disponibilidad de hábitat, el volumen de vegetación removida y desmontada reduce el área de hábitat disponible para especies de aves, mientras que el cambio de uso de suelo en las zonas de afectación directa es el principal factor de pérdida de hábitat para la comunidad herpetológica.

Las actividades correspondientes a la etapa de construcción no causarán impactos directos significativos en la disponibilidad de hábitat. Las estimaciones realizadas indican que los impactos mayores se presentarán a través de los efectos acumulativos de actividades aisladas como la apertura de bancos de materiales distintos a los propuestos en este estudio, la creación de bancos de tiro no autorizados y el mal manejo de residuos y materiales flamables, en conjunto con factores externos al plan de obra.

La magnitud de impacto en esta etapa se considera de baja a nula si se respeta el programa de obra y los reglamentos de actividades permitidas previamente establecidos, en caso contrario, se estima que podrán presentarse accidentes ambientales que podrán poner riesgo el hábitat dentro de la zona de influencia del proyecto. La magnitud de este impacto se estima como moderada en caso de tratarse de contingencias de dimensiones considerables (superiores a 3000 hectáreas) y casi nulo en caso de tratarse de menores extensiones.

Una vez terminada la etapa de construcción de obra, se espera la recuperación de vegetación en la zona de influencia de la carretera terminada y con ello el incremento en la disponibilidad de hábitat que permitirá que de nueva cuenta la fauna se ubique cerca de la zona del proyecto. Durante la etapa de operación de carretera se esperan impactos acumulativos sobre el hábitat, producto de efectos sociales ajenos a la ejecución de la obra y como consecuencia del crecimiento urbano de los poblados cercanos.

La magnitud de estos impactos se estima será moderada y podrá incrementar o disminuir en función del ritmo de crecimiento demográfico de la cabecera municipal, la duración del impacto será permanente. La ejecución de la obra es independiente de estos efectos y se presentarán con o sin la carretera en operación, la magnitud de los impactos sobre el hábitat a largo plazo podrá ser de moderada a alta y su mitigación dependerá del éxito de implementación de programas de ordenamiento territorial y manejo para la región.

El análisis que de este componente se realizó en el presente estudio, indica que el riesgo de tráfico adquiere mayor relevancia dentro de las actividades que involucran la participación de personal y que de no considerar los temas de ética ambiental y conservación/cuidado del ecosistema dentro de la capacitación previa al personal, pueden ocasionar la extracción ilegal de especies ya sea con fines comerciales o de consumo propio. El impacto en este rubro se considera muy bajo, debido a la duración de la etapa de construcción y la duración de las jornadas de trabajo, que restringen el tiempo durante el cual personas con intereses particulares en extracción ilegal pudieran operar, siendo así un impacto poco significativo.

PAISAJE

Etapa: Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento

Actividad: Todas

Las actividades de desmonte y despalme generan impactos visuales en el paisaje afectando la calidad visual o belleza escénica. Este componente es uno de los más afectados debido a que la zona aún tiene un alto grado de conservación de cobertura vegetal por lo que el retiro de vegetación será discrepante con la apariencia actual de la región. Además del despalme y desmonte, también los cortes y terraplenes son actividades que modifican la geomorfología, y por consecuencia el Paisaje. De la misma forma también la generación de residuos contribuye en la modificación del paisaje ya que al no disponerlos en la forma correcta se altera el paisaje minimizando la calidad visual.

Por otra parte, la señalización también contribuye en la modificación a este componente, ya que estos son elementos que no pertenecen al paisaje de manera natural y recordemos que cualquier intromisión ajena al medio natural se considera un estresor y por tanto, un impacto ambiental, mismo que tendrá un alto grado ya que se ubicará a lo largo de una extensión importante y es un impacto irreversible.

Durante la implementación de la carretera una vez determinado el proyecto geométrico final se tendrán que incorporar estructuras que permitan el libre tránsito de fauna (pasos para fauna), los que a su vez constituyen elementos ajenos al paisaje. Dichas obras producen modificaciones permanentes al paisaje. Aunado a esto, una vez que la carretera se encuentre en operación, se propiciará la instalación de anuncios, propaganda y señalización, que en conjunto modifican de manera adicional al paisaje en un grado alto y de forma irreversible. Sin embargo, mediante las medidas de compensación se pretende que el impacto pueda minimizarse o compensarse en la medida de lo posible.

Otro factor que hay que considerar es que también una vez que la carretera se encuentre operando existirá la proliferación de basura como latas, bolsas de plástico, comida, botellas de vidrio, lo que le da un pésimo aspecto. Sin embargo, es un impacto totalmente mitigable si se siguen las recomendaciones pertinentes.

ANTROPOGÉNICO

Etapa: Preliminares

Factores Involucrados: Aceptación del proyecto



Actividades: Compra de terrenos, Liberación del derecho de vía, contratación y preparación del personal.

La construcción de una nueva carretera siempre genera una fuerte polémica y expectativa entre los habitantes del lugar, mismos que pueden estar de acuerdo o no con dicha situación, lo que puede deberse a diversos factores. En este caso en especial, según un sondeo a la población realizado en la visita a campo pudimos apreciar que el proyecto tiene excelente aceptación, a causa de los beneficios que les proporcionará, sobre todo a las tierras ejidales (ya que representa una vía de comunicación que acortará los tiempos de traslado hacia poblaciones vecinas, a la vez que permitirá que algunos terrenos puedan ser empleados para actividades de ecoturismo. La aceptación del proyecto es muy importante debido a que se han presentado casos en que la inconformidad de los habitantes es tal que pueden llegar a detenerse la construcción de una vía.

Las causas más comunes que generan este tipo de inconformidades se debe a la compra de terrenos a los ejidatarios o propietarios, que indiscutiblemente convierten la tenencia ejidal a privada. Las negociaciones en este aspecto suelen ser más difíciles en vista de que cada propietario puede tasar el valor de su terreno en forma diferencial, existiendo discrepancias en la oferta que retrasen o incluso impidan la construcción del de esta carretera. Por esta razón es que se recomienda establecer las negociaciones pertinentes de manera previa, y que esto no represente un problema a medida que se desarrolle el proyecto.

Etapa: Construcción

Factores Involucrados: Riesgos de accidentes

Actividades: Empleo de maquinaria y equipo, explotación de bancos de material, excavación en caja, acarreo de materiales, cortes y terraplenes, obras de drenaje, tendido de bases, fabricación y colocación de la carpeta asfáltica, manejo y disposición de los residuos, carretera en operación.

Los riesgos de accidentes son un factor latente en la construcción de cualquier tipo de obra, y esta no es la excepción. Se considera un impacto de carácter antropogénico debido a que muchas veces un error humano puede llegar a causar contingencias o catástrofes de grandes magnitudes, es por esta razón que este factor debe ser considerado durante la evaluación de impacto ambiental. Este riesgo se presenta principalmente durante la etapa de construcción ya que es en esta etapa en donde existe una mayor probabilidad a que ocurra algún siniestro o acto indeseable, debido tanto al tipo de actividades que aquí se realizan como los materiales y sustancias que se manejan. Cualquier descuido o distracción puede ser determinante en la ocurrencia de algún accidente y poner en riesgo el bienestar del personal y del medio ambiente en que se encuentra. Sin embargo, este impacto es mitigable y de llevarse a cabo el programa de seguridad e higiene de la obra no tendría por qué presentarse ningún siniestro. Los accidentes viales ocasionados por la colisión con ganado, fauna silvestre o personas también pueden generarse en caso de no contar con los pasos para fauna y los señalamientos adecuados.

IMPACTOS BENÉFICOS

ANTROPOGÉNICOS

Etapa: Preparación del sitio



Factores Involucrados: Generación de empleos, Expansión de la infraestructura local y regional.

Actividades: Compra de terrenos, Liberación del derecho de vía, Contratación y preparación del personal.

La *generación de empleos* es uno de los impactos positivos más importantes. Con esta nueva obra se contribuye de manera adicional al aumento de empleos en una rama diferente a las actividades económicas preponderantes de las poblaciones cercanas al sitio de la obra, por lo que existirá la diversificación de fuentes laborales, lo que se traduce en un efecto benéfico a nivel regional.

El principal impacto beneficio o positivo que se va a generar es la **expansión de la infraestructura local y regional** que es precisamente uno de los principales motivos de construcción de la carretera ya que dentro del SAR no existen carreteras pavimentadas, únicamente caminos de terracería y numerosas brechas.

Etapa: Operación y Mantenimiento

Factores Involucrados: Calidad de vida, Demografía, Generación de empleo, Desarrollo urbano, Expansión de la estructura local y regional.

Actividades: Libramiento en operación, Señalización, Tránsito Vehicular, Mantenimiento.

Es claro que a consecuencia los beneficios anteriormente mencionados se contribuye a elevar la *calidad de vida* de los habitantes de las comunidades de Hermosillo beneficiadas por la cercanía de la construcción, ya que se **generarán** nuevas fuentes de **empleo** y de esta forma aumentará en nivel de bienestar de la población, es por esta razón que la construcción de esta carretera es tan importante dado que permitirá establecer una mejor comunicación dentro de la región y como es lógico, la población tendrá crecimiento local y regional al ampliarse su área de comercialización y acortar distancias.

V.3.2 Selección y descripción de los impactos significativos

Una vez que hemos revisado la descripción de cada impacto ambiental y que se elaboró la matriz para su cuantificación de impactos, podemos apreciar que no todos los impactos ambientales generados por la obra serán significativos. Debido a que el análisis de los mismos está hecho a nivel de SAR, en algunos casos, por la extensión de la región a evaluar, el impacto pierde significancia (y por tanto su efecto) restringiéndose únicamente a la zona de influencia directa del proyecto.

V.4. Evaluación de los impactos ambientales generales

V.4.1 Evaluación de los impactos ambientales en el subsistema terrestre

Para evaluar a los impactos ambientales que ocasionará la construcción de esta carretera se realizó una matriz de cribado, donde la escala usada para la valoración de impactos se muestra a continuación:

Tabla V.4 Conteo de impactos ambientales generados por el proyecto,



No. de Impactos	Valor del impacto adverso (-)		Valor del impacto benéfico (+)	No. De Impactos
	0	No hay impacto	0	
16	- 0,111 a -0,280	Muy bajo	0,111 -0,280	0
49	- 0,281 a -0,460	Bajo	0,281 - 0,460	0
30	-0,461 a -0,640	Moderado	0,461 - 0,640	4
22	-0,641 a -0,820	Alto	0,641 - 0,820	7
5	-0,821 a -1,000	Muy Alto	0,821 - 1, 000	3
122		TOTALES		13

De la Matriz V.1 se contabilizaron un total de **135** impactos de los cuales, **122** se estimaron adversos y **13** son benéficos.

MATRIZ DE CALIFICACIONES ASIGNADAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADAS POR EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACION (Subsistema Terrestre)			FACTORES ABIOTICOS										FACTORES BIOTICOS						FACTORES ANTROPOGENICOS																			
			Aire			Agua				Suelo			Geología, Geomorfología y topografía	Paisaje	Flora				Fauna		Antropogénicos																	
Proyecto	Etapa	Actividad	Emisión de Polvos	Emisión de gases de combustión	Ruido	Modificación en el patrón de drenaje	Contaminación	Nivel de agua subterránea	Estancamiento por reducción de capacidad de infiltración	Contaminación por derrame de combustibles	Erosión	Reducción de su capacidad de infiltración / Impermeabilización por sellado de superficies	Perdida de suelo orgánico	Cambios en su formación original	Modificación	Volumen Forestal perdido	Cambio en la Estructura de la comunidad	Reducción de la biodiversidad	Reducción / pérdida de distribución de especies	Reducción en la abundancia	Reducción/Pérdida en la distribución	Pérdida del hábitat	Calidad de vida	Demografía	Aceptación del proyecto	Generación de empleo	Riesgos a la Salud	Expansión de la estructura local y regional	Desarrollo urbano									
MIA REGIONAL DEL LIBRAMIENTO DE HERMOSILLO, EN EL ESTADO DE SONORA	Preliminares	Compra de terrenos																												0.756				0.62				
		Liberación del derecho de vía																														0.776				0.533		
		Contratación y preparación del personal																													0.819	0.716						
	Preparación del Sitio	Desmante	-0.41	-0.319	-0.702		-0.677	-0.512	-0.507		-0.728					-0.689	-0.845	-0.691	-0.563	-0.686	-0.707	-0.644	-0.853															
		Despalme y chapeo	-0.323	-0.395	-0.661		-0.569	-0.426	-0.478		-0.81		-0.413			-0.659	-0.404	-0.514	-0.453	-0.429	-0.532	-0.445	-0.728															
	Construcción	Empleo de maquinaria y equipo	-0.347	-0.418	-0.48						-0.646							-0.255	-0.241	-0.31	-0.42	-0.543	-0.551												-0.705			
		Explotación de bancos de materiales	-0.227	-0.282	-0.381		-0.305								-0.555					-0.217																-0.529		
		Excavación en caja y nivelación del terreno	-0.235		-0.381								-0.36	-0.506								-0.296														-0.516		
		Acarreo de materiales	-0.362		-0.305												-0.201					-0.241														-0.516		
		Cortes y Terraplenes	-0.573		-0.516	-0.597	-0.305						-0.36	-0.667	-0.646	-0.188																				-0.671		
		Obras de drenaje			-0.395	-0.569						-0.337				-0.347																					-0.395	
		Compactación		-0.188	-0.362							-0.746				-0.268																						
		Tendido de bases	-0.367	-0.426			-0.462					-0.79				-0.282																					-0.381	
		Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica	-0.291	-0.35	-0.305		-0.36	-0.723	-0.549	-0.447		-0.77				-0.188																					-0.395	
	Manejo y disposición de Residuos					-0.426	-0.477	-0.539	-0.501	-0.364					-0.507	-0.21		-0.196	-0.162	-0.324	-0.501	-0.392													-0.268			
	Operación y Mantenimiento	Carretera en operación	-0.334	-0.85	-0.866						-0.188								-0.473	-0.666	-0.614	-0.823			0.984	0.723								0.779		0.878	0.826	
		Señalización														-0.627	-0.524																			0.638		
Mantenimiento			-0.347	-0.327		-0.347										-0.377		-0.363																0.462				

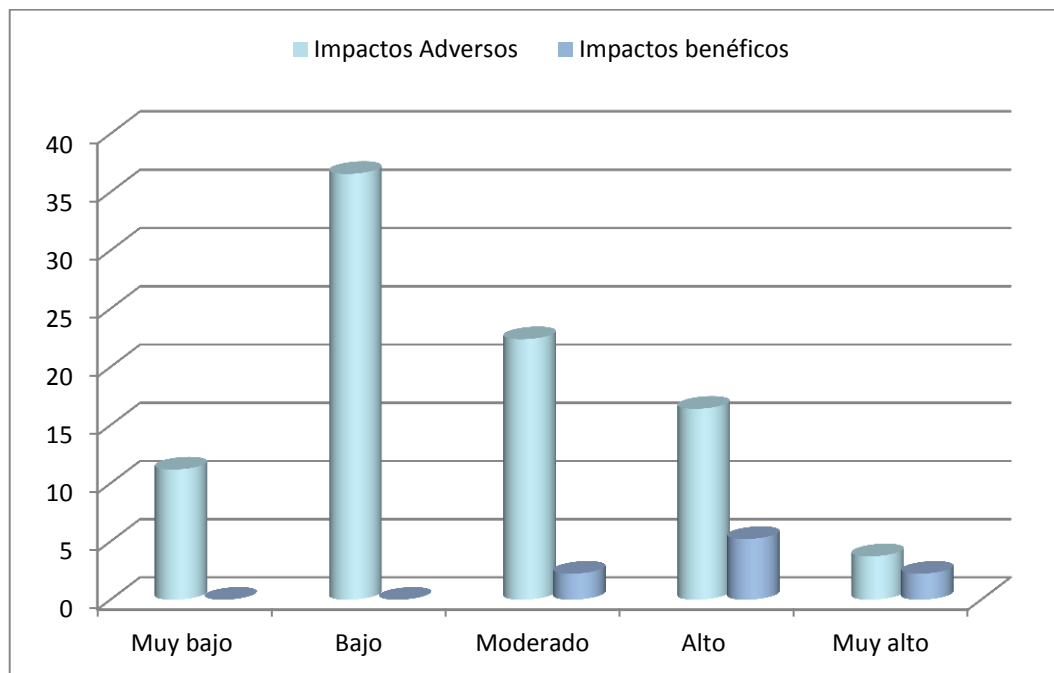
De la matriz de impacto, es posible notar que los impactos más significativos de índole negativa se ubican en la reducción de la masa forestal y la consecuente pérdida de hábitat, el incremento en las concentraciones de los gases de combustión automotora y el riesgo latente que es la carretera para la sobrevivencia de las poblaciones de fauna que atraviesen por esta vía.

La alta valoración de dichos impactos está relacionada con el estado de conservación del ecosistema, ya que de dentro del SAR las únicas fuentes de cambio presentes al momento es la conversión del uso de suelo forestal para la apertura de tierras agrícolas y los aprovechamientos minero y forestal; aunque por supuesto, es de baja escala y muy localizado dentro del SAR.

Analizando de manera global la valoración de los impactos ambientales adversos arrojó que el 58.52% de los impactos generados pertenecen a impacto ambientales de significancia baja y moderada, mientras que en el 3.7% de los impactos se consideraron como muy altos; estos últimos se caracterizaron por ser de mayor persistencia, menor reversibilidad y focalizarse primordialmente en las periferias del área de influencia directa del proyecto.

Por otro lado, los impactos ambientales determinados en el presente estudio pertenecen en su totalidad al componente antropogénico a evaluar, donde la presencia de esta carretera mejorará la calidad de vida de los pobladores al acercar a sus comunidades bienes y servicios, a la vez que se favorecerán las actividades comerciales y turísticas de la región.

Figura V.I Relación de impactos ambientales iniciales en el subsistema terrestre



El gráfico anterior muestra esquemáticamente la distribución de impactos ambientales generados por el libramiento de Hermosillo; se observa que la mayor parte de los impactos negativos caen dentro de la categoría de bajos a moderados.

Por componente ambiental, es notable que los impactos negativos catalogados como muy altos incidan directamente sobre la flora y la fauna, lo cual es de esperarse ya que una vía terrestre de comunicación promueve la fragmentación del hábitat y con ello el desplazamiento de flora y fauna.

Otros impactos detectados como muy altos se reportan para la calidad del aire y la intensidad del ruido, pero en este caso, la etapa en la cual se generarán será durante la operación del carretera en virtud del efecto que producirá la circulación vehicular en una zona que prácticamente carece de este estresor ambiental actualmente. También dentro de la etapa de operación del camino, se presenta un impacto adverso de magnitud muy alta (-0.823) que se asocia a la pérdida de fauna por atropellamiento si no se realizan las obras encaminadas a permitir el libre tránsito de fauna hacia ambos lados de la carretera.

Los impactos benéficos por su parte, se presentan en la componente antropogénica, y están más que nada relacionados a la creación de empleos y a las expectativas de crecimiento de la región en los próximos lustros.

De manera adicional a la matriz de cribado que no incluye la aplicación de las medidas de mitigación, se realizó una matriz similar aunque en esta ocasión, la evaluación de impactos se efectuó considerando la aplicación de las medidas de mitigación necesarias para mitigar cada impacto; en virtud de que las medidas de mitigación únicamente son aplicables a impactos negativos, los impactos positivos que generará este proyecto no fueron evaluados en esta nueva matriz.

V.5 Identificación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

Las evaluaciones mostradas anteriormente corresponden a los impactos que se generarán primordialmente dentro de la superficie entre cerros; sin embargo, muchos de estos impactos pueden extender sus efectos hacia sitios alejados de la zona de obra y que al conjuntarse con otros impactos la perturbación generada sea aún mayor.

La predicción de impactos es en ocasiones una tarea complicada, ya que únicamente se limita a la determinación de los impactos directos, dejando de lado aquellos impactos indirectos que pueden ser claves para el cálculo de impactos acumulativos y sinérgicos. De igual manera la determinación de impactos ambientales únicamente considerando las interacciones generadas por el proyecto en comento produce una interpretación incompleta de impactos en virtud de que en la práctica, durante la ejecución de la obra, existirá interacción entre los impactos producidos por la misma y los impactos generados por otras actividades antropogénicas cercanas no necesariamente asociadas a la obra. De lo anterior, el análisis de impactos ambientales relacionados a la construcción de una vía terrestre no debe quedar únicamente en una relación 1:1 entre las actividades de la obra ya que se pasan por alto afectaciones que van más allá de los impactos típicos y significativos de las carreteras (retiro de vegetación, fragmentación de ecosistemas, afectación en distribución y abundancia de fauna). Es esta compleja interrelación de impactos entre diversas actividades que coinciden en un espacio geográfico la que da origen a los impactos acumulativos y sinérgicos.

Para efectos de la identificación de impactos ambientales, acumulativos sinérgicos y residuales relacionados a la construcción del libramiento de Hermosillo, se procederá a definir cada uno de ellos, para

lo cual tendremos **ESTRICTO APEGO A LAS DEFINICIONES MOSTRADAS EN EL ARTÍCULO 3° del Reglamento en Materia de impacto ambiental de la LGEEPA**, evitando con ello interpretaciones subjetivas de los mismos. Las definiciones se muestran en las siguientes fracciones:

VII. Impacto ambiental acumulativo: *El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.*

VIII. Impacto ambiental sinérgico: *Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;*

X. Impacto ambiental residual: *El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;*

Impactos ambientales acumulativos.

Este tipo de impacto se generará durante todas las actividades de la obra que se relacionen con la calidad del aire (gases, polvos), la generación de residuos y la remoción de la cobertura vegetal, considerando que estos impactos se manifiestan dentro del SAR previo a la construcción del proyecto.

Tabla V.5 Impactos acumulativos del libramiento de Hermosillo

Impacto Acumulativo	Actividades que actualmente hacen este impacto de tipo acumulativo (previo a la ejecución de la obra)	Notoriedad en el SAR
Generación de Polvos y Gases	1.Explotación minera (incluye banco de materiales, vetas y yacimientos) 2.Aprovechamientos agropecuarios 3.generación de incendios por quema de pastizales, tierras agrícolas y/o vegetación forestal	No
Mala disposición de residuos	1.- Centros poblacionales ante la carencia de rellenos sanitarios 2.- Explotación minera (incluye banco de materiales, vetas y yacimientos), 3. Aprovechamiento agropecuarios	No
Erosión	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario) que retira la cobertura vegetal y fomenta la remoción de estos suelos lábiles por acción eólica	Si
Volumen forestal perdido	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario) que fragmenta la cobertura vegetal. Fenómeno evidente cerca de las áreas poblacionales	Si
Reducción de hábitat	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario) que deja menos nichos ecológicos disponibles para la fauna	Si
Cambios en la distribución de especies	Cambio de uso de suelo (habitacional, agropecuario) que desplaza a la fauna silvestre hacia zonas de buena cobertura vegetal	Si

De los seis impactos ambientales determinados dentro del SAR, cuatro de ellos son perceptibles dentro del SAR y sus efectos son más que evidentes ya que a la vez éstos tienden a magnificarse en ambientes áridos debido a las condiciones tan peculiares de temperatura, humedad y disponibilidad de agua de la región, lo que a la vez repercute en la distribución y abundancia de biota.

En una región con cobertura vegetal escasa y dominada por algunas cuantas especies, es más probable que la remoción de vegetación desplace a las especies de fauna silvestres hacia sitios de mayor cobertura

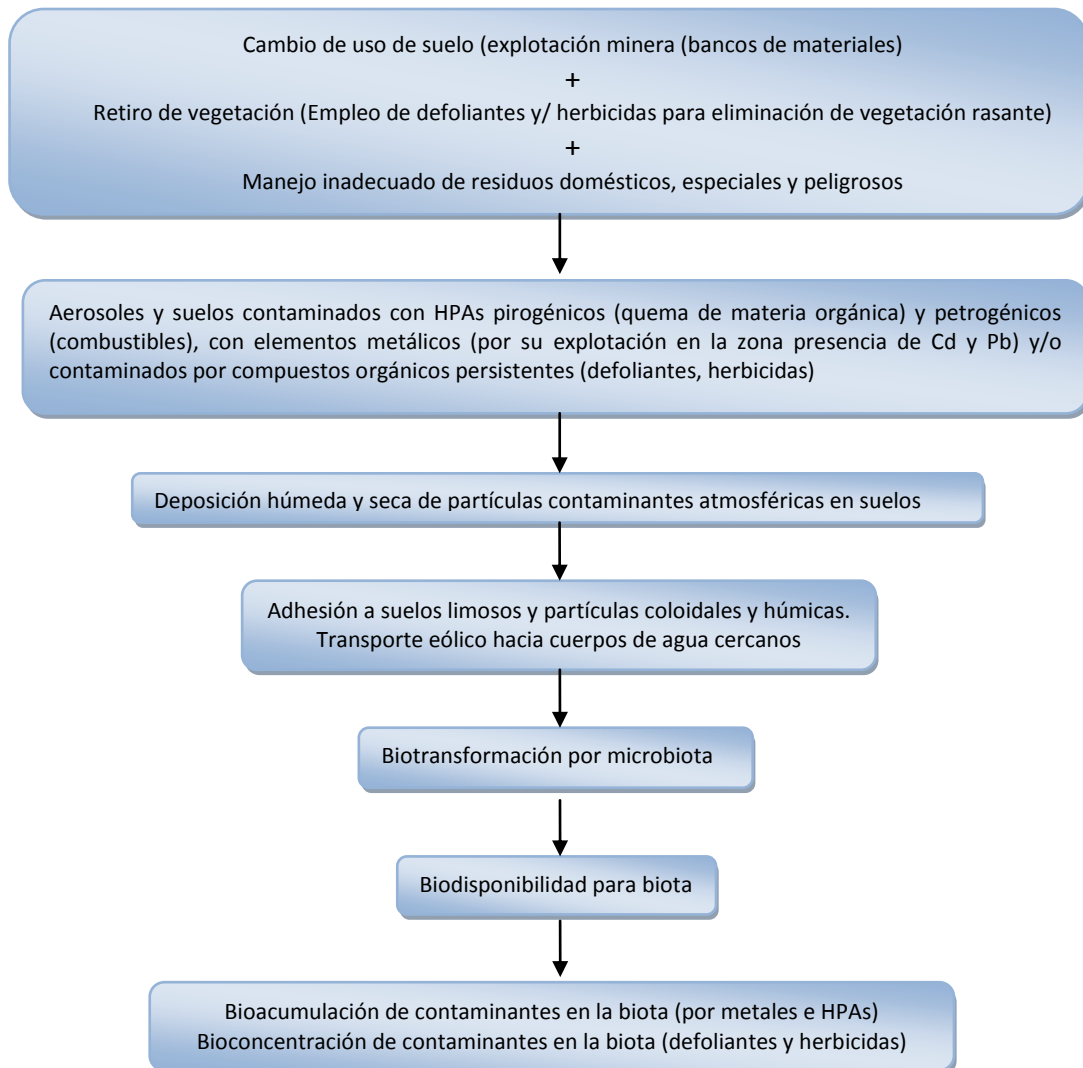
vegetal, a la vez que en ensamble de las comunidades vegetales se modificará para dar paso a aquellas especies que tengan mayor tolerancia a las modificaciones ambientales.

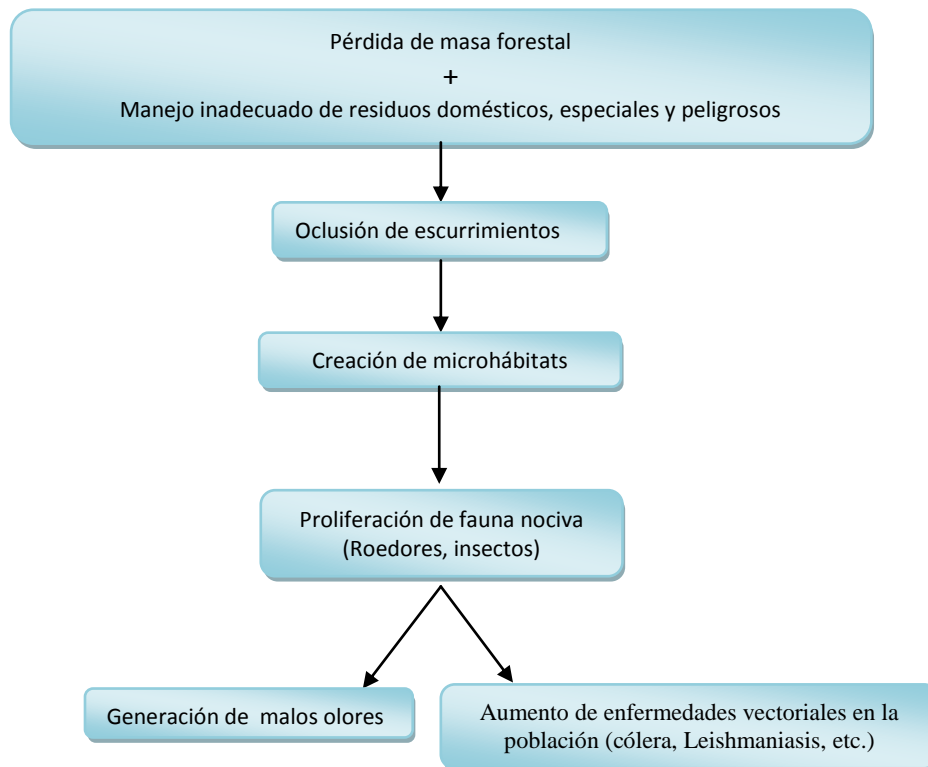
Por tanto, los impactos mencionados en la tabla anterior que se generen por la construcción del Libramiento, presentarán un efecto acumulativo dentro del SAR con respecto a las actividades que se realizarán.

Impactos ambientales sinérgicos

Con respecto a la generación de impactos sinérgicos, se encontró que la probabilidad de que estos se presenten durante todas las actividades de la obra, estará en función del manejo incorrecto de residuos y de la cantidad de emisiones atmosféricas y polvos generados así como su capacidad de dispersión tanto en suelo como en agua.

Impactos sinérgicos del Libramiento de Hermosillo





A diferencia de los impactos acumulativos, dado que la extensión de los impactos sinérgicos adversos encontrados se restringe a las zonas de asentamientos humanos y de actividades agropecuarias, la relevancia de estos impactos a nivel del SAR es prácticamente insignificante, aunque adquieren importancia en las zonas aledañas a la superficie entre ceros.

Dentro de los impactos sinérgicos positivos tenemos que la construcción de la carretera fomentará la expansión de la infraestructura local y regional y que a su vez también elevará la calidad de vida de la zona de los habitantes de las poblaciones directamente beneficiadas por la construcción de este proyecto

La determinación de impactos ambientales no debe realizarse bajo el supuesto de que se está analizando un ecosistema cerrado, ya que en la práctica sucede lo contrario, puesto que a la par de este proyecto en la región, se generan otras actividades que también producen impactos similares que inciden sobre una superficie de afectación potencial en común.

La presencia de impactos ambientales acumulativos y sinérgicos se presenta de manera simultánea cuando el análisis de impacto ambiental no se limita a interrelaciones de impactos 1:1 que invariablemente nos darán impactos simples y no sinérgicos.

Tabla V.6 Relación de impactos acumulativos y sinérgicos dentro del SAR

Factor del SAR	Acumulación	Motivo de acumulación	Sinergia	Motivo de sinergismo	Notorio en el SAR
Calidad del aire	Si	Generación de polvo, gases y ruido en diversas actividades	Si	Contenido de contaminantes, transporte por el ecosistema	No
Hidrología superficial	Si	Disposición inadecuada de residuos	Si	Contenido de contaminantes, transporte por el ecosistema, creación de microhábitats	No
Suelo	Si	Cambios de uso de suelo	Si	uso de agroquímicos y quema de vegetación rasante	No
Geología y Geomorfología	-	-	-	-	-
Paisaje	Si	Cambios de uso de suelo	-	-	No
Flora	Si	Cambios de uso de suelo	Si	Remoción de suelo fértil, ahuyentamiento de fauna polinizadora	No
Fauna	Si	Cambios de uso de suelo	Si	Concentración de residuos y contaminantes en todos los compartimentos ambientales	No
Antropogénicos	Si	Cambios de uso de suelo	Si	Diversificación del mercados laborales y comerciales Accesibilidad a servicios básicos de atención básica para la población.	Si

Impactos Ambientales Residuales

Por definición *son lo que persisten aún cuando ya se hayan aplicado las medidas de mitigación* (Artículo 3° Fracción X Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental).

En el sentido estricto de la palabra, todos los impactos de la obra que son mitigables se consideran residuales, ya que aún cuando se palien de manera muy importante los efectos generados, ninguna medida de mitigación, rehabilitación, compensación y/o prevención es capaz de restituir las condiciones originales del sitio previo a la ejecución de la obra. Los resultados se muestran en la Matriz de impactos No. 2.

A manera de conclusión, podemos mencionar que si bien existen algunos impactos negativos que se consideran sinérgicos y acumulativos, su mayor expresión se presentará dentro de la zona de influencia directa de la carretera, por lo que hacia las colindancias del SAR se harán prácticamente imperceptibles.

Las alteraciones ambientales más conspicuas se darán sobre la biota (flora y fauna) terrestre, aunque dadas las condiciones naturales actuales, se espera que el SAR posea la suficiente capacidad de carga para amortiguar los cambios ambientales que se generen por la ejecución de esta obra, por lo que la homeostasis del sistema se mantendrá. Las modificaciones que se presenten de manera puntual sobre el área de influencia directa del proyecto, en su gran mayoría se consideran reversibles y de baja intensidad, por lo que se espera que aún sin la aplicación de medidas de mitigación, factores como la repoblación vegetal y el recolonización

de fauna se presente de nueva cuenta en la zona aledaña a la superficie entre cerros en un periodo de entre 6 meses a 5 años.



MATRIZ DE CALIFICACIONES ASIGNADAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADAS POR EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (Subsistema Terrestre)			FACTORES ABIÓTICOS										FACTORES BIÓTICOS											
Proyecto	Etapa	Actividad	Aire			Agua			Suelo				Geología, Geomorfología y topografía	Paisaje	Flora				Fauna			Riesgos a la Salud		
			Emisión de Polvos	Emisión de gases de combustión	Ruido	Modificación en el patrón de drenaje	Contaminación	Nivel de agua subterránea	Estancamiento por reducción de capacidad de infiltración	Contaminación por derrame de combustibles	Erosión	Reducción de su capacidad de infiltración / Impermeabilización por sellado de superficies	Pérdida de suelo orgánico	Cambios en su formación original	Modificación	Volumen Forestal perdido	Cambio en la Estructura de la comunidad	Reducción de la biodiversidad	Reducción / pérdida de distribución de especies	Reducción en la abundancia	Reducción/Pérdida en la distribución		Pérdida del habitat	
MIA REGIONAL DE L LIBRAMIENTO DE HERMOSILLO EN EL ESTADO DE SONORA		Contratación y preparación del personal	0.634	0.594	0.874		0.606	0.713		0.782	0.691				0.79									
	Preparación del Sitio	Desmante	-0.176	-0.188	-0.542		-0.41	-0.328	-0.319		-0.563				-0.605	-0.741	-0.564	-0.377	-0.512	-0.486	-0.366	-0.443		
		Despalme y chapeo	-0.222	-0.151	-0.418		-0.362	-0.248	-0.392		-0.644		-0.349		-0.492	-0.345	-0.438	-0.296	-0.263	-0.345	-0.33	-0.503		
	Construcción	Empleo de maquinaria y equipo	-0.151	-0.176	-0.268					-0.469							-0.187	-0.142	-0.228	-0.214	-0.31	-0.303	-0.511	
		Explotación de bancos de materiales	-0.151	-0.14	-0.235		-0.214												-0.131					-0.418
		Excavación en caja y nivelación del terreno	-0.14		-0.235								-0.282	-0.506								-0.162		-0.404
		Acarreo de materiales	-0.14		-0.227											-0.201						-0.162		-0.404
		Cortes y Terraplenes	-0.14		-0.293	-0.296	-0.235						-0.282	-0.667	-0.571	-0.121								-0.516
		Obras de drenaje			-0.184	-0.319						-0.337				-0.235								-0.268
		Compactación		-0.14	-0.151							-0.746				-0.151								
		Tendido de bases	-0.235	-0.188			-0.241					-0.792				-0.162								
	Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica	-0.235	-0.222	-0.131		-0.241	-0.524	-0.492	-0.201	-0.77					-0.121									-0.268
	Manejo y disposición de Residuos				-0.426	-0.319	-0.319	-0.41	-0.171						-0.396	-0.174		-0.162	-0.131	-0.174	-0.278	-0.248		-0.14
	Operación y Mantenimiento	Carretera en operación	-0.121	-0.684	-0.799					-0.121								-0.272	-0.229	-0.442	-0.42			
		Señalización													-0.418	-0.142								
Mantenimiento			-0.291	-0.151		-0.222								-0.248		-0.174								

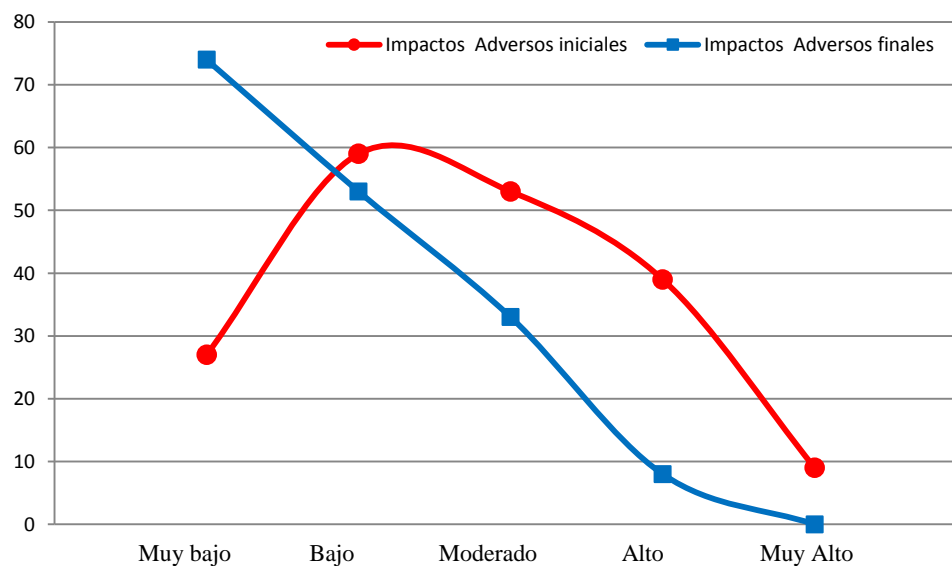
Los resultados obtenidos de la nueva matriz de cribado indican en lo general una reducción sustancial de impactos ambientales generados por este proyecto después de aplicar las medidas de mitigación adecuadas; algunos impactos como la pérdida de cobertura vegetal en la superficie entre cerros y la explotación de bancos de préstamo y cortes y excavaciones son mitigados de manera parcial ya que estas actividades generan cambios irreversibles dentro del SAR.

La aplicación de las medidas de mitigación para paliar los impactos negativos brinda muy buenos resultados en cuanto a la disminución de la magnitud de impactos tal como se observa en la evaluación realizada; de esta manera, podemos decir que por ejemplo, que la intensidad de todos los impactos disminuyó al menos un nivel de magnitud, y para este caso, la mayor parte de los impactos negativos (81.15%) quedaron entre la categoría de muy bajos a bajos.

Por otro lado, la contratación de personal capacitado para la aplicación de las medidas de mitigación durante las diversas etapas del proyecto siempre representará un impacto positivo, ya que este personal capacitará de manera adecuada en materia ambiental a los participantes en la obra, ya que conociendo los problemas que se generan por la ejecución del tipo de proyectos y teniendo el conocimiento necesario de qué hacer cuando se presenten, con alta probabilidad se disminuirán los impactos negativos en magnitud e incluso en duración.

De manera global, se puede decir que la aplicación de las medidas de mitigación disminuye en un 100% la intensidad de los impactos generados en uno o más órdenes de magnitud, ya que como se observa en la Figura V.3, los impactos negativos iniciales muestran una tendencia de crecimiento inversa a la presentada por los impactos negativos finales. Es decir, mientras que los impactos iniciales tienen una distribución "normal" un tanto sesgada hacia la izquierda, para el caso de los impactos residuales (aquellos con la aplicación de las medidas de mitigación), se muestra una tendencia exponencial inversa, donde la mayor parte de los impactos se concentran en las categorías de muy bajos a bajos y en contraparte desaparecen los impactos de muy alta intensidad.

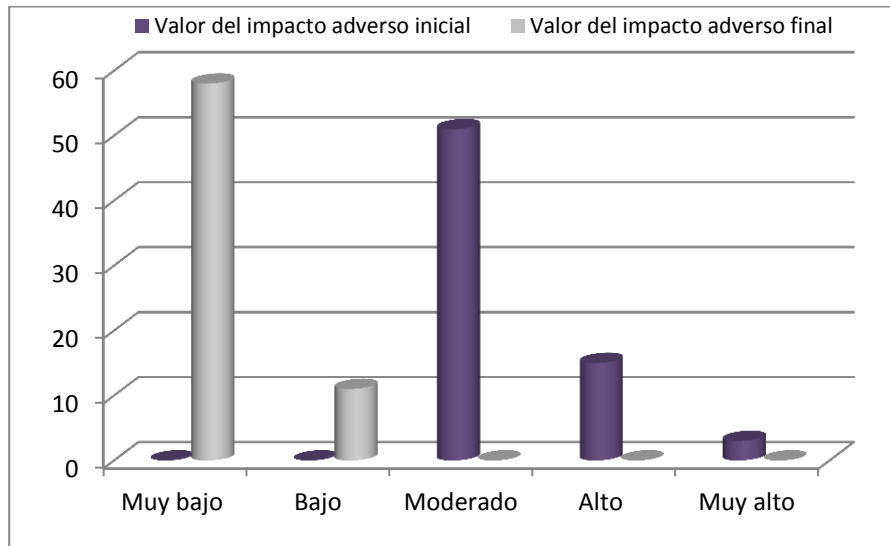
Figura V.3. Comparación entre la distribución de impactos iniciales e impactos residuales en el subsistema terrestre



MATRIZ DE CALIFICACIONES ASIGNADAS A LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADAS POR EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (Subsistema acuático)			FACTORES ABIÓTICOS				FACTORES BIÓTICOS			
			Calidad del Agua		Sedimento		Vegetación hidrófila		Fauna acuática	
Proyecto	Etapas	Actividad	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos	Manejo equivocado de residuos no peligrosos	Manejo inadecuado de residuos peligrosos
MIA REGIONAL DEL LIBRAMIENTO DE HERMOSILLO EN EL ESTADO DE SONORA	Preparación del Sitio	Desmante	-0.296		-0.243	-0.272	-0.187	0.187	-0.187	0.187
		Despalme y chapeo	-0.312		-0.243	-0.272	-0.187	0.187	-0.187	0.187
	Construcción	Empleo de maquinaria y equipo		-0.214		-0.430	-0.278	0.256	-0.278	0.256
		Explotación de bancos de materiales	-0.228	-0.201	-0.187	-0.241	-0.278	0.142	-0.278	0.142
		Excavación en caja y nivelación del terreno	-0.228	-0.162	-0.174	-0.241	-0.228	0.142	-0.228	0.142
		Acarreo de materiales	-0.278	-0.201	-0.241	-0.296	-0.312	0.196	-0.312	0.196
		Cortes y Terraplenes	-0.312	-0.162	-0.174	-0.296	-0.228	0.142	-0.228	0.142
		Obras de drenaje	-0.187	-0.162	-0.187	-0.196	-0.154	0.142	-0.154	0.142
		Compactación		-0.162		-0.196		0.142		0.142
		Tendido de bases		-0.162		-0.241		0.142		0.142
Fabricación y colocación de la carpeta asfáltica		-0.263		-0.401		0.294		0.294		

Como se observa en la gráfica anterior, la mayor parte de los impactos generados se ubican en la categoría de moderados; sin embargo, aplicando las medidas de mitigación correspondientes, los impactos ambientales finales disminuyen al menos dos órdenes de magnitud, quedando de esta manera en las categorías de muy bajo a bajo, tal como se muestra en la figura V.4.

Figura V.4 Relación de impactos ambientales iniciales y residuales en el subsistema acuático



V.5. Delimitación del área de influencia

Uno de los efectos primarios que provoca una vía terrestres de comunicación sobre su entorno es la pérdida de hábitat en la zona aledaña a la línea entre ceros.

Esto producirá zonas perturbadas cuya extensión hacia los límites del SAR variará conforme el atributo ambiental que se esté evaluando, ya que depende de factores como topografía, dirección del viento, vegetación, escurrimientos, fauna presente y el tipo de afectación en sí misma (Seiler, 2001), la cual diversos autores puede ir desde algunos metros hasta Km de distancia de la superficie entre ceros.

Dada las numerosas interacciones entre las variables ambientales y el estudio de sus áreas de afectación, es poco probable que con el tiempo otorgado para la realización es esta MIA-R sea posible realizar esas evaluaciones cuya extensión en ocasiones puede manifestarse hasta en al menos un año (por ejemplo, distribución de especies). Sin embargo, es posible delimitar el área de influencia del proyecto, tomando como base el diagrama realizado por Forman y Alexander (1998), el cual es resultado del promedio del análisis de estudios que tratan sobre la extensión de diversos impactos ambientales en varias obras viales a lo largo del mundo. Este esquema muestra las distancias promedio de afectación, las cuales se utilizarán de manera primaria para la determinación del área de influencia del proyecto.

Empero, erróneamente se toma de manera indiscriminada este modelo tal cual fue publicado por el autor, considerando un área de afectación lateral exactamente de la mitad de la extensión máxima alcanzada por ese parámetro, sin haber discurrido los motivos que generaron esa delimitación arbitraria y/o sin haber consultado fuentes adicionales de este y otros autores que hablan sobre el tema.

Se procedió a hacer el análisis de la calidad ambiental del SAR a través de modelos de elevación digital, de hidrología, de dirección de vientos, de tasas de erosión, tipos de suelo, cobertura vegetal, etc. De lo anterior, se puede tener un estimado de la extensión de impactos ambientales directamente relacionados con la construcción del proyecto, que permita delimitar el área de influencia de la obra.

Para efectos de esquematizar de manera particularizada para este proyecto el diagrama de Forman modificado, las distancias esperadas de manifestación de impactos ambientales están relacionadas claramente con la pendiente de una zona (ya que se encarga directamente de delimitar los escurrimientos de la zona y delimitar la distribución de la vegetación) así como conjuntamente con la edafología perfila de manera importante la conectividad ecosistémica de la zona donde se insertará el proyecto en aquellos sitios donde la presencia antropogénica es escasa y/o nula.

Analizando la estructura del SAR, es evidente que el factor ambiental abiótico que claramente determina el área de influencia del proyecto es la topografía, ya que ella es la que se encarga directamente de la distribución de la vegetación y la dirección de los escurrimientos, indicándose de esta manera la probable dirección de impactos como el transporte de contaminantes o la extensión de procesos erosivos.

Como el ecosistema ha sido muy modificado por el hombre, los sitios de cobertura vegetal conservada se restringen a los lomeríos del SAR (Unidad de paisaje 2), y tomando en cuenta que el Libramiento se construirá sobre la Unidad de Paisaje 1) que presenta detrimento en su calidad ambiental, se estima que la extensión de los impactos ambientales generados por el Libramiento de Hermosillo no se extenderán más allá de 200-500 m del eje del trazo. De tal manera que el área de influencia del proyecto se extiende en un promedio de 300-400 m del centro del eje del trazo, exceptuando del Km 25 +500 al Km 37+ 850 donde el ecosistema se considera poco alterado; en ese tramo, se estima un radio de afectación por el proyecto de 1000 m a ambos lados del camino.

Figura V. 5 Extensión de impactos ambientales esperados por la construcción de esta vía

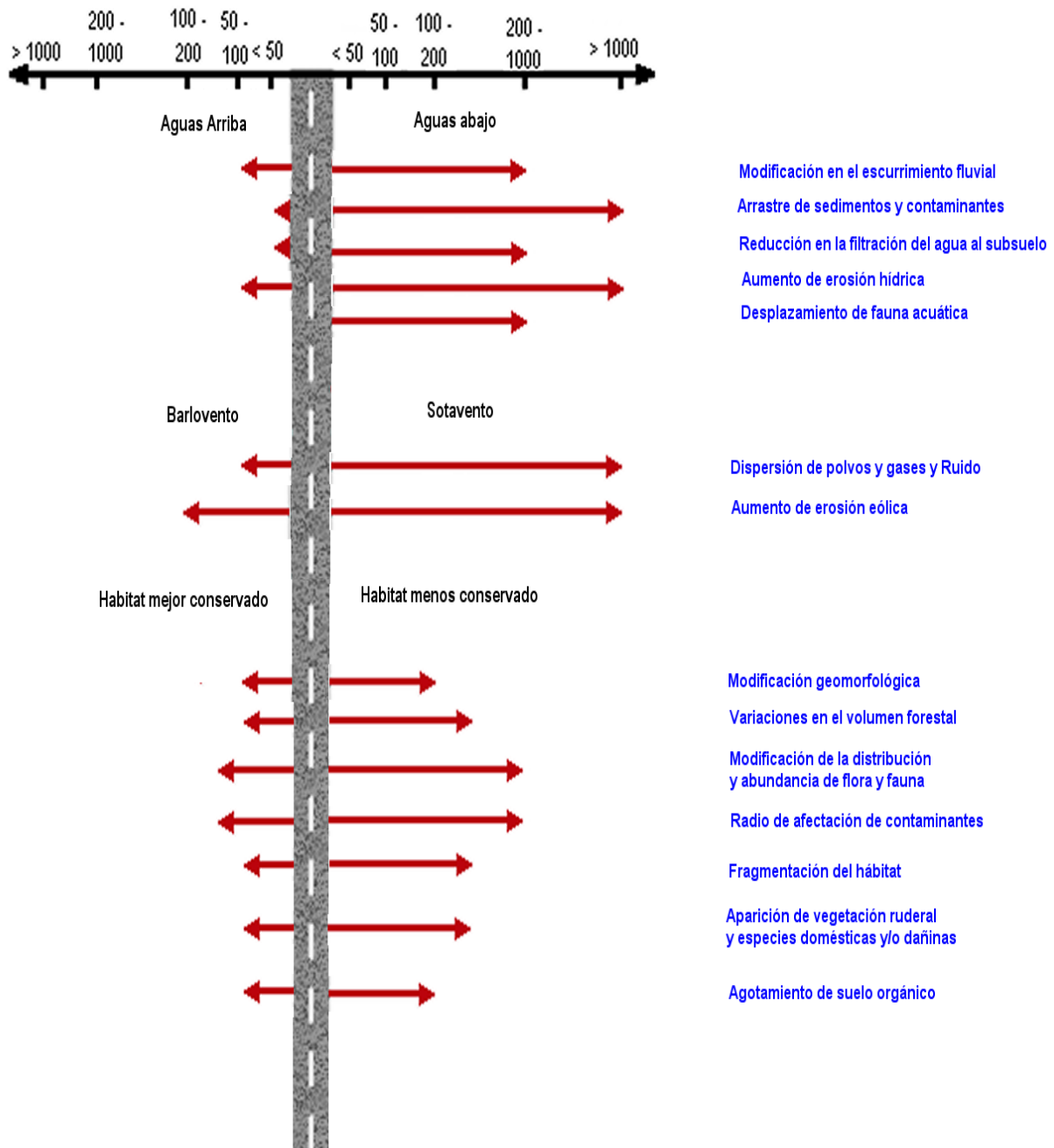


Figura V. 6 Grado de antropización del NW de México

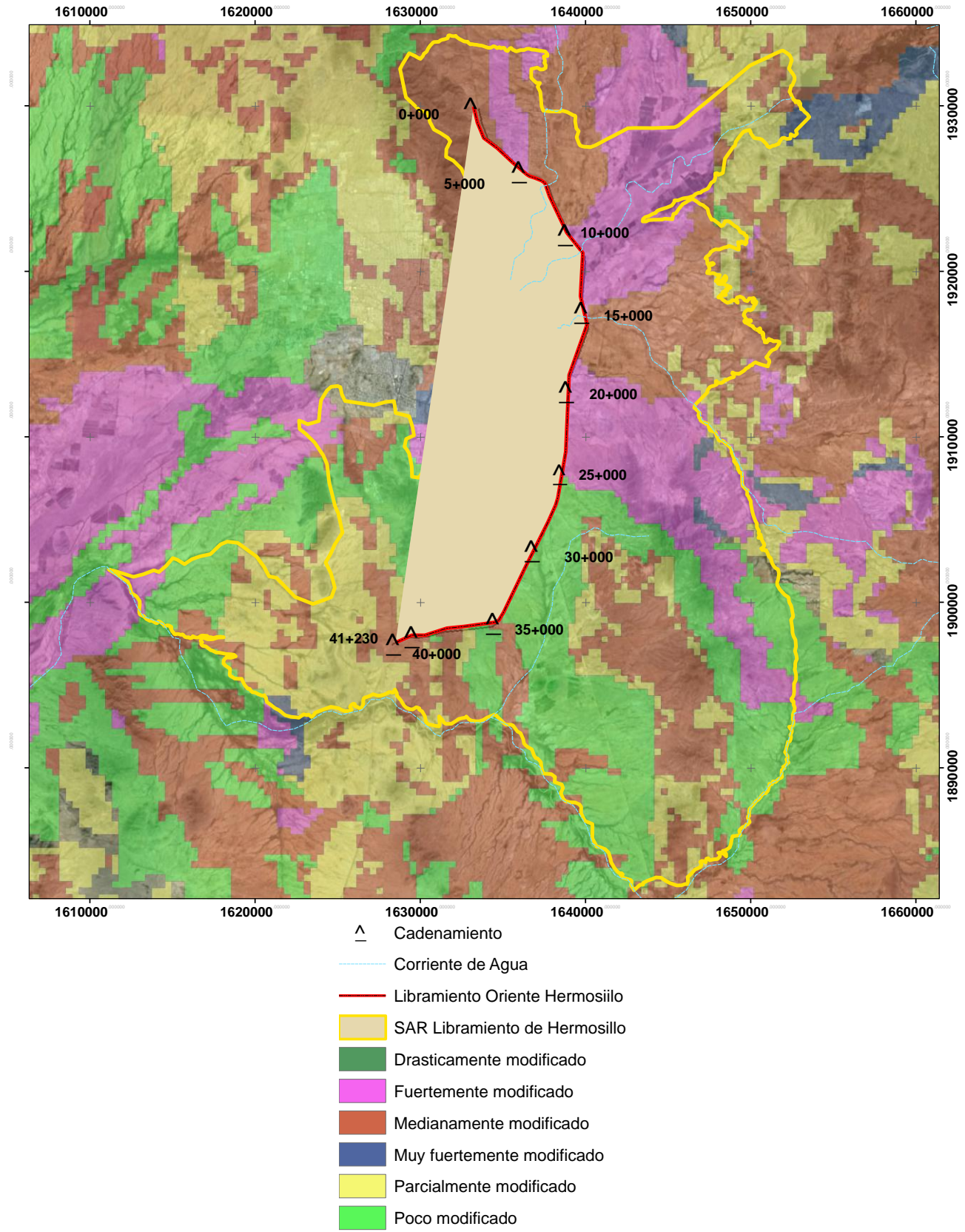
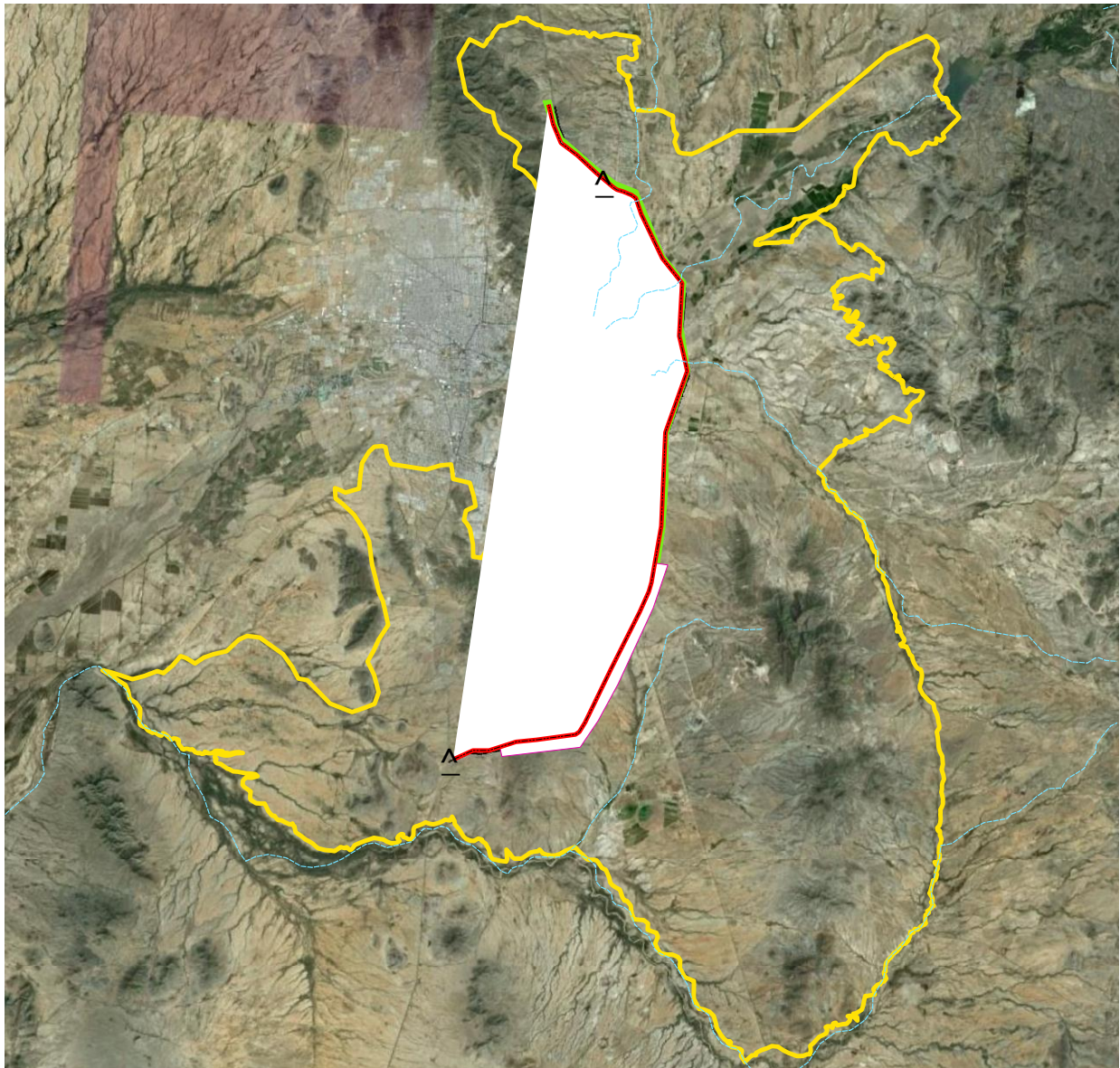








Figura V. 7 Zona de influencia del libramiento de Hermosillo, Sonora



-  Cadenamiento
-  Corriente de Agua
-  Libramiento Oriente Hermosillo
-  SAR Libramiento de Hermosillo
-  Área de afectación directa 300 - 400 m
-  Área de afectación directa 1000 m

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinoza, 2001).

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación.

En seguida se describen las medidas de Mitigación propuestas para amortiguar los impactos negativos creados por la realización del proyecto “Libramiento de Hermosillo”, en el estado de Sonora”, que considerando los factores ecológicos, económicos, de logística y operación, se consideran de mayor efectividad para minimizar los impactos ocasionados por la ejecución del proyecto.

Las medidas de mitigación fueron clasificadas tomando como base las definiciones establecidas en el Artículo 3º del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, quedando de la siguiente forma:

- Medidas
- Preventivas: conjunto de actividades que se deberán ejecutar, para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente.
 - Medidas de Mitigación: Conjunto de actividades que se deberán ejecutar, para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación provocada directa o indirectamente por la ejecución del proyecto. Para este proyecto, se clasificaron en 3 tipos: Reducción, Compensación y Rehabilitación.

Para el proyecto descrito, se identificaron 168 impactos (descritos en el capítulo V), para los cuales se diseñaron 30 medidas de prevención y mitigación que se deberán operar en el tiempo y forma especificada, para contrarrestar los efectos negativos de forma exitosa.

Hay que señalar que el momento de su práctica es importante, ya que es más conveniente realizar las medidas correctoras lo antes posible, ya que de este modo se pueden evitar impactos secundarios no deseables (p.e.: la erosión de taludes descubiertos de vegetación.)

Cada medida ha sido propuesta en base a la evaluación de los impactos ambientales y de cumplirse dichas medidas pueden reducirse significativamente los efectos negativos que éstos producen sobre el componente que inciden.

Existen diferentes tipos de medidas, cada una de ellas tiene diferentes metas, cuyos objetivos primordiales son el prevenir, mitigar, restaurar, compensar o controlar los impactos ambientales que se generen, según sea el grado o el tipo de afectación que se manifieste.

A continuación se detalla la función de cada una de ellas:

- 1) **Pr.- de Prevención:** prever cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.
- 2) **Mi.- Mitigación:** Aquellas acciones propuestas para lograr que el factor ambiental que se analiza se mantenga en una condición similar a la existente.
- 3) **Re.- Restauración:** Rectificar los impactos adversos a través de la restauración de los recursos afectados a su estado inicial, posiblemente más estable y productivo, razón por la cual su aplicación es posterior a la manifestación de los impactos ocasionados.
- 4) **Co.- Compensación:** Acciones o medidas que compensen el impacto cuando las medidas de prevención, mitigación o restauración no son aplicables. Dichas medidas deben ser proporcionales al impacto ocasionado.
- 5) **Cn.- Control:** Asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y / o acciones del proyecto.

En la Tabla. VI.1, se enlistan las medidas de prevención y mitigación que se llevarán a cabo durante la ejecución de la obra.

Tabla VI.1 Estrategias de mitigación y su clasificación

Medida de Mitigación	Clasificación
1. Contratar un supervisor ambiental	➤ Reducción ➤ Prevención
2. Instalación de un vivero a cielo abierto	➤ Compensación ➤ Mitigación
3. Establecimiento de labores permitidas en las actividades del proyecto	➤ Prevención
4. Establecer límites de horarios de trabajo	➤ Prevención ➤ Reducción
5. Implementar programa de seguridad para el área de trabajo	➤ Prevención
6. Señalización en la zona de obra	➤ Prevención ➤ Reducción
7. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	➤ Prevención ➤ Reducción
8. Uso de baños portátiles para el personal	➤ Prevención ➤ Reducción
9. Almacenamiento de aguas grises	➤ Prevención ➤ Reducción
10. Prohibir quema de vegetación	➤ Prevención ➤ Reducción
11. Evitar el uso de agua de la Presa Abelardo Lujan Rodríguez	➤ Prevención
12. Transporte adecuado de material Geológico, pétreo y residual	➤ Mitigación ➤ Prevención ➤ Reducción
13. Programa de rescate y reubicación de fauna	➤ Prevención ➤ Reducción
14. Construcción de pasos para Fauna	➤ Prevención ➤ Restauración ➤ Compensación
15. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	➤ Prevención ➤ Reducción
16. Delimitación de los árboles a derribar en el DV	➤ Mitigación
17. Programa de rescate de flora	➤ Prevención ➤ Mitigación
18. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arroyo de taludes y elaboración de composta.	➤ Compensación ➤ Mitigación
19. Programa de reforestación del derecho de vía	➤ Reducción ➤ Compensación ➤ Rehabilitación
20. Colocación de malla orgánica para estabilizar pendientes	➤ Reducción ➤ Compensación ➤ Rehabilitación
21. Fajinas	➤ Reducción ➤ Compensación ➤ Rehabilitación
22. Escalones de matorral	➤ Reducción ➤ Compensación ➤ Rehabilitación
23. Humedecer el área de trabajo	➤ Prevención
24. Explotación de bancos de materiales autorizados	➤ Prevención ➤ Reducción
25. Realizar mantenimiento regular de la maquinaria y el equipo	➤ Prevención ➤ Reducción

Medida de Mitigación	Clasificación
26. Mitigación de daños causados por ruido y vibración	➤ Reducción
27. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	➤ Prevención
	➤ Reducción
28. Uso de planta de asfalto con tecnología anticontaminante	➤ Compensación
	➤ Prevención
29. Plan de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos	➤ Reducción
	➤ Prevención
30. Disposición adecuada y reutilización de residuos sólidos y vegetales	➤ Reducción
	➤ Prevención

VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.

En la Tabla VI.2 se agrupan las medidas de mitigación de acuerdo a las actividades de la obra en las que deberán ejecutarse.

Tabla VI.2 Medidas de mitigación por etapas del proyecto

Medida De Mitigación	Etapas del proyecto	Factor ambiental sobre los que Actuará
Contratar un supervisor ambiental	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Instalación de un vivero a cielo abierto	Preparación del Sitio	Vegetación
Establecimiento de labores permitidas en las actividades del proyecto	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Antropogénico
Establecer límites de horarios de trabajo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire Fauna Antropogénico
Implementar programa de seguridad para el área de trabajo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Vegetación Fauna Aire Hidrología Antropogénico
Señalización en la zona de obra	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Antropogénico
Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Vegetación Fauna

Medida De Mitigación	Etapas del proyecto	Factor ambiental sobre los que Actuará
Uso de baños portátiles para el personal	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Almacenamiento de aguas grises	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Hidrología Suelo Vegetación
Prohibir quema de vegetación	Preparación del sitio	Aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Antropogénico
Evitar el uso de agua de la presa Abelardo Lujan Rodríguez	Todas las etapas del proyecto	Hidrología
Transporte adecuado de material Geológico, pétreo y residual	Preparación del sitio Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Programa de rescate y reubicación de fauna	Preparación del Sitio	Fauna
Construcción de pasos para Fauna	Construcción	Fauna Vegetación
Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	Preparación del Sitio	Vegetación Fauna
Delimitación de los árboles a derribar en el DV	Preparación del Sitio	Vegetación Fauna
Programa de rescate de flora	Preparación del Sitio	Vegetación Fauna
Reutilización de materiales de desmonte y despalle para arropes de taludes y elaboración de composta.	Operación y mantenimiento	Aire Hidrología Vegetación Fauna Paisaje
Programa de reforestación del DV	Preparación de sitio Construcción	Aire Vegetación Fauna Paisaje
Colocación de malla orgánica en zona de pendientes	Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Fajinas	Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje

Medida De Mitigación	Etapa del proyecto	Factor ambiental sobre los que Actuará
Escalones de matorral	Construcción	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Humedecer el área de trabajo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Aire
Explotación de bancos de materiales autorizados	Construcción	Hidrología Suelo Vegetación Fauna Paisaje
Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Calidad del aire Hidrología Suelo Fauna
Mitigación de daños causados por ruido y vibración	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Suelo Fauna
Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Calidad del aire Hidrología Suelo Vegetación Paisaje
Uso de planta de asfalto con tecnología anticontaminante	Construcción Operación y mantenimiento	Calidad del aire Suelo
Plan de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos	Construcción Operación y mantenimiento	Calidad de aire Hidrología Suelo
Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	Preparación del sitio Construcción Operación y mantenimiento	Hidrología Suelo Paisaje

VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

VI.3.1 Lineamientos generales de las medidas de mitigación.

Las Medidas de Mitigación para el proyecto, que se consideran en este apartado, corresponden a los impactos más relevantes detectados, desde la etapa de preparación del sitio hasta las actividades de mantenimiento final. A continuación, se procederá a describir en detalle cada una de las medidas de mitigación propuestas.

Medida de mitigación 1.

Contratación de un supervisor ambiental

Se deberá contratar un supervisor ambiental que estará laborando directamente con la empresa supervisora y cuyas labores iniciarán desde antes del inicio de cualquier actividad relacionada con la ejecución del proyecto. A su cargo, tendrá la responsabilidad en las siguientes actividades:

- Verificar la correcta implementación de las medidas de mitigación (y, en su caso, de las condicionantes del proyecto) autorizadas en el resolutivo que la DGIRA emita sobre este documento.
- Entrevistar y contratar al personal que lo apoyará en el seguimiento y cumplimiento de las medidas de mitigación.
- Examinar la efectividad y suficiencia de dichas medidas (y condicionantes) para alcanzar las metas señaladas con los niveles programados de prevención, reducción y mitigación de impactos ambientales adversos.
- Determinar, en caso necesario, las modificaciones necesarias o las medias de mitigación adicionales para lograr los objetivos planteados.
- Realizar los reportes de cumplimiento de condicionantes en materia de impacto ambiental requeridos por la SEMARNAT.
- Atender las inspecciones que realicen a campo personal del SEMARNAT y la PROFEPA para verificar el cumplimiento de las condicionantes mencionadas en el resolutivo de este documento.
- Mantener contacto con el residente de obra de la SCT para comunicar cualquier incidencia que se presente por parte del personal de la empresa constructora durante las actividades del proyecto, que contravenga con la protección al ambiente.

El supervisor deberá ser un biólogo, ecólogo o especialista en el área ambiental que conozca en detalle este documento así como el resolutivo que emita la SEMARNAT. La experiencia de trabajo en campo para esta labor resulta ser muy importante, por lo que, deberá demostrar con hechos su nivel de compromiso en impulsar las acciones de mitigación y, en su caso, condicionantes del resolutivo.

Se buscará en la medida de lo posible que el supervisor sea nativo de la región o que al menos conozca profundamente la zona, lo cual permitirá que enfoque su atención en el seguimiento de las medidas de mitigación y condicionantes. Asimismo, aportará información fidedigna (la cual sea verificable) respecto a la efectividad de dichas medidas para lograr los niveles de protección ambiental establecidos. Los factores ambientales servirán como indicadores para determinar, con mayor objetividad, si los cambios ambientales transcurren dentro del tiempo y forma estimados.

Se requerirá que participen más biólogos que le apoyen en los recorridos de campo con la finalidad de verificar desde distintos puntos de vista, la correcta aplicación de las medidas de mitigación, a los cuales supervisará constantemente. Cada colaborador portará una bitácora, donde indique fecha y duración de la obra o actividad que dio cumplimiento a cada medida de mitigación y serán documentadas con material visual (fotografías y videos). Además reportará si la empresa contratada para la construcción incumple con algún punto del resolutivo o medida

que marca este documento, para que se apliquen las medidas correctivas pertinentes. Dichos biólogos de apoyo podrán provenir de las insituciones de educación superior y dependiendo de los mecanismos de titulación de las universidades de interés, su labor podría considerarse como la prestación de servicio social.

Medida de Mitigación 2

Instalación de un vivero

Se recomienda que previo a la realización de cualquier actividad relacionada con la construcción de este proyecto, la SCT realice un convenio con las autoridades municipales, estatales y los ejidatarios para la implantación de un pequeño vivero en el cual se permita la siembra y el crecimiento de plántulas que posteriormente serán trasplantadas a lo largo del DDV de este trazo.

Este vivero deberá estar en funcionamiento total antes de que la contratista inicie obras, con el fin de dar tiempo al crecimiento y desarrollo de las semillas elegidas para forestar y reforestar.

➤ Tipos De viveros:

Tradicionalmente los viveros forestales de acuerdo a la permanencia y magnitud se clasifican en viveros permanentes y viveros temporales.

- Viveros permanentes: Llamados también Fijos, son aquellos que producen grandes cantidades de plantas todos los años. Requiere de infraestructura formal (bodegas, invernaderos, etc.) bastante sólida.
- Viveros temporales: Llamados también volantes, son viveros pequeños que se establecen en el mismo lugar a realizar la plantación, por una temporada. Que sería el tipo de vivero que se necesita para este proyecto.

Y en función de los tipos de producción de las plantas se clasifican en:

- ✓ **Producción a raíz desnuda** (se realiza en suelos naturales, a cielo abierto y la planta se extrae del suelo durante la cosecha).
- ✓ **Producción en contenedores** (las plantas se cultivan en sustrato artificial y en condiciones controladas). Las consideraciones de cada uno de estos sistemas de producción (Landis *et al.*, 1994), se mencionan en la Tabla VI.3. El objetivo de nuestro vivero debe cumplirse de un modo natural y orgánico, aprovechando los recursos disponibles en cada región y con el menor costo posible.

Tabla VI.3 Consideraciones para los dos tipos de viveros principales

Consideraciones	Vivero de contenedores	Vivero a raíz desnuda
Latitud/altitud - Longitud de la estación de crecimiento	Mejor para áreas con estaciones de crecimiento cortas: alta elevación o elevada latitud	Mejor para áreas con largas estaciones de crecimiento: bajas latitudes o bajas elevaciones
Inversión inicial de capital	Los costos del terreno pueden ser significativos y la preparación puede ser costosa; los costos del equipo varían en función del grado de mecanización	Bajos costos de terreno, pero las estructuras y el equipamiento pueden ser caros; mínima preparación de la tierra
Menor área requerida debido a las altas densidades de cultivo; las bajas tasas de eliminación producen altas cosechas	Requerimiento de terrenos	Mayor demanda de terreno debido a las bajas densidades; grandes tasas de eliminación producen bajas cosechas.
Calidad del suelo	Si se hace uso de sustratos artificiales no es de importancia	Crítico – los factores químicos y físicos deben ser medidos
Cantidad de agua	Se requieren menores cantidades	Se requieren grandes cantidades
Calidad del agua	Es deseable una buena calidad de agua, sin embargo, el agua de menor calidad puede ser tratada químicamente	Es necesaria una buena calidad de agua
Mano de obra	Sólo se requiere de pocos trabajadores altamente capacitados, excepto durante la siembra, la cosecha y el empaclado	Una gran cantidad de personal es requerida durante la época de cosecha y empaclado
Instalaciones y equipamiento	Variable, desde áreas de cultivo abiertas hasta estructuras muy sofisticadas	Variable, desde trabajos manuales hasta operaciones de alta mecanización
Calidad del germoplasma	Son requeridos altos niveles de eficiencia, mejor para semillas de alto valor genético	Cosechas pobres por cantidad de semilla
Características del cultivo	Algunas especies crecen mejor en contenedores: aquellas de semilla pequeña, baja germinación, especies de lento crecimiento y aquellas con raíces principales dominantes	Algunas especies crecen mejor bajo este sistema, como las latifoliadas de madera dura, que demandan más espacio de crecimiento
Enfermedades	Pocas enfermedades con sustratos artificiales estériles y menor riesgo de daños abióticos en estructuras cubiertas	Son más comunes los daños abióticos ocasionados por patógenos del suelo
Hongos micorrízicos y otros microorganismos benéficos	Deben ser agregados al sustrato artificial	Se encuentran normalmente en el suelo
Almacenamiento de plantas	Mayor volumen de almacenamiento. El almacenaje bajo sombra para las plantas que serán embarcadas en los contenedores es posible; necesario contar con una cámara fría para almacenar la planta que sea extraída del contenedor	El almacenaje bajo sombra para las plantas que serán embarcadas en los contenedores es posible; necesario contar con una cámara fría para almacenar la planta que sea extraída del contenedor
Manejo de plantas	Las plantas son más tolerantes al daño físico o exposición	Las plantas son menos tolerantes al daño físico o a la exposición
Transporte al sitio de plantación	Las plantas en contenedor son voluminosas y pesadas, pero no requieren ser almacenadas en cuartos fríos por períodos cortos	Las plantas son más ligeras y pueden ser empacadas de manera compacta, pero requieren ser mantenidas a bajas temperaturas
Condiciones del sitio de plantación	Las plantas en contenedor resienten menos el estrés por el trasplante y son superiores para sitios difíciles	Estas plantas sufren más el estrés por trasplante, y son mejores en sitios de calidad buena o regular
Longitud de la época de plantación	Período de plantación amplio	Período de plantación corto
Duración de rotación del	De 3 a 18 meses	De 1 a 4 años

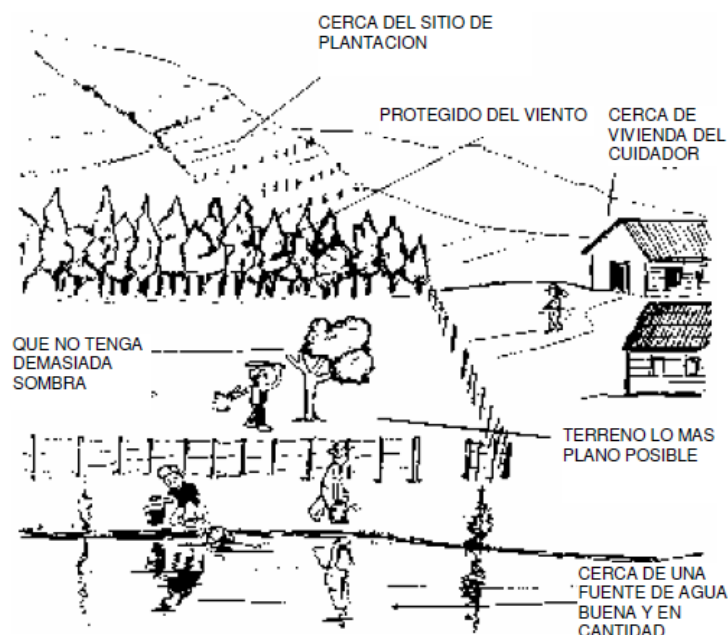
cultivo

De la Tabla anterior, el vivero que ofrece mejores rendimientos es el de contenedores. Para la instalación de un vivero entre los factores que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

Selección del sitio: Es importante recordar que, previo a escoger el sitio para establecer el vivero, debe planificar todo lo relacionado a actividades forestales. Factores a considerar al momento de establecer un vivero:

- Localización y accesibilidad del terreno: Un vivero debe localizarse en un sitio que sea lo más representativo posible de las condiciones del clima y suelo del lugar donde deseamos reforestar. El lugar debe ser soleado y con buena orientación a la salida del sol, para así disminuir el efecto de la sombra en el crecimiento de las plantas. Los mejores sitios para la ubicación del vivero son los que cuentan con una ligera pendiente de no más de 5% a 10%; lo cual permitirá la salida fácil del exceso de las aguas de lluvia. El sitio seleccionado debe ser de acceso fácil, es decir que no se dificulte el transporte de todas las plantas al momento de trasladarlas al campo de cultivo.
- Tipo de suelo: Se deben evitar uso de suelos muy arcillosos por ser compactos y porque no permiten la penetración del agua.
- Agua: Este es uno de los factores más importantes. Debe buscar un lugar donde haya agua cerca o donde se pueda hacer llegar por medio de mangueras o canales.
- Sombra: La sombra de árboles grandes perjudica el crecimiento de las plantas. Si hay muchos árboles en el lugar donde se desea colocar el vivero es necesario podar o quitar algunos para que haya un poco de sombra, pero no demasiado.
- Cercado: Para evitar daños de animales sueltos y personas ajenas a la actividad de reforestación, es indispensable cercar bien el vivero. Además de cercar puede hacerse sembrando surcos vivos (brotones) o materiales locales disponibles como: caña de milpa, bambú, vara blanca, carrizo, chichicaste, sauco, etc.

Figura VI.1 Consideraciones para instalación del vivero



Fuente: El vivero Forestal: Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase, INTA, EEASE.

No hay que pasar de alto que este vivero aparte de ser fuente de las plántulas que se emplearán para reforestar la zona de los trabajos, también servirá como abastecedor de especies forestales de la zona para otro tipo de obras que se realicen dentro de la región, por lo que es necesario que este vivero sea administrado por la gente del municipio

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de reforestación. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación. La producción en vivero tiene como función obtener plántulas de calidad superior, es decir tamaño adecuado, libre de plagas y enfermedades, para asegurar el éxito de la reforestación, para lo cual es necesario que la persona encargada de dirigir la actividad del vivero conozca y aplique ciertas etapas, como por ejemplo:

➤ Selección de la especie:

Debemos reproducir especies que provengan del mismo lugar y del mismo tipo de suelo. Entre los factores a tomar en cuenta para elegir la especie de planta a producir en el vivero son:

- Objetivo de la plantación
- Preferencias de los agricultores
- Experiencia con la especie
- Requerimientos de clima y suelo
- Ubicación de fuentes de semilla (Época de recolección y almacenamiento)
- Problemas de plagas y enfermedades con la especie.
- Semillas forestales:

Para que los comunales sean autosuficientes en semillas forestales, es preciso enseñar a los miembros cuando y como recolectar sus propias semillas. La selección y preparación de buenas semillas es la base para producir buenas plantas, ésta se logra básicamente realizando los pasos siguientes:

1. Escoger buenos árboles para semilla en o cerca de la comunidad, que sean sanos de buen crecimiento, rectos, de buena forma, que den buenos frutos.
2. No dañar los árboles al cortar semillas, use tijeras, cuchillos, sierras o machetes, solo corte ramitas no desgarrar.
3. Transporte los frutos, vainas o conos en costales o canastos, ponga etiqueta que diga especie, sitio de recolección, fecha, etc.
4. Secar las semillas sobre costales o canastos, pisos, periódicos, canastos, mantas, dándole vueltas varias veces al día.
5. Si se va a secar semillas de frutos carnosos déjelos que sobre maduren a la sombra, quitándoles la miel a las semillas, lavándolas varias veces en agua para no atraer insectos y luego secándolas.

Cuando sus semillas estén secas, seleccionarlas como si estuviera escogiendo frijol para cocer. Eliminando semillas picadas, partidas, cuaches, hinchadas, vanas y sin color.

Tratamientos pregerminativos.

Muchas veces las semillas pueden ser fácilmente tratadas utilizando el método de remojo en agua al tiempo o en agua caliente. El otro caso consiste en remojar en agua caliente por dos minutos y después meter en agua fría o al tiempo, hasta que enfríen.

Medida de Mitigación 3

Establecimiento de labores permitidas en las actividades del proyecto.

Esta medida de mitigación va ligada al punto anterior, ya que se necesita de la participación del personal para la aplicación de estas medidas preventivas que prevalecerán durante todo el proyecto. La totalidad del personal que se encuentre laborando en la obra no importando la actividad a su cargo, deberá conocer las restricciones en materia ambiental durante la obra.

Para asegurar su cumplimiento, se propone implementar sanciones de carácter administrativo, y en caso de que aún así no se cumplan las medidas preventivas, dichas sanciones se convertirán de tipo económico, y deberán ser autorizadas por los superintendentes o supervisores de la empresa a cargo de la construcción para aplicarlas en caso de incumplimiento del personal a su cargo. A continuación se mencionan algunos de los lineamientos a seguir. La explicación de cada uno de ellos deberá realizarse al menos una semana antes del inicio de las actividades de preparación del sitio, enterando a todo el personal involucrado de las siguientes restricciones:

- Se prohíbe incursionar fuera de los límites del frente de trabajo., (45 m en promedio de ancho)
- Se deben utilizar los baños portátiles ubicados en los frentes de obra para evacuar. Queda por tanto prohibida la evacuación al aire libre
- Se debe colocar la basura exclusivamente en los botes de plástico con tapa ubicados en cada frente de obra.
- Se prohíben las labores en los horarios nocturnos y/o permanecer en el frente de obra en horarios distintos a los establecidos.
- Se prohíbe maltratar y recolectar cualquier tipo de vegetación de los alrededores. Sólo será posible recolectar alguno de los ejemplares abatidos durante las obras de desmonte o despalme.
- Queda prohibida la caza de fauna silvestre, ni deberá ocasionárseles daño alguno.
- En caso de encontrarse un animal venenoso o que represente una amenaza se deberá dar aviso inmediato al supervisor ambiental que permanecerá en la obra durante las actividades de desmonte, en caso que fuese un reptil se atraparará con el bastón herpetológico y se reubicará en otro sitio que resulte tanto seguro para los trabajadores como para el componente de la fauna
- La zona adyacente del DDV estará desprovista de vegetación para la colocación de herramienta y maquinaria, única área que debe ser ocupada
- Delimitar una zona desprovista de vegetación dentro del DDV.

- Quedará estrictamente prohibido encender fogatas para este u otros propósitos fuera del área correspondiente. Para cocinar se recomienda utilizar estufas portátiles de gas, conectados con llaves de paso.
- Toda la basura derivada de actividades de alimentación tendrá que ser colocada en los botes de basura ubicados en los frentes de obra.
- Se prohibirá la apertura de caminos de acceso o brechas, ya que no se requieren.

El personal que no cumpla con dichas actividades se enfrentará a una sanción administrativa cuando este reincida la cual quedará asentada en un expediente laboral, en caso de reincidir le será descontado un día de sueldo; dichos descuentos salariales aumentarán en un día extra conforme el implicado reitera el quebranto a la disposición. De esta forma el contratista donará el salario correspondiente al ejido afectado, esto con la finalidad de impulsar la educación ambiental y actividades de difusión de protección al ambiente a todos los niveles: personal, laboral y sociedad.

Medida de Mitigación 4

Establecer límites de horarios de trabajo

El ruido es un contaminante físico que no es mitigable para este tipo de obras; sin embargo, puede reducirse la intensidad y duración de su impacto al restringir el tiempo en el cual realizan las actividades que lo generan. De manera muy particular, este contaminante suele alterar la conducta de la fauna, cuyo grado de afectación está en función de la duración e intensidad de la fuente sonora.

Se espera que en las labores de construcción, y por la operación de vehículos, no se rebasen determinados niveles auditivos. En el primer caso (labores de construcción) los límites máximos permisibles son de 68 dB(A), (máximo), mientras que en el segundo caso (operación de vehículos) los límites son de 90 dB(A) como máximo en tiempos de exposición no mayores de 15 minutos. Las excavaciones en bancos de materiales es posible que rebasen los 90 dB(A), estas obras deberán efectuarse durante el día entre las 9 y las 22 hrs. Es necesaria la protección auditiva de los operadores de maquinaria. En general, los ruidos generados no deberán exceder los 68 dB(A) de las 6 a las 22 hrs, y los 65 dB(A) de las 22 a las 6 horas.

A pesar de que en la tabla anterior se marcan horarios muy amplios (intervalos que van de 8 a 18 h), se recomienda que las actividades de la obra se lleven a cabo en un horario de 8 a 16 h, para evitar el uso de luz artificial y los riesgos que ello implica (accidentes laborales).

En México las normas para el control de emisión de ruido son: la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, expresados en dB(A) y la NOM-081- SEMARNAT -1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina el nivel emitido al ambiente.

Tabla VI.4 Límites máximos permisibles de ruido para fuentes fijas y fuentes móviles

NOM	Fuente emisora	Límite máximo permisible	Horario
NOM-081- SEMARNAT - 1994	Fuentes fijas en general	68 dB(A)	de 6 a 22 hrs
	Fuentes fijas cercanas a los poblados	55 dB(A)	***

NOM-080- SEMARNAT –1994	Operaciones de carga y descarga	90 dB(A)	de 7 a 22 hrs
	Fuentes móviles hasta 3,000 kg	79 dB(A)	***
	Más de 3,000 hasta 10,000 kg	81 dB(A)	***
	Más de 10,000 Kg	84 Db(A)	***

Fuente: Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Generada por Ruido. NOM-081-SEMARNAT- 1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.

Para la protección adecuada del personal en materia de afectaciones a la salud a causa del ruido, se requerirá el uso obligatorio de audífonos durante toda la jornada laboral, y no deberá exponerse el trabajador al ruido continuo por más de una hora.

Medida de Mitigación 5

Implementar programa de seguridad para el área de trabajo

La seguridad e higiene laboral es una disciplina de gran importancia en el desarrollo de una obra, puesto que basados en las normas que expide la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) se pueden elaborar programas en donde se establezcan los lineamientos aplicables a la obra, esto con la finalidad minimizar y si es posible eliminar los riesgos de accidentes, creando un ambiente laboral seguro.

Este manual o programa deberá contar con los procedimientos relacionados con la seguridad laboral, el cual debe ser conocido y acatado al pie de la letra por TODO el personal; con el fin de evitar accidentes que pongan en riesgo la integridad física de los trabajadores.

En términos generales y entre las cosas más importantes que debe de cumplir el personal es llevar el equipo de protección que sea necesario en cada caso y actividad desarrollada para asegurar su protección, algunos de estos son: chalecos fluorescentes, gafas de seguridad, protectores auditivos, casco botas de seguridad, guantes de carnaza). Algunos ejemplos se muestran a continuación:

Figura VI.1 Materiales y equipos necesarios para la protección de los trabajadores



Acompañado de este programa de Higiene y Seguridad, la constructora deberá tener también un programa de Protección civil, en el cual se detalle el procedimiento a seguir en caso de un derrumbe, hundimiento, o situación de emergencia que requiera de atención inmediata, y la rápida y eficiente evacuación de todo el personal. Deberán de señalizarse rutas de evacuación en la zona de obras ante cualquier eventualidad de este tipo. Dentro de la obra deberá contarse con un botiquín de primeros auxilios, además de tener perfectamente identificados los centros de

atención medica más cercanas a la obra como pueden ser hospitales, clínicas; esto con la finalidad de ahorrar tiempo en el traslado en el caso que de la persona accidentada requiera atención médica inmediata.

Además del Programa de Seguridad e Higiene, en la obra deberán de contar con un Programa de Protección Civil en el que se describan los pasos a seguir en caso de que surja alguna contingencia como un incendio, inundación, tormenta eléctrica; todo el personal que ahí labore debe estar enterado si es que se encuentra expuesto a algún riesgo, por lo que se considera estrictamente necesario que la obra se encuentre perfectamente señalizada.

Figura VI.2 Ejemplo de la Señalización que debe usarse en la obra



Medida de Mitigación 6

Señalización en la zona de obra

La señalización es de gran ayuda ya que es una herramienta que forma parte importante de la educación ambiental. La señalización en zona de obras es una medida eficiente para evitar accidentes a los trabajadores que frecuentemente por sus labores presentan mayor riesgo de sufrir un percance, así como para la población circundante (ejidatarios) que pueden transitar por la zona de obras. Entre los materiales que se recomiendan para delimitar la zona de obra está la cinta de señalización, letreros de advertencia, luces preventivas, etc. Algunos ejemplos de equipo que se puede emplear para delimitar la zona de maniobras, se muestran a continuación:

Figura VI.3 Materiales para señalización de frentes de obra.



Medida de Mitigación 7

Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía.

Con la finalidad de que el radio de modificación del entorno no se extienda y afecte la vegetación más allá de las superficies calculadas para este estudio, se debe restringir y delimitar muy bien el área del frente de obra. Como se mencionó reiteradamente en el Capítulo II del presente documento, la superficie estimada de remoción de vegetación entre línea de ceros será en promedio de 45 m (incluyendo los dos cuerpos carreteros que se construirán). Las instalaciones provisionales podrán ubicarse en la superficie entre ceros conforme y se irán trasladando conforme vaya avanzando el frente de obra. Con esto **NO es necesario el desmonte de la totalidad del DDV (80 m de ancho)**.

De igual manera, deberá instruirse permanentemente a los operadores de maquinaria y equipo que será únicamente dentro de la superficie entre ceros donde podrán circular y realizar sus labores, con el fin de evitar que dañen mecánicamente la vegetación aledaña al cuerpo carretero. Durante el mantenimiento de la carretera, se recomienda que las labores de bacheo, pintura y reposición del señalamiento también se realicen dentro del derecho de vía establecido.

Medida de Mitigación 8

Uso de baños portátiles para el personal.

Para evitar que se genere el fecalismo al aire libre y con ello la aparición de riesgos a la salud humana, se colocarán sanitarios portátiles que no requieran en uso de agua. El funcionamiento de este tipo de sanitarios se describe a continuación:

Se deshidrata el contenido que cae en la cámara de tratamiento; esto se logra con calor, ventilación y el agregado de material secante. Hay que reducir la humedad del contenido a menos de 25% tan pronto como sea posible, ya que con este nivel se acelera la eliminación de patógenos, no hay malos olores ni producción de moscas. Se recomienda el uso de una taza de sanitario diseñada especialmente, que desvíe la orina y la almacene en un recipiente aparte, para facilitar la deshidratación de las heces. La orina contiene la mayor parte de nutrientes y generalmente está libre de patógenos, por lo que puede utilizarse directamente como fertilizante, es decir, sin más procesamiento.

Figura VI.4 Ejemplo de Sanitarios portátiles que se deberán usar en la obra



El mantenimiento de estos sanitarios lo deberá realizar la empresa arrendadora, los productos resultantes pueden emplearse como fertilizante para las actividades de reforestación de la zona. Deberán existir al menos dos sanitarios por cada frente de trabajo, con un estimado de 20 personas c/u.

Medida de Mitigación 9

Almacenamiento de aguas grises.

La utilización de agua durante la obra es inevitable, por ejemplo el personal empleará agua cruda para enjuagarse las manos o la cara (aguas grises) las cuales deberán almacenarse en tambos de 50 L de capacidad y tendrán que trasladarse constantemente hacia la zona donde sea posible verterlas en el drenaje municipal. Queda prohibido verter esta agua sobre el suelo de la zona de obras a fin de no afectar la calidad del suelo con la presencia de grasas y aceites que provengan de las manos de los trabajadores. También queda terminantemente prohibido verter estas aguas sobre la presa Abelardo Lujan Rodríguez.

Medida de Mitigación 10

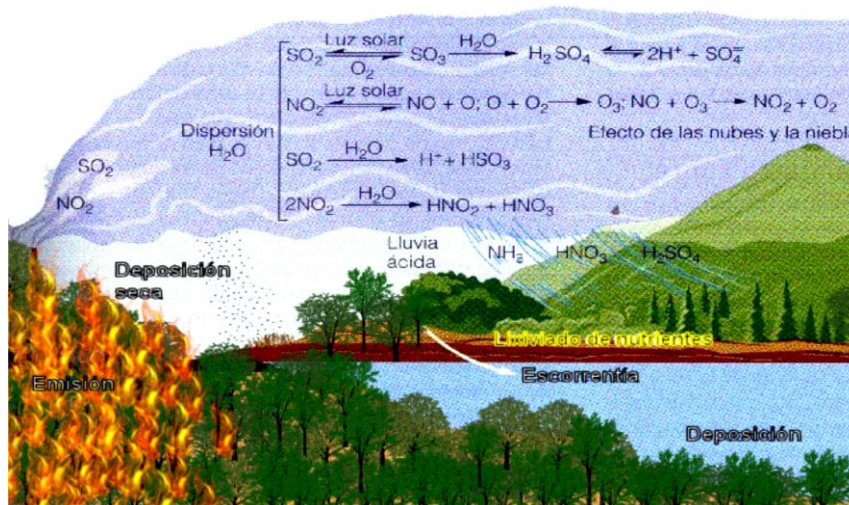
Prohibir quema de vegetación

La quema de pastizales y matorrales hoy en día sigue siguiendo siendo una técnica muy empleada tanto para la agricultura como para la clarificación de terrenos, sin embargo, para la construcción de este proyecto se prohibirá quemar la vegetación; ya que la vegetación de la región no presenta condiciones adecuadas de conservación; que aunado a las condiciones climáticas el fuego seque propagarían más fácilmente, haciendo más factible que ocurra un accidente y el fuego se propague más de lo deseado. Además hay que tomar en cuenta que el fuego tiene efectos a largo plazo en el suelo, ya que algunas contaminantes atmosféricos como los son los hidrocarburos mono

y poliaromáticos, NOx, SOx, acetonas, acetaldehídos, metano, amoniaco, etc., producen la deposición ácida de estas partículas en el ecosistema. La deposición ácida puede llegar al bosque de dos maneras. En forma húmeda como lluvia o niebla, y en forma seca como partículas y gases (HNO₃ y SO₂) (Figura VI.5). Pudiendo causar los siguientes efectos en la vegetación que no es removida:

1. Daño en la cutícula de las hojas, por acción directa y por efecto metabólico.
2. Interferencia en el funcionamiento de los estomas.
3. Daño en las células de las plantas, tras penetrar las sustancias ácidas.
4. Alteración de las raíces
5. Interferencia en la reproducción.
6. Aumento de la susceptibilidad de las plantas a la contaminación.
7. Alteración de la asociación simbiótica.
8. Incremento de la susceptibilidad a los patógenos.
9. Aumento de la concentración de metales disponibles.

Figura VI.5 Transformaciones químicas de contaminantes atmosféricos en el ambiente



Los efectos de las deposiciones ácidas deben evaluarse bajo su interacción con los procesos naturales de acidificación. La acidez no neutralizada por las copas de los árboles y demás vegetación, entra al suelo vía traslocación y escorrentía, fundamentalmente en forma de sal soluble.

La acidificación de los suelos constituye un factor que predispone al estrés (Matzner & Ulrich, 1985), puesto que reduce los nutrientes al variar su ciclo, provoca la movilización de elementos tóxicos como el aluminio al variar el pH del suelo y provoca variaciones en la composición de la estructura de la microflora y microfauna, y en su actividad biológica (Vanhala *et al.*, 1996).

Otro de los efectos importantes que tienen los incendios sobre el suelo es el aumento en la concentración de hidrocarburos poliaromáticos (HPAs). Un incendio forestal produce altas cantidades de HPAs de alto peso molecular y mayor persistencia al ambiente. De igual manera que las moléculas de ácido nítrico sulfúrico y óxidos de azufre, estos compuesto orgánicos se adhieren a partículas suspendidas y al condensarse, ya sea vía deposición

húmeda o seca alcanzan los suelos y se adhieren a su vez a coloides y sustancias húmicas (Arias-Estévez *et al.*, 2007). Si estos compuestos no son metabolizados por la microbiota, a través de la asimilación de nutrientes llegan a estar biodisponibles para las plantas, y a su vez, para los productores primarios.

La presencia de HPAs en suelos cambia la composición de la microbiota del sitio, ya que se requerirán más degradadores de estos compuestos, desplazando incluso a especies encargadas del reciclamiento de materiales. De ahí que en parte la regeneración de un suelo calcinado tarde tanto tiempo, ya que se requiere en primera instancia de la degradación de las altas cantidades de HPAs pirogénicos que se generan.

El impacto que produce el fuego sobre una cuenca puede ser analizado considerando su efecto sobre los procesos que intervienen dentro del ciclo hidrológico (DeBano *et al.*, 1996). Los efectos de los incendios forestales también se dejan sentir en la hidrósfera del SAR, también por procesos de acidificación y de alta concentración de HPAs en los lechos de las cuencas afectadas.

Si bien los HPAs por sus características hidrofóbicas no son solubles en agua y por tanto no pueden afectar por sí mismos la calidad del agua, sí se acumulan en los sedimentos a través de la escorrentía de materiales contaminados. Los sedimentos son por excelencia la trampa de HPAs, y a través de su adhesión a sustancias húmicas y coloidales e incluso algunas especies de fitoplancton pueden quedar disponibles a consumidores primarios dentro de las tramas tróficas acuáticas.

Entre los parámetros de calidad de agua más afectados por un incendio figuran las concentraciones de sedimentos aportados y la variación en las concentraciones de nutrientes disueltos (nitrógeno y fósforo) (Tiedemann 1978; DeBano *et al.* 1996). Parte de los nutrientes del suelo pueden estar retenidos en las partículas orgánicas e inorgánicas. De los compuestos del nitrógeno, el mayor interés se centra en los nitratos ya que éstos poseen una alta solubilidad y baja retención en el suelo, mientras que el amonio se adsorbe a los coloides minerales y orgánicos del suelo (DeBano *et al.*, 1996). De los compuestos del fósforo, los que predominan son el ortofosfato y el fósforo orgánico y, generalmente, se encuentran fuertemente retenidos en los coloides del suelo (DeBano *et al.* 1996).

Con lo anterior se observa que un incendio implica varias alteraciones no sólo al ecosistema donde se lleva a cabo el proyecto, sino también a aquellos ecosistemas aledaños; así que conociendo la periodicidad de estos eventos durante la temporada de estiaje, quedará estrictamente prohibida la quema de vegetación durante todas las etapas de la construcción, aunque con mayor énfasis esta restricción deberá acatarse en las actividades de desmonte y despalme.

Medida de Mitigación 11

Evitar el uso de agua proveniente de las corrientes fluviales cercanas o pozos de agua subterránea

Para la construcción de la subbase, la base, la carpeta de rodamiento, terraplenes y taludes se requiere una cantidad importante de agua. No obstante no extraerá agua de la presa Abelardo Lujan Rodríguez con este fin, ya que las caracterizaciones fisicoquímicas del líquido de dichas cuencas no cumplen con los criterios de calidad requeridos para la construcción (cantidades considerables de materia orgánica, tipo de sales disueltas, etc.).

El agua que se requiera para la construcción de la obra se obtendrá de una fuente de abastecimiento previa autorización de extracción por parte de la CNA, evitando en todo momento su desperdicio. Ahora bien,

considerando que también el agua proveniente de esas cuencas no es apta para el consumo humano sin previa potabilización, no se empleará para los trabajadores; el agua de consumo se adquirirá en tiendas cercanas.

Medida de Mitigación 12

Transporte adecuado de material Geológico, pétreo y residual.

El traslado de materiales de un sitio a otro dentro de las obras de vías de comunicación es un procedimiento frecuente, por lo que pueden dispersarse materiales y partículas suspendidas por medio del movimiento y por acción del viento, a lo largo del suelo y hacia la atmósfera.

Para evitar la dispersión de material geológico pétreo y residual que sea removido y contamine la calidad del aire, se pondrá en marcha la siguiente medida:

Los residuos geológicos, producto de excavaciones, nivelación de terrenos y rellenos, serán transportados en camiones de volteo, sin que el material sobrepase el límite horizontal superior del mismo y deberán cubrirse con una lona (perfectamente amarrada) que caiga por lo menos 40 cm en cada lado de la caja de carga. Estos camiones de manera adicional irán a una velocidad máxima de 60 Km/h, a fin de evitar tanto la dispersión de las partículas pétreas más finas como la presencia de accidentes viales. El material removido deberá reutilizarse para el arroje de taludes, bancos de materiales aprovechados o bien, para posteriormente ser depositados en sitios específicos (p.e., bancos de tiro cercanos), con previa autorización de las autoridades competentes.

Medida de Mitigación 13

Programa de rescate y reubicación de Fauna.

Las condiciones ecológicas y topográficas del SAR dan lugar a la diversidad de fauna y la presencia de madrigueras, a la vez que la masa forestal favorece la presencia de nidos. De lo anterior, es necesario que se lleve a cabo un rescate y reubicación de fauna que se encuentre dentro de la zona de obras a fin de no poner en riesgo la biodiversidad de la región.

Para evitar daños a la fauna que ocupe estos sitios, previos a las actividades de desmonte y despalle, se deberá realizar la identificación y marcado de madrigueras, nidos o cavidades activas que se encuentren entre la línea de ceros y en las zonas aledañas. Se prestará especial atención a los rastros (huellas, restos de alimentos) que se encuentren cerca de las madrigueras para poder determinar el tipo de fauna de la zona. Esto aportará información sobre los desplazamientos de fauna (huellas, rastros) y esto a su vez nos ayudará a planear estratégicamente las áreas donde se colocarán las trampas para la captura de organismos.

En el caso en que se tengan árboles con nidos y que a causa de la construcción se tengan que derribar, se deberán realizar las acciones de rescate del nido según señalen en el estudio y plan de rescate anexo al presente documento. Estas acciones deberán considerar acciones como la captura de los progenitores, el corte de la rama con el nido y su reubicación en algún árbol de la misma especie y altura similar, en la misma zona, lejos de la obras y con la misma orientación, para que los adultos sean liberados junto con el nido. Para el caso de plantas con nidos

bajos y nidos a nivel de suelo, se deben realizar acciones para remover y reubicarlo en otro árbol o arbusto de la misma especie y con características similares.

Los sitios de reubicación de fauna deberá establecerse mediante un consenso del grupo de especialistas para que se determinen los sitios más adecuados para tal reubicación, es recomendable que se establezcan procedimientos y mecanismos de captura, marcado, registro y liberación, considerando los mejores horarios para llevar a cabo la liberación de los animales en función de sus hábitos.

Cuando se trate del rescate de crías, particularmente de organismos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se deberán poner en contacto con la autoridad correspondiente para que ellos indiquen el sitio y condiciones en que deberán ser depositadas las crías.

La reubicación de las mismas deberá contemplar que su desarrollo se realice bajo condiciones ambientales lo más parecidas posibles al sitio del cual se retiraron. Se deberá documentar y llevar un control, registro de supervivencia hasta que los organismos se conviertan en adultos y sean liberados en el terreno natural. Dentro de la capacitación que se le debe dar al personal con respecto al manejo de la fauna, deberá hacerse hincapié en qué hacer si se llegasen a encontrar especies peligrosas (reptiles, felinos). Debido a que la construcción de una carretera ocurre en un espacio abierto, el rescate de fauna, solamente disminuirá el número de organismos que puedan ser afectados por las obras en la superficie entre cerros, ya que la fauna seguirá presentándose en el área del proyecto de forma continua y muchos organismos se espera que salgan al momento de realizar el desmonte y despalme del terreno.

Acciones de rescate durante la realización de las obras de desmonte y despalme

Considerando que la construcción de una carretera se realiza en un espacio abierto, el rescate de la fauna solamente disminuirá el número de organismos que puedan ser afectados por las obras, ya que la fauna seguirá presentando en el área del proyecto de forma continua y muchos organismos se espera que salgan al momento de realizar el desmonte y despalme del terreno.

En ocasiones los individuos lejos de ser ahuyentados por el ruido y la presencia humana, son atraídos a ella pues representa una fuente fácil de alimentos a causa de los restos de alimentos, basura y agua que suelen dejar los trabajadores, de ahí que sea necesario realizar labores complementarias para el alejamiento de la fauna silvestre de la zonas de obras. A continuación, se describirán algunas de estas acciones:

- El supervisor ambiental deberá ponerse en contacto con las instituciones de educación superior de la región, a fin de que se pueda contar con al menos 2 pasantes de biología que estén especializados tanto en botánica como en zoología para las actividades de reubicación de flora y fauna, y que su labor pueda contar como servicio social que permita su titulación.
- Para el caso específico de la fauna, se recomienda realizar recorridos de manera perpendicular al trazo, hacia ambos lados y hacia dentro de la vegetación sobre todo en zonas donde la cobertura vegetal sea densa, para ahuyentar a la fauna nativa. La brigada deberá tener 2 días de adelanto al frente de trabajo que esté realizando el desmonte.
- Durante los recorridos, se deberá golpear la vegetación circundante con varas y se recomienda hacer ruido con la finalidad de ahuyentar a los animales que pudieran encontrarse en la zona; estos recorridos deben realizarse durante las primeras horas del día (5:00-8:00 A.M.) y al atardecer (18:00-19:00 h), para ahuyentar anfibios, aves y mamíferos (pequeños, medianos y grandes), ya que estos horarios son los de

mayor actividad para este tipo de fauna, pues se dedican a la búsqueda de alimento; para reptiles (lagartijas, iguanas) se recomienda realizar recorridos de las 9:00 a las 16:00 horas (Uribe-Peña et. al., 1999; Aranda, 2000). La razón por la que los recorridos deben hacerse con poca anticipación, es la de evitar que los animales regresen al trazo carretero antes de que los trabajos de desmonte se inicien.

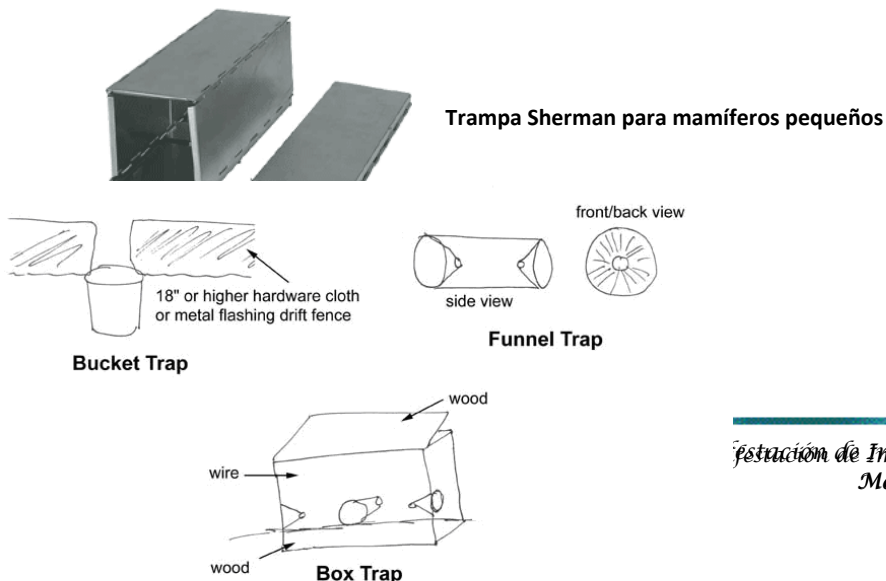
- En estos recorridos se ubicarán también los nidos cuyas ramas serán cortadas y amarradas a más de 250 m de distancia de la zona de obras, en un árbol con la misma cobertura del hospedero y a la misma altura. En la bitácora se anotará el lugar de ubicación y reubicación, se tomarán fotos, que serán pegadas en la bitácora.
- Se revisarán los hoyos en el suelo en busca de reptiles, para ello, se removerán con un bastón herpetológico. En caso de encontrar un reptil, se introducirá éste con el bastón en una bolsa de lona marcada con un letrero que diga "posible animal ponzoñoso". El reptil se liberará a unos tres kilómetros de distancia de la zona de obras en una formación vegetal similar. En la bitácora se anotará la especie, las coordenadas UTM donde se le encontró y las coordenadas donde se liberó. Se sacarán fotografías de ambos procesos.
- Se recomienda realizar un rescate de fauna cuyo hábitat es muy reducido y/o con capacidades de desplazamiento reducidas, como son casi todos los anfibios, muchos reptiles y mamíferos pequeños, principalmente de los ordenes Insectívora y Rodentia, que aunque es bien sabido que estos últimos se desplazan con rapidez, su hábitat la mayor parte de las veces no supera los 60 metros.
- Para la remoción de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos de este tipo se pueden emplear trampas Sherman de aluminio plegable, de las cuales hay tres modelos:

Trampa plegable modelo LFA, de aluminio de 0.020", con un peso de 0.8 lb, con medidas de 3" de alto X 3 ½" de alto y 9" de largo.

Trampa plegable modelo LFATD6, aluminio de 0.020", con un peso de 1 lb, el gancho que acciona la puerta es de acero galvanizado, sus medidas son: 3" X 3 ½" X 9".

Trampa plegable modelo XLK, aluminio de 0.025", peso de 1.8 lb, puerta y gancho que acciona la puerta de acero galvanizado, sus medidas son 3" X 3 ¼" X 12".

Figura VI.6 Diversas trampas de barrera para anfibios, reptiles y pequeños mamíferos



Aunque estas trampas no son exclusivas para anfibios y reptiles, dichos organismos muchas veces quedan atrapados en ellas. Otras trampas útiles para reptiles y musarañas son las de barrera con trampas de piso, como se muestra en la Figura VI.6 (Bucket trap). Los animales así capturados, deberán ser retirados aproximadamente a 2500 metros de distancia del trazo del proyecto, dentro de la zona vegetal con mayor cobertura, con la finalidad de que haya suficiente espacio para que el equilibrio de las poblaciones silvestres se pueda restablecer.

Todas las trampas deberán revisarse cada tres horas para evitar la deshidratación de aquellos animales que sean capturados durante el día o que puedan sufrir la hipotermia y ahogamiento que sean capturados durante la noche. Las trampas de barrera y los transectos para la colocación de trampas Sherman se deberán disponer en forma paralela al trazo carretero, las trampas Sherman deben colocarse con una separación de 5 a 10 m entre una y otra.

Por otro lado, es importante considerar que la fauna se distribuye de acuerdo a sus necesidades y que los animales que podamos encontrar a lo largo del trazo del camino están habituados al sitio en donde se encuentran, por lo que es más probable que los sitios adyacentes se encuentren ya ocupados por otros individuos de las mismas especies, por lo que al remover la fauna desde el trazo carretero hacia zonas aledañas, aumentará la presión y competencia entre los organismos que viven en los sitios aledaños al proyecto y los recién desplazados. Para ello, hay que considerar que al momento de liberar un organismo que se ha desplazado de la zona del trayecto, tiene que existir al menor una separación mínima de 100 m entre el individuo desplazado y el que ya se encontraba ahí. Para determinar si un área está ya ocupada por algún organismo, hay que verificar en la zona la presencia de huellas y excretas. En una bitácora se anotará el lugar y especie de los individuos atrapados por las trampas y el lugar de su liberación.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en todo caso deberá permanecer un pasante de biología, armado con un bastón herpetológico, y 5 bolsas de lona para atrapar reptiles. En caso de que los trabajadores vean un animal que pueda ser amenazante, deben avisar de inmediato al pasante. Los reptiles serán retirados con el bastón herpetológico, colocados en una bolsa de lona y liberados al menos a una distancia de 1000 m del trazo.

Medida de Mitigación 14

Construcción de pasos para Fauna

La construcción de carreteras de cualquier tipo ocasiona 7 efectos generales:

1. Mortalidad ocasionada por la construcción de la carretera.

2. Mortalidad debida a la colisión de vehículos.
3. Modificaciones en la conducta animal.
4. Alteración del ambiente físico.
5. Alteración del ambiente químico.
6. Dispersión de especies exóticas.
7. Incremento en el uso de aéreas por humanos (Trombulak y Frissell, 1999)

Uno de los efectos más adversos que conlleva la construcción de una vía terrestre de comunicación es la afectación en la distribución y abundancia de fauna por diversos factores, entre los cuales se puede mencionar: fragmentación del ecosistema, pérdida de hábitat, restricciones al desplazamiento (efecto barrera), aumento en las tasas de depredación, empobrecimiento de la variabilidad genética, etc.

En virtud de que dentro del SAR la presencia de este proyecto fomentará la fragmentación del ecosistema y por tanto, la interrupción del libre tránsito de fauna silvestre en la región, se hace necesario aplicar medidas de mitigación tendientes a minimizar este impacto sobre la distribución y abundancia de especies.

Para seguir conservando la integridad ecosistémica de la región y permitir el libre tránsito de fauna de un lado a otro del la carretera, sin que la fauna sea afectada, proponemos junto con las acciones de reforestación, la construcción de diversos pasos para fauna.

Los pasos de fauna son estructuras de ingeniería civil cuyos objetivos principales son:

1. Permiten la conectividad de la masa forestal
2. Eliminan el efecto barrera
3. Disminuyen la mortalidad por atropello y/o colisión con vehículos, a la vez que aumentan las condiciones de seguridad de los usuarios

De manera general, existen 2 tipos de pasos de fauna, cuya nomenclatura está referenciada a la superficie de rodamiento:

- a) Pasos inferiores (la superficie de rodamiento pasa por debajo de la estructura)
- b) Pasos superiores (la superficie de rodamiento pasa por encima de la estructura)

Los pasos de fauna son una medida que contribuye a reducir y compensar los daños causados a la comunidad faunística, sin embargo, la implementación de este tipo de infraestructura a pesar de ser común en la Unión Europea, en Canadá y en Estados Unidos, en México es incipiente, ya que a la fecha no existen estudios de impacto ambiental que incluyan las especificaciones técnicas de los mismos y no existe físicamente una de estas estructuras para tal fin en las carreteras actuales.

Figura VI. 7 Diferentes tipos de pasos para fauna en diversas partes del mundo.



1. Paso inferior para fauna cubierto de vegetación en Europa 2. Paso inferior para fauna en Europa. En los accesos existe un bebedero. 3. Paso superior para anfibios y reptiles, 4. Paso superior para mamíferos pequeños y medianos, 5. Paso inferior sobre parapeto de puente en Norteamérica. 6. Escalera de cuerda para fauna arbóricola.

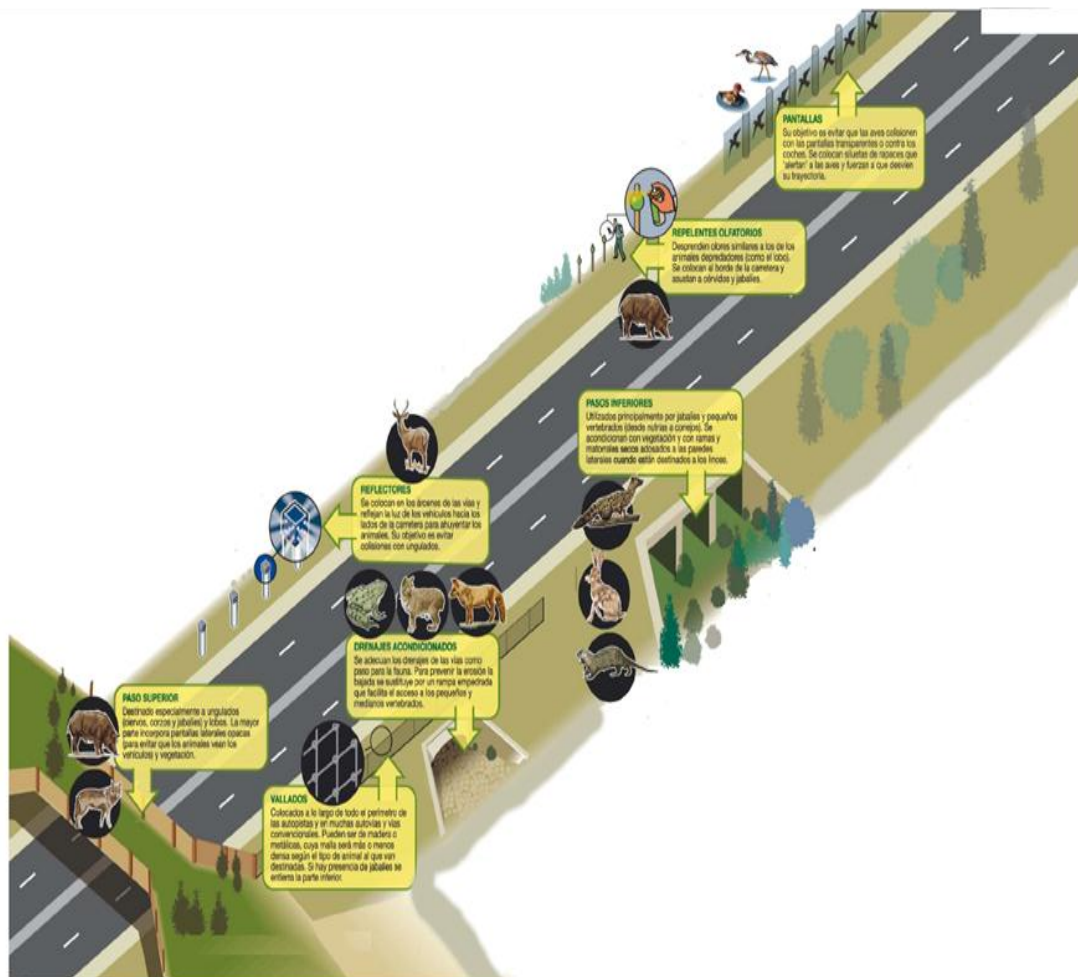
Aparte de las estructuras anteriormente mostradas, existen otras medidas de mitigación que se emplean para el alejamiento de la fauna de la superficie de rodamiento, cuyo análisis de costo-beneficio se muestra a continuación.

Tabla VI.5 Análisis De costo – beneficio de diversos implementos para fauna

TIPO DE ESTRUCTURA PARA LA PROTECCIÓN DE FAUNA	COSTO	EFFECTIVIDAD
--	-------	--------------

Luz y ruidos	Alto	Baja
Elementos reflectantes	Bajo	Baja
Sustancias repelentes	Muy alto	Alta
Límite velocidad	Bajo	Baja
Vallado metálico	Medio	Alta
Rampa escape	Bajo	Alta
Roturación	Alto	Baja
Unión de caminos	Bajo	Alta
Puente	Alto	Muy alta
Paso elevado para fauna	Muy alto	Alta
Falso túnel con paso superior de fauna	Muy alto	Muy alta
Paso subterráneo para fauna	Alto	Alta
Rampa de escape de canales de cuneta	Muy bajo	Muy alta

Figura VI.8 Diferentes tipos de aditamentos para prevenir daños a la fauna



La identificación de los puntos de la infraestructura que requieren la construcción de pasos de fauna se realizará en función del análisis de tres factores que, fundamentalmente, tratan de delimitar los tramos en los que los desplazamientos de fauna se solapan con los ejes viarios. Los factores a evaluar se indican a continuación.

- Identificación de los hábitats de interés para los grupos de fauna de atención especial, aspectos a analizar:
 - ❖ distribución de las especies.
 - ❖ distribución de sus hábitats en el paisaje y grado de fragmentación.
- Identificación de sectores del territorio de interés para la conectividad ecológica, y, en concreto, para los desplazamientos de fauna, aspectos a analizar:
 - ❖ Presencia de usos del suelo compatibles con los desplazamientos de fauna.
 - ❖ Presencia de formas del relieve que canalizan desplazamientos de fauna, en particular, las vaguadas y las crestas.
 - ❖ Presencia de cursos fluviales que canalizan movimientos longitudinales de muchas especies de animales, tanto acuáticos y semiacuáticos, como terrestres.
 - ❖ Información sobre rutas de desplazamiento habitual de fauna a partir de prospecciones sobre el terreno y de aportaciones de expertos locales.
- Identificación de tramos conflictivos, en los que se produzca un alto índice de mortalidad de fauna o de accidentes causados por colisión de vehículos con grandes mamíferos. Este aspecto se evaluará a partir de datos de vías en funcionamiento que discurren paralelas o próximas a vías de nueva construcción, o a partir de datos de la propia vía cuando esta sea objeto de proyectos de mejora.

Se ubicarán pasos de fauna en todos los lugares en los que, a partir del análisis de los factores indicados en el punto anterior, se determine que sean necesarios para:

- ❖ Facilitar puntos de cruce seguros que eviten el acceso de fauna silvestre que comporte riesgo para la seguridad vial a las plataformas de circulación de vehículos.
- ❖ Evitar que queden aislados fragmentos de hábitat de las especies de referencia.
- ❖ Facilitar a los animales el acceso a los recursos básicos (zonas de alimentación, refugio, reproducción, etc.) para el mantenimiento de una determinada población.
- ❖ Facilitar estructuras de paso que permitan franquear la infraestructura viaria en rutas de desplazamiento habitual de fauna.

A partir de lo anterior se tiene que los pasos más apropiados para construirse en SAR son de tipo inferior, ya que consiguen una alta efectividad para el paso de fauna aunque presentan más dificultades para conectar hábitats, ya que permiten un crecimiento limitado de la vegetación arbórea

Acondicionamientos de los accesos

- ❖ Se realizarán plantaciones y se instalará el cerramiento perimetral de manera que guíen a la fauna hacia los accesos del paso
- ❖ Se evitará que carreteras transitadas discurren próximas y perpendiculares a las entradas del paso, ya que dificultarían su uso por parte de la fauna.
- ❖ Si la infraestructura vial situada por encima del paso tiene una alta intensidad de tráfico, es recomendable instalar pantallas opacas en la parte superior de la estructura, para atenuar las perturbaciones generadas por el tráfico de vehículos.

Para el caso en particular los pasos para fauna escogidos serán destinados para el libre traslado de mamíferos y herpetofauna, acorde al Ministerio del Medio Ambiente de España (2006).

Paso inferior multifuncional para mamíferos

Especies de referencia

Ungulados, carnívoros, herbívoros, aunque pueden también ser empleados por reptiles y anfibios si hay suficiente humedad ambiental y se instala el cercado adecuado

Uso de la estructura

Mixto: Paso de fauna y camino, vía pecuaria

Características y prescripciones básicas

Las modificaciones destinadas a favorecer el paso de fauna consisten, básicamente, en mantener la base del paso con sustrato natural, o bien, conservar dos bandas laterales sin pavimentar por las cuales los animales podrán desplazarse sobre un sustrato similar al del entorno. También es indispensable el acondicionamiento de los accesos del paso.

Dimensiones deseadas:

- Altura mínima: 3,5 m
- En áreas con presencia de pecaríes, anchura mínima: 7 m y con Índice de Apertura ($a \times h / l$) $> 0,75$
- En áreas con presencia de venados, anchura mínima: 12 m y con Índice de Apertura ($a \times h / l$) $> 1,5$
- Anchura recomendada para optimizar su efectividad: 15 m
- Anchura mínima de franjas laterales con sustrato natural: 1 m.
- Los pasos deben tener la mínima longitud posible, por ello, siempre que sea posible, se construirán perpendiculares a la vía, y no excederán los 70 m de longitud.

Tipologías constructivas

- Estructuras de sección abierta: pórtico o bóveda.

Acondicionamientos

- Deberá asegurarse un buen drenaje de la estructura con el objeto de evitar la inundación del paso, incluso después de períodos de fuertes lluvias, ya que la presencia de una lámina de agua dificulta el paso de muchas especies. Si se prevén períodos de inundación temporal la base de la estructura se adecuará de manera que, en todo momento, se mantengan franjas laterales secas de cómo mínimo 1 m de anchura.
- La revegetación de las franjas laterales sólo es viable en los tramos más próximos a los accesos, ya que en el sector central las condiciones no son adecuadas para el crecimiento de la vegetación.

Acondicionamientos de los accesos

Se realizarán plantaciones y se instalará el cerco perimetral de manera que guíen a la fauna hacia los accesos del paso

Posibles variaciones a la propuesta base

Para facilitar refugios a los animales de pequeño tamaño y, así, facilitarles el uso del paso, se pueden instalar hileras de piedras, tocones de árboles, troncos o ramas secas en los márgenes laterales de la estructura.

Mantenimiento

Deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del cerramiento perimetral para detectar y corregir la aparición de desperfectos.

Figura VI. 9 Ejemplo de paso multifuncional



Medida de Mitigación 15

Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna.

Una de las etapas más sensibles en el ciclo de vida de las especies es la temporada reproductiva. En esta etapa es cuando deben existir menos disturbios en las zonas donde se llevan a cabo las actividades de reproducción, pues ello influirá directamente al reclutamiento en las poblaciones.

A pesar de que el proyecto se ejecutará en un lapso de tiempo relativamente corto y que la zona de influencia no presenta poblaciones de fauna exclusivas del sitio, (se recomienda que las actividades de preparación del sitio se ejecuten únicamente durante la temporada de otoño e invierno, con el fin de que exista tiempo suficiente para que los organismos de la zona se trasladen hacia sitios cercanos que les permitan comenzar el ciclo reproductivo de forma segura.

En cuanto al grupo de aves, se debe considerar que los trabajos de obra que se realicen en época migratoria, ya que, podrían tener efectos sobre la comunidad de ornitofauna, sin embargo al ser organismos que se desplazan largas distancias, se estima que el efecto será casi nulo en este grupo zoológico. Por esta razón se recomienda no realizar labores que alteren las condiciones naturales del hábitat tales como aclareo de la vegetación durante dichos meses, ni otro tipo de actividades que modifiquen las áreas forestales durante esta temporada, pues ello compromete el éxito reproductivo de las especies en la zona alterada.

Medida de Mitigación 16

Delimitación de los arboles a derribar en el DV.

Antes de iniciar con las obras de desmonte y recuperación de fauna, personal calificado deberá marcar con un martillo (para marcas forestales) cada árbol que se susceptible a talarse y que presente las siguientes características:

1. Tenga una altura mayor de 1.5 m
2. Un DAP mayor a 20 cm
3. Su ramificación inferior este arriba de los 40 cm

Entretanto el supervisor ambiental deberá contar el número de árboles marcados y anotará su ancho y altura, con la finalidad de tener mayor control sobre los árboles que serán derribados, así como la estimación adecuada del volumen forestal a remover.

Los arboles de mayor tamaño se entregarán a las autoridades municipales encargadas del ambiente, para que se destine la madera a los usos que se consideren pertinentes.

Asimismo es importante mencionar que el material que se genere a consecuencia del desmonte y despalme puede ser aprovechado dentro de la misma obra. El material forestal en buen estado puede ser utilizado como parte del material orgánico que se colocará en las zonas aledañas a la línea de cerros, taludes, pasos de fauna y bebederos, mientras que la madera puede ser aprovechada también (triturrándola y reincorporándola al material de desmonte, o bien). A continuación se describirá una técnica adecuada para el derribo de árboles que se retirarán de la zona de obras.

Técnicas para el derribo.

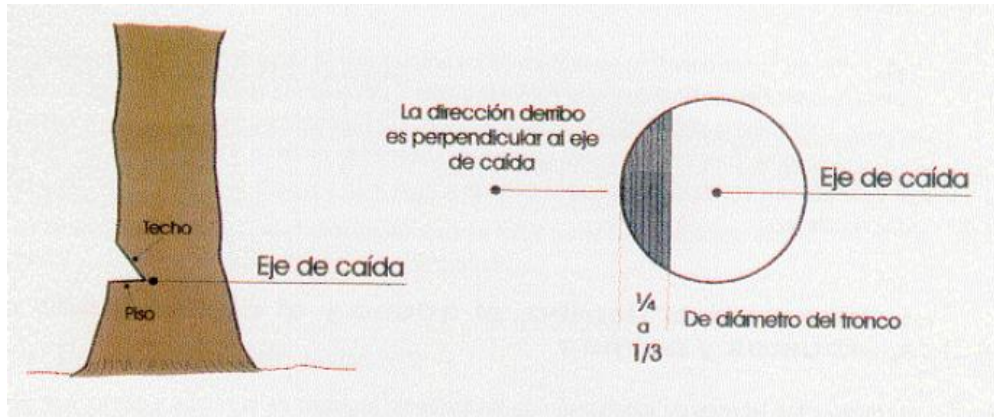
Se utilizará el derribo direccional de árboles el cual realiza en tres pasos a seguir:

- Realizar el corte llamado cuña o tabacote, que a su vez tiene un corte de piso y un corte de techo
- Realizar el corte de derribo
- Usar cuñas para asegurar la caída del árbol hacia la dirección deseada

Una vez que el derribador ha determinado la inclinación del árbol y la dirección de caída deseada, deberá eliminar posibles obstáculos alrededor del árbol para que pueda trabajar con seguridad, asimismo, deberá determinar una o varias rutas de escape.

Cuña o tabacote: Es el primer corte en un derribo direccional y se realiza en la dirección de la caída deseada como se muestra en la siguiente figura

Figura VI.10 Cuña o tabacote con sus medidas

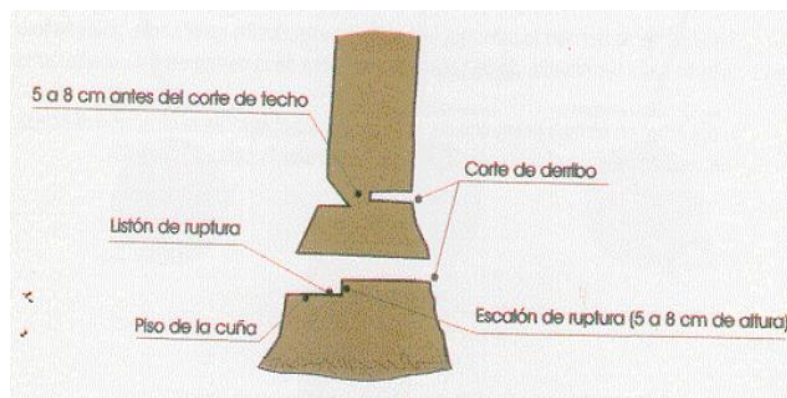


La cuña o tabacote tiene tres funciones: Dirigir la caída en la dirección deseada., controla la caída del árbol permitiendo que se deslice sobre el tocón en lugar de brincar y previene que el árbol se vaya hacia atrás (que no patee).

La cuña o tabacote tiene dos cortes: un corte de piso y un corte de techo, que deberán abarcar de $1/4$ a $1/3$ del diámetro del árbol a derribar a la altura del corte y la abertura entre el corte de piso y el de techo deberá ser de aproximadamente $1/5$ del diámetro del árbol.

Corte de derribo: El corte de derribo se hace en el sentido opuesto a la cuña o tabacote, este corte deberá estar de 5.0 a 7.5 cm arriba del corte de piso y también deberá dejarse un espacio de 5.0 a 7.5 cm antes de llegar al corte de techo, de tal forma que al caer el árbol quede un pequeño listón de ruptura tanto en la base del árbol como en el tocón (Figura VI. 11). Si se tiene dificultad para dirigir la caída, entonces se usarán cuñas de derribo, teniendo la precaución de que antes de utilizarlas, se elimine la corteza de la zona donde se usará, especialmente si la corteza es gruesa, esto facilitará la operación.

Figura VI.11. Forma de realizar el corte de derribo



Cuando se realiza el corte de cuña o tabacote se romperá la tensión. Al efectuar el corte de derribo el árbol se asentará en el corte y pudiera quedar atrapada la motosierra, el derribador deberá ver la copa del árbol para sacar a tiempo la motosierra y evitar que quede atrapada.

Con la finalidad de evitar este problema deberán usarse cuñas. Por eso es conveniente que el derribador siempre determine la inclinación del árbol usando una plomada o usando el hacha como tal, aun si se está seguro de la inclinación del árbol

Tan pronto como el corte de derribo lo permita, una cuña se introducirá en el corte, golpeándolo suavemente hasta que el corte se haya terminado, de tal forma que la barra de la motosierra no quede atrapada. Si la inclinación del árbol no es muy pronunciada, la caída del árbol será en la dirección deseada. Si la inclinación es muy pronunciada se deberá usar otra cuña para controlar la caída.

El derribador establecerá la caída natural del árbol usando una plomada. Si a pesar de las medidas adoptadas se tiene el peligro de que la caída del árbol no sea hacia la dirección deseada, entonces se usarán dos, tres o hasta cuatro cuñas, manejándolas alternativamente, hasta lograr el objetivo deseado.

Existen tres tipos de corte de cuña o tabacote el llamado convencional y el de Humboldt y también una combinación de los dos. En el caso particular del proyecto el tipo de cuña recomendado es el convencional debido a que los diámetros de la masa arbórea son menores a 100 cm.

Troceo

El troceo, es la actividad de dividir al árbol derribado en secciones llamadas trozas. Las trozas deberán tener medidas de acuerdo al uso final que se les dará.

El troceador deberá saber las medidas comerciales, los rangos y los refuerzos de acuerdo al mercado, o según las especificaciones dadas por el supervisor. El troceo consiste en dos pasos: la medición y el troceo.

Medición. Una vez que el árbol ha sido derribado, desramado y despuntado, se procederá a su medición de acuerdo a la longitud que tendrá la troza. Es importante determinar el diámetro mínimo para cada troza según será su uso final. Para la medición de la longitud se utilizará un flexómetro especial con aditamentos para facilitar la medición, para la medición del diámetro se utilizan un flexómetro normal o una forcípula.

Toconeo de árboles

Eliminación de tocones y raíces. La exclusión de tocones y raíces puede realizarse de manera manual o mecanizada. El tamaño y la forma de los tocones varían con las especies y la edad del árbol, además es influenciado por el tipo de suelo y la disponibilidad del agua. La remoción de los tocones no es posible realizarla completamente ya que se cortarán las raíces y parte de estas quedará en el suelo.

En la eliminación manual de los tocones se usarán picos, palas, barretas, cuerdas, cables y garruchas, con la finalidad de cortar las raíces y sacar el tocón para que pueda ser seccionado, astillado o transportado a otro lugar. No es necesario remover todo el tocón, ya que con poca excavación se puede cortar, reduciendo su tamaño y posteriormente taparlo. Si es necesario extraer todo el tocón se puede ir excavando alrededor del tocón.

La eliminación mecanizada de los tocones y las raíces se hacen usando un pequeño tractor de orugas, como los llamados D4, que los puede sacar con la cuchilla o con el ripper.

Manejo de los desechos producto de la poda y derribo. Uso final del árbol

Los árboles derribados pueden ser utilizados para diferentes fines tales como:

1. Postes para cercas.
 2. Trocería para aserrío.
 3. Material para abono.
1. Postes para cercas. Los árboles que tienen diámetros de 10 a 15 cm, pueden utilizarse como postes, siempre y cuando tengan la longitud necesaria, por ejemplo 2.5 m. Los postes pueden utilizarse para cercas de casas o como protección para los árboles que quedan en pie, estos pueden tener menor longitud de 2.5 m.
 2. Trocería para aserrío. La madera obtenida del derribo de árboles puede comercializarse como trocería para aserrío, las medidas comerciales más comunes en el mercado nacional son 8 pies de longitud y diámetros de 20 cm en adelante, sin embargo, pueden especificarse otras medidas.
 3. Material para abono. Picando las ramas y los troncos, ya sea manualmente utilizando motosierra, hachas y machetes o usando una astilladora, el producto obtenido puede utilizarse como abono para los árboles que queden en pie o también como protección para el suelo para evitar la desecación del mismo.

El apilado del producto obtenido se hará evitando obstruir el tráfico tanto de vehículos como de peatones. Se apilará el producto obtenido de tal manera que facilite su carga, además el producto deberá ser desalojado a más tardar al siguiente día de su derribo.

El transporte de los árboles derribados puede realizarse con diferentes tipos de vehículos, dependiendo si se transporta el árbol entero o troceado.

En caso de llevar la madera a las autoridades de la localidad, éstas deberán firmar un oficio al recibirlos, declarando que todos los árboles que se recibieron tienen la marca del martillo y que el número de árboles concuerda con el registrado en la bitácora del supervisor ambiental; con esta medida, se contribuye a impulsar la educación ambiental en la zona y evitar mayor tala forestal de la establecida en el área del derecho de vía.

Medida de Mitigación 17

Programa de rescate de Flora.

Cuando se haya delimitado el área de remoción de vegetación, deberán identificarse y marcarse los individuos arbóreos de especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la zona, poniendo especial énfasis en cactáceas, árboles y matorrales.

Posteriormente se procederá a la remoción y trasplante de individuos, esta actividad deberá realizarla personal debidamente calificado y bajo los procedimientos previamente establecidos con el fin de asegurar la sobrevivencia de los individuos trasplantados.

El éxito del programa de rescate y trasplante puede corroborarse con el porcentaje de sobrevivencia de los individuos trasplantados. En este contexto se observa necesario el diseño de un plan de manejo específico que deberá tomar las siguientes consideraciones:

- Contabilización del número total de individuos a remover.
- Diseño de un cronograma de actividades que sincronice las actividades de remoción con las actividades de trasplante.
- La distribución de los individuos trasplantados deberá ser planificada y estratégica, enfocada a la conservación, considerando su uso para fines educativos y de investigación científica.

Método práctico para el trasplante

Antes de extraer la palma del sitio donde se encuentra plantada debe ser podada. Esto es necesario ya que al cortar raíces para extraerla, la planta perderá hojas por deshidratación ya que el sistema radicular esta reducido y deteriorado y no puede absorber el agua necesaria para mantener su follaje. En consecuencia, la poda de las hojas más viejas ayuda a la palma a sobrevivir hasta que regenera sus raíces. Lo aconsejable es podar la mayoría de hojas, dejando sólo las más jóvenes y el cogollo o ápice de la palma. Estas hojas deben ser atadas en conjunto para evita roturas durante el manipuleo y para que le sirvan de protección al cogollo.

Dado que los suelos suelen tener poca profundidad, se aconseja que al hacer el pozo para el plantado, se realice en el fondo una perforación con un barreno de 50 a 75 mm de diámetro, hasta llegar a suelo arenoso. Una vez retirada la mecha, rellenar con piedra partida fina para que no se desmorone la perforación. Esta perforación rellena de piedra, actuará como desagüe del exceso de agua y evitará que las raíces de la planta se pudran y/o sean atacadas por hongos perjudiciales. En cuanto al tamaño del pozo de plantado, debe ser lo suficientemente grande y profundo como para acomodar el cepellón que contiene a la pelota de raíces de la palmera y tener algo de sitio adicional (150 mm de cada lado) para la tierra de relleno y apisonado.

La planta debe ser enterrada hasta exactamente el sitio donde se encontraba enterrada anteriormente. Si se la entierra muy superficialmente quedaran raíces destapadas con la consiguiente pérdida de sistema radicular. Si por el contrario se la entierra demasiado, se producirá una afectación en la zona de crecimiento de las raíces en la base del tronco, se producirán deficiencias nutritivas y la enfermedad de la putrefacción de las raíces y, muy frecuentemente, la pérdida de la palma.

Al rellenar el pozo de plantado no deben quedar bolsas de aire y un talud debe construirse alrededor del tronco (cazoleta) para evitar que se desparrame el agua de riego. Una vez terminado el trasplante, se debe regar abundantemente para lograr el íntimo contacto entre las raíces y la tierra y la uniforme distribución de esta última. Las plantas de gran tamaño deben ser apuntaladas para evitar el movimiento de las raíces y/o la caída de la planta por acción del viento. Pueden colocarse abrazaderas para el apoyo o atarse tacos cortos de maderas de 50 x 100 mm de espesor sobre el tronco de la palma, previo recubrirla con arpillera o papel asfáltico, y sobre estos tacos clavar la tirantería de soporte del ejemplar. Bajo ninguna circunstancia los puntales deben apoyarse directamente sobre el tronco ya que producirían daños permanentes en la corteza creando una vía de ingreso a hongos e insectos.

Este pozo debe ser rellenado con una mezcla de tierra negra, arena de rio gruesa y hojarasca, en partes iguales. Esto asegurara la eficaz regeneración de la raíz, el intercambio gaseoso e hidratación de la planta. Cuando se plantan ejemplares en canteros debe dejarse como mínimo una superficie de tierra de 1m² alrededor del tronco para el intercambio gaseoso y penetración del agua de lluvia.

Rescate de Cactáceas

Antes de realizar la colecta de ejemplares completos o partes de ellos, debe identificarse perfectamente el tipo de hábitat en el que ha crecido el ejemplar [cantidad de luz recibida (luz sólo en la mañana, mañana y tarde o solamente tarde), cantidad de agua en el suelo, tipo de suelo (arenoso, arcillo, pedregoso), pendiente (planicies, laderas) y el tipo de exposición (mirando al norte, sur, etc.)]. Es importante conocer estas características puesto que en general los cactus son sensibles y son limitadas las condiciones en que pueden sobrevivir, por ello si se cambian las condiciones (por ejemplo desde un suelo arenoso a uno arcilloso) generalmente no resisten y mueren.

Adicionalmente, lo ideal antes de comenzar el manejo de individuos ya sea por trasplante, esqueje o siembra es saber donde se van a trasplantar puesto que el almacenamiento transitorio mientras se define el lugar puede demorar un tiempo largo afectando el éxito de la acción de manejo.

Colecta de ejemplares completos

La extracción de ejemplares completos (que cuenten con el sistema radicular) es el método de reubicación de ejemplares que tiene mayor éxito, ya que la planta se estresa menos al tener sus raíces intactas y disminuye la posibilidad de contraer heridas por donde pueden introducirse patógenos; esto es especialmente relevante en especies que tienen nula o escasa reproducción vegetativa.

Para la extracción de un ejemplar completo, lo primero que debe realizarse es la demarcación de un anillo perimetral usando una pala (al menos a 10 cm de distancia del o los tallos). Marcar la orientación del ejemplar con el objetivo de que cuando se efectúe la replantación se conserve la misma orientación, si se cambia el cacto puede crecer de manera torcida.

Dentro del anillo se recomienda “limpiar” sacando las piedras y todas las otras plantas que pudieran estar creciendo junto al ejemplar que se desea extraer, esto debido a que dificultarán las maniobras al enredarse con las espinas y tallos del cacto, además ellas podrían competir por el agua y nutrientes contenidos en el suelo.

El paso siguiente es la profundización del anillo perimetral con una pala que dependiendo del tamaño del ejemplar deberá hacerse más o menos profundo, como mínimo la profundización debiera tener al menos unos 40 cm. Después de profundizar el anillo perimetral con la pala hay que desprender con mucho cuidado el bloque de tierra que contiene las raíces del o los ejemplares extraídos, esta parte es una de las fases más sensibles porque las ramas o raíces pueden romperse fácilmente al golpearse con la pala, si el anillo no fue lo suficientemente profundo al intentar extraer el bloque de tierra pueden desgarrarse las raíces principales pudiendo matar al cacto.

Es posible que algunas raicillas pequeñas puedan romperse, esto no debiera afectar mayormente el trasplante siempre que no sean raíces principales (de grosor >1 cm de diámetro). Una vez retirado el bloque de tierra se puede colocar en una carretilla para ser llevado a su nueva ubicación.

El replante deber ser efectuado en un hábitat que sea del mismo tipo de donde se retiró el ejemplar. Para ello se debe realizar un agujero cuyo tamaño se corresponda al bloque de tierra que contiene los ejemplares trasplantados. Cuando se coloque el bloque de tierra no olvidar mantener la orientación original del cacto. Luego cubrir con tierra en las zonas donde falte para evitar que queden agujeros y luego regar una sola vez. Finalmente, enumerar cada bloque de tierra o planta ya que esto ayudará a su seguimiento y monitoreo.

Mientras más grandes sean los ejemplares o el cojín, más complicada es la extracción del ejemplar completo, por ello se recomienda empezar con los ejemplares más pequeños.

Descanso y cicatrización

Inmediatamente extraídos, los individuos se trasladarán en cajas plásticas especialmente acondicionadas, hasta el área de descanso y cicatrización, que será asignado previamente previo al rescate (en este caso, el invernadero puede servir para este fin).

Los individuos permanecerán una semana en un sitio sombreado y protegido; en caso de que aparezcan algunas raíces podadas, éstas se podarán con cortes limpios para disminuir la superficie de ingreso de patógenos. De ser necesario, se aplicará fungicida y cicatrizante. Los ejemplares se mantendrán en descanso para secar las raíces al aire y sanar las heridas causadas en la extracción

Mientras los ejemplares extraídos cicatrizan sus heridas, se van preparando los sitios de trasplante; los nuevos sitios se limpiarán, retirando piedras y escombros superficiales. Una vez hecha la limpieza, se realiza la hoyadura con una remoción ligera en los primeros 40 cm de suelo. Después de profundizar el anillo perimetral

Trasplante de ejemplares

El replante deber ser efectuado en un hábitat que sea del mismo tipo de donde se retiró el ejemplar. Para ello se debe realizar un agujero cuyo tamaño se corresponda al bloque de tierra que contiene los ejemplares trasplantados. Cuando se coloque el bloque de tierra del cacto rescatado dentro del hoyuelo, no debe olvidarse mantener la orientación original del cacto. Luego se cubre con tierra las zonas donde falte para evitar que queden agujeros y luego se riega una sola vez. Finalmente, enumerar cada bloque de tierra o planta ya que esto ayudará a su seguimiento y monitoreo.

Trasplante de arbustos

Serán sujetos a trasplante especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010 y que presenten buenas condiciones fitosanitarias.

- Para extraer los ejemplares, alinear la cara de la pala a lo largo de un radio desde el centro del arbusto y cavar una zanja circular alrededor del mismo.
- Se alinea un tridente con la cara hacia la planta para ayudar a aflojar el suelo.
- Con una pala retirar la tierra suelta de la zanja
- Después de cavar el foso circular, hundir la pala hasta alcanzar la profundidad necesaria para extraer el cepellón

Extracción del arbusto

Levantar un arbusto grande puede ser difícil, por lo que es mejor realizar esta actividad entre al menos 2 o tres personas. Para su traslado se emplearán carretillas. Se extraerá el arbusto con todo cuidado incluido el cepellón, y se colocará en una maceta de plástico (si tiene raíces chicas); en caso de tener raíces grandes, estas se podarán a fin de reducir su tamaño. Se humedecerá el cepellón y se cuidará que el trasplante no lleve más de 5 días.

Trasplante

En el sitio elegido, se realizará un agujero de tamaño adecuado para contener de manera cómoda al cepellón; y se aflojará con el tridente un poco el fondo. Se colocará un poco de composta al fondo del agujero. Se coloca la tierra que cubrirá al cepellón y una vez cubierto, el hoyo, se apisonará levemente. Sólo se requiere realizar un riego y éste se hará terminando el trasplante.

Se hará el monitoreo de ejemplares trasplantados a fin de determinar el éxito del trasplante.

Medida de Mitigación 18

Reutilización de materiales de desmonte, despalme y residuos pétreos para arroje de taludes y bancos de materiales

Algunos de los residuos generados por la obra son susceptibles a reutilizarse sobre todo para la restitución del recurso suelo. Los residuos orgánicos que incluyen el material de despalme y desmonte, puede volverse a usar para la fabricación de composta.

Otro tipo de materiales que se generarán de la obra y que son susceptibles a reutilizar son los residuos pétreos, bien sea por la explotación de los bancos de préstamo o bien por la construcción de las bases del cuerpo carretero. También este material puede aprovecharse para el arroje de bancos de materiales y el arroje de taludes. Ambos procesos se explican a continuación.

a) Restauración de bancos de materiales

Previo acuerdo con los propietarios de los bancos de materiales, se procederá a realizar una restauración parcial en sitios agotados de aprovechamiento con los residuos pétreos y vegetales sobrantes.

Para el diseño de la restauración del banco de material se deberán considerar los siguientes puntos:

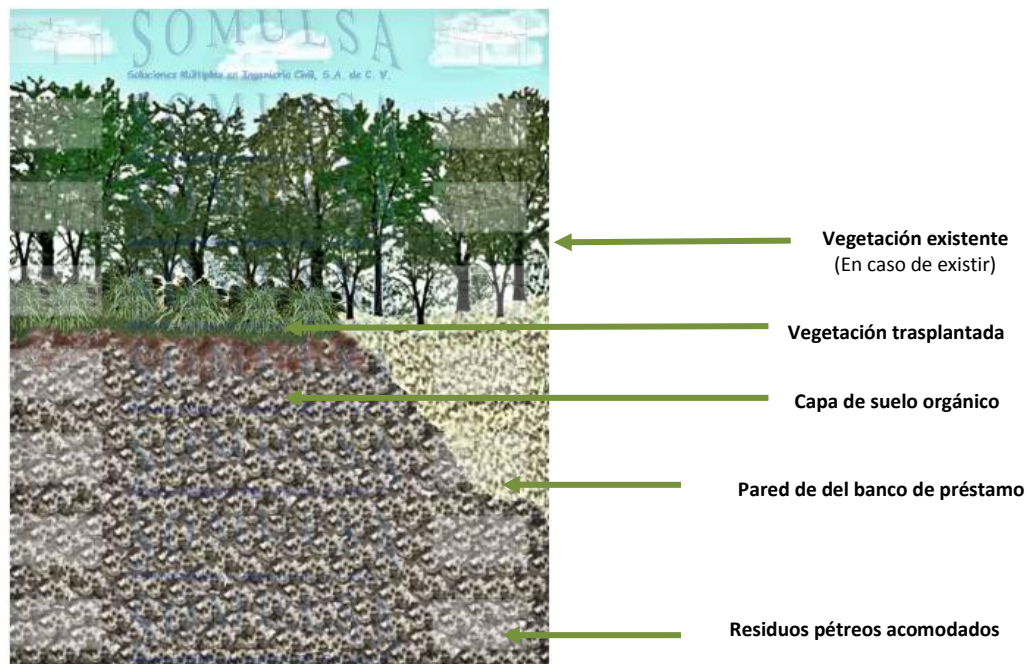
- a).- Simular en lo posible la topografía final a la existente en la zona antes de la extracción de materiales, y utilizar los residuos pétreos para rellenar huecos y adaptarse a las sinuosidades del relieve
- b).- Intentar reproducir las formas características del paisaje natural del área, y evitar la introducción de elementos que denoten artificialidad (líneas rectas, ángulos muy marcados, regularidad de formas geométricas, simetrías, etc.).
- c).- Evitar la colocación de elementos de tamaño desproporcionado respecto a los que definen el paisaje de la zona, respetando la escala.
- d) Realizar un programa de reforestación, donde se empleará como sustrato el material vegetal no empleado en la elaboración de composta; los árboles a trasplantar serán característicos de la zona, prohibiéndose el empleo de especies exóticas.
- e).- Estudiar las características visuales del territorio con el fin de:

- e1.- Ocultar o alejar los elementos impactantes, especialmente de los puntos principales de observación. La magnitud del impacto visual decrece al aumentar la distancia de observación y con la existencia de obstáculos visuales que disminuyan las "partes vistas" del objeto impactante.
- e2.- Utilizar el cerramiento visual natural como elemento que sirva de soporte o apoyo "visual" de los elementos impactantes, de modo que éstos no supongan una discontinuidad en el terreno natural y que no sobrepasen la línea del horizonte.
- e3.- No disminuir el tamaño de la cuenca visual preexistente, introduciendo elementos que por su tamaño o emplazamiento limiten perspectivas.

b) Restitución del Suelo.

- A.- En áreas de restauración se deberá restituir al suelo, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.
- B.- El piso del banco deberá estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.
- C.- Se deben tomar las medidas de ingeniería necesarias para no afectar la dinámica de los escurrimientos de aguas superficiales.
- D.- Los taludes se podrán fortalecer apropiadamente con sacos llenos de tierra u otro material adecuado, y reforestados inmediatamente para que no se deslaven antes de consolidarse.
- E.- Se deberá tener cuidado durante la restauración, de asegurar que el grado de compactación del suelo no sea mayor del que existía antes del inicio de la explotación del banco.
- F.- No se deberá aplicar ningún producto químico (herbicida) que impida o limite el crecimiento de la capa vegetal.

Figura VI.12 Ejemplo de arrope y reforestación del banco de préstamo



En caso de no poder llegar a un acuerdo con los propietarios de los bancos de materiales explotados, este mismo material pétreo y orgánico puede emplearse para la estabilización de taludes, previo a las labores de reforestación.

c) Arroje de taludes

Básicamente se realizará el procedimiento esquematizado en la Figura VI.12, aunque en este caso el material pétreo se acomodará en la zona de los taludes, de tal manera que no sean susceptibles a deslizarse por el escurrimiento de agua; de ese punto se colocará el horizonte orgánico del suelo despalmado y finalmente se procederá a trasplantar los ejemplares arbóreos escogidos.

Medida de Mitigación 19

Programa de reforestación del sitio

Con el fin de compensar el volumen forestal perdido y reducir el impacto sobre la estructura de la comunidad (que tiene efecto directo en la biodiversidad de la zona) se propone diseñar un programa de reforestación en zonas viables para ello, dentro del SAR. Dentro de este contexto la reforestación deberá realizarse con especies nativas de la región donde se ubica el SAR, se sugiere que el programa de reforestación sea coordinado con instituciones públicas y ONG 's locales para lograr objetivos concretos, tales como:

- Conservación de hábitat para especies categorizadas en algún estado de riesgo dentro de la NOM- 059 - SEMARNAT-2010.
- Conservación de corredores biológicos.
- Extensión de zonas de distribución de especies.
- Extensión de sitios de reproducción y anidación de especies, principalmente del grupo de las aves.

A continuación, se mencionará una técnica de trasplante convencional que se puede poner en práctica en esta zona.

Técnica de trasplante

Se deberá considerar su trasplante a otro sitio en función de la especie y hábito de crecimiento, y de esta manera favorecer su desarrollo. Son considerados candidatos a trasplantes preferentemente árboles jóvenes que presenten un buen estado fitosanitario, buena conformación y vigorosos. Elegido el árbol deberá realizarse el banqueo el cual consiste en cavar y cortar raíces conformando un cepellón de dimensiones aceptables de acuerdo al tamaño y especie del ejemplar. La conformación del cepellón debe ser de tamaño adecuado a la altura y diámetro del tronco del ejemplar a trasplantar, por lo que las dimensiones del mismo deberán ser como medida estándar cuando menos nueve veces mayor al diámetro del tronco, y su altura será de al menos setenta centímetros o más según el caso. De igual manera deberá, envolverse con material biodegradable para evitar que se espongan las raíces, el desmoronamiento, y ser plantado lo más pronto posible.

Es necesario prever todas las acciones encaminadas a elevar el índice de supervivencia del o los ejemplares a ser trasplantados, por lo que se debe considerar la identificación del sitio potencial para el trasplante, su preparación, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades y demás consideraciones para garantizar su establecimiento

En principio y en orden para garantizar la supervivencia de la mayoría de los individuos a trasplantar se recomienda realizarla al comienzo de la primavera, en época de lluvias, y nunca bajo la luz directa del sol.

1. Poda

Los árboles a trasplantarse se someterán a una poda general de sus copas, en especial cuando las ramas están débiles y mal ubicadas. Mediante dicha poda se elimina un tercio del volumen inicial de las copas de los árboles, e inclusive la mitad.

Donde se hace el corte, se debe aplicar aceite mineral para la protección de las plantas contra plagas y posibles enfermedades. Los árboles cuyas hojas se caen completamente se deben podar, durante la caída de las hojas. Esa es la etapa en la cual la planta se encuentra en estado de adormecimiento, generalmente en el invierno.

Posterior a la poda, se deben abonar los árboles mediante el correspondiente abono foliar, con un dopaje de 30 cm³ por cada 10 litros de agua. El abono foliar se mezcla con adhesivo, que es un producto que no permite que el agua “lave” el abono de las hojas, en caso de lluvia, y que también se emplea en insecticidas y fungicidas, contra plagas y enfermedades. Ambos productos se pueden adquirir en comercios de elementos agropecuarios. Dopaje general: 20 cm. de adhesivo por cada 10 litros de agua.

2. *Abertura de Zanjas.*

Para preparar las raíces de los árboles se debe abrir una zanja alrededor del tronco, a unos 20 cm. de distancia de éste (para árboles de 1,2 a 1,4 m. de alto). Para árboles de otro tamaño, la regla general establece que el terrón a formarse debe ser 8 veces mayor que el diámetro del tronco, es decir, si el diámetro del tronco fuese de 10 cm. el terrón deberá tener 80 cm. de diámetro, y por lo tanto la zanja deberá hacerse a una distancia de 40 cm. del tallo del árbol.

Esta zanja podrá afectar al árbol, pues cortará una gran parte de sus raíces, conductos del alimento del vegetal. De este modo, si el árbol consigue mantener su porte, podría no soportar ese shock. Por esa razón, se debe podar la copa.

3. *Estacas.*

Al cavar, hay que tener cuidado que el árbol no pierda su firmeza, pudiéndose inclinar. Para impedirlo, se lo debe estacar, colocando estacas de apoyo que fijan la posición vertical del árbol.

4. *Irrigación.*

Luego de la abertura de zanjas, se las debe cubrir con agua. Posteriormente, se debe regar el árbol con constancia; los troncos y las raíces deben permanecer siempre húmedos.

5. *El trasplante hacia el lugar definitivo.*

El trasplante se puede efectuar a partir del surgimiento de las nuevas raíces que saldrán del terrón luego del corte a través de la abertura de la zanja. Se puede comprobar visualmente.

Tamaño de las zanjas definitivas: ancho 70cm; largo: 70 cm.; profundidad: 70 cm.

Al trasplantarse de un lugar a otro, los árboles deberán conservar las condiciones de sol y vientos del lugar donde se encontraban anteriormente. De tal modo, para colocar un árbol en la misma posición anterior, debe marcarse la dirección Norte en el tronco del mismo modo con la ayuda una brújula. Se puede utilizar tinta látex u otros medios, marcando las ramas. Para liberar el terrón de las raíces se debe realizar una nueva excavación, de forma tal que la raíz se desprenda del terrón por abajo, para eliminarlo hacia fuera.

Una vez suelto, se protege el terrón con un saco de estopa. Se realiza una abertura de aproximadamente 1,20 por 1,20 m. Con la parte enrollada debajo del terrón, hay que inclinarlo en dirección a la parte extendida y desenrollar la primera. Luego, se amarran firmemente las puntas del saco alrededor del tronco, con una cuerda fina. El paño debe estar bien apretado alrededor del terrón. Con las paredes del hoyo ya compactadas, se debe cortar ligeramente, es decir, se cava el fondo del hoyo un poco con una pala recta o azada para romper esa capa que está expuesta al tiempo.

Posteriormente, se coloca en el fondo del hoyo una cantidad de mezcla ya preparada, cantidad suficiente para que, cuando se ponga el terrón en el hoyo, la superficie del mismo quede a nivel del terreno, Con el terrón tendrá una altura de 40 cm., habrá que llenar el fondo del hoyo unos 30 cm., antes de colocarlo en su lugar. Para que no surjan problemas con el nivel del árbol, hay que regar bien el hoyo antes de presentar el terrón en él. De tal modo el nivel de la mezcla bajará, después de que drene el agua, se debe colocar más mezcla para que el terrón allí depositado, alcance el nivel del terreno.

Antes de colocar el terrón en el hoyo, se debe retirar el paño para que las raíces se puedan desenrollar bien sin dificultad. Es importante que, mediante el empleo de una brújula se deje al individuo en la misma posición en que se encontraba antes, guiándose por el lado Norte del tronco. Se debe llenar la mitad del espacio vacío de los lados del terrón, y regarlo bien para que se asiente la tierra. Luego, se completa hasta la superficie.

6. La protección del individuo luego del trasplante.

Una vez fijado el árbol y asentada la tierra, bien regada, se deberá agregar cáscara de arroz o alguna sustancia similar alrededor del árbol. El objeto de tal cuidado es disminuir la evaporación del agua del suelo, conservando la humedad.

En caso de que el lugar de trasplante (fuera de los límites del predio) se encuentre en una región de mucho viento, se debe escorar al individuo con tres estacas de madera, equidistantes una de otra, para que el árbol se afirme, y sus raíces se desarrollen correctamente. El individuo tiene que conservar su propia sustentación.

7. La irrigación posterior al trasplante.

Durante los primeros veinte días, se deben regar los individuos diariamente. En los veinte días siguientes, se deberá hacer en forma alternada. Cuarenta días después del trasplante, una vez por semana.

8. El empleo de abonos posterior al trasplante.

Se debe emplear abono foliar luego del trasplante, como se mencionó anteriormente, cuando se poda con la misma cantidad de abono y adhesivo.

II.6. Espaciamiento entre ejemplares trasplantados

La distancia ideal entre los árboles es relativa, pero se debe pensar en su tamaño adulto en el futuro, ya que no existe una recomendación general para todas las especies. Como referencia la distancia entre árboles mayores debe ser no menos que la altura máxima esperada y la distancia del árbol a una residencia debe ser al menos de la mitad de su altura máxima. Los árboles de sombra no deben plantarse a menos de 10 m entre ellos y los arbustos a 5 m. En el caso de coníferas en alineación o cortinas se deben plantar de 3 a 5 m entre árboles y/o entre hileras.

El plantar árboles de sombra en una superficie menor de 1.5 m implicará mantener todos los árboles podados regularmente. El espaciamiento tiene un objetivo estético y otro biológico, para evitar la competencia por espacio, sombreado de ramas, filtrar o dejar pasar la luz al césped o estratos inferiores, traslape de raíces, y reducir la poda para abatir los costos de manejo. Es importante mantener los espaciamientos deseados en forma permanente, y si otros árboles se interponen inesperadamente se deben eliminar o reubicar para no romper el arreglo original del paisaje.

Figura VI.13. Los árboles de sombra no deben plantarse a menos de 10 m entre ellos y los arbustos a 5 m

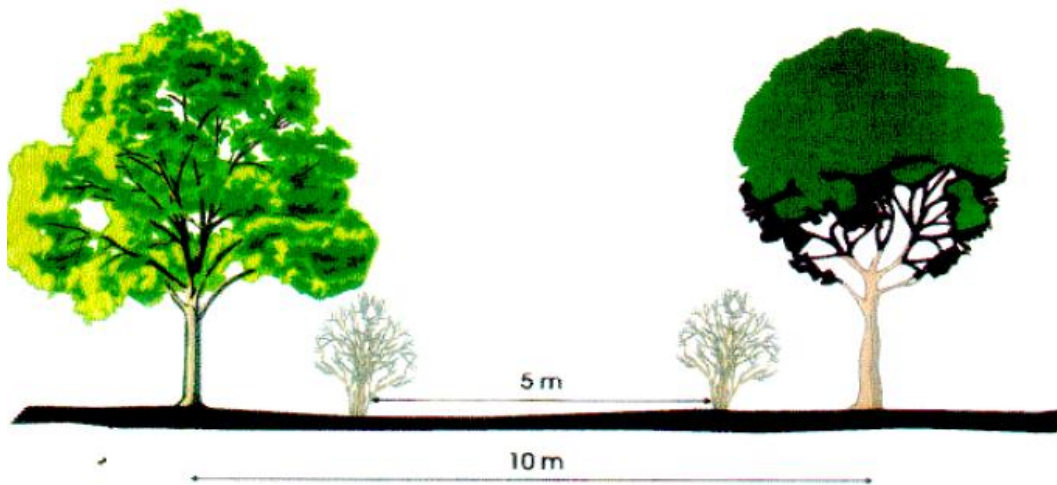


Tabla VI.6 Compensación física por afectación (tala)

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD DE INDIVIDUOS SEMBRADOS	
		CONDICIÓN FITOSANITARIA ADVERSAS	CONSTRUCCIÓN DE OBRA
ESTRATO 1	Árbol o arbusto entre 30 centímetros y 2 metros de altura	1 a 1	1 a 3
ESTRATO 2	Árbol entre 2 y 8 metros de altura	1 a 1	1 a 3
ESTRATO 3	Árbol mayor a 8 metros de altura	1 a 1	1 a 3

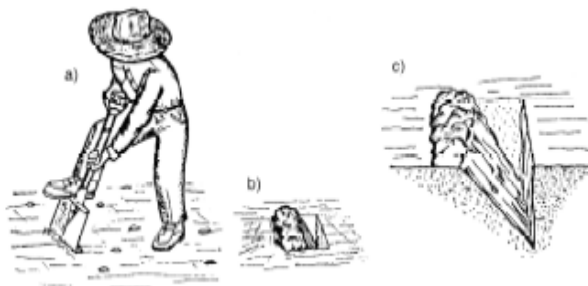
Reforestación de la zona

Dentro del programa de reforestación, una de las herramientas indispensables para entender el impacto que produce la construcción de la carretera, es la Educación Ambiental, que se debe de implementar en el siguiente año escolar de las comunidades tanto en escuelas primarias y secundarias de manera extracurricular, para explicarles qué son las áreas naturales protegidas, sus propósitos y reglamentos, para mostrar la importancia de su existencia y de su manejo racional, con el fin de desarrollar la preocupación colectiva por su protección.

Para estimular esta preocupación y promover el uso racional del área, se explicará dentro de los cursos de una manera amena e informal, el funcionamiento y fragilidad de sus elementos, así como la manera en que afecta a todos los niveles el rompimiento de sus procesos naturales. Además a través de la educación ambiental se difundirán las diversas alternativas de manejo racional de los recursos naturales acordes a las características del área y los requerimientos locales, así como muestras de tecnología adecuadas para el ecodesarrollo.

Así que el elemento más importante para el manejo integral de área se dará a través del curso de educación ambiental al sensibilizar al individuo. La etapa de reforestación con individuos típicos se realizará durante los meses de junio a octubre que es la temporada de lluvias. Esta actividad se realizará dentro del DDV en los sitios que se requiera (camino, pasos para fauna, bebederos, etc.).

Para la forestación y reforestación del sitio, la excavación y la plantación o siembra se realizarán utilizando pala. Se abre en el suelo el espacio suficiente para introducir el juvenil con una pala recta, talacho o pala de hender. El hueco se hace con la pala recta enterrándola y haciendo palanca hacia abajo, con el talacho se entierra y palanquea hacia arriba, y en el caso de la pala de hender, ésta se introduce por completo en el suelo de un solo golpe, apoyándose en su pedal, imprimiéndole un movimiento de vaivén rápido, hasta que se deja un espacio suficiente para introducir al individuo. El trasplante se hace en cuanto el hoyo esté listo, posteriormente se tapa y se apisona la tierra para conseguir un buen contacto de la raíz de la planta con el sustrato.



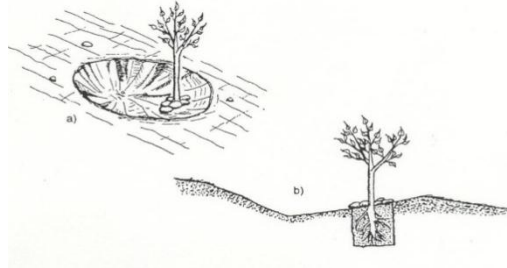
Excavación a pico de pala
a) Forma de hendir la pala
b) Vista superior de hoyo
c) Corte lateral del hoyo

En el talud apisonado del banco de tiro, se utilizará el sistema español que se emplea en terrenos con pendiente moderada y suelos compactos. Consiste en hacer una cepa de 40 cm de ancho y de 40 cm de profundidad. En torno a ella se construye un cajete de más o menos 1 m de diámetro con una profundidad de 10 a 15 cm en su parte más honda. La finalidad del cajete es captar el agua para la planta introducida.

Se debe cuidar que el centro de la cepa (donde se coloca la planta) no esté en la parte más honda del cajete, para evitar que el agua captada inunde la cepa, o al menos, que lo haga de forma temporal. Para ello, la planta debe quedar ubicada en la pared inclinada del cajete que da la pendiente abajo. Una vez introducida la planta, se colocan

varias rocas medianas (aprox. 10 cm de diámetro) en torno a su base con el fin de evitar la evaporación del agua contenida en el suelo subyacente, impedir el brote de malezas, proteger a la planta del pisoteo de los animales y amortiguar las bajas de temperatura en invierno al retener el calor del sol.

Sistema Español-
a) vista superior
b) vista lateral



Una vez que estén los individuos en su lugar, se regarán con una pipa en cuya terminación se pondrá un dosificador de regadera. Los juveniles se regarán cada tercer día durante un mes, o hasta que el cubresuelo esté completamente desarrollado. Se recomienda hacer el trasplante en mayo, justo antes del inicio de las lluvias para tener la mayor sobrevivencia de juveniles. De la misma forma, se propone que se realice la reforestación del banco de tiro.

En promedio, se requiere de una persona por cada 35 juveniles, se puede invitar a los estudiantes de primaria y secundaria de Hermosillo y comunidades cercanas para que participen en la reforestación.

Los indicadores que hay que tomar en cuenta para conocer el éxito de la reforestación son los siguientes:

- Una sobrevivencia mínima de elementos trasplantados del 70% al año de trasplante.
- Una altura media de 1 m a 18 meses del trasplante
- Una cobertura de grupo mayor a 3.5 a los dos años de trasplante
- Desarrollo de sotobosque y cobertura mayor a 4 a los tres primeros años del trasplante

De no cumplirse las condiciones anteriores, se deberá realizar una recolección del germoplasma en los predios circundantes, que se germinarán en vivero y se sembrarán después de un año de haber germinado, por lo que volverán a monitorearse los puntos anteriormente citados con los periodos de tiempo correspondientes.

Este banco de germoplasma será trasplantado en un invernadero de la región ya instalado, que de preferencia sea de propiedad pública, y al cual el acceso deberá ser proporcionado por las autoridades municipales. El biólogo encargado de la parte botánica será la persona responsable de llevar a cabo el seguimiento del cuidado de las plántulas.

Medida de Mitigación 20

Colocación de malla orgánica.

La remoción de tierra para la construcción de este camino promueve la erosión del suelo, cabe señalar que uno de los tipos de suelo que se registra en el SAR es Leptosol el cual es más susceptible a ser erosionado (más esto no quiere decir que los otros tipos de suelo no lo sean, ya que sí lo son pero en menor medida al ser más profundos);

de manera adicional, la mala disposición de materiales pétreos (ya sea por acción del agua y/o del aire) puede producir el arrastre por gravedad de sedimentos y materiales pétreos que dependiendo su tamaño y cantidad, pueden alterar la calidad del agua, hasta azolar sitios someros de las cuencas fluviales cercanas

Para evitar que el arrastre de sedimentos y materiales pétreos llegue a alcanzar estas cuencas, se deberán realizar las siguientes acciones que se apoyan de obras de bioingeniería económicas. Para lo cual se recomienda la colocación de una malla orgánica, sobre todo en los taludes de la carretera y en aquellas zonas donde la pendiente es mayor a 45°.

Las mantas orgánicas son productos relacionados con los geotextiles, siendo tejidos agujados, permeables, formados por la unión de mallas y fibras generalmente biodegradables de origen vegetal. Se extienden y se fijan a la superficie del suelo, adaptándose y recubriéndolo con el fin de restaurar o conservar la calidad de los suelos controlando la erosión. Tienen diversas aplicaciones para el control de la erosión tanto laminar y en regueros, como eólica.

Descripción

Las mantas orgánicas consisten en un acolchado de paja, heno, fibra de coco o esparto, de mayor o menor densidad dependiendo de la zona en la que se va a instalar, cosido a una malla de yute o PP (polipropileno) fotodegradable, o no, que se presenta en rollos que se extienden sobre la superficie a tratar. Pueden ir acompañadas de una mezcla de semillas, en cuyo caso llevan en la parte posterior un papel especial que evita la pérdida de las semillas.

Para el control de la erosión en régimen de turbulencia o regueros se precisa la ayuda de elementos de fijación como fajinas de madera, sacos de tierra o, sobre todo, piedra de tamaño “cabeza de perro”, que eviten el avance del reguero hacia cárcavas más profundas.

Las mantas orgánicas, debido a su estructura tridimensional, ayudan a la estabilización de los terrenos al disminuir los impactos de las gotas de lluvia y reducir la escorrentía superficial, facilitando la infiltración del agua en el suelo. Las mantas de paja se utilizan en superficies con problemas de erosión ligeros; las de coco o esparto, en pendientes muy acentuadas y con grandes riesgos de erosión; y las de mezcla de coco y paja, en terrenos con riesgo medio de erosión.

El modelo de erosión hídrica sobre el suelo revestido o cubierto por una manta orgánica, sería el siguiente:

- Retención de las partículas de suelo entre las fibras de la manta por la acción de la división o disgregación de la salpicadura sobre el tejido.
- Disgregación de las partículas terrosas por la acción del impacto de la gota de lluvia.
- Disgregación de las partículas terrosas por la acción del flujo superficial o escorrentía.
- Retención de las partículas entre las fibras de la manta por la acción de disgregación de la escorrentía sobre el tejido.

Ventajas

- Son fáciles de instalar y de coste asequible.
- Aumentan la infiltración de agua en el suelo.
- Controlan la evapotranspiración, manteniendo la temperatura y la humedad del suelo y reteniendo las semillas en sus huecos, con lo que favorecen su germinación.

- Generan sinergias de formación sobre el problema de la erosión e iniciativas de desarrollo sostenible en áreas con problemas de erosión o desertificación.

Figura VI.14 Malla orgánica, materiales necesarios para su colocación.



Fuente: técnicas de bioingeniería para la recuperación ecológica de riberas y zonas húmedas.

Medida de Mitigación 21

Fajinas

Descripción

Son manojos de ramas y tallos atados en forma de huso que se colocan en el fondo de zanjas poco profundas, excavadas transversalmente siguiendo el contorno del talud, recubriéndolas después parcialmente de tierra. Para evitar que se muevan pueden fijarse con estacas de madera o con estaquillas de la misma especie empleada en la construcción de las fajinas.

Si el talud no presenta problemas de exceso de agua las zanjas donde se instalan las fajinas se excavan en ángulo recto con la línea de máxima pendiente. Si hay problemas derivados de un exceso de humedad, es conveniente darles una ligera pendiente hacia los laterales del talud para evacuar el exceso de agua.

Aplicaciones y efectividad

Las fajinas constituyen una técnica de estabilización muy efectiva que protege los taludes frente a deslizamientos superficiales (0.25- 0.75 m de profundidad) y que permite escalonar o banquear la pendiente cuando la excavación es difícil.

La matriz de raíces que se desarrolla a partir de las fajinas proporciona efectos de contención y retención de las capas superficiales del suelo, evita la formación de cárcavas y barrancos, además protege el talud frente a la erosión superficial, ya que se reduce la longitud efectiva de la pendiente al quedar ésta, dividida en tramos más cortos por las sucesivas fajinas.

En las terrazas que se forman entre filas sucesivas de fajinas quedan, además, retenidas las partículas que arrastra la escorrentía superficial, con lo que se reducen así las necesidades de conservación de las cunetas.

Materiales y preparación de las fajinas

Para construir las fajinas se utilizan ramas y tallos de plantas leñosas con alta capacidad de enraizamiento. Las ramas deben ser largas, rectas, flexibles y estar provistas de yemas de crecimiento activas.

Al elegir el material vegetal conviene tener en cuenta que los sauces jóvenes, menores de 1 año, desarrollan las yemas de crecimiento con mucha facilidad, los ejemplares adultos tienen mayores reservas vegetativas y los de mayor edad son más resistentes. Conviene, por tanto, mezclar material de todas las edades, procurando que la mayoría corresponda a ejemplares de entre 1 y 4 años.

Para construir la fajina se emplean ramas de entre 1 y 9 de longitud y entre 15 y 30 mm de diámetro. Las ramas se agrupan para formar un haz y se atan cada 30-50 con bramante o cuerda fina hecha con fibras vegetales. Las dimensiones recomendadas para la fajina completa son de 15 a 30 cm de diámetro y de 2 a 10 m de longitud, aunque estas dimensiones pueden variar dependiendo de las condiciones particulares en la zona de actuación.

Las yemas apicales de crecimiento deben quedar orientadas en la misma dirección y los extremos de las ramas y tallos uniformemente distribuidos a lo largo de la fajina.

Para anclar las fajinas pueden utilizarse estaquillas o estacas de madera maciza. Las estaquillas deben tener unos 0.5 m de longitud si el talud es en desmonte, y 0.75 m si está construido en terraplén. Las estacas de madera maciza deben tener entre 0.6 y 1 m de longitud. Su madera debe estar sana y todas las estacas que se rompan o se astillen durante la instalación deben ser desechadas.

Instalación

La instalación comienza por la base del talud excavando una zanja transversal a la pendiente de longitud igual o ligeramente superior a la fajina y anchura variable, dependiendo del ángulo de pendiente del talud (0.3- 0.5 m) la profundidad de la zanja debe ser aproximadamente la mitad del diámetro de la fajina.

Después se coloca la fajina en el fondo de la zanja y se la fija al talud introduciendo entre las ramas estacas de madera cada 0.75-1 m y clavándolas en el suelo. En los tramos donde las fajinas se solapan es conveniente colocar estacas extra. La parte superior de las estacas debe quedar a ras con la cara externa de la fajina.

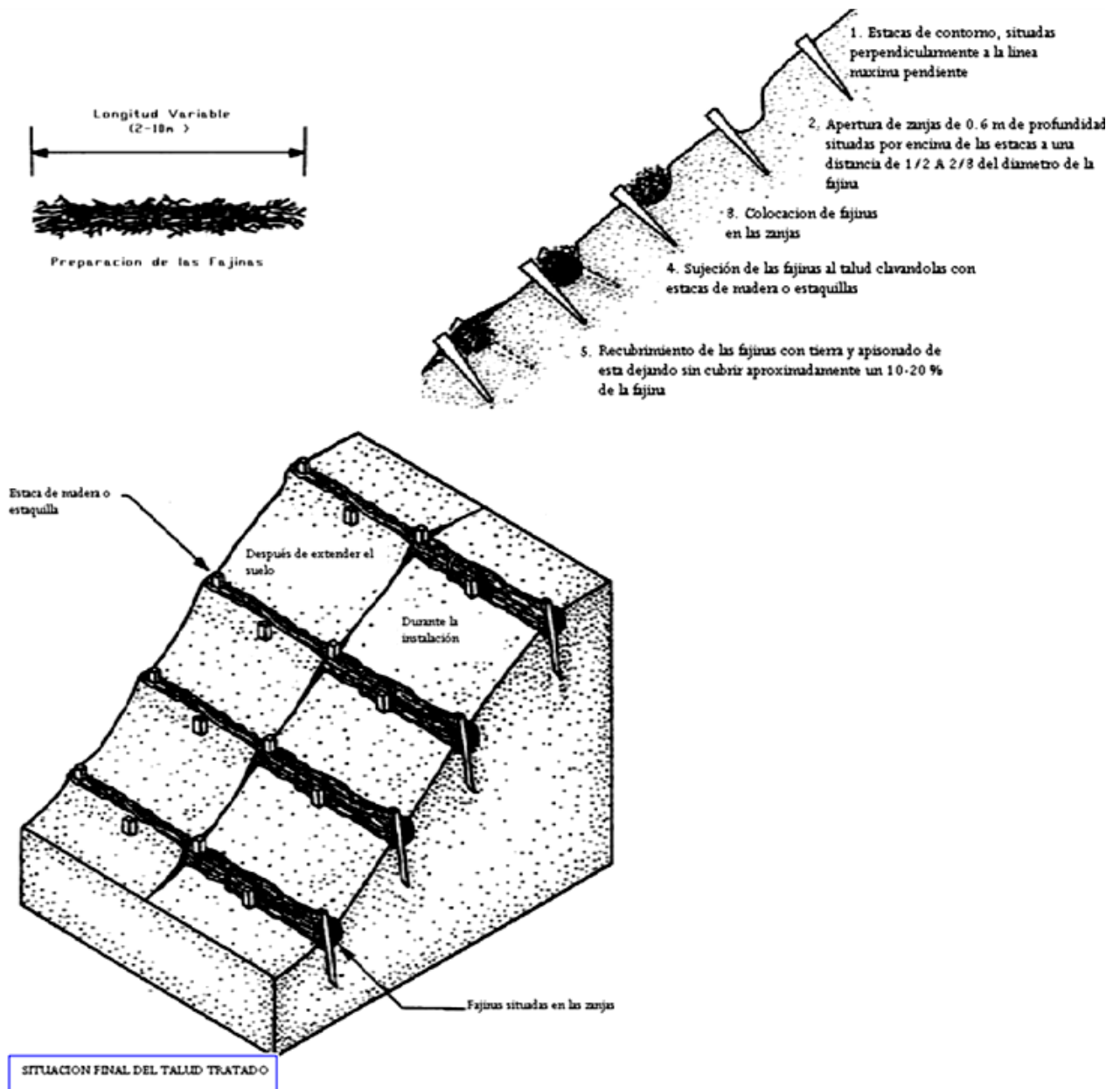
Las estaquillas se instalan generalmente en la cara inferior de las fajinas. Se clavan por debajo y contra la fajina al trespollillo con las estacas de madera que han sido clavadas anteriormente. Las estaquillas deben sobresalir entre 5-10 cm por encima de la parte superior de las fajinas.

Los laterales de las fajinas se recubren de tierra húmeda de manera que su parte superior sea claramente visible una vez concluida la instalación.

Desde la base del talud hacia la parte alta se van instalando sucesivas filas de fajinas hasta completar el tratamiento. Siempre que sea posible es conveniente instalar una o dos filas de fajina en función de la pendiente y la longitud del talud.

Es conveniente completar el tratamiento sembrando el espacio existente entre filas consecutivas de fajas y /o instalando en el materiales de recubrimiento para prevenir la erosión. Si la pendiente es de 2.5 H:1 V o inferior es suficiente con extender paja o cualquier otro tipo de mulch. Si el talud tiene más pendiente debería recubrirse este espacio con mantas o redes orgánicas en lugar de con mulch.

Figura VI. 15 Proceso de instalación de fajas



Medida de Mitigación 22

Escalones de matorral

Esta técnica consiste en situar ramas de especies leñosas con capacidad para enraizar en pequeñas zanjas o entre capas sucesivas de tierra a lo largo de la pendiente de los taludes, de manera que formen terrazas o escalones.

Los escalones de matorral las ramas se orientan más o menos perpendicularmente al perfil del talud y se introducen hasta dos metros de él. Las ramas actúan como elementos de tensión que refuerzan el talud y las porciones de las ramas que sobresalen sobre la superficie actúan frenando la escorrentía y disipando su potencial.

Aplicaciones y efectividad

Los escalones de matorral proporcionan de forma inmediata varios efectos positivos en cuanto al control de la erosión, el refuerzo del suelo y la estabilidad de los taludes frente a movimientos en masa.

La pendiente queda dividida en una serie de escalones separados por las filas de matorral, lo que disminuye la longitud efectiva de la pendiente y con ello la capacidad erosiva de la escorrentía.

- Las ramas introducidas en el talud refuerzan el suelo ya antes de que se desarrollen las raíces, e incrementan de forma significativa su resistencia al deslizamiento y a los movimientos rotacionales.
- La vegetación desarrollada a partir de las ramas retiene los sedimentos y mejora las condiciones de infiltración en los suelos secos y drena los suelos excesivamente húmedos.
- Mejoran las condiciones microclimáticas y facilitan el desarrollo de la vegetación y la regeneración natural.
- Los escalones de matorral redireccionan y mitigan los efectos del drenaje interno del talud al actuar como drenajes horizontales.

Materiales e instalación

Se utilizan ramas de madera dura de 20- 50 mm de diámetro y longitud suficiente para que lleguen al final de la zanja (1-2.5 m). Los laterales de las ramas deben permanecer intactos.

La excavación de las zanjas se inicia al pie del talud y se va avanzando hacia la cabecera, de forma que el material excavado en cada zanja superior sirva para el relleno de la que está situada inmediatamente por debajo.

Las zanjas deben tener contrapendiente de entre 10 y 20° hacia el talud. Su anchura suele ser de entre 0.5 y 1 m. Si existen problemas de drenaje debe dárseles una ligera pendiente hacia el borde del talud, de forma que las aguas que las zanjas recojan puedan circular y no queden retenidas.

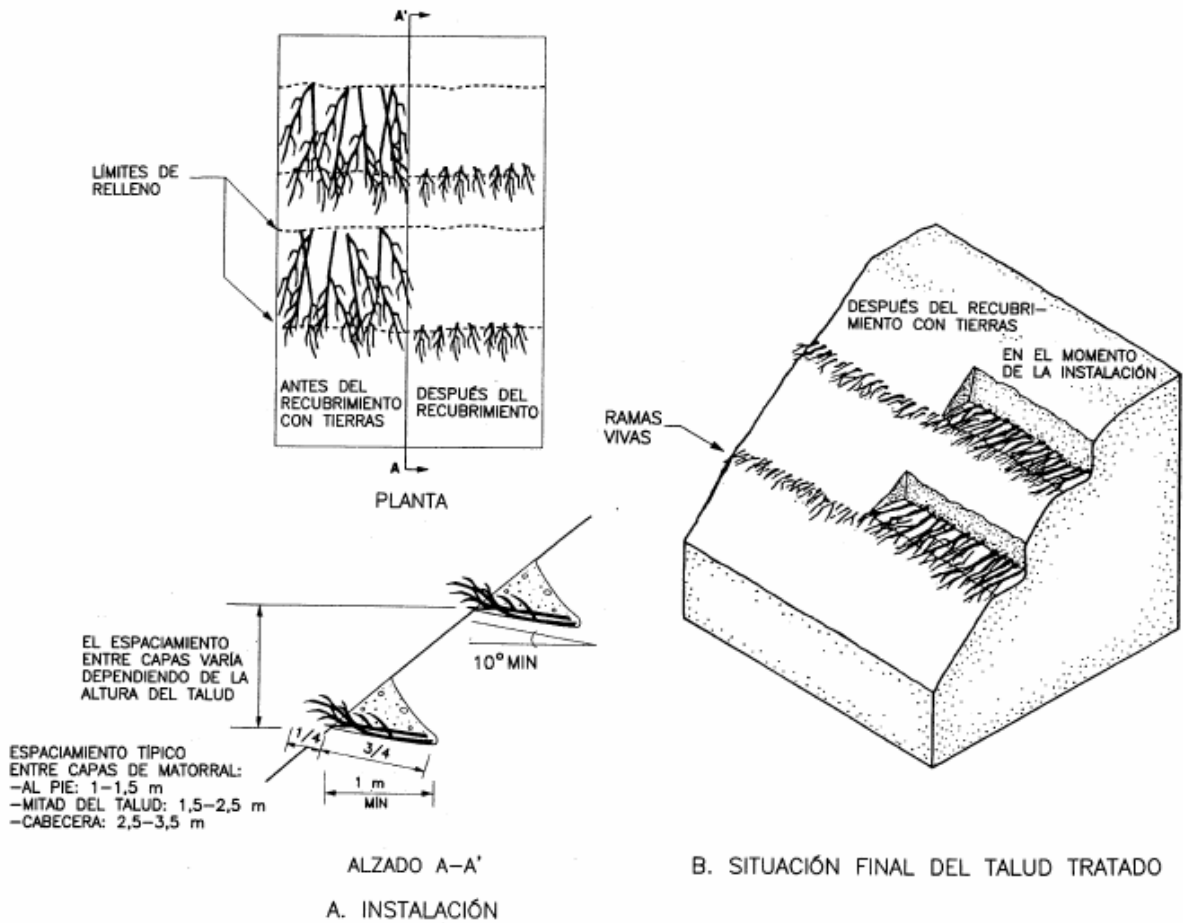
Las ramas se introducen en la zanja perpendicularmente a la superficie del talud, con las yemas de crecimiento hacia afuera, y de manera que sobresalgan al menos 15-30 cm fuera de la zanja (1/4 de su longitud total). Las ramas se colocan de forma entrecruzada para formar una especie de estera 75 y 200 mm de espesor.

Una vez que las ramas han sido colocadas en el interior de las zanjas, se cubren con tierra. Este relleno debe compactarse para eliminar las bolsas de aire. Las yemas de crecimiento deben quedar situadas ligeramente por fuera del relleno.

Cuando se concluye la instalación de un escalón de matorral, se procede a la instalación del siguiente por arriba. La distancia entre zanjas sucesivas varía dependiendo de la pendiente del talud y de sus condiciones previas de estabilidad. Una distancia media recomendada es entre 1 y 25 m.

Es conveniente tratar la superficie comprendida entre zanjas adyacentes para protegerla frente a la erosión. Si entre las filas de zanjas consecutivas la pendiente es 3H: 1V o inferior, es suficiente con sembrar el espacio y extender una capa de mulch de fibra larga. Si la pendiente es superior a este valor, en lugar de mulch, es conveniente utilizar una red o una manta orgánica.

Figura VI. 16 Proceso de instalación de escalones de matorral



Medida de Mitigación 23

Humedecer área de trabajo.

Con la finalidad de minimizar el efecto que se produce en el ambiente debido a la generación de polvos por diversas actividades que desarrollan en la obra, se recomienda el riego de la superficie de trabajo con agua cruda durante todas las actividades que provoquen la generación de polvos, cuyo impacto se manifiesta en 2 vertientes: una, en la salud de los trabajadores y la segunda en la calidad del aire. Dicho riego se realizará con aspersores a presión colocados en tambos de 50 L de capacidad; la razón por la cual se utilizará el aspersor es que se garantizará el racionamiento del agua empleada para este fin. El agua cruda que se emplee para esta actividad por ningún motivo deberá extraerse de la presa Abelardo Lujan Rodríguez, ni de ninguno de sus canales, a menos de que exista la autorización expresa de la CNA para la explotación del recurso en este cuerpo de agua. En todo caso, el agua cruda se extraerá únicamente de los sitios autorizados, nunca de cuerpos cercanos.

Medida de Mitigación 24

Explotación de bancos de materiales autorizados

La extracción del material que se usará para la construcción del proyecto, deberá ser extraído de los bancos de materiales autorizados, debido a que con ello, se evitará que se extiendan los impactos relacionados con uso indebido de suelo, y la tala innecesaria como son la fragmentación del ecosistema y la erosión.

Se hará uso únicamente de los bancos mencionados en el Capítulo II de este documento, escogiéndose conforme a las facilidades de operación y logística así como el tipo de material a extraer; en caso de que no sea posible usar dichos bancos, la selección de bancos se dejará a consideración del Ingeniero responsable de obra. Sin embargo, la explotación de bancos de préstamo diferentes a los mencionados, requerirá la autorización correspondiente al uso (Secretaría de Economía) y en materia de impacto ambiental (SEMARNAT). La relación de bancos autorizados para explotación, se muestra en el Capítulo II del presente documento.

Medida de Mitigación 25

Realizar mantenimiento regular de la maquinaria y el equipo.

Cada una de las etapas en que se divide el proyecto incluye muchas actividades en las que es necesario el empleo de diversa maquinaria y equipo, que pueden presentar problemas en la salud de los trabajadores y contaminación del medio ambiente. En este sentido, el factor ambiental más perjudicado por este estresor es la atmósfera, al existir emisiones gaseosas, de polvos y la generación de ruido por empleo de estas herramientas.

Para mitigar los impactos generados por la maquinaria y el equipo, se recomienda realizar una verificación regular de las emisiones gaseosas con referencia a las normas NOM-045-SEMARNAT-1996 y NOM-050-SEMARNAT-1993.

La revisión de la maquinaria y equipo deberá ser verificada por el supervisor ambiental el cual cotejará los documentos de afinación de dicho equipo y maquinaria expedidos por un establecimiento autorizado, cuya emisión no será mayor a un mes de inicio de las obras. El supervisor a su vez será el encargado de llevar una bitácora en la que se registre cualquier incidencia relacionada al funcionamiento de la herramienta para que entre este y el superintendente de obra, se tome la línea de acción adecuada.

A la par de esto, el supervisor ambiental deberá vigilar que la maquinaria y el equipo utilizado operen en condiciones óptimas; que no presente golpes, hendiduras, fugas y/o derrames, ya que estas anomalías en el estado físico de las herramientas aumentan el riesgo de la aparición de un siniestro. En la Tabla VI.7, se muestran los niveles límites de emisiones permitidos para la maquinaria, de acuerdo a la legislación vigente.

Tabla VI.7. Límite máximo permisible de emisiones de la maquinaria

Tipo de vehículo	HC (ppm)	CO % Vol.	NOx (ppm)	Opacidad
Con motor a gasolina	100	1.0	1200	***
Con motor a diesel	***	***	***	1.27 m ⁻¹
Con motor a gasolina para carga de materiales	200	2.0	1500	***
Con motor a gas natural o gas L.P.	200	1.0	1000	***

Fuente: Límites descritos en la NOM-045-SEMARNAT -1996 y NOM-050-SEMARNAT -1993

Medida de Mitigación 26

Mitigación de daños causados por ruido y vibración.

Con respecto a la contaminación auditiva, la única medida de mitigación aplicable al ambiente es el monitoreo y control de los límites máximos permisibles de emisión sonora señalados en la NOM-080-SEMARNAT-1994. Con el propósito de reducir la contaminación auditiva y evitar daños a la población que se encuentre cerca de la zona de obra, producto de la ejecución de la misma, se implementarán las siguientes medidas:

- Establecer un horario de trabajo que no infrinja las horas de descanso de los residentes, esto significa que las actividades de maquinaria pesada se restringirán estrictamente a horarios diurnos.
- La maquinaria y vehículos a utilizarse durante la fase de construcción deberán estar en óptimas condiciones en especial su sistema de combustión y tubo de escape, de ser posible se instalarán silenciadores.
- Los trabajadores que se involucren directamente en la operación de maquinaria y equipo, deberán hacer uso en todo momento de audífonos y no deberán estar expuestos a estas emisiones por tiempos superiores a una hora de forma continua

Tabla VI.8. Límites máximos permisibles de ruido para fuentes fijas y fuentes móviles

NOM	Fuente emisora	Límite máximo permisible	Horario
NOM-081-SEMARNAT- 1994	Fuentes fijas en general	68 dB(A)	de 6 a 22 hrs
	Fuentes fijas cercanas a los poblados	55 dB(A)	***
	Operaciones de carga y descarga	90 dB(A)	de 7 a 22 hrs
NOM-080- SEMARNAT –1994	Fuentes móviles hasta 3,000 kg	79 dB(A)	***
	Más de 3,000 hasta 10,000 kg	81 dB(A)	***
	Más de 10,000 Kg	84 Db(A)	***

Fuente: Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Generada por Ruido. NOM-081-SEMARNAT- 1994. Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de Medición.

Medida de Mitigación 27

Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos

Las actividades de excavación y elaboración de mezclas tanto de cemento como de asfalto a utilizar para la obra generan residuos pétreos, geológicos y de escombros, que suelen dejarse en el sitio de actividad, provocando un impacto negativo importante en la armonía del paisaje, además de promover la erosión paulatina del suelo, la proliferación de fauna nociva, y la contaminación de cuerpos de agua por el arrastre de los mismos hacia cuencas receptoras cercanas

La generación de este impacto ambiental se evita al acamellonar estos residuos conforme se van generando a los lados de los sitios donde se extraen, se acomodan y se les da reutilización y/o disposición final adecuada. Mientras son removidos del sitio, estos residuos deberán taparse con lona. En caso de que por sus características estos desechos no puedan ser susceptibles al reemplazo, deberán retirarse del sitio de depositación parcial al menos dos veces por semana (los periodos de recolección variarán conforme la cantidad de residuos colectados). Se deberá llevar un registro obligatorio en el cual se mencione:

1. Fecha
2. Nombre de la obra, tramo
3. Ubicación UTM
4. Responsable de supervisión ambiental
5. Tipo de residuos generados
6. Volumen generado
7. Sitio de depósito final
8. Observaciones

Medida de Mitigación 28

Uso de planta de asfalto con tecnología anticontaminante

En la medida de lo posible, se evitará la colocación de una planta de asfalto en el sitio para elaborar la emulsión de la carpeta asfáltica; a pesar de que las zonas urbanas están cercanas a la obra, la opción de menor costo será colocar una planta en los terrenos pertenecientes a los bancos de préstamo a utilizar (previo acuerdo con los propietarios), para evitar la contaminación por derrame en la zona de obras, además de que deberá supervisarse que cumpla los criterios de operación de la NOM-085-SEMARNAT-1994, para disminuir los efectos producidos en la calidad del aire debido a su funcionamiento.

Para evitar la mayor cantidad de daños ambientales, la planta deberá contar con equipo automatizado para la composición, temperatura y calidad de la mezcla, a la vez que posea un sistema de seguridad formado por alarmas ópticas, sonoras y de voz o de apagado cuando se presenten anomalías en el funcionamiento debido a la operación y/o por la presencia de fugas; adicionalmente deberá contar con un sistema de filtro de emisión de gases y a prueba de corrosión.

Por ningún motivo deberá colocarse la planta de asfalto dentro del DDV de este camino para evitar el derrame de mezcla sobre suelos o las márgenes de la presa, así como sobre los terrenos que drenen hacia estos cuerpos de agua que pudiesen ser arrastrados por efecto del aumento de la precipitación fluvial en época de lluvias.

Medida de Mitigación 29

Plan de manejo y disposición adecuada de residuos peligrosos

El manejo inadecuado de combustibles y solventes puede ocasionar problemas de contaminación de suelo y agua, así como riesgos de accidentes e incendios.

En el frente de trabajo e instalaciones provisionales que se encuentren alejados de estaciones de servicio, deberán utilizarse vehículos proveedores de combustibles (orquesta), que deberán cumplir con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidos por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de gasolina y atención a contingencias.

En caso de abastecimiento de combustibles en el sitio, previo a esta actividad, se deberá colocar una geomembrana bajo el vehículo por abastecer, para proteger el suelo de cualquier derrame accidental. En caso de que se presente este derrame se deberá recoger el combustible inmediatamente con estopas y estas deberán almacenarse como residuos peligrosos, dándoles el manejo correspondiente; colectando el combustible de esta forma la geomembrana será reutilizable para el mismo fin.

Si bien se espera que el tipo de cantidad de este tipo de residuos sea pequeña, se tiene que proponer un plan de manejo que contemple los siguientes aspectos:

- Separación
- Almacenamiento
- Tratamiento y Disposición final

Para efectos de residuos peligrosos relacionados a las obras de construcción, se consideran los siguientes conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente; *características CRETIB*:

- Corrosivo: Restos de varillas empleadas para la construcción del cuerpo carretero (pasos inferiores, obras de drenaje, pasos para fauna)
- Reactivo: Solventes cuya incompatibilidad química confiera esta propiedad
- Explosivo: Solventes cuya incompatibilidad química confiera esta propiedad
- Tóxico: Residuos de la mezcla asfáltica, pinturas
- Inflamable: Combustibles, aceite gastado, pinturas, estopas impregnadas de aceite, recipiente de y con aceites de pinturas
- Biológico infeccioso: Heces fecales, líquidos corporales

Debido a la peligrosidad que representan estos materiales tanto al ambiente como a la salud humana, deberán ajustarse al manejo adecuado conforme a la normatividad correspondiente. Cada una de las actividades que sean generadoras de este tipo de residuos deberá de llevar una bitácora en la cual se irá registrando la fecha, cantidad de residuo generado, características de peligrosidad (CRETIB). Dicha bitácora deberá ir firmada por la persona que realice los registros y observaciones; el supervisor ambiental dará el visto bueno del registro de la bitácora en cada ocasión que así lo amerite. La separación por incompatibilidad de los mismos se debe realizar conforme a la NOM-053-SEMARNAT-1993 con el fin de evitar alguna contingencia.

Se recomienda la construcción de dos pequeños almacenes provisionales de residuos peligrosos de 25 m², los cuales contendrán las especificaciones mínimas requeridas en el Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA.

El almacén temporal para residuos peligrosos deberá poseer como mínimo las siguientes características.

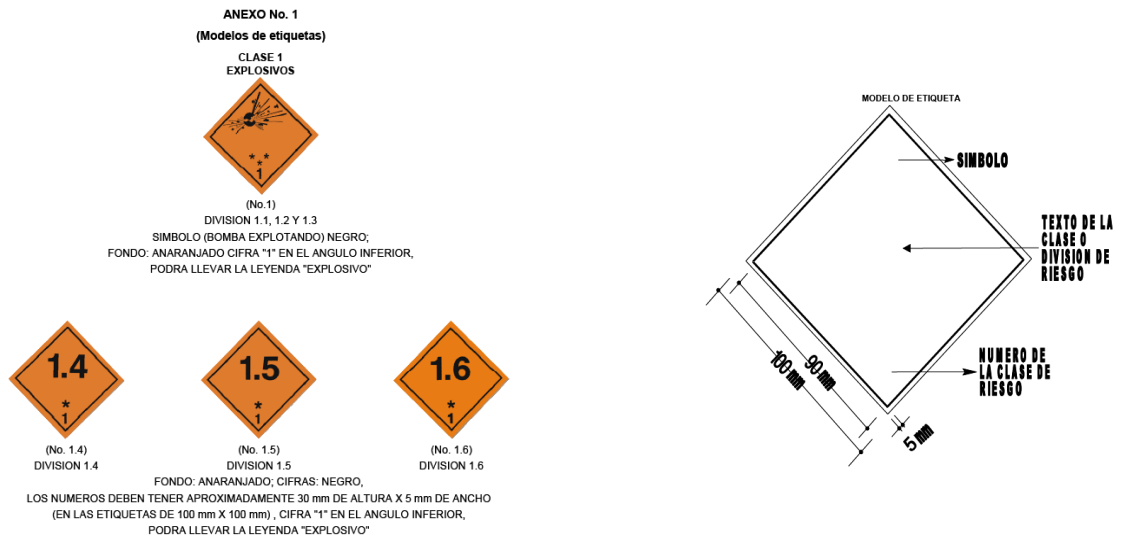
- Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora; y
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.
- No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5;
- Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

Los recipientes donde se depositarán los residuos peligrosos deberán estar etiquetados de manera acorde al tipo de desecho que contengan, para evitar con ello alguna incompatibilidad fisicoquímica entre 2 o más sustancias y/o materiales que pudiesen ocasionar una contingencia, a la vez que permite la rápida identidad del contenido del recipiente para las labores posteriores de transporte y confinamiento final.

Figura VI.17 Contenedores de solventes (residuos peligrosos) identificación inadecuada



Figura VI.18 Etiquetas adecuadas para envases contenedores de residuos peligrosos (NOM-003-SCT/2008).



CLASE 2
GASES COMPRIMIDOS, REFRIGERADOS, LICUADOS O DISUELTOS A PRESION



(No. 2.1)
DIVISION 2.1 GASES INFLAMABLES
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO O BLANCO;
FONDO: ROJO, CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA "GAS INFLAMABLE"

(No. 2.2)
DIVISION 2.2 GASES NO INFLAMABLES, NO TOXICOS
SIMBOLO (BOMBONA) NEGRO O BLANCO;
FONDO: VERDE, CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA "GAS NO INFLAMABLE"



(No. 2.3)
DIVISION 2.3 GASES TOXICOS
SIMBOLO (CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS) NEGRO;
FONDO: BLANCO, CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA "GAS TOXICO" (VENENOSO)

CLASE 3
LIQUIDOS INFLAMABLES



(No. 5.1)
DIVISION 5.1 SUBSTANCIAS OXIDANTES,
SIMBOLO (FLAMA SOBRE UN CIRCULO) NEGRO;
FONDO: AMARILLO, CIFRA "5.1" EN EL ANGULO
INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA
"OXIDANTE"



(No. 5.2)
DIVISION 5.2 PEROXIDOS ORGANICOS, SIMBOLO (FLAMA)
NEGRO O BLANCO; FONDO: MITAD SUPERIOR ROJA Y
MITAD INFERIOR AMARILLA, CIFRA "5.2" EN EL ANGULO
INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "PEROXIDO
ORGANICO"

Debe decir:

CLASE 5
OXIDANTES Y PEROXIDOS ORGANICOS



(No. 5.1)
DIVISION 5.1 SUBSTANCIAS OXIDANTES,
SIMBOLO (FLAMA SOBRE UN CIRCULO) NEGRO;
FONDO: AMARILLO, CIFRA "5.1" EN EL ANGULO
INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA
"OXIDANTE"



(No. 5.2)
DIVISION 5.2 PEROXIDOS ORGANICOS, SIMBOLO
(FLAMA) NEGRO O BLANCO; FONDO: MITAD SUPERIOR
ROJA Y MITAD INFERIOR AMARILLA, CIFRA "5.2" EN EL
ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA
"PEROXIDO ORGANICO"



CLASE 6
TOXICOS AGUDOS (Venenos) Y AGENTES INFECCIOSOS



(No. 6.1)
DIVISION 6.1
SUBSTANCIAS TOXICAS O VENENOSAS,
SIMBOLO (CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS) NEGRO;
FONDO: BLANCO, CIFRA "6" EN EL ANGULO
INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA
"TOXICO" (VENENOSO)



(No. 6.2)
DIVISION 6.2 SUBSTANCIAS INFECCIOSAS,
LA MITAD INFERIOR DE LA ETIQUETA PODRA
LLEVAR LAS LEYENDAS: "SUBSTANCIA INFECCIOSA"
Y "EN CASO DE DAÑO, DERRAME O FUGA, AVISESE
INMEDIATAMENTE A LAS AUTORIDADES
SANITARIAS", SIMBOLO (TRES MEDIAS LUNAS
SOBRE UN CIRCULO) Y LEYENDAS EN NEGRO,
FONDO: BLANCO, CIFRA "6" EN EL
ANGULO INFERIOR

CLASE 4
SOLIDOS INFLAMABLES



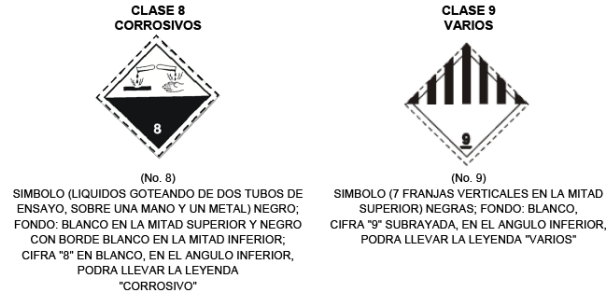
(No. 4.1)
DIVISION 4.1 SOLIDOS INFLAMABLES
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO; FONDO: BLANCO CON SIETE
FRANJAS ROJAS VERTICALES, CIFRA "4" EN EL ANGULO
INFERIOR, PODRA LLEVAR LA LEYENDA "SOLIDO
INFLAMABLE"



(No. 4.2)
DIVISION 4.2
SUBSTANCIAS QUE PRESENTAN
RIESGO DE COMBUSTION ESPONTANEA,
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO; FONDO BLANCO EN LA
MITAD SUPERIOR Y ROJO EN LA MITAD INFERIOR,
CIFRA "4" EN EL ANGULO INFERIOR, PODRA LLEVAR
LA LEYENDA "COMBUSTION ESPONTANEA"



(No. 4.3)
DIVISION 4.3 SUBSTANCIAS QUE, EN CONTACTO
CON EL AGUA, DESPRENDEN GASES INFLAMABLES,
SIMBOLO (FLAMA) NEGRO O BLANCO, FONDO: AZUL,
CIFRA "4" EN EL ANGULO INFERIOR,
PODRA LLEVAR LA LEYENDA
"REACCIONA CON AGUA"



Medida de Mitigación 30

Disposición adecuada y reutilización de residuos sólidos y vegetales.

Es natural que a causa de las actividades de construcción se generen residuos de obra y urbanos. Como revisamos en el capítulo anterior, el mal manejo y disposición de los mismos representan un impacto significativo, por lo que la medida de mitigación que se propone para la minimización de este impacto (hasta el punto de que su correcta aplicación puede incluso evitar su manifestación), es el correcto manejo de todo tipo de residuos no peligrosos.

Con respecto a los residuos domésticos, para facilitar su manejo durante toda la duración de la obra, deberán colocarse tambos de plástico de 200 L de capacidad para basura con tapa y bolsa, los cuales deberán situados en cada frente de trabajo. Cada tambo será de distinto color (negro / verde) los cuales serán para separar los residuos domésticos por características (orgánicos e inorgánicos). Se recomienda que los residuos orgánicos, sean empleados como material para elaborar compostas que permitan fertilizar el suelo durante las labores de reforestación.

Los residuos inorgánicos por su parte, serán recolectados por el servicio de limpieza del municipio (previo acuerdo entre autoridades y contratista) por lo menos dos veces por semana para evitar su acumulación, e impedir la presencia potencial de fauna nociva.

Figura VI.19 Ejemplo de contenedores y carteles para la separación de los residuos sólidos



Es muy importante mencionar que los materiales y envases o estopas que contengan aceite o algún solvente se consideran como residuos peligrosos, por lo que éstos merecen un tratamiento especial, que se explicará en la medida de mitigación que se relaciona con el manejo de residuos peligrosos.

-Realización de composta

Materiales

Como primer paso, debemos conocer cuáles son las sustancias adecuadas para la realización de la composta.

La **hierba cortada** debe agregarse solamente al final de la fase de desecación y en una capa fina, o mezclada con otros materiales como hojas caídas, tierra, restos de podas, etc., ya que su descomposición genera altas temperaturas que podrían conllevar la autoinflamación.

Las **hojas** representan uno de los materiales básicos para la realización de composta. Existen algunas especies más resistentes a la descomposición, que liberan ácido durante el proceso, por lo que puede ser útil agregar cal o minerales de arcilla.

El **material de poda de árboles** y pastos desmenuzados con una biotrituradora, nos permitirá dotar a la mezcla de una mejor aireación, así como nutrirla de cal, por lo que este tipo de material es de gran valor para el composta. El **estiércol de animales** esta también indicado, siempre y cuando sea previamente mezclado con otros materiales. Los **desperdicios de alimentos** tales como restos de verdura, café, infusiones pueden ser usados siempre que sean anteriormente mezclados para no atraer ratas y ratones.

El **cartón** es también susceptible de formar parte de nuestro montón de material para composta, siendo este más adecuado cuanto más grueso. Deberíamos así mismo, romperlo en trozos y humedecerlos antes de agregarlos. Lo mismo sucede con el **papel**, siempre que este no esté impreso con colores, en cuyo caso debería ser entregado

para ser reciclado. No son adecuados para hacer compost el cristal, metales, materiales sintéticos, envases de cartón revestidos, restos de aceite, pinturas y escombros.

Condiciones

Debemos fomentar la actividad de los microorganismos que actúan en la maduración del composta, para lo cual debemos buscar la existencia de un equilibrio entre humedad y aireación en nuestro montón. Si no existe suficiente agua, los microorganismos se aletargarán y el proceso se alargará. Si por el contrario, la mezcla está demasiado mojada (por ejemplo al haber estado expuesta a varios días de lluvia), pelagra su correcta aireación y se enfría, lo que podría desembocar en un proceso de putrefacción. Para evitarlo, durante las fuertes lluvias, deberíamos cubrir el montón protegiéndolo del agua. En el caso de escasez de lluvias, deberemos ocuparnos de que el montón permanezca húmedo. Para facilitar una buena aireación, usaremos un depósito con paredes que permitan su ventilación y de fondo con orificios que permita la salida de excesos de agua. Este no debería tener más de dos metros de ancho y uno y medio de alto.

La mezcla

Cuanto mayor sea la variedad de desperdicios, mayor valor tendrá finalmente el composta, aunque si la realizamos capa por capa, o mezclando únicamente los materiales de los que disponemos en el momento, también obtendremos composta. Simplemente, debemos tener la precaución de no añadir solamente grandes cantidades de hojas secas o de hierba, ya que esto impedirá la correcta aireación de la mezcla. Si no disponemos de diversidad de desperdicios, podremos obtener una estructura correcta del montón agregando tierra gruesa.

Si disponemos de composta ya hecha, esparcir un poco entre las nuevas capas de desperdicios servirá para acelerar la puesta en marcha del proceso. Para lograr una acidez neutral de la mezcla, si los residuos que hemos usado van a generar ácidos, podemos añadir cal espolvoreándola sobre cada 20 cm. de desperdicios. Para incrementar la proporción de nutrimentos que van a consumir los microorganismos y así acelerar el proceso, podemos añadir nitratos en forma de estiércol, guano, huesos o fertilizantes comerciales preparados.

El procedimiento

Ubicaremos la mezcla en un lugar sombreado y protegido del viento. Si ello resulta un problema, utilizaremos un depósito con tapa. La base debe permitir la penetración de agua y el acceso a gusanos y otros animales. En primer lugar, colocaremos el material grueso hasta una altura de 20 cm. (restos de poda, setos, ramas, tallos, arbustos, flores, etc.), a continuación colocaremos los desperdicios de jardín (hojas y hierba), colocando pequeñas cantidades de compost entre cada capa.

Entre cada capa de unos 20 cm. esparciremos los aditivos que sean necesarios y mojaremos los residuos, repitiendo la operación hasta terminar nuestro montón. Si utilizamos un depósito, este puede ser de madera, piedra, tela metálica, debiendo tener orificios y aberturas por toda su superficie. El proceso está terminado en el semestre de verano en 4-6 meses y en el semestre de invierno en 6-9 meses, debiendo ser trasladado durante los meses menos fríos en una ocasión.

El material residual vegetal deberá ser troceado, picado y se empleará para la restauración de suelos. En este caso, dadas las características de la madera y los largos periodos de insolación, no se recomienda dejar el material en el sitio, para evitar tanto la generación de un incendio forestal como fomentar la aparición de fauna nociva. El

material triturado podrá ser incorporado al material del despalme para su uso posterior en la reforestación de taludes, y de la zona aledaña entre a la línea de ceros.

Deberán hacerse recolecciones periódicas de los residuos no susceptibles a reciclamiento. En el caso de los residuos municipales, se realizará un convenio entre la SCT, la contratista y el gobierno del Municipio del municipio involucrados en la realización de este proyecto para el traslado de residuos domésticos (una o dos veces por semana laboral) hacia el tiradero municipal. Para el caso del desecho de las obras, éste será transportado por la constructora para su disposición final en los bancos de materiales cercanos previa autorización.

Figura VI.20 Recipientes para elaboración de composta



Tabla VI. 9 Medidas de mitigación a aplicar en cada etapa del proyecto. Etapa de Preliminares

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
Compra de terrenos / liberación del derecho de vía	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar un programa de rescate y trasplante de individuos arbóreos afectados. • Programa de reforestación de especies nativas • Desmontar sólo las áreas necesarias • Implementación de un vivero
		Cambio en la estructura de la comunidad	
		Reducción de la biodiversidad	
	Fauna	Reducción/ Pérdida de distribución de especies	
		Reducción de la abundancia	
		Pérdida del hábitat	
Antropogénico	Aceptación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Impartición de platicas o cursos en materia ambiental • Acciones de rescate y reubicación de fauna 	
Contratación y preparación del personal	Vegetación	Volumen forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Pagos justos a los propietarios de las tierras • Señalización de individuos a remover • Desmontar sólo las áreas necesarias • Implementación de un vivero • Impartición de platicas o cursos en materia ambiental • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Desmontar sólo las áreas necesarias
		Cambio en la estructura de la comunidad	
		Reducción/ Pérdida de distribución de especies	
	Fauna	Reducción en la abundancia	
		Reducción/Pérdida en la distribución	
		Pérdida del hábitat	

Etapa de Preparación del Sitio

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
Desmante y despalle	Aire	Emisión humos y polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la quema de la vegetación. • Acatar las normas oficiales mexicanas en materia de control de emisiones para unidades que utilizan diesel y gasolina como combustible. • Mantener húmeda la zona donde se realicen estas actividades. • Acatar la normatividad en materia de emisiones contaminantes a la atmosfera. • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria. • Evitar la quema de la vegetación. • Acatar la normatividad en materia de ruido • No hacer trabajos en horarios nocturnos • Correcto manejo y disposición de los residuos
		Emisión de gases de combustión	
		Ruido	
	Agua	Contaminación	

	Suelo	Reducción de capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> Colocación de mallas orgánicas, utilización de los residuos vegetales para arropar los taludes.
		Contaminación por derrame de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> Uso de geomembranas en patios de maquinarias Si ocurre, evitar la expansión del derrame, remover el área contraminada, dar tratamiento adecuado y disponer correctamente. Supervisión constante de la zona de obras.
		Pérdida de microbiota del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el uso de herbicidas o agroquímicos para quitar vegetación.
		Pérdida de suelo orgánico	<ul style="list-style-type: none"> Reutilización de tierra orgánica en sitios sujetos a reforestación
	Erosión	<ul style="list-style-type: none"> Inducir vegetación en las áreas aledañas a los desmontes y despalmes para detener la erosión. Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía, una vez terminada construcción de este proyecto. Programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica 	
Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un programa de rescate y trasplante de individuos arbóreos afectados. Programa de reforestación de especies nativas Desmontar sólo las áreas necesarias Implementación de un vivero 	
Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> Impartición de platicas o cursos en materia ambiental 	
	Reducción / Perdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de rescate y reubicación de fauna 	
	Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental constante en la zona de obras 	

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
Desmonte y despalme	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> No derribar vegetación que no sea indispensable retirar Prohibición de anuncios espectaculares Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
Empleo de maquinaria y equipo	Aire	Emisión de humos y polvos	<ul style="list-style-type: none"> Evitar las fogatas o quema de llantas. Cumplir con las NOM's en materia de control de emisiones para unidades que utilizan diesel y gasolina como combustible. Mantener húmeda el área en donde se realicen estas actividades.
		Contaminación del aire provocado por los motores de vehículos y maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Que los motores de Diesel o gasolina cumplan con las normas correspondientes en materia de emisiones. Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales establecidas. No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Suelo	Compactación	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Vegetación	Cambio en la estructura de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> Trabajar únicamente en zonas desmontadas Supervisión ambiental constante
		Reducción de la biodiversidad	

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Fauna	Reducción / Pérdida de distribución de especies	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental constante en búsqueda de ejemplares para su rescate y reubicación
		Reducción en la abundancia	
	Antropogénico	Reducción / Pérdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de un Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil Vigilancia constante por parte de la Supervisión Ambiental
		Pérdida del hábitat	
Explotación de bancos de materiales	Aire	Emisión de humos y polvos	<ul style="list-style-type: none"> Evitar las fogatas o quema de llantas. Cumplir con las NOM's en materia de control de emisiones para unidades que utilizan diesel y gasolina como combustible. Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Contaminación del aire provocado por los motores de vehículos y maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> Que los motores a Diesel o gasolina cumplan con las normas correspondientes en materia de emisiones. Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales ahí establecidas. No hacer trabajos en horarios nocturnos.
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> Correcto manejo y disposición de los residuos Ubicar los bancos lejos de cuerpos de agua cercanos.
	Geología y Geomorfología	Cambios en la formación original	<ul style="list-style-type: none"> No existe medida de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> Trabajar únicamente en zonas desmontadas Supervisión ambiental constante
		Cambio en la estructura de la comunidad	
	Fauna	Estatus de Protección	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental constante en búsqueda de ejemplares para su rescate y reubicación
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	
	Antropogénico	Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental constante en búsqueda de ejemplares para su rescate y reubicación
Disminución de la abundancia y distribución			
Excavación en caja y nivelación del terreno	Aire	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo la probabilidad de accidentes
		Emisión Polvos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Acatar la normatividad en materia de ruido. No exceder las jornadas laborales establecidas No hacer trabajos en horarios nocturnos.

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Suelo	Pérdida de suelo orgánico	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización del material para posteriores actividades como arroje de taludes, reforestación, etc.
		Compactación	<ul style="list-style-type: none"> • No existe medida de mitigación
	Geología y Geomorfología	Cambios en la formación original	<ul style="list-style-type: none"> • No existe medida de mitigación
	Fauna	Pérdida del hábitat	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Constante supervisión ambiental
	Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo la probabilidad de ocurrencia de accidentes
Acarreo de materiales	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estas actividades sólo en áreas totalmente desmontadas
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	
	Fauna	Reducción / Perdida en la distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Constante supervisión ambiental
Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. 	
Cortes y Terraplenes	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Modificación al patrón de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar obras de drenaje en sitios donde se requiera
		Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Correcto manejo y disposición de los residuos. • Colocación de geomembranas que cubran cenotes • Supervisión constante
	Suelo	Pérdida de suelo orgánico	<ul style="list-style-type: none"> • No utilizar fertilizantes químicos
	Geología y Geomorfología	Cambios en la formación original	<ul style="list-style-type: none"> • No existe medida de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores en zonas desmontadas • Supervisión constante
Reducción / Pérdida de distribución de especies			

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Supervisión constante
		Reducción / Perdida en la distribución	
	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No derribar vegetación que no sea indispensable retirar • Prohibición de anuncios espectaculares • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
	Antropogénico	Riesgos a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
Obras de drenaje	Aire	Emisión gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Modificación patrón de drenaje	-----
	Suelo	Reducción en la capacidad de infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar obras de drenaje en sitios adecuados para reencauzar escurrimientos.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar obras sólo en sitios desmontados • Supervisión constante
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Supervisión constante
		Reducción / Perdida en la distribución	
	Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No derribar vegetación que no sea indispensable retirar • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra
Antropogénico	Riesgos a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. 	
Compactación	Aire	Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Suelo	Reducción de la capacidad de infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> • No existe medida de mitigación
		Compactación	<ul style="list-style-type: none"> • No existe medida de mitigación
Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar obras sólo en sitios desmontados • Supervisión constante 	

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Supervisión constante
		Reducción / Perdida en la distribución	
Construcción de pasos para fauna	Fauna	Reducción en la abundancia	---
		Reducción / Perdida en la distribución	
Tendido de bases	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de barreras que detengan materiales y sedimentos
	Suelo	Reducción de la capacidad de infiltración de agua	<ul style="list-style-type: none"> • No existen medidas de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar actividades sólo en áreas desmontadas • Supervisión constante
		Reducción / Pérdida de distribución de especies	
Antropogénico	Riesgo salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. 	
Fabricación y colocación de la carpeta de concreto	Aire	Emisión de polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener húmeda el área donde se realicen estas actividades.
		Emisión de gases de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.
		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de barreras que detengan materiales y sedimentos • Correcto manejo y disposición de los residuos
		Estancamiento por reducción de la capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de obras de drenaje en los sitios adecuados
	Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de geomembranas en patios de maquinaria • Evitar la expansión del derrame • disposición como residuo peligroso.
		Reducción de su capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • No existen medidas de mitigación
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores sólo en áreas desmontadas

Actividad	Componente	Impacto	Medida de mitigación
	Antropogénico	Riesgos a la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos.
Manejo y disposición de los residuos	Agua	Modificación al patrón de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
		Estancamiento por reducción de la capacidad de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
	Suelo	Contaminación por derrame de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación ambiental del personal • Evitar la expansión del derrame para su posterior tratamiento y disposición como residuo peligroso.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes
		Cambio en la estructura de la comunidad	
	Reducción de la biodiversidad		
Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar adecuadamente los residuos en los contenedores correspondientes 	
	Reducción / Perdida en la distribución		
	Pérdida del hábitat		
Antropogénico	Riesgos a la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. 	
Bancos de tiro	Vegetación	Cambios en la estructura de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de reforestación de especies nativas
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Rescate y reubicación de ejemplares • Supervisión constante
		Pérdida del hábitat	
Antropogénico	Riesgos la Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el Programa de Seguridad e Higiene Industrial y Protección Civil. • Trabajar en conjunto con el jefe de seguridad e higiene de la obra a fin de reducir al máximo los riesgos. • Depositar residuos en los contenedores correspondientes 	

Operación y Mantenimiento

ACTIVIDAD	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Carretera en operación	Aire	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos.
	Suelo	Contaminación por derrame de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la expansión del derrame para su posterior tratamiento y disposición como residuo peligroso.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera • Supervisión del las labores de reforestación
		Cambio en la estructura de la comunidad Reducción de la biodiversidad	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera • Colocar señalamientos adecuados para la zona de pasos de fauna • Mantenimiento constante de bebederos
Reducción / Perdida en la distribución			
Pérdida del hábitat			
Antropogénico	Demografía	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalamientos para evitar accidentes 	
Señalización	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores en zonas desmontadas
	Fauna	Estatus de Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalamientos adecuados para la zona de pasos de fauna
		Perdida del hábitat	
Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • No derribar vegetación que no sea indispensable retirar • Prohibición de anuncios espectaculares • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra 	

ACTIVIDAD	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Tránsito Vehicular	Aire	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido.
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera
		Cambio en la estructura de la comunidad	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Bardeado de carretera • Pasos para fauna • Rescate y reubicación de ejemplares
		Perdida del hábitat	
Paisaje	Modificación	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibición de anuncios espectaculares • Adecuado manejo de residuos a lo largo de toda la obra 	
Antropogénico	Demografía	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar señalamientos para evitar accidentes 	
Mantenimiento	Aire	Emisiones de gases	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de emisiones • Mantenimiento adecuado de operación de maquinaria.

		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Acatar la normatividad en materia de ruido. • No exceder las jornadas laborales establecidas. • No hacer trabajos en horarios nocturnos
	Agua	Contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • El supervisor ambiental deberá asegurarse de que no se contaminen los cenotes ni otros cuerpos de agua aledaños. • Correcto manejo y disposición de los residuos
	Vegetación	Volumen forestal perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores en áreas desmontadas • No cortar y/o dañar ejemplares aledaños a la zona de obras
		Reducción de la biodiversidad	
	Fauna	Reducción en la abundancia	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de rescate y reubicación de fauna • Supervisión constante

VI.4 Programa y Cantidades de Trabajo de las Medidas de Mitigación o Compensación

A continuación, en la Tabla VI.10 se describen las cantidades de trabajo que se requieren para poder realizar las medidas de mitigación propuestas en este capítulo.

Tabla VI.10 Cantidades de trabajo para las medidas de mitigación.

Medida de mitigación	Cantidad	Observaciones
1. Contratación de un supervisor ambiental	2	Uno será el responsable de la vigilancia de la aplicación y cumplimiento de las medidas de mitigación, mientras que el otro, apoyará en labores de vigilancia y cumplimiento.
2. Instalación de un vivero	4	Biólogos con especialidad en Botánica y Edafología de servicio social
3. Establecer labores permitidas en las actividades del proyecto.	No aplica	No aplica
4. Establecer límites de horarios de trabajo	No aplica	No aplica
5. Implementar programa de seguridad	No aplica	No aplica
6. Señalización de zona de obras	No aplica	No aplica
7. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	No aplica	No aplica
8. Uso de baños portátiles	No aplica	No aplica
9. Almacenamiento de aguas grises	2	No aplica
10. Prohibir quema de vegetación	2	Biólogos con especialidad en zoología de servicio social
11. Evitar uso del agua de los cuerpos de agua cercanos	No aplica	No aplica
12. Transporte adecuado de transporte geológico	No aplica	No aplica
13. Programa de rescate de reubicación de fauna	2	Biólogos con especialidad en zoología de servicio social
14. Pasos para fauna	No aplica	No aplica
15. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	2	Biólogos con especialidad en zoología de servicio social
16. Delimitación de los arboles a derribar en DV	No aplica	No aplica
17. Programa de rescate de Flora	2	Botánicos de servicio social
18. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arlope de taludes	No aplica	No aplica
19. Programa de reforestación de DV	No aplica	No aplica
20. Colocación de malla orgánica	No aplica	No aplica
21. Fajinas en taludes y pendientes	No aplica	No aplica
22. Escalones de matorral	No aplica	No aplica
23. Humedecer áreas de trabajo	No aplica	No aplica
24. Explotación de bancos de materiales autorizados	No aplica	No aplica
25. Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	No aplica	No aplica
26. Mitigar ruido y vibración	No aplica	No aplica
27. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	No aplica	No aplica
28. Planta de asfalto con tecnología anticontaminante	No aplica	No aplica
29. Plan de manejo de disposición adecuada de residuos peligrosos	1	No aplica
30. Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	No aplica	No aplica

Se prevé que todas las actividades de las etapas de preparación del sitio y de construcción duren aproximadamente doce meses, por lo que a continuación se presenta un programa sobre el cual se esquematiza la temporalidad de las medidas de mitigación propuestas durante este estudio

Tabla VI.11 Calendario de aplicación de medidas de mitigación (cuatrimestral)

Medida de mitigación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N*
31. Contratación de un supervisor ambiental	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
32. Instalación de un vivero		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
33. Establecer labores permitidas en las actividades del proyecto.	✓									
34. Establecer límites de horarios de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
35. Implementar programa de seguridad	✓									
36. Señalización de zona de obras	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
37. Restringir área de los frentes de trabajo al derecho de vía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
38. Uso de baños portátiles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
39. Almacenamiento de aguas grises	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
40. Prohibir quema de vegetación	✓	✓								✓
41. Evitar uso del agua de los cuerpos de agua cercanos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
42. Transporte adecuado de transporte geológico y residual	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
43. Programa de rescate de reubicación de fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
44. Pasos para fauna	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
45. Evitar que las actividades se lleven a cabo en época de reproducción de fauna	✓	✓	✓	✓	✓					
46. Delimitación de los arboles a derribar en DV	✓	✓								
47. Programa de rescate de Flora	✓	✓	✓							
48. Reutilización de materiales de desmonte y despalme para arroje de taludes	✓	✓	✓	✓	✓					
49. Programa de reforestación de DV						✓	✓	✓	✓	✓
50. Colocación de malla orgánica					✓	✓	✓	✓	✓	
51. Fajinas					✓	✓	✓	✓	✓	
52. Escalones de matorral						✓	✓	✓	✓	
53. Humedecer áreas de trabajo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
54. Explotación de bancos de materiales autorizados	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
55. Realizar mantenimiento regular de maquinaria y equipo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
56. Mitigar ruido y vibración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
57. Evitar acumulación de residuos pétreos y sedimentos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
58. Planta de asfalto con tecnología anticontaminante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
59. Plan de manejo de disposición adecuada de residuos peligrosos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
60. Disposición adecuada de residuos sólidos y vegetales	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Libramiento de Hermosillo, En el estado de Sonora										
Preparación del Sitio										
Construcción del sitio										
Operación y mantenimiento										

N = Tiempo Indefinido

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

VII.1 Evaluación gráfica de la tendencia del SAR y del área que comprende el proyecto.

La construcción de un proyecto carretero siempre involucra cambios en los ecosistemas implicados en la realización de este tipo de infraestructura, pues la realización de este tipo de proyecto interactúa de manera directa con varios componentes del ecosistema como los son el Suelo, Vegetación, Fauna e indirectamente sobre el Agua, el Aire y otros componentes del ecosistema modificando las condiciones actuales, de manera inmediata y a largo plazo en el sitio tanto dentro del SAR como en la zona de influencia del mismo. Estos cambios están asociados al tipo, e intensidad del impacto que se realicen y en gran medida a las medidas de mitigación implementadas, para disminuir la magnitud de los mismos.

Con la finalidad de tener una perspectiva amplia de las modificaciones ambientales a futuro, en este capítulo se analizan las tendencias de los procesos ambientales en el SAR sin la realización de este proyecto para posteriormente compararlo con el escenario tendencial una vez implementado el proyecto.

Para realizar esta estimación se consideraron como criterios a corto plazo de 1-5 años; mediano plazo de 6-10 años y largo plazo de 11-15 años. Posteriormente se correlacionaron estos escenarios con los impactos ambientales actuales para determinar la calidad ambiental del sitio, la cual será representada por valores que van de 1 a 5, donde cinco es un sitio en perfecto estado de conservación y uno es el efecto negativo máximo en el ambiente (sitio muy mal conservado).

Para poder evaluar las tendencias los pronósticos ambientales del SAR, se analizó la tendencia de cambio en las proyecciones a futuro de modificación en 3 escenarios

1. Modificaciones sin el proyecto
2. Modificaciones con el proyecto sin la aplicación de la medidas de mitigación
3. Modificaciones con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.

De lo anterior, se obtuvo una escala para evaluar las tendencias analizadas, que arrojó los siguientes valores para su interpretación:

Se evaluó con **"5"** cuando se trata del mayor apego a las **condiciones originales**,
"4" si se encuentra **escasamente modificada**,
"3" **moderadamente modificada**,
"2" **altamente modificada** y

“1” si el componente ha sido **totalmente degradado**.

En seguida se muestran los análisis de las tendencias ambientales.

VII.1.1 Escenario ambiental tendencial SIN considerar el Proyecto

Tabla VII.1. Escenario de las tendencias ambientales esperadas por factor ambiental, SIN proyecto

Componente	Factor ambiental/social/antrópico	Corto plazo (1-5) años	Mediano plazo (6-10) años	Largo Plazo (11-15) años
AIRE	Emisión de Polvos	5	4	4
	Emisión de Gases de combustión	5	4	4
	Ruido	5	4	4
AGUA	Contaminación	5	4	3
	Nivel de agua subterránea	4	3	2
	Modificación de escurrimientos	5	5	5
	Cambio de uso	5	4	4
SUELO	Erosión	5	4	4
	Compactación	5	4	3
	Cambio de uso	4	4	3
	Contaminación	4	4	4
VEGETACIÓN	Perdida de la biodiversidad	5	4	4
	Cambio en la estructura de las comunidades	5	4	4
	Alteración del hábitat	5	4	4
	Volumen forestal perdido	5	4	4
FAUNA	Perdida de la biodiversidad	5	4	4
	Disminución de la población	5	4	4
	Reducción del hábitat	5	4	4
INTRUSIÓN ANTRÓPICA	Expansión de la zona urbana (Desmante, basura, cambio de uso de suelo)	5	4	4

Aire

La calidad del aire en una zona determinada (además de elementos climáticos y geográficos) está relacionada directamente con el volumen y características de los contaminantes emitidos a nivel local y regionalmente a la atmósfera

La calidad del aire dentro en el SAR, sin la realización de este proyecto carretero tiende a no tener cambios muy notables tanto a corto plazo como a mediano pues hay que recordar que la región donde se ubica el SAR es urbana por lo tanto la contaminación atmosférica originada por fuentes antropogénicas es media. La fuente de alteración de calidad del aire dentro del SAR estará dada principalmente por las actividades urbanas.

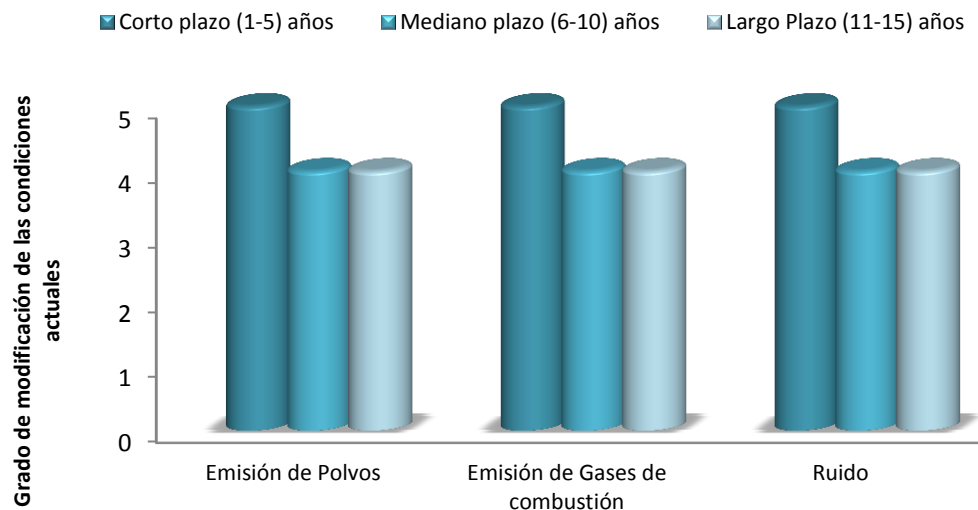
La emisión de partículas se da principalmente por efecto de la extracción minera y el tránsito vehicular sobre las terracerías de la región; para el primer caso, la afectación es puntual y los vientos ayudan a dispersar este contaminante; mientras que para el segundo caso, el asentamiento de ese contaminante se da de manera rápida debido al poco flujo vehicular.

Sin embargo, a mediano y largo plazo, se espera un ligero incremento en la concentración de polvos en el aire por efecto del aumento de la actividad minera al aprovechar los yacimientos y vetas localizados dentro del SAR, aunque de nueva cuenta la dispersión de contaminantes se verá favorecida por la acción de los vientos; además de que por tratarse de fuentes fijas, los contaminantes atmosféricos tendrán un radio de acción muy limitado.

Se espera un ligero incremento a mediano y largo plazo de la generación de incendios forestales dentro del SAR, pero dicha situación estará dada por el aumento de la intensidad de la radiación solar que incida sobre vegetación seca durante la temporada de estiaje.

Por otra parte, se espera el crecimiento sustancial de los habitantes dentro de las poblaciones del SAR, sin embargo, la apertura de tierras agrícolas se mantendrá en los niveles aproximados a los generados en la actualidad, por lo que la práctica agrícola de “quema-roza-tumba” se mantendrá semiestable.

Figura VII.1. Tendencias ambientales del aire en el SAR sin proyecto



Agua

El SAR cuenta con numerosas fuentes de agua, siendo las principales por su volumen, los ríos San Miguel Horcasitas, Sonora, y las presas Abelardo Rodríguez y Presa Ingeniero Rodolfo Félix Valdés; aunque las corrientes fluviales son intermitentes, trayendo esto la desecación de las presas y con el ello, la disminución de la disponibilidad de agua tanto superficial como subterránea dentro del SAR.

La recarga del manto freático está más relacionada con la climatología de la región que con la abundancia de vegetación; sin embargo, la pérdida de la cobertura vegetal, agrava aún más los problemas de recarga del manto acuífero y del sistema de presas; los niveles de extracción de agua para consumo humano y la agricultura rebasan por mucho la capacidad de almacenamiento de agua.

Sin la inclusión del proyecto dentro del SAR, el factor hidrológico que se espera sea más afectado por las actividades antrópicas es el referente a la disponibilidad de agua, aunado a la contaminación proveniente de las actividades mineras generadas río arriba.

En la actualidad dentro del SAR una de las actividades productivas más redituables es la explotación minera, que va desde la extracción de materiales para la construcción hasta la extracción de metales preciosos y de alto interés comercial.

Los jales mineros de no tener un manejo eficiente, se convierten en un contaminante muy peligroso, ya que al contacto con la lluvia (pH de 5.8) tienen a lixiviarse y por arrastre fluvial estos metales pueden alcanzar cuerpos de agua cercanos. Los metales a diferencia de los compuestos orgánicos (HPAs, plaguicidas) quedan biodisponibles debido a su solubilidad en el agua, por lo que pueden ser ingeridos tanto en el alimento como en el agua que bebe.

Muchos de los arroyos o pozos de la región los emplea la gente como fuente de agua potable; por lo que un mal manejo de los jales mineros tiende a potencialmente envenenar las fuentes de abastecimiento de agua potable. Mismo riesgo ambiental corre la fauna de la región, debido a que la ingestión de agua contaminada con metales causa diversos efectos deletéreos en los individuos afectados.

Otra de las actividades productivas del SAR es la agricultura; para garantizar el rápido crecimiento de los individuos plantados, se emplean fertilizantes. Los principales contaminantes derivados de los fertilizantes son los fosfatos y los nitratos, los cuales de acuerdo a la CNA son superiores a lo establecido por la CE-CCA-001/89 para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y controlar la eutrofización acelerada de ríos y arroyos y para el caso de los fosfatos también son componentes de los plaguicidas, los cuales en su mayoría son organoclorados y organofosforados.

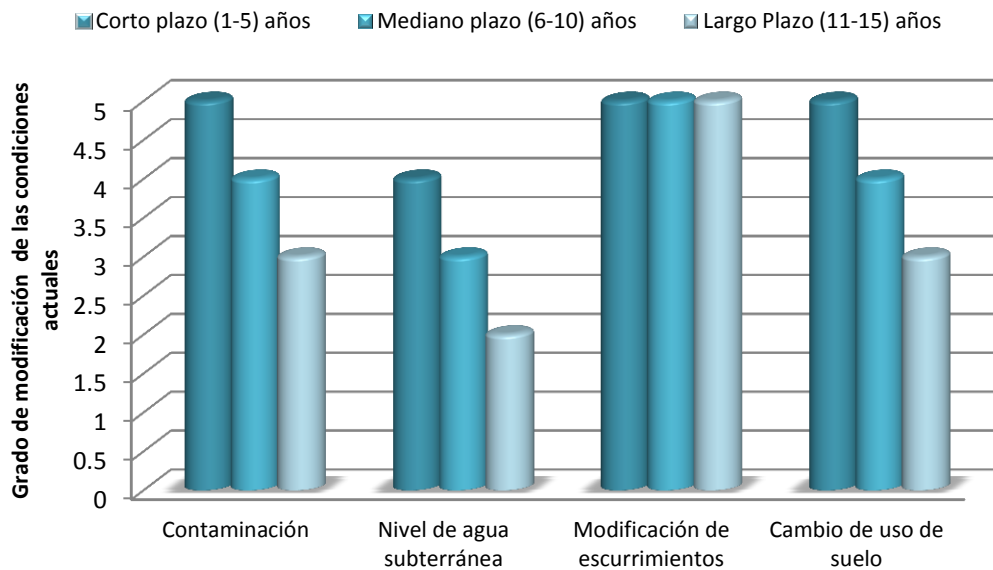
Nitratos y fosfato provenientes de fertilizantes solubles son causa de eutrofización de ríos y lagunas, un proceso de enriquecimiento del agua con nutrientes provenientes de fertilizantes minerales u orgánicos, que produce un crecimiento explosivo de algas y un posterior desoxigenación del agua cuando las algas perecen, efecto que provoca que los organismos acuáticos—como los peces— mueran (Vázquez *et al*, 2009).

Los patrones de escurrimiento de agua en el SAR sin este proyecto no serán modificados a corto, mediano y largo plazo, pues hay que recordar que los cuerpos de agua continentales se forman por la interacción de la orografía y la entrada del agua proveniente de la lluvia o del derretimiento de la nieve o el hielo de los glaciares, así sus características ecológicas varían dependiendo de las condiciones particulares de sus cuencas, así como del clima, suelo, tipo de vegetación y biodiversidad en virtud de que no se esperan cambios importantes en la orografía del SAR.

En el caso en particular la ausencia de lluvia durante la mayor parte del año (situación que tenderá a empeorar con el tiempo) será la principal responsable de que el patrón de escurrimientos no cambien al pasar el tiempo ya que adicionalmente nos encontramos en una extensa planicie costera, donde las pendientes hacia el Mar del Cortés se encuentran muy suavizadas. El transporte de nutrientes y materiales que se aporten al Mar de Cortés se seguirá realizando por los escurrimientos presentes.

La realización del cambio de uso de suelo generalmente ocurre con el crecimiento de la población y como se mencionó anteriormente en la región se tiene previsto un ligero incremento poblacional.

Figura VII.2. Tendencias ambientales del agua en el SAR sin proyecto



Suelo

Los factores formadores del suelo son el clima, material parental, organismos, tiempo y la topografía. La topografía plana y el material parental sedimentario han generado dentro del SAR suelos profundos, ricos en materia orgánica (de ahí su aptitud para la agricultura) pero a la vez muy susceptibles a la erosión por impactos como la compactación, el agotamiento de la capa fértil del suelo y la cobertura vegetal escasa, por lo tanto aún sin la realización de este proyecto carretero la degradación del suelo por procesos erosivos dentro del SAR sucederá.

Respecto a la compactación del suelo es un proceso que degrada al suelo y está muy relacionado con las actividades agropecuarias pues frecuentemente está asociada al pisoteo del ganado o por el paso frecuente de maquinaria pesada que destruye la estructura del suelo provocado por la ruptura de los agregados del suelo, cuya manifestación más conspicua es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua (SEMARNAT, 2008); esto también afecta la distribución del sistema radical de las plantas, ya que al presentarse un suelo compactado es más difícil penetrarlo y por lo tanto, explorarlo, lo que redundará en el establecimiento y

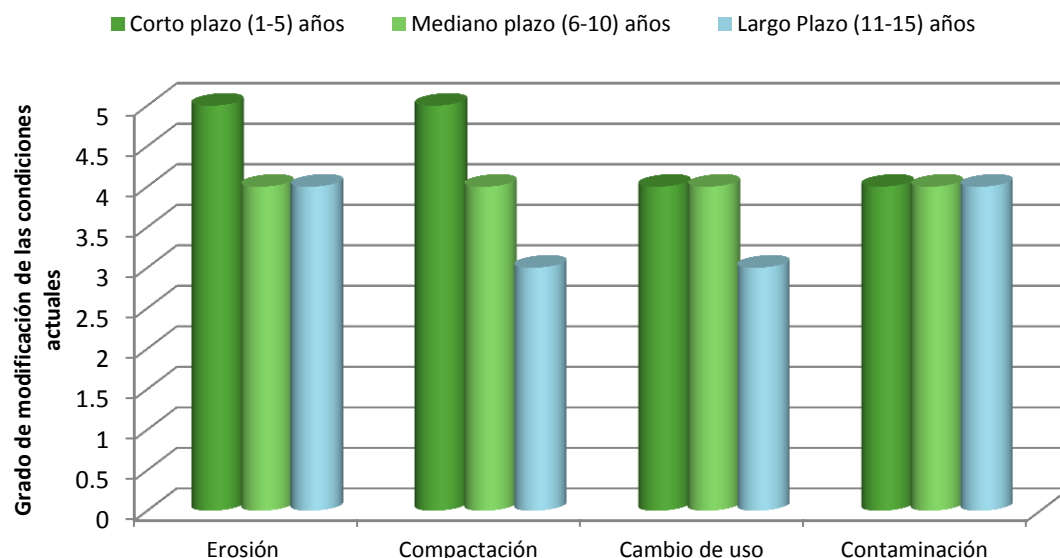
desarrollo de las especies vegetales. Los procesos de compactación comienzan a manifestarse en las inmediaciones de las tierras agropecuarias ubicadas en Hermosillo, por lo que este proceso de degradación del suelo ocurrirá incluso aún sin la existencia de este proyecto.

Respecto a la contaminación, seguirá sucediéndose en los suelos de uso agrícola pues éste produce contaminación por agroquímicos. Otra forma de contaminación de los suelos se produce por la depositación de residuos sólidos inorgánicos (plásticos, aluminio, vidrios), algunos de los cuales son de muy lenta degradación y con su presencia obstruyen el paso de agua y luz, elementos necesarios para el crecimiento de las plantas.

Los suelos incendiados contienen grandes concentraciones de HPA's pirogénicos generadas durante la quema de vegetación (Kim *et al.*, 2003); éstos al depositarse en la capa superficial del suelo, forman una capa hidrofóbica, por lo cual se impide la absorción de agua, lo que a su vez fomenta la escorrentía y la erosión; las tasas de degradación de HPA's depende de la comunidad bacteriana presente, por lo que es de esperar que los efectos adversos producidos por este contaminante sobre el suelo sean de alta persistencia ambiental.

La contaminación (sin importar la fuente) que se presente en el suelo ocasionará de manera general detrimento en las propiedades fisicoquímicas, mineralógicas y biológicas; el agotamiento del suelo también se producirá ante la apertura de tierras agrícolas, y este fenómeno se espera que sea recurrente dentro del SAR aún sin el proyecto.

Figura VII.3. Tendencias ambientales del suelo en el SAR sin proyecto



Vegetación

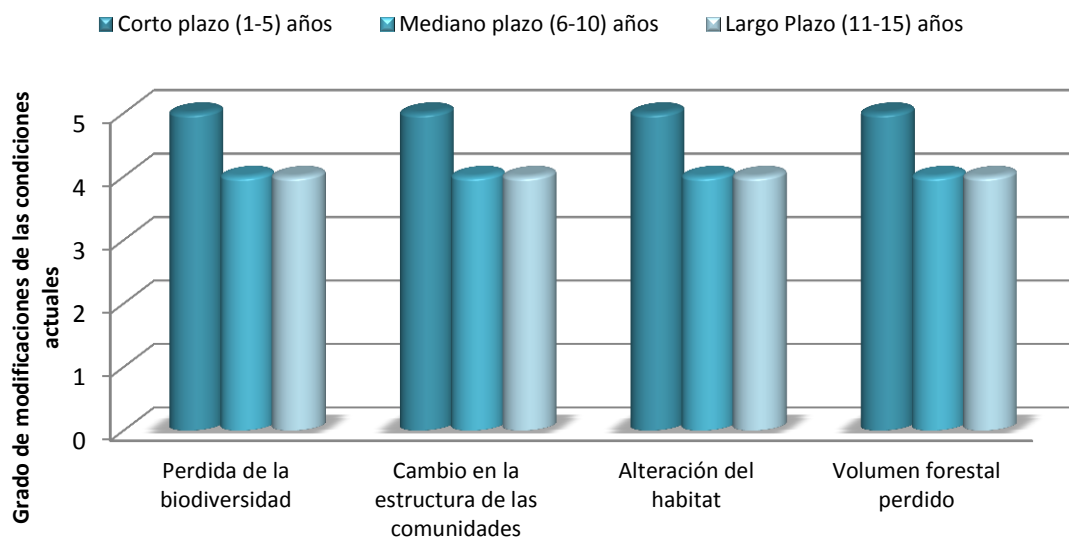
La vegetación que se presenta en la parte norte del SAR es Matorral Xerófilo, mientras que hacia el sur la zonación de la vegetación está marcada por el Bosque Tropical caducifolio, pero que con el cambio de uso de suelo que se ha generado, se ha ido transformando en Huizachal – Mezquital. En ambos ecosistemas se ha generado el cambio de uso de suelo principalmente por la apertura de tierras agrícolas, en virtud de que la topografía y la edafología favorecen esta actividad, a la par de que esta región del estado de Sonora desea expandir sus fronteras agrícolas

para aumentar la producción estatal, y seguir manteniéndose entre los principales mercados agrícolas a nivel nacional. De lo anterior, se espera que se siga presentando en cambio de uso de suelo aún con la ausencia de la infraestructura carretera.

Los registros de cambio de uso del suelo dentro del SAR señalan que el cambio que se ha generado en los últimos 50 - 60 años, ya que en década de los 70's, pues entonces los Boques tropicales primarios ocupaban 34% de su probable extensión original mientras que los bosques primarios se conservaba 62%, 89% de los matorrales y 45% de los pastizales. Ya en el año 2002 las selvas primarias alcanzaron tan sólo el 21% de su probable extensión original, los bosques primarios 47%, los matorrales primarios 83% y los pastizales el 39% (SEMARNAT, 2008), con esto se observa que los suelos de los bosques son los que principalmente han sufrido el cambio de uso de suelo.

Hay que señalar que mientras exista población humana y esta crezca, habrá una mayor demanda en la cantidad de recursos básicos como alimentos, agua y materias primas, lo que presiona fuertemente su disponibilidad en la naturaleza y favorece el deterioro de los ecosistemas de donde se extraen al cambiar sus propiedades fundamentales (SEMARNAT, 2008). La pérdida de los servicios ambientales que prestan los bosques y selvas, son la primera señal de preocupación con respecto a la conservación de la biodiversidad, ya que el cambio de la composición vegetal conlleva a la fragmentación y/o pérdida de hábitats disponible, con el consiguiente detrimento en la distribución y diversidad de fauna asociada.

Figura VII.4. Tendencias ambientales de la vegetación en el SAR sin proyecto



Fauna

Ya que la fauna está albergada en la vegetación al propiciar las condiciones para su establecimiento y desarrollo (pues interviene en los patrones de distribución, por las condiciones microclimáticas generadas por la cobertura vegetal, así como por la disponibilidad de alimento que brinda entre otros factores), es de esperarse que existan modificaciones en la distribución y abundancia de fauna al alterar la composición actual de la cobertura vegetal.

De acuerdo con proyecciones de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) para el año 2050 algunos biomas habrán perdido una proporción muy significativa de su superficie potencial, destacando los bosques de coníferas tropicales y subtropicales (cuya pérdida podría alcanzar en esa fecha el 80% de su superficie potencial), los bosques secos tropicales y subtropicales (alrededor del 75%) y las sabanas, matorrales y pastizales tropicales y subtropicales (80%), entre otros. Por su parte, los pastizales y matorrales de montaña, así como los bosques húmedos tropicales y subtropicales podrían perder entre 1990 y el 2050, según las proyecciones, casi la misma superficie que habrían perdido hasta 1950, lo que los reduciría a cerca del 50% de su área potencial. Los cambios de uso de suelo que se presentan en la actualidad dentro del SAR responden a la agricultura y a la creciente actividad industrial minera; sin embargo, la continuidad de la masa forestal aún se mantiene, por lo que aún se registra el libre traslado de fauna a lo largo y ancho del SAR.

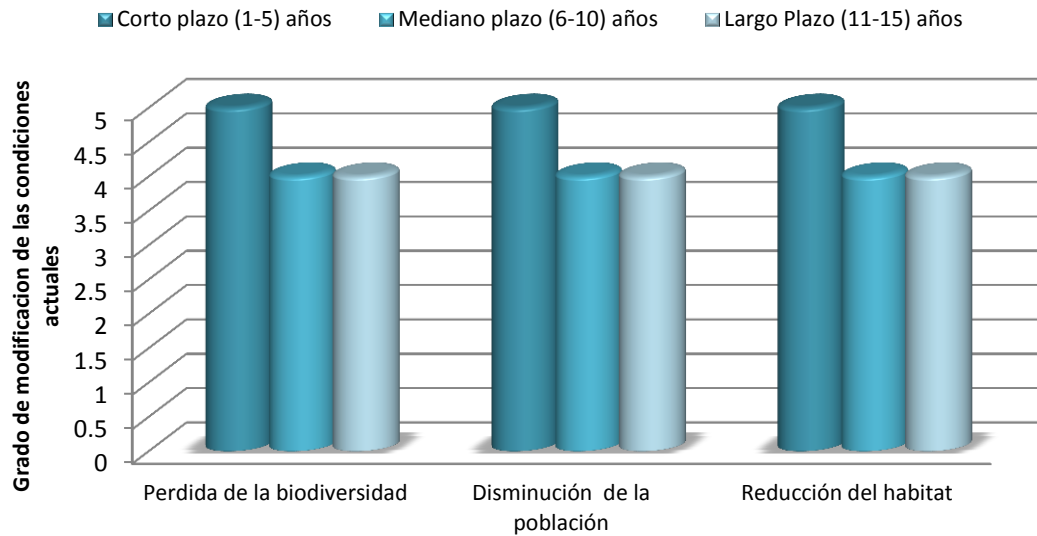
En la actualidad dentro del SAR, el aprovechamiento de algunas especies tanto maderables como no maderables, así como la ampliación de la frontera agrícola han ocasionado que la naturalmente rala vegetación semiárida que caracteriza al SAR vaya perdiendo terreno y no sólo para ser sustituida por vegetación agrícola; sino que en ocasiones, al no funcionar las tierras para agricultura, éstas de abandonan y no crece vegetación en ellas, por lo que es relativamente común encontrar claros de vegetación a lo largo de la planicie del SAR donde no crece ni pasto.

La carencia de una cobertura vegetal adecuada en la región, ha ocasionado un desplazamiento de fauna silvestre que tiene su nicho ecológico entre la cobertura vegetal. Las especies “subterráneas” (como los reptiles) tienden también a moverse hacia las zonas donde se encuentra el alimento disponible, lo que ocasiona hacinamiento por disputa de alimento y espacio.

En contraparte (y gracias a la no intervención humana) las elevaciones del SAR mantienen una cobertura vegetal lo suficientemente robusta para sustentar a las especies silvestres del SAR; es hacia estos sitios donde las mismas se han desplazado. Dentro de los carnívoros topes de SAR se encuentran el Puma (*Puma concolor*) y el gato montés (*Lynx rufus*), pero al tener un área de actividad muy amplia, éstos se han retirado hacia las masas continuas de vegetación forestal.

Dentro de la planicie del SAR, se reporta la presencia de coyotes (*Canis latrans*) que ocupa el lugar de depredador tope y dados sus hábitos generalistas, no se considera especie indicadora.

Figura VII.5. Tendencias ambientales de la Fauna en el SAR sin proyecto



Intrusión antrópica

En este apartado, la intrusión antrópica se considera como el avance de las actividades antropogénicas dentro del SAR a través de todas sus manifestaciones.

A pesar de que las proyecciones poblacionales para el año 2025 apuntan a un incremento muy lento de la población dentro del SAR, el bienestar de la población depende en gran medida de los servicios ambientales que sólo los ecosistemas en buenas condiciones pueden proveer adecuadamente: alimentos, energía, recursos genéticos, control de inundaciones, formación de suelos, regulación de enfermedades, regulación climática y transformación de sus desechos (SEMARNAT, 2008).

Se espera a mediano y largo plazo mayor evidencia de intrusión antrópica dentro del SAR aún sin la inclusión del proyecto, aunque los niveles de deterioro proyectados no se generalizarán, sino que más bien se focalizarán en las cercanías de los poblados. Los agentes de presión ambiental radicarán en de las características socioeconómicas de la población ahí asentada.

Hay que recordar que las poblaciones del SAR son eminentemente urbanas; por lo tanto esta condición mejora las oportunidades de desarrollo económico y el abastecimiento de los servicios básicos de educación, salud, agua potable, saneamiento, energía eléctrica y telefonía, lo cual se ve reflejado en el crecimiento de la población.

Proyecciones generales del SAR sin la inclusión del proyecto

Los componentes ambientales más afectados aún sin la realización de este proyecto en el SAR, son la vegetación y el suelo. La presión ambiental se generará de las actividades económicas principales que se llevan a cabo en la actualidad (agricultura, minería) que degradan al suelo de diversas maneras. Esto incluye la pérdida de la fertilidad, la salinización, la contaminación por agroquímicos, metales pesados, la erosión debida a la eliminación de la cubierta vegetal por el sobrepastoreo o el movimiento constante del suelo. Todos estos tipos de degradación causan que la capacidad productiva del suelo disminuya, reduciéndose, por consecuencia, la diversidad vegetal y animal de la región.

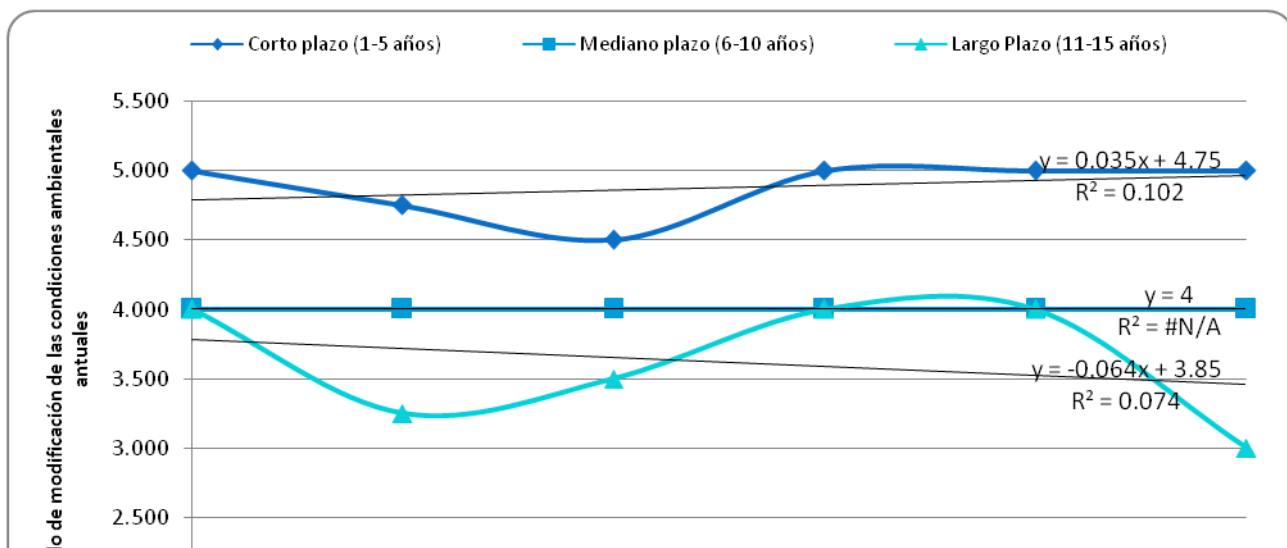
La degradación del suelo se produce también debido a la compactación por maquinaria agrícola y a la reducción del contenido de materia orgánica, lo cual afecta a la estructura y a la composición del suelo. El uso de plaguicidas altera indirectamente la estructura del suelo a través de su impacto en la edafofauna y por arrastre hídrico pueden causar efectos deletéreos también a la flora y fauna acuática. Los plaguicidas, herbicidas y fungicidas tienen un efecto directo en la biodiversidad, tanto de vertebrados como de invertebrados.

Asimismo la vegetación mostrará afectaciones y ya que esta intrínsecamente relacionada con la fauna, este componente ecosistémico también sufrirá afectaciones lo que será generado por el desmonte que se realice con la finalidad de obtener más tierras para uso urbano y usos asociados (agrícola, minero). El cambio de uso de suelo es un fenómeno generalizado en el país, lo que ha producido la fragmentación de grandes extensiones de masas forestales; si bien este fenómeno no se ha generalizado dentro del SAR, se prevé la aparición paulatina de parches de vegetación sobre todo en las inmediaciones de las poblaciones existentes.

La fragmentación de la vegetación afecta a los componentes del ecosistema negativamente ya que se alteran los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas y están íntimamente conectados: por ejemplo, la producción de biomasa se relaciona directamente con la fotosíntesis, o los ciclos de nutrimentos con el ciclo del agua. Por ello, la modificación en un servicio repercute en el resto de la biósfera. Incluso, algunos de ellos pueden caer en dos categorías, por ejemplo, la regulación de la erosión se puede clasificar dentro de los servicios de soporte o de regulación, dependiendo de la escala de tiempo y de su impacto en la población humana. Otro caso es el agua, que puede ser un servicio de provisión o de soporte debido a que es indispensable para la existencia de la vida.

Aún sin proyecto, cada vez será más evidente el debilitamiento de la capacidad de los ecosistemas para producir estos servicios, efecto que se evidenciará en el SAR aún sin que el proyecto se incluya

VII.6 Tendencias ambientales en el SAR sin proyecto



AIRE AGUA SUELO VEGETACION FAUNA INTRUSION
ANTROPICA

VII.2 Análisis del escenario ambiental tendencial considerando el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación.

Al conocer la situación actual del Sistema Ambiental Regional, se conoce la dinámica que se presenta en los ecosistemas de la zona. Al introducir infraestructura carretera en un sitio, el impacto primario de la vía será la fragmentación de los ecosistemas modificando la dinámica que se presenta actualmente; al estar cada uno de los componentes interrelacionados, las variaciones que se presenten en uno de ellos se reflejarán en el comportamiento de los demás, generando impactos en varias frentes tanto de manera directa como indirecta; la magnitud, intensidad y duración de los impactos son los parámetros que generalmente se consideran como los más importantes al momento tanto de proponer una medida de mitigación.

Considerando la presencia del proyecto dentro del SAR, se calcularon diversos efectos negativos en el entorno natural, cuyos resultados se muestran en el capítulo V. A continuación, se realizará la descripción de cada componente ambiental evaluando el escenario tendencial que contemple la construcción del proyecto, pero sin que exista la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en este documento.

Tabla VII.2. Escenario de las tendencias ambientales esperadas por factor ambiental, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.

Componente	Factor ambiental/social/antrópico	Corto plazo (1-5) años	Mediano plazo (6-10) años	Largo Plazo (11-15) años
AIRE	Emisión de Polvos	4.5	3.7	3.2
	Emisión de Gases de combustión	4.3	3.5	3

	Ruido	43	3.2	2.8
AGUA	Contaminación	3.8	3	2.6
	Nivel de agua subterránea	4	3	2.8
	Modificación de escurrimientos	4	3.5	3
	Cambio de uso	4	3	2
SUELO	Erosión	4	3	2.7
	Compactación	3	2.5	2.3
	Cambio de uso	4	3	2
	Contaminación	4	3	2.5
VEGETACIÓN	Pérdida de Biodiversidad	4	3	2.5
	Cambio en la estructura de la comunidad	4	3.6	2.3
	Alteración de hábitat	4	3	2
FAUNA	Pérdida de Biodiversidad	4	3	2
	Disminución de la población	4	3	2
	Reducción de hábitat	4	3	2
INTRUSIÓN ANTRÓPICA	Expansión de la zona urbana (Desmonte, basura, cambio de uso de suelo)	4	3	2

Aire

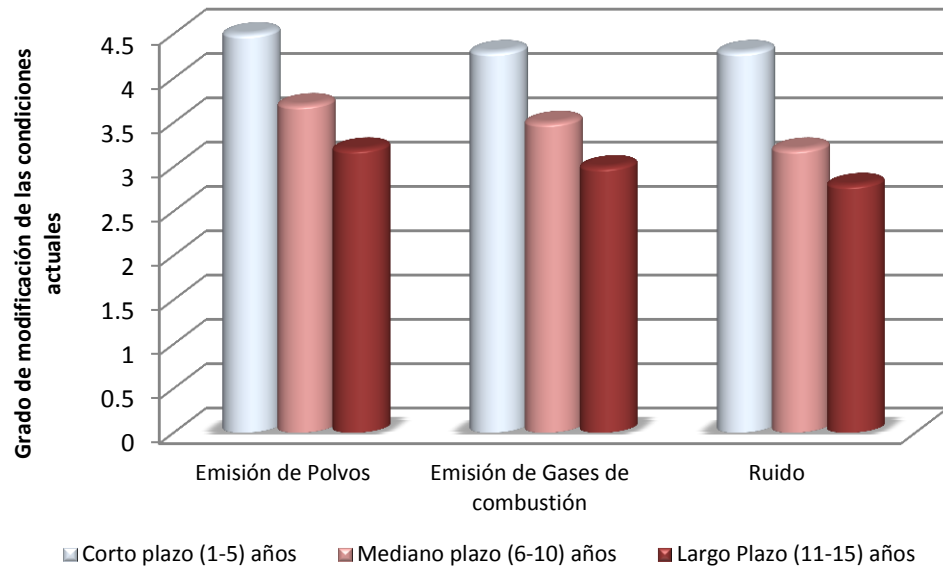
La calidad del aire en una zona determinada, además de ser afectada por elementos climáticos y geográficos, está relacionada directamente con el volumen y características de los contaminantes emitidos local y regionalmente a la atmósfera (SEMARNAT, 2008). Actualmente en el SAR la calidad del aire es buena en virtud de que el tránsito vehicular y la actividad industrial de Hermosillo no es lo suficientemente grande para alterar este parámetro ambiental, a la vez que existen las condiciones climatológicas adecuadas que permiten la rápida dispersión de contaminantes.

Sin embargo, las condiciones de calidad del aire se verán afectada por la realización de la obra principalmente durante la etapa de ejecución de las obras pues el acarreo de materiales, el movimiento de tierra por efecto de excavaciones y rellenos, la explotación de bancos de préstamo, el uso de maquinaria y equipo que funcionen con combustible y la instalación de una planta portátil de asfalto son actividades que emiten diversos tipos y concentraciones de contaminantes a la atmósfera.

Al terminarse las obras, en apariencia mejorará la calidad del aire pues disminuirá la emisión de polvos; sin embargo el incremento del tránsito vehicular en la región incrementará la emisión de contaminantes generados por vehículos (principalmente monóxido de carbono) el cual al presentarse en altas concentraciones en la atmósfera puede producir problemas de salud. No obstante lo anterior las principales emisiones a la atmósfera que se espera se generen dentro del SAR serán móviles (autos) y algunas fijas por las actividades industriales, por lo que se mantendrá este impacto de manera más o menos constante al transcurrir el tiempo.

Referente al ruido, este mostrará un impacto moderado durante la etapa de realización de las obras; se seguirá generando una vez terminada la construcción, pero en esta ocasión provendrá de la circulación de los vehículos

Figura VII.7. Tendencias ambientales del aire en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Agua

Mediante la construcción de este proyecto la hidrología del SAR se verá afectada principalmente por la deforestación que será provocada por la remoción de la cobertura vegetal.

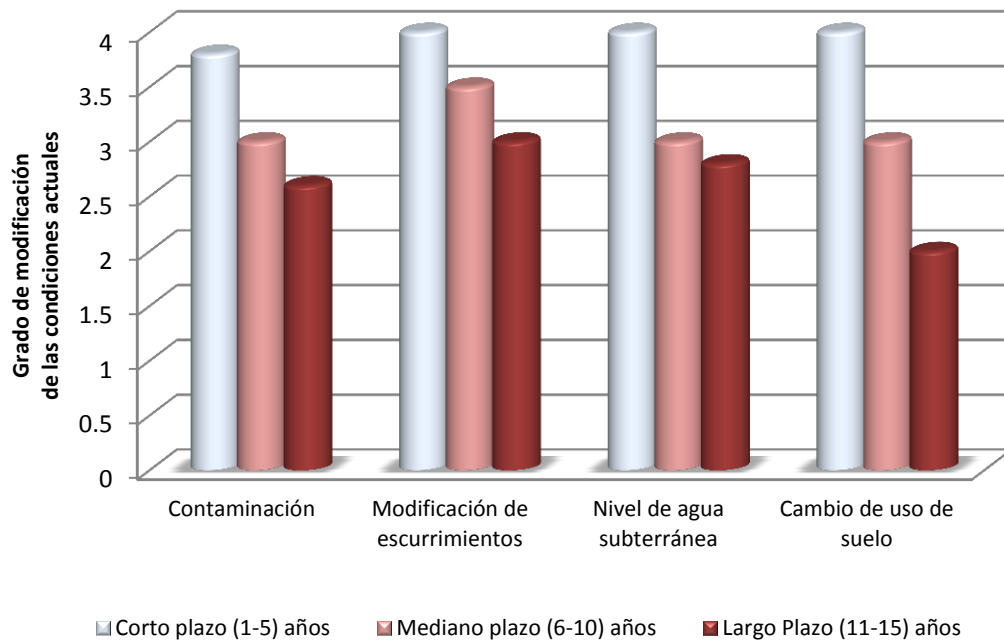
La remoción de la vegetación promoverá un cambio en las tasas de infiltración de agua hacia los acuíferos de la región, que están catalogados como los componentes críticos del sistema.

De manera natural, las precipitaciones pluviales son escasas en la región, y los eventos meteorológicos extraordinarios que llegan a presentarse a lo largo del año son esenciales para la recarga de mantos acuíferos y para el llenado de presas y abrevaderos dentro del SAR. El retiro de la cobertura vegetal, ocasiona que el agua precipitada se escurra, ya que no tiene posibilidades de quedar atrapada entre las raíces de la vegetación, y al quedar expuesta a la elevada insolación, se evapora rápidamente.

Estas mismas precipitaciones pueden favorecer la erosión del suelo que actualmente presenta este problema. El lavado del mantillo fértil del suelo por efecto de la lluvia lixiviando principalmente nutrientes como el Nitrógeno, fósforo entre otros.

El empleo de combustibles es un factor de gran peligro para los ecosistemas acuáticos de la región, ya que el vertimiento de los mismos (dependiendo de la cantidad y la naturaleza) pueden manifestarse de manera inmediata (capa iridiscente en la superficie del agua, apelmazamiento de chapopote en las riberas de las cuencas) como de manera mediata o a largo plazo, a través de efectos colaterales en la biota (mutagénesis, teratogénesis, afectaciones en las tasa de fertilidad, etc.), que con su paso a través de diversas generaciones puedan poner en peligro la viabilidad de las poblaciones o incluso del mismo ecosistema.

Figura VII.8. Tendencias ambientales del agua en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Suelo

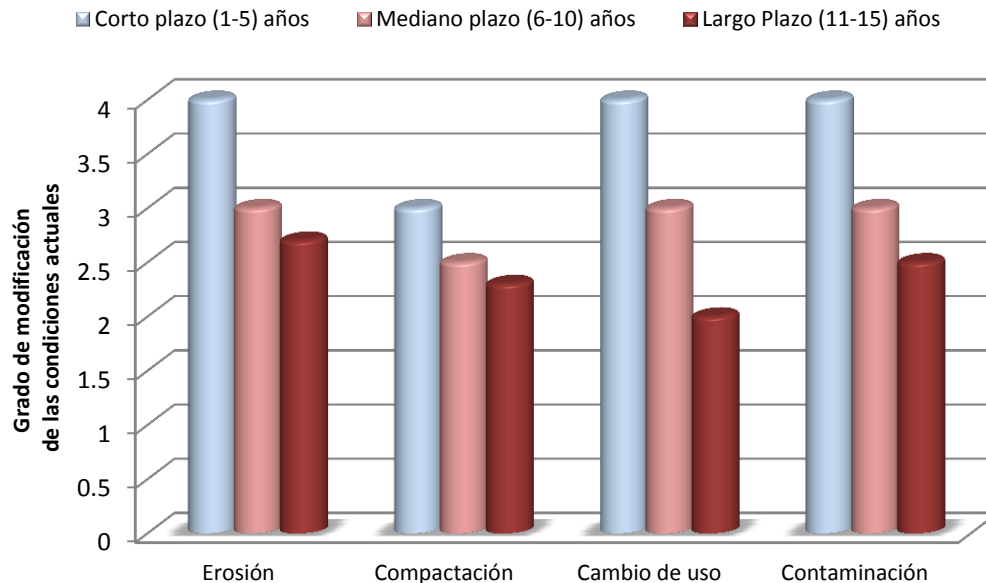
Sin medidas de mitigación, la construcción de este camino producirá contaminación en el suelo por derrames de combustibles, mezcla asfáltica y/o solventes, la cual será más notable a corto plazo; sin embargo, los efectos de impermeabilización del suelo serán evidentes de manera permanente en aquellos sitios en los cuales caiga mezcla asfáltica; ya que contiene hidrocarburos poliaromáticos de muy difícil degradación.

La presencia de Hidrocarburos en suelos interfiere de manera adicional con los ciclos biogeoquímicos a través de la modificación de las comunidades de microbiota nativa del suelo; ya que para poder ser degradado el hidrocarburo, se requerirá de otras especies bacterianas diferentes a las bacterias recicladoras de nutrientes. La presencia de basura en el suelo promoverá la presencia de fauna nociva de tipo doméstico, trayendo aparte de efectos en la salud humana, afectando la calidad paisajística de la zona.

El acceso que proveerá esta vía a modificará los usos de suelo, favoreciendo la presencia de procesos erosivos y el agotamiento de nutrientes. Los suelos dentro del SAR son particularmente erosionables por lo desprovisto de vegetación, por lo que es relativamente fácil que el mantillo del suelo tienda a eliminarse.

Rara vez es un sólo factor el que desencadena la degradación del suelo y la pérdida de la cubierta vegetal, aunque en prácticamente todos los casos el factor dominante son las actividades humanas a través del cambio de uso del suelo, que sustituye la vegetación natural por terrenos para las actividades agrícolas y ganaderas principalmente.

Figura VII.9. Tendencias ambientales del suelo en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Vegetación

Los proyectos de ingeniería afectan el medio biótico principalmente por la tala de la vegetación natural; aunque la remoción de la vegetación sea limitada para la realización de este tipo de proyectos, esto contribuye a crear islas de vegetación demasiado pequeñas para asegurar la viabilidad ecológica de poblaciones faunísticas y florísticas.

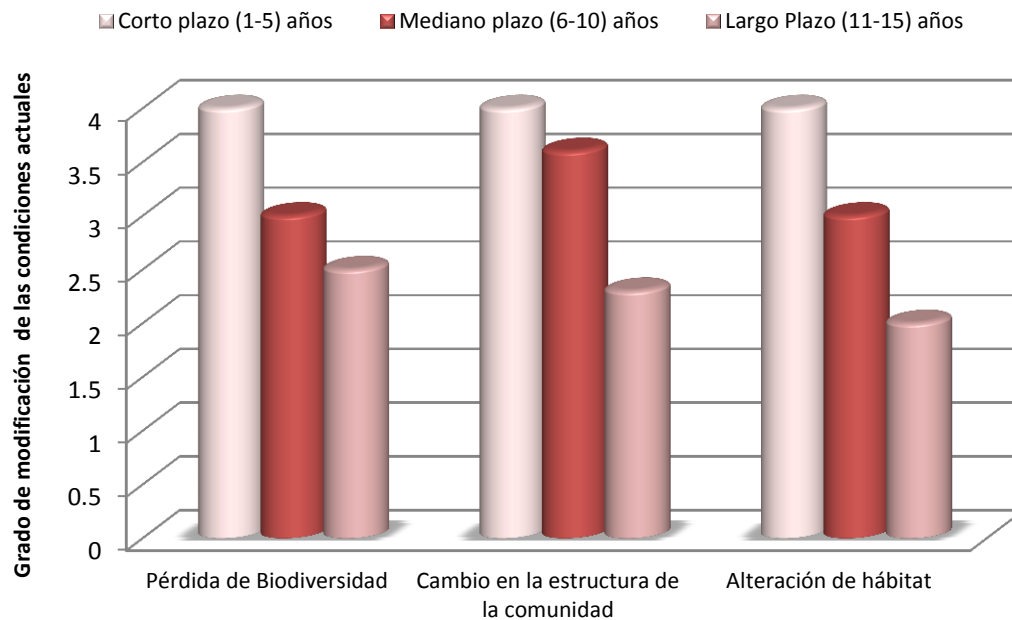
La construcción de una carretera en medio de una comunidad forestal, no sólo reduce el área de ese ambiente a corto plazo, sino que a largo plazo, produce el efecto de borde (Sánchez, 2000), el cual consiste en cambios microclimáticos y en las condiciones físicas del suelo que influyen en la estructura y composición de la vegetación (Turton y Freiberger, 1997). Las especies del interior de un bosque o selva están adaptadas a las condiciones ambientales de sombra, temperatura y humedad determinadas, por lo que muchas no sobreviven en los bordes, más expuestas a la insolación, los vientos, una mayor variación de temperaturas y humedad más baja (Sánchez, 2000).

La creación de parches de vegetación en los ecosistemas del SAR modifican la distribución y abundancia de las especies vegetales, dando lugar a la proliferación de vegetación secundaria a lo largo del margen de esos parches por especies vegetales generalistas, todo ello causado por las alteraciones en las condiciones físicas cerca del borde. Asimismo se causan cambios en las interacciones de las especies en o cerca del borde, debido a que en su conjunto se crea una alteración de los procesos ecológicos, como los son los ciclos de nutrientes y en los flujos de energía (Turton y Freiberger, 1997). Además se sabe que en la interface entre un bosque y el campo abierto circundante ocurren procesos interactivos que llevan a la degradación progresiva del ambiente forestal (Sánchez, 2000).

Por otra parte, después de la destrucción del hábitat, por proyectos carreteros u otros, el impacto de las especies invasoras se considera como la segunda causa más importante de la pérdida de biodiversidad a nivel global (Vitousek, 1996; Leung *et al.*, 2002). Las especies invasoras afectan a las especies nativas de flora y fauna a través

de competencia, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat y alteración de la estructura trófica. Además, en circunstancias especiales, las especies invasoras pueden entrecruzarse con las especies nativas, alterando el acervo genético de estas últimas (Conabio, 2006). Las especies invasoras se introducen en los ecosistemas no nativos por diversas vías: 1) aquellas relacionadas con el sector transporte, 2) las relacionadas con el comercio, 3) otras actividades humanas como la deforestación, apertura de carreteras, minería, cambio de uso del suelo, control biológico y la unión de cuerpos de agua previamente aislados; y 4) por los fenómenos naturales como los huracanes y las inundaciones.

Figura VII.10 Tendencias ambientales de la vegetación en el SAR, CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Fauna

Entre los componentes del ecosistema que tienen una interacción directa se encuentra la vegetación y la fauna, esto principalmente porque la primera conforma el hábitat de la segunda ya sea como fuente de alimento, por lo tanto la fragmentación de la vegetación afecta directamente a la fauna pues se destruye su hábitat.

Las carreteras de cualquier tipo ocasionan siete efectos generales:

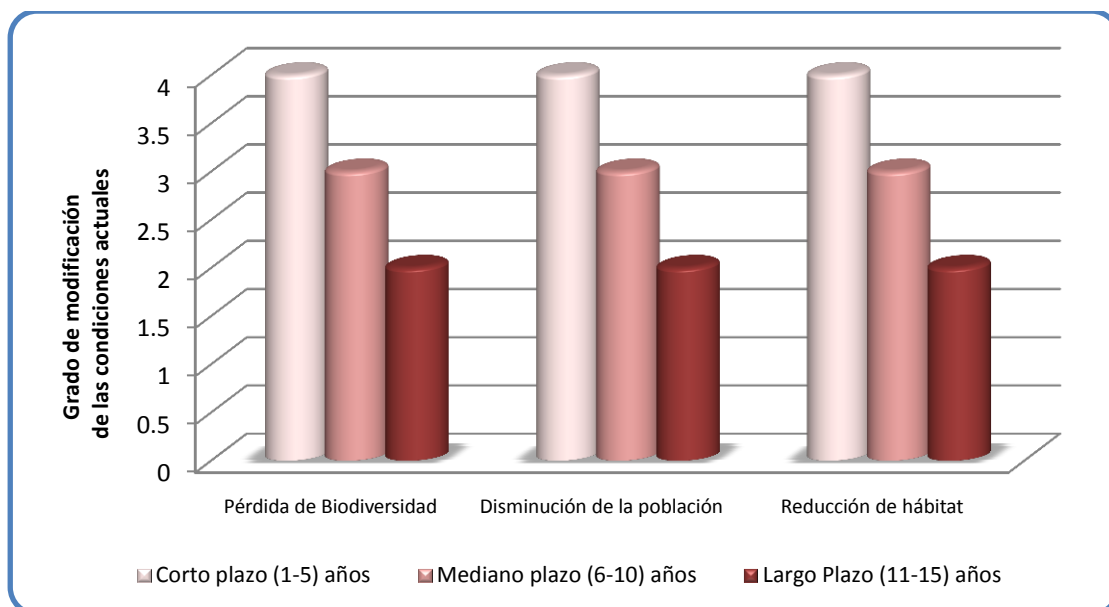
1. Mortalidad ocasionada por la construcción de la carretera
2. Mortalidad debida a la colisión con vehículos
3. Modificaciones en la conducta animal
4. Alteración del ambiente físico
5. Alteración del ambiente químico
6. Dispersión de especies exóticas
7. Incremento en el uso de áreas por humanos.

La construcción de carreteras elimina organismos sésiles y organismos de lento movimiento, lesiona a organismos adyacentes a la carretera lo que a largo plazo, produce la disminución de la biodiversidad. Las colisiones con

vehículos afectan la demografía de muchas especies, tanto de invertebrados como de vertebrados (Troumbulak y Frissell, 2000).

Muchas veces, las especies de mayor tamaño (pertenecientes a grupos como mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces), huyen cuando hay alguna alteración drástica en sus hábitats, buscando abrigo en las inmediaciones. Dependiendo de la población ya existente en estas nuevas áreas, los recién llegados podrán, o no, encontrar espacio, ya pues que la población preexistente en la nueva área podrá estar ya en equilibrio, o sea: el número de individuos está de acuerdo a los recursos ofrecidos por el ambiente. Si éste fuera el caso, el desplazamiento de la fauna acabará redundando en la muerte de un cierto número de ejemplares, o de todos aquellos que huyeron del área afectada (Sánchez, 2000), lo que a la larga producirá la disminución de las poblaciones faunísticas.

Figura VII.11. Tendencias ambientales de la fauna en el SAR CON proyecto y SIN medidas de mitigación.



Intrusión antrópica

Hay que recordar que la construcción de esta carretera es parte del Corredor Comercial Transpacífico que busca mejorar la competitividad del estado de Sonora y se busca conectar comercialmente a la ciudad de México con el mercado estadounidense y canadiense, por ello ya empezó una fuerte promoción entre inversionistas de Canadá, Estados Unidos y México, lo cual incrementará el desarrollo económico de la región.

Las posibilidades de inversión tanto nacional como extranjera también se incrementarán en virtud del potencial minero y forestal de la zona a la cual la construcción de esta carretera podrá dar acceso; todo ello conlleva el cambio de uso de suelo en zonas actualmente ya perturbadas, lo que agravará la estabilidad de los ecosistemas, que a la fecha han sufrido los efectos de la fragmentación de las masas forestales.

La introducción u ampliación de infraestructura carretera da la posibilidad de desarrollo económico, pues los terrenos adyacentes a estas dan la posibilidad al desarrollo del comercio, ampliando el área que será utilizada por los humanos, incrementando las actividades humanas afectan al ambiente biológico de diferentes maneras

(Sánchez, 2000); no únicamente se dará un incremento de los comercios a lo largo de la carretera, sino que también se dará el surgimiento de nuevos asentamientos humanos.

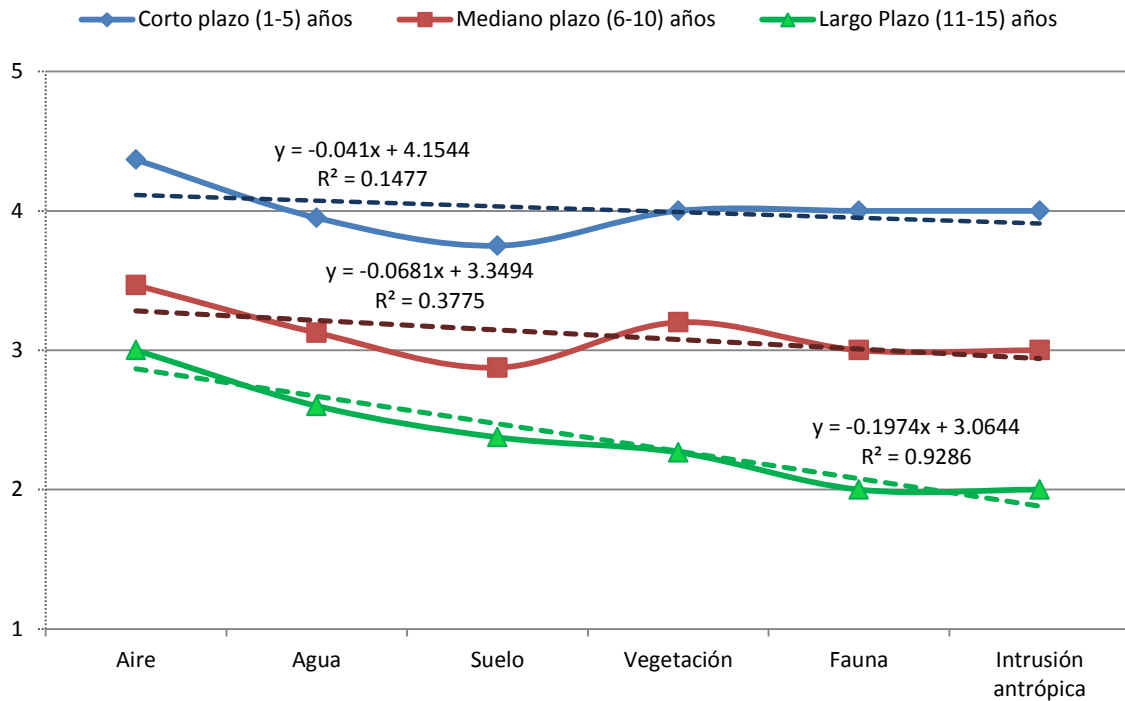
Prácticamente cada rincón de la Tierra ha sido transformado por las actividades humanas. A lo largo de los últimos 100 años, los seres humanos han cambiado los ecosistemas más rápidos e intensamente que en cualquier otro periodo de la historia, todo ello para satisfacer sus crecientes demandas de espacio, alimento, agua dulce y energía, entre otras necesidades. Principalmente mediante el cambio de uso del suelo (impulsado principalmente por la expansión de la frontera agropecuaria y urbana), el crecimiento demográfico, la construcción de infraestructura (p. e. por la construcción de carreteras, redes eléctricas y represas) (Semarnat, 2008).

El cambio del uso de suelo tiene un efecto muy importante en la biodiversidad, la construcción de infraestructura, también puede afectar gravemente la vida silvestre. El crecimiento de la infraestructura produce, entre sus efectos más significativos, la pérdida y modificación de los ecosistemas, la fragmentación de las áreas remanentes de vegetación natural y, en el caso de caminos y carreteras, la muerte de los animales (Semarnat, 2008).

Como se puede observar en los gráficos anteriores, la introducción de la carretera dentro del SAR, acelerará los procesos de deterioro ecosistémico, ya que de inicio la apertura de esta agravará la fragmentación de los ecosistemas del SAR. El retiro de vegetación inicial para la realización de la obra seguirá al cambio de uso de suelo para otros usos asociados a la existencia de la carretera; esto conlleva a la formación de parches y al aumento de las condiciones de borde. Con ello, las poblaciones de fauna resultarán afectadas a través del desplazamiento y/o el aislamiento físico y posteriormente al aislamiento reproductivo.

No sólo los factores bióticos de los ecosistemas afectados del SAR resultarán con efectos negativos por la ejecución de la obra; en la gráfica VII.13 se observa el detrimento paulatino de todos los factores analizados, agravándose la situación en mediano y largo plazo, donde los impactos evaluados adquieren una significancia relevante; a corto plazo, los efectos serán más acusados en el parámetro del suelo, mientras que conforme transcurre el tiempo, los factores ambientales más afectados estarán en la parte de vegetación, fauna y la intrusión antrópica.

**Figura VII.13. Tendencias ambientales generales del SAR con el proyecto
Sin aplicación de las medidas de mitigación**



VII. 3 Análisis del escenario ambiental tendencial considerando el proyecto con medidas de mitigación.

La construcción de este proyecto producirá efectos tanto en los componentes abióticos como bióticos de los ecosistemas que se encuentran en el SAR mediante las distintas actividades que se llevan a cabo para el establecimiento y desarrollo del mismo, hay que mencionar que hay acciones en que los impactos no son reversibles, sin embargo, al aplicar las medidas de mitigación que se mencionan en el capítulo VI se busca atenuar las consecuencias de este tipo de actividades, reduciendo su manifestación únicamente al área de influencia directa del proyecto, por lo que se estima que las condiciones actuales básicas ambientales del SAR se preserven.

Por lo que a continuación, se describirá brevemente la tendencia que se espera en los factores ambientales del SAR que están directamente involucrados con la realización de este proyecto, al aplicar las medidas de mitigación que se proponen.

Tabla VII.3. Escenario de las tendencias ambientales esperadas por factor ambiental, CON proyecto y CON medidas de mitigación.

Componente	Factor ambiental/social/antrópico	Corto plazo (1-5) años	Mediano plazo (6-10) años	Largo Plazo (11-15) años

AIRE	Emisión de Polvos	4.8	4.5	4.5
	Emisión de Gases de combustión	4.8	4.5	4.5
	Ruido	4.8	4.5	4.0
AGUA	Contaminación	4.8	4.2	4.0
	Modificación de escurrimientos	4.8	4.8	4.8
	Reducción de infiltración	4.7	4.5	4.5
SUELO	Estancamiento	4.7	4.3	4.3
	Erosión	4.8	4.5	4.5
	Compactación	4.8	4.6	4.6
	Contaminación	4.0	3.8	3.5
VEGETACIÓN	Cambio de uso	4.0	3.5	3.5
	Pérdida de Biodiversidad	4.6	4.3	4.0
	Cambio en la estructura de la comunidad	4.5	4.2	4.0
	Alteración de hábitat	4.8	4.3	4.0
FAUNA	Pérdida de Biodiversidad	4.8	4.3	4.0
	Disminución de la población	4.5	4.3	4.0
	Reducción de hábitat	4.5	4.3	4.0
INTRUSIÓN ANTRÓPICA	Expansión de la zona urbana (Desmante, basura, cambio de uso de suelo)	4.5	4.0	3.7

Aire

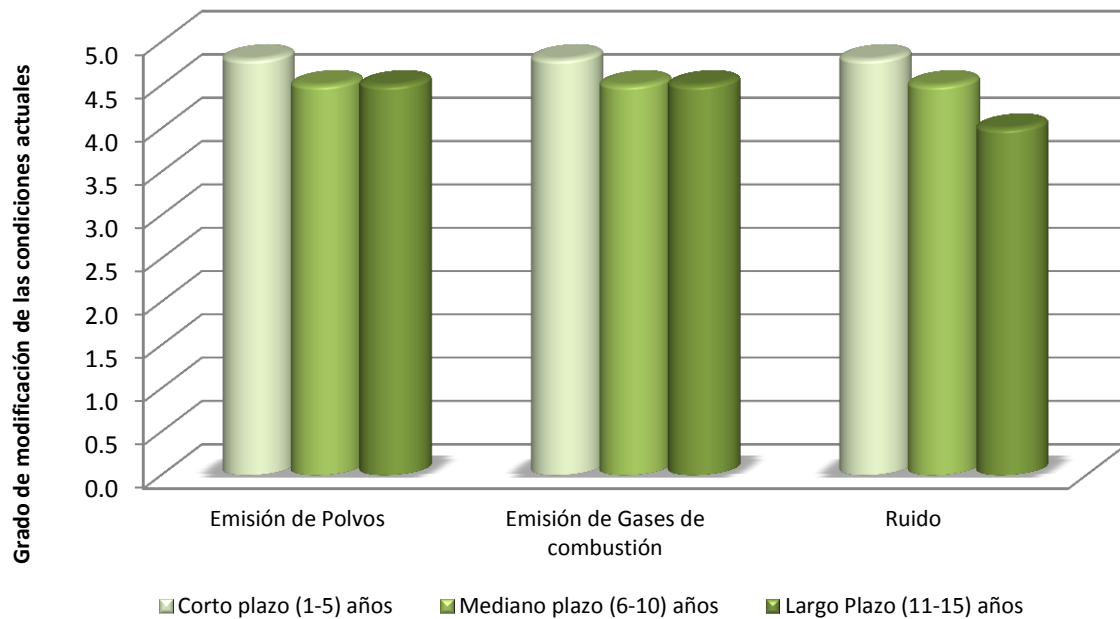
Con la implementación de las medidas de mitigación relacionadas con este factor ambiental se espera que la calidad del aire durante la fase de construcción se mantenga invariable de acuerdo a las condiciones que se presentan actualmente, pues al supervisar las emisiones de contaminantes generados por la maquinaria, equipo y vehículos necesarios se buscará que no se produzca un incremento de la concentración en la atmosfera de estos gases.

Con el empleo de señalamiento adecuado a lo largo de la carretera para agilizar el tránsito por la misma se facilitará la rápida dispersión de los contaminantes generados por los vehículos que circulen, con lo cual se busca que a mediano como largo plazo las condiciones del aire tengan una variación mínima.

La normatividad en materia de aire busca mitigar el impacto producido en la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes, más es responsabilidad del supervisor ambiental que estas medidas se llevan a cabo durante todas las fases del proyecto, asimismo es de vital importancia que se de mantenimiento a la maquinaria que se utilice para que esta no rebase los límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas por un mal funcionamiento. A mediano y corto plazo, ante el incremento del tránsito vehicular las emisiones atmosféricas también aumentarán levemente.

A corto plazo la mayoría de las actividades relacionadas con este factor ambiental son mitigables, sin embargo a largo plazo se prevé que la emisión de polvos no tenga un incremento notable, mientras que, la emisión de gases contaminantes y la generación de ruido tendrá un incremento moderado mas esto dependerá de que tan usada sea esta vía de transporte.

Figura VII.14. Tendencias ambientales del aire en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.

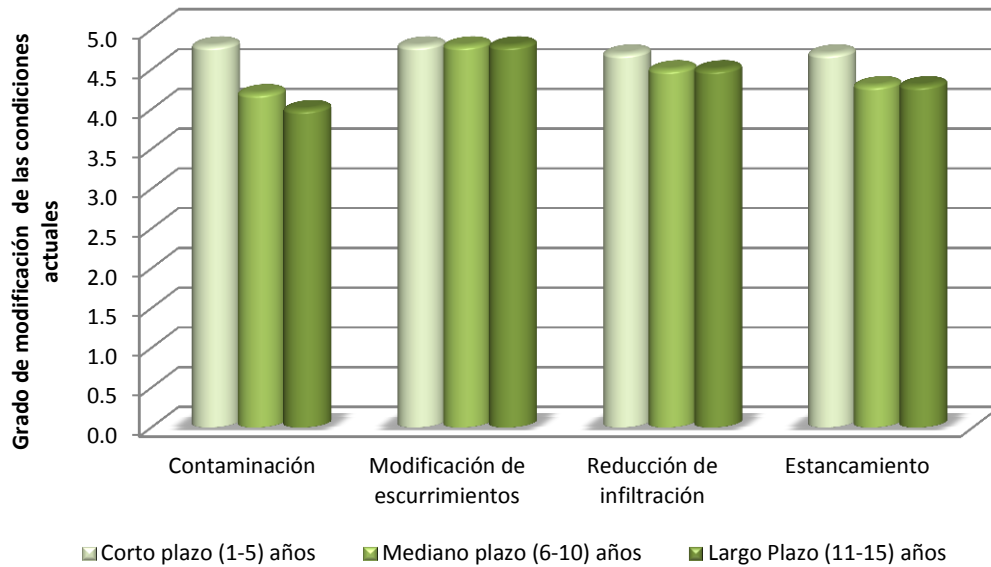


Agua

Con las medidas de mitigación implementadas en la realización de este proyecto respecto al factor ambiental agua se reducirá la contaminación de manera notable en los cuerpos acuáticos a corto y mediano plazo, sin embargo a largo plazo quizás la calidad del agua comience a deteriorarse, pero no derivado de la construcción de esta vía, sino más bien en respuesta al crecimiento sustancial de la población y a los cambios de uso de suelo asociados.

Respecto a los escurrimientos superficiales se espera que a corto plazo no exista modificación de los mismos pues como ya se mencionó anteriormente estos dependen de factores como la orografía, y la entrada del agua proveniente de la lluvia o del derretimiento de la nieve o el hielo de los glaciares, el clima y la cobertura vegetal del sitio. La colocación adecuada de las obras de drenaje correspondientes y el mantenimiento de la cobertura vegetal alrededor de éstas.

Figura VII.15. Tendencias ambientales del agua en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.



Suelo

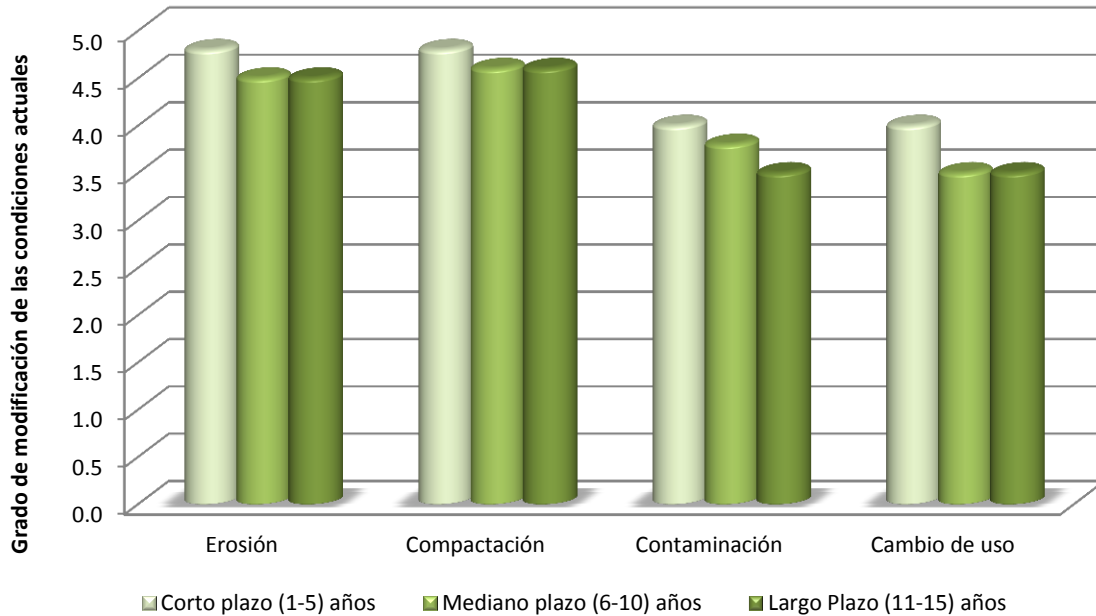
Uno de los efectos más evidentes en el suelo por la realización de este proyecto, es que se producirá un incremento en la erosión que esencialmente es producida por la remoción de la vegetación, cuya existencia disminuye la erosión, mejora la estructura del suelo entre otros beneficios, Sin embargo, a corto plazo, se espera que las tasas de erosión no presenten incrementos notables debido al programa de reforestación y a las otras medidas de mitigación que se implementarán tendientes a proteger los suelos de su arrastre.

Asimismo uno de los impactos más notables en el suelo es el incremento de la densidad del suelo que se da principalmente por la compactación del mismo, que es un tipo de degradación física del suelo el cual tiene un alto impacto debido a que es prácticamente irreversible y conlleva a la pérdida de la función productiva de los terrenos (Semarnat, 2008) y se espera que la mayor compactación se dé en la fase de construcción de la obra, manteniéndose así a largo plazo, aunque únicamente se mantendrá en la superficie entre cerros que es donde se realizarán los movimientos de maquinaria pesada y equipo asociados a la obra.

Existen distintas obras que involucren el uso de combustibles o cualquier otro solvente o sustancia que puede producir contaminación en el suelo mediante un derrame, por lo cual se utilizarán geomembranas en los patios de la maquinaria utilizada, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo. Y cuando se tenga que hacer reparaciones mayores se buscarán las condiciones que no permitan que se filtre al suelo ninguna sustancia que lo contamine. A largo plazo, la contaminación que presente el suelo dependerá de los usuarios de esta carretera, mas se espera que no exista contaminación tal que sea capaz de producir cambios moderados en el suelo por este factor.

El cambio de uso de suelo traerá consecuencias negativas sobre el suelo pero únicamente en la superficie destinada a la colocación de la carpeta de rodamiento y el pateo de terraplenes. El respetar los límites de derribo de árboles evitará que una mayor cantidad de suelo quede desprovista de protección y con ello se mantendrán a los niveles aproximadamente actuales las tasas de erosión.

Figura VII.16. Tendencias ambientales del suelo en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.



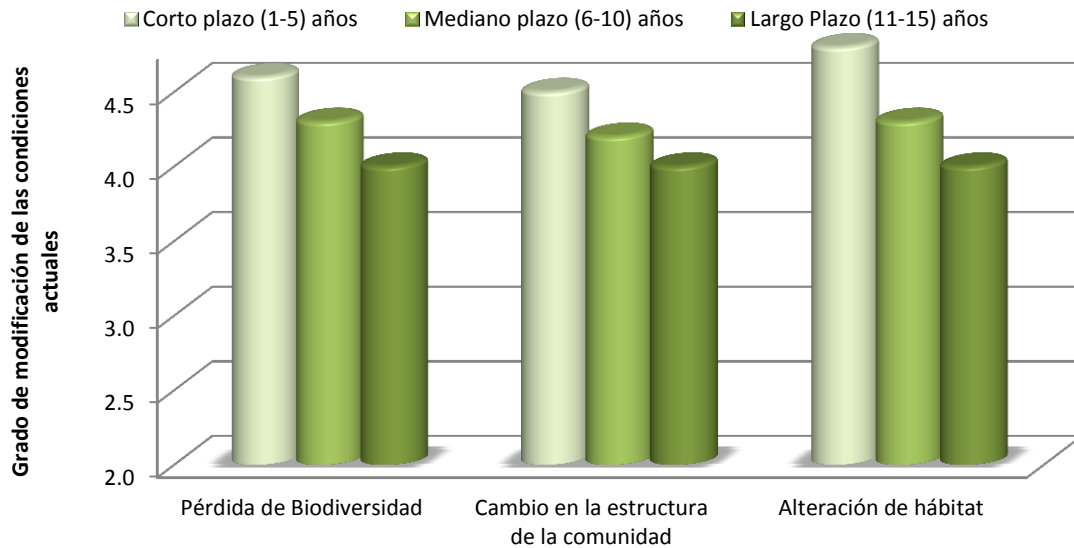
Vegetación

Para efectuar esta obra es inevitable realizar la remoción de la vegetación, lo cual como se mencionó anteriormente produce el efecto borde lo que puede llevar lentamente a la vegetación remanente a la degradación. Sin embargo, se espera minimizar el efecto borde con el programa de reforestación que se propone como medida de mitigación, plantando especies nativas de rápido crecimiento alrededor de los fragmentos, de modo de disminuir la influencia del área deforestada sobre los fragmentos (Bustamante y Grez, 1995).

La reforestación en la zona aledaña a la superficie entre cerros una vez terminada la colocación de la carpeta asfáltica ayudará a que la conectividad ecosistémica se mantenga, evitando la formación de parches y con ello, conservando la biodiversidad vegetal, y la estructura de la comunidad. Aunque esta obra producirá deterioro ambiental, no se prevé que esto produzca extinción de especies, pues a través del programa de recuperación de flora se rescatarán aquellas especies vegetales que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como Guayacán, Palo Fierro etc. que se ubiquen exactamente en el sitio por donde pasará la vía.

Figura VII.17. Tendencias ambientales de la vegetación en el SAR con el proyecto

y la aplicación de las medidas de mitigación.



Fauna

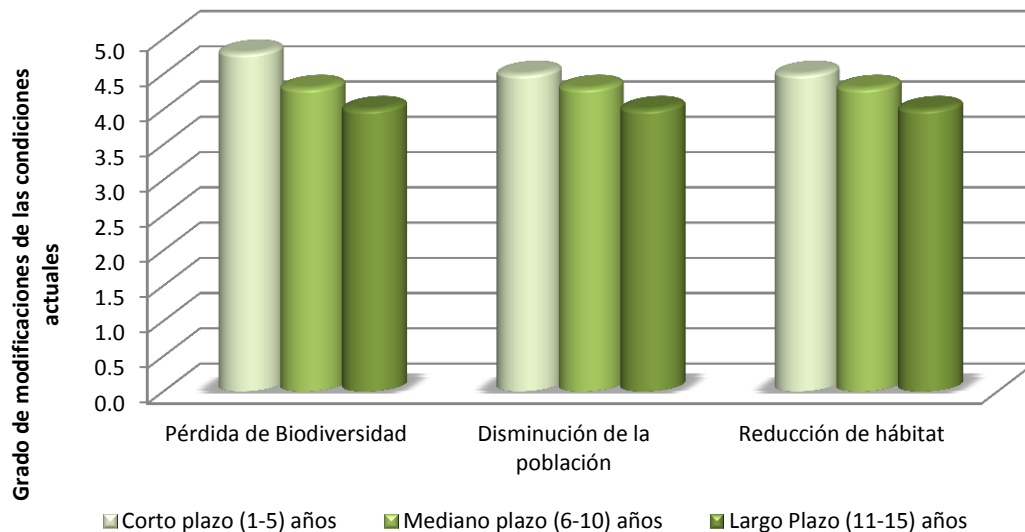
Al producir alteración en la cobertura vegetal se impactará a la fauna no sólo porque verá modificado su hábitat, sino porque de la interrelación flora – fauna se da el equilibrio ecosistémico. Al respetar los límites de remoción de vegetación y el efectuar el rescate de ejemplares de fauna en la zona de construcción de la carretera, la disminución de las poblaciones faunísticas dentro del SAR no será significativa, ya que se mantendrá en gran parte la integridad de su hábitat.

La colocación de pasos para fauna también coadyuvará a que la fauna pueda trasladarse libremente de un lado a otro de la carretera sin correr el riesgo de ser atropellada; este libre traslado mantendrá las oportunidades de apareamiento de fauna, con lo que se mantendrá a niveles más o menos aproximados a los actuales la variabilidad génica, y con ello la viabilidad de las poblaciones al reducir de manera importante el efecto barrera que representa una carretera para la fauna.

Una vez terminada la obra, es de esperarse que conforme vaya creciendo la vegetación trasplantada, paulatinamente se vaya acercando la fauna a las inmediaciones de la carretera; la fauna que lo hará será la que esté más habituada a la presencia humana. A corto plazo, se estima la recuperación del comportamiento normal de la fauna, ante factores tales como por ejemplo el ahuyentamiento causado por el ruido. Se espera que las especies animales que circunden por zonas aledañas a la carretera puedan acostumbrarse al ruido emitido una vez que la carretera se encuentre en operación, de manera que tal que llegará un punto en que esto ya no se considere un impacto ya que las especies habrán cambiado sus hábitos y comportamientos adecuándose a las nuevas condiciones en la zona. Por tanto, en el mediano y largo plazo se espera que no existan estragos significativos en los parámetros evaluados en la fauna, ya que si en el corto plazo se pronostica la estabilización del sistema, los cambios a mediano y a largo plazo deberán ser insignificantes.

Más hay que recordar que el éxito de un programa de reducción de los impactos sobre los ecosistemas también depende del involucramiento activo de los trabajadores y de la comunidad. Muchas actitudes de esos grupos contribuyen a alcanzar el objetivo de minimizar impactos, o bien dificultarlos (Sánchez, 2000,).

Figura VII.18. Tendencias ambientales de la fauna en el SAR con el proyecto y la aplicación de las medidas de mitigación.

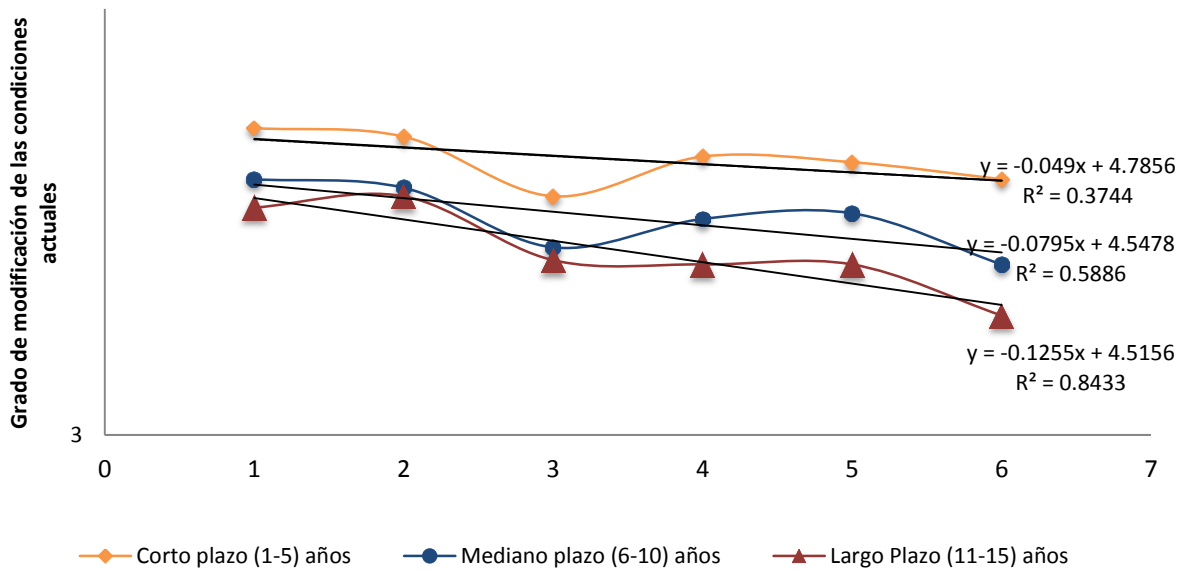


Intrusión antrópica

La intrusión antrópica en el SAR, se incrementará a lo largo del tiempo aún con las medidas de mitigación pues hay que recordar que el establecimiento de este tipo de infraestructura promueve el crecimiento de la población lo que requiere que se abran áreas para el establecimiento y desarrollo de poblados, ciudades y de infraestructura que necesiten estos. Asimismo es importante señalar que este proyecto es parte del corredor comercial Transpacífico, con lo cual la intrusión antrópica se incrementará en todos aquellos ecosistemas que estén relacionados con el establecimiento de infraestructura como parte de este corredor.

De manera general, al analizar las tendencias ambientales en el SAR con el establecimiento de la carretera y con la aplicación de medidas de mitigación (Figura VII.18) que se citan en este documento, a corto plazo evidentemente se afectará a los componentes ambientales señalados por efecto de la construcción de la obra en comento (las cuales serán más evidentes dentro del área de influencia directa del proyecto); sin embargo, al transcurrir el tiempo, los impactos producidos a los componentes bióticos del ecosistema (flora y fauna) disminuirán de manera paulatina, pues si se aplican de manera correcta todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración enumeradas en el Capítulo V de esta MIA-R se espera como resultado la restauración de los ecosistemas afectados por la construcción de esta obra.

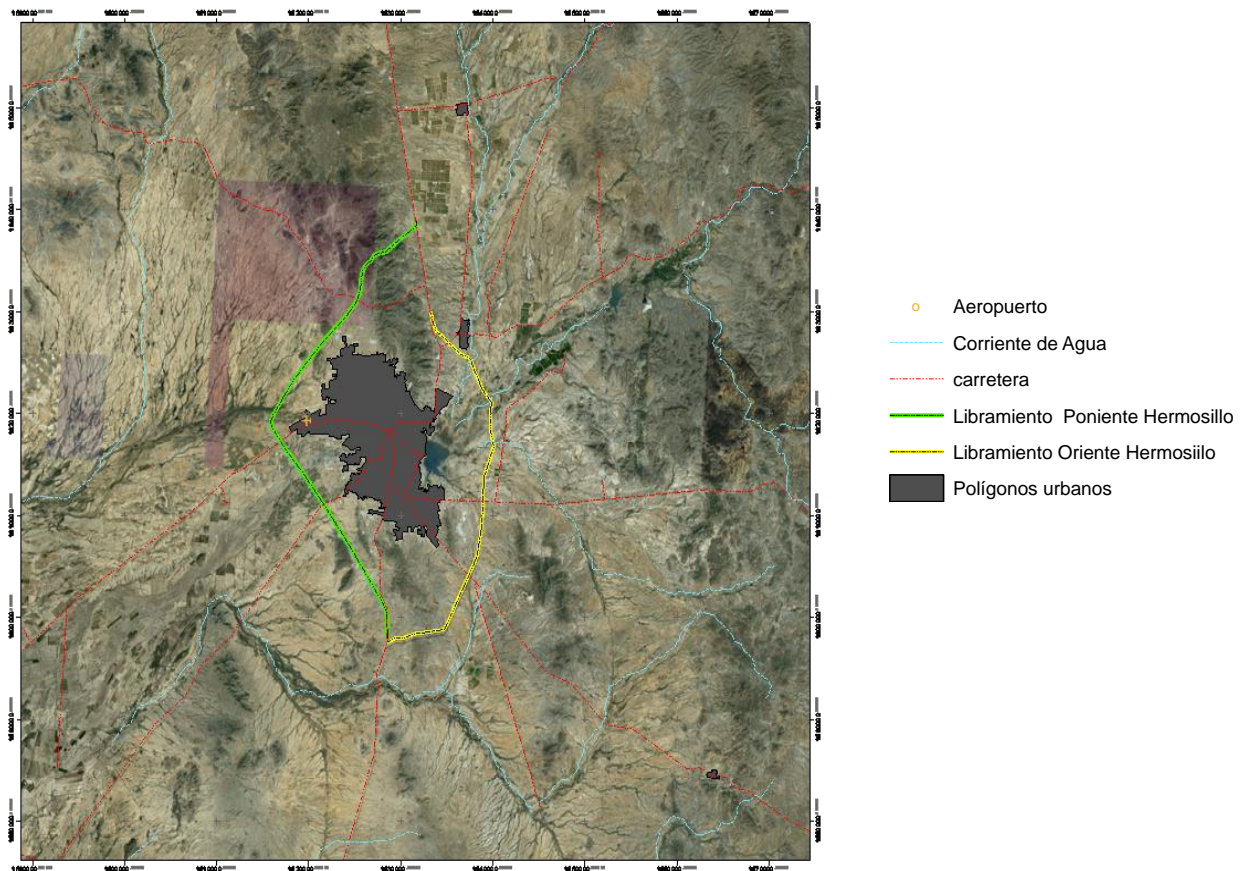
Figura VII.18 Tendencias ambientales globales en el SAR con el proyecto
Y la aplicación de las medidas de mitigación



II.5. Selección del sitio o trayectorias

De manera inicial se entregaron dos trayectorias para el Libramiento; una de ellas ubicada al poniente de la ciudad de Hermosillo y la otra ubicada en la zona oriente.

Figura II.19 Alternativas de ubicación del Libramiento de Hermosillo



Ambas propuestas de manera inicial estaban incluidas en el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo (con el nombre de “periféricos) y ambos tienen la finalidad de desviar el tránsito pesado de la zona

urbana de Hermosillo se genere y tenga como destino Guaymas (Libramiento Poniente) y el que se dirija o comience en el centro de México o el extranjero (Libramiento Oriente).

Para poder hacer una estimación de la conveniencia de una de las alternativas, hay que realizar un análisis preliminar de los componentes abióticos y bióticos que se afectarán, la fragilidad de los ecosistemas, la extensión de las trayectorias, la presencia de áreas destinadas a la protección de la biodiversidad, los beneficios socioeconómicos y de comunicación a comunidades cercanas, etc.

De lo anterior, continuación se esquematizará en una tabla los motivos valorados para la elección del tramo más adecuado

Tabla VII. 4 Evaluación de alternativas propuestas para el Libramiento de Hermosillo

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO		
	Libramiento Poniente	Libramiento Oriente
Longitud total	51.780 Km	41.230 Km
Tipo de obra	Obra nueva	Obra nueva
Superficie de vegetación a remover	59.33 Ha	47.82 Ha
Tipo de vegetación a remover	Forestal, inducida	Forestal, inducida
BIOSFERA		
Integridad de ecosistemas a afectar	La fragmentación de ecosistemas se presenta en las inmediaciones de Hermosillo;	Alta actividad antropogénica a lo largo del trazo, pero disminuye a partir del Km 30+00 hacia el fin del trayecto
Interrupción de escorrentías	Por ser una zona muy plana (trayecto del Río Sonora), en la actualidad al poniente de la ciudad se presentan problemas para el desarrollo urbano por la dificultad de instalar drenaje pluvial y sanitario.	Cruza el cauce del Río Sonora desde la Presa "El Molinito" hasta la presa Abelardo Rodríguez L.; la conservación de este escurrimiento fluvial es vital para Hermosillo, ya que de esta última presa se abastece agua potable a la ciudad.
Creación de un "efecto barrera" para el tránsito de fauna	Afectaría la parte más norteña de la Sierra El Bachoco, cuya vegetación ya ha sido fragmentada por el Boulevard Morelos Norte, además de El cerro de las Víboras hacia el sur	Prácticamente todos los ecosistemas están fragmentados, a excepción del final del trayecto, donde hay mejores condiciones de conservación.
mortandad de fauna por colisiones vehiculares	Se presentaría	Se presentaría aunque en muy baja cantidad, debido a que la fauna se ha retirado hacia sitios más conservados.
Afectación a una ANP	No se presenta	Del Km. 3+627 al Km. 22+586 del trayecto se ubica el polígono del ANP Estatal "Sistema de presas Abelardo Rodríguez L y El Molinito"; la cual a la fecha presenta afectaciones derivadas del cambio de uso de suelo para aprovechar las márgenes del Río Sonora. No existe programa de manejo a la fecha; sin embargo, en el Decreto de esta ANP, se menciona que las obras que se realicen dentro del área de amortiguamiento (donde se ubica el tramo) requerirán de la evaluación de impacto ambiental para poder autorizarse.
Afectación a ecosistemas frágiles	Afectación de vegetación propia de ecosistemas áridos y semiáridos	Afectación de vegetación propia de ecosistemas áridos y semiáridos
Afectación a especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Afectación de biota propia de ecosistemas áridos y semiáridos	Afectación de biota propia de ecosistemas áridos y semiáridos
ENTORNO SOCIOECONÓMICO		
Conexión socioeconómica	Estados Unidos - Guaymas	Estados Unidos – Centro de México
Tipo de propiedad de los terrenos a afectar	Ejidal, privada	Ejidal, privada
Comunidades a beneficiar		
Concordancia del proyecto con los planes de desarrollo federal, estatal, regional y/o local.	Forma parte del PDU de Hermosillo	Parte de los 100 proyectos carreteros prioritarios (por la ubicación señalada en figuras del mismo documento). Forma parte del PDU de Hermosillo

Alternativa Poniente

Desde el punto de vista abiótico, la alternativa poniente ofrece problemas para el desarrollo urbano en virtud de su escasa topografía, la construcción del libramiento en esta zona también representaría un problema para el curso de las escorrentías, ya que se requeriría de un mayor número de obras de drenaje para poder encauzar de manera adecuada las avenidas de agua extraordinarias, pues a pesar de que se trata de una región donde la lluvia es escasa, eventualmente se presentan luego de lluvias intensas generadas por huracanes que azotan el litoral del Pacífico.

La construcción de esta alternativa, afectará también la distribución de fauna dentro de la Sierra El Bachoco, la cual ha sido ya fragmentada por la construcción de un Boulevard; con estas dos construcciones viales atravesando esa sierra, se formarían dos parches y se magnificaría el efecto barrera ocasionado por el Boulevard. Las probabilidades de colisión con la fauna se presentarán y se incrementarán con el paso del tiempo en virtud de la degradación que paulatinamente tendrá en cerro. La reducción de hábitat para la fauna hará que esta se acerque hacia la zona urbana en busca de alimento y refugio, por lo que estará expuesta a atropellamientos o al tráfico ilegal (vivo o muerto).

Alternativa Oriente

De la tabla anterior, se puede observar que si bien este trayecto atraviesa por la zona de amortiguamiento de una ANP, lo hará principalmente sobre tierras agrícolas (en la zona de obras hay un alto grado de perturbación ambiental), afectando zonas forestales primordialmente al final de la ruta. La construcción del Libramiento en ese sitio ayudaría a paliar de manera parcial la pérdida tan importante de vegetación forestal en esa zona, al restituir parte de ella a lo largo del trayecto; de manera adicional, no existe prohibición para la construcción de infraestructura vial, siempre y cuando se haga el estudio de impacto ambiental correspondiente.

La alternativa Oriente del Libramiento siempre se ha manejado porque sería el que canalizaría el flujo vehicular de índole comercial que se genera entre México y Estados Unidos vía Hermosillo-Nogales-Tijuana; la construcción de un libramiento hacia el poniente de Hermosillo para canalizar ese tránsito implicaría al menos recorrer una distancia mayor (10 Km) que restarían de 10 – 15 minutos de trayecto.

La trayectoria más adecuada es la ubicada en el oriente, en virtud de que se localizaría en una superficie con mayor intervención antropogénica (aún cuando exista una ANP) y sería la que menores alteraciones crearía en el entorno.

VII. 5 Conclusiones

Este proyecto impulsará el desarrollo económico local regional e internacional pues es parte de la infraestructura que se tiene planeadas dentro de los Corredores Comerciales Pacífico y Centro Oeste; sin embargo, su construcción también tendrá beneficios sociales en las comunidades por donde esta vía pase ya que será posible abastecerlas de servicios básicos de infraestructura y permitirá el traslado de mercancías y personas, favoreciéndose la diversificación de mercados y con ello, elevando la calidad de vida de la población.

Una vía de comunicación terrestre invariablemente representa un fragmentador importante de los ecosistemas involucrados, trayendo consigo perturbaciones a nivel de comunidades vegetales (pérdida de diversidad) y de la fauna asociada (ahuyentamiento, atropellamiento, aislamiento).

En la actualidad, las modificaciones realizadas por actividades antropogénicas a los ecosistemas del SAR se consideran de alto nivel y los efectos más acusados del cambio de uso de suelo se muestran en prácticamente toda la extensión del SAR, exceptuando en los lomeríos.

A partir de la realización de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, se elaboran las siguientes conclusiones del Libramiento de Hermosillo:

- ▶ El proyecto “*libramiento de Hermosillo, en el estado de Sonora, México*” es compatible con las políticas federales y estatales, así como con lo establecido en los instrumentos jurídicos aplicables, leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas.
- ▶ Si bien el trazo carretero pasa por el área de amortiguamiento del Área Natural Protegida Sistema de Presas Abelardo Lujan Rodríguez y el Molinito, pero debido al alto nivel de fragmentación de los ecosistemas que contiene, la construcción de este Libramiento **NO CONTRIBUIRÁ AL DETRIMENTO DE LAS CONDICIONES NATURALES EXISTENTES**
- ▶ Respecto a los componentes bióticos el proyecto involucra la remoción de la vegetación en la superficie entre cerros, por lo tanto, se implementará un programa de reforestación como medida de mitigación para minimizar este impacto, el cual se considera de los más significativos de la obra.
- ▶ Con la remoción de la vegetación se impactará a la fauna, por lo cual, se llevará a cabo un programa de rescate y reubicación de fauna; aunque la fauna indicadora de calidad ambiental óptima de los ecosistemas del SAR no se determinó dentro de esta superficie.
- ▶ El proyecto a corto plazo será una fuente de empleos, produciendo beneficios directos en las comunidades cercanas al proyecto.
- ▶ Conforme a la matriz de impactos ambientales, los impactos ambientales más importantes se generarán sobre la Vegetación, la Calidad del Aire, el Suelo y en menor medida el Agua, registrándose los impactos más altos de manera inmediata en la **vegetación** (volumen forestal perdido) y el **suelo** (sellamiento, compactación y pérdida de suelo orgánico) manifestándose de manera puntual en el sitio de influencia directa del proyecto.

- ▶ Si bien las condiciones ambientales en el SAR a corto plazo se verán alteradas por la ejecución de esta obra, el límite de la afectación directa se estima en un radio promedio de 350 - 500 m del centro del camino.
- ▶ Se justifica la realización de este proyecto, pues en la región hace falta este tipo de infraestructura, que fomentará el desarrollo económico local y de la región, teniendo alcances nacionales, pues con esto se busca enlazar el mercado nacional con el estadounidense y canadiense.

















Con lo anteriormente expuesto, se puede determinar que el proyecto denominado “*Libramiento de Hermosillo en el estado de Sonora, México*” es **factible** desde los puntos de vista ambiental, social y económico. Ambientalmente es posible llevarlo a cabo en forma sustentable si se cumplen en tiempo y forma las medidas de mitigación y compensación emitidas para este proyecto en particular.

BIBLIOGRAFIA



- 📖 Análisis de Competitividad. Sonora. 2010. Instituto Mexicano para la Competitividad A. C.
- 📖 B Baker, MB Jr. 1990. Hydrologic and Water Quality. Effects of Fire. Pp. 31-42. Temporetti F. P. 2006. Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. **Ecología Austral** 16:157-166.
- 📖 Borie, F., Rubio, R., 1999. Effects of arbuscular mycorrhize and liming on growth and mineral acquisition of alumenium-tolerant and aluminum-sensitive barley cultivars. En: Fuentes, M., Mora, M. de la L., Bolan N.S. y Naidu.2008. Development in Soil Science, Elsevier B.V.
- 📖 Bracamontes, J. y M. Camberos C. 2007. Especialización Prfductiva y Desarrollo en una región agrícola de Sonora: La región Yaqui – Mayo, 1990 -2000. *Aportes. XII (034): 57-78*
- 📖 Bullock, S. H., J. A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. En: Vázquez L., Moya H., Coro A. M. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad** 80: 535- 549.
- 📖 Bustamante R., Grez A. A.1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. **Ambiente y Desarrollo. XI:** 58-63.
- 📖 Castro Z., R. y R. Arteaga R. 1993. Introducción a la meteorología. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 275 p.
- 📖 CENAPRED-SEGOB. 2009. Sistema Nacional de Protección Civil Centro Nacional de Prevención de Desastres. Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2008.
- 📖 Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Conabio. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
- 📖 CIAD, 2010 Diagnóstico Sectorial Agropecuario, Pesquero y de Recursos Naturales del Estado de Sonora. Avance Preliminar. 428 pp.
- 📖 CONABIO. 2006. Capital Natural y Bienestar Social. México. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2008. México. 2010.
- 📖 CONAFOR. 2009. Catálogo de Recursos Forestales. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología.
- 📖 CONAGUA, 2009. Actualización de la disponibilidad media anual del agua subterránea y modificación para su mejor precisión, la descripción geográfica del acuífero. 50 pp.
- 📖 CONAGUA .2009. Atlas del agua en México. Disponible en: www.conagua.gob.mx

- CONAGUA-SEMARNAT. Ing. Alberto Hernández Unzón. 2010. Ciclones Tropicales que impactaron a México de 1970 a 2008. Subdirección General Técnica Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional.
- CONANP, 2010. Programa de acción para la conservación de especies. Cotorras Serranas (*Rhynchopsitta spp*) 41 pp.
- Debano, L.F., Folliott P. F. & MB Baker JR. 1996. Fire Severity Effects on Water Resources. Pp. 77-84 En: Temporetti F. P. 2006. Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. **Ecología Austral** 16:157-166.
- Dunn MC.1974. Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the literatura En: Muñoz-Pedrerros A.2004. La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. Revista **Chilena de Historia Natural**. 77: 139-156.
- Enderson, E.F., A. Quijada Mascareñas, D.S. Turner, R.I. Bezy y P.C. Rosen. 2010. Una sinopsis de la herpetofauna con comentarios sobre las prioridades en investigación y conservación. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad Biológica de Sonora*. UNAM, México, pp. 357- 383.
- Enkerlin E.C., M.A. Cruz Nieto, C.M. Macías, J. Quesada y N.F.F. Snyder. 1997. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R terrisi*) en el norte de México. Informe Final, Proyecto B116 presentado a CONABIO. ITESM. Monterrey, Nuevo León. 61 pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s/f). El vivero Forestal: Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero.
- Escalante T., Espinosa D., Morrone J. J.2002.Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. **Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)** 87:47-65.
- Flores Villela, O. y P. Gerez 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. CONABIO y UNAM. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
- Flores-Villela, O. 1993. Riqueza de los Anfibios y Reptiles. **Ciencias. Número Especial**: 33-42.
- Forman & Godron. 1986. En: Muñoz-Pedrerros A.2004. La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. Revista **Chilena de Historia Natural**. 77: 139-156.
- Furth G. D. 2009. Flea beetle diversity of the Sierra Tarahumara, Cooper Canyon, México (Chysomelidae: Alicinae). **Koninklijke Brill Leiden**, 2:131-151.
- García, E. 1989. Apuntes de Climatología. Offset Larios. México, D. F. 155 p
- Gobierno del estado de Sonora. Programa Estatal de Protección Civil 2004-2009. Unidad Estatal de Protección civil
- González E. M. S., González E. M., Cortés O. A. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera “La Michila”, Durango, México. **Acta Botánica Mexicana**, 22:1-104.

-  González M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. INE-SEMARNAT. México.
-  Guerrero M. T., Cyrus R. y Vegter B. 2000. La Industria Forestal y los Recursos Naturales en la Sierra Madre de Chihuahua: Impactos económicos, ecológicos y sociales después del TLCAN. Chihuahua En: Lujan a. C., Olivas G. J. M., González H. H. G., Gómez S. O., Cuatle C. M. de los A.2008. Desarrollo Forestal Sustentable en Chihuahua, México: Una estrategia Multidimensional. **Región y Sociedad XX**: 95-118.
-  Gutiérrez, 2003. Las aves: riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial. En: INE-SEMARNAT. 2003. Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales. Alejandro Velázquez, Alejandro Torres y Gerardo Bocco., México.
-  Haynes, R.J., Mokolobate, M.S.2001.Amelioration of Al Toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. En: Fuentes, M., Mora, M. de la L., Bolan N.S. y Naidu.2008. Development in Soil Science, Elsevier B.V.
-  INE. Ángulo de inclinación de la pendiente, escala 1: 250 000. México. 2003. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, 2002. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008.
-  INE-CONABIO. 1996. Guía de aves canoras y de Ornato. México.
-  INE-SEMARNAT. 2006. Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999.
-  INEGI. Guía para la interpretación de información cartográfica impresa y digital de Uso de Suelo y Vegetación. México.
-  INEGI-DGG. Superficie de la República Mexicana por Estados. 1999. Disponible en: <http://inegi.org.mx/>.
-  INIFAP- SAGARPA. 2010. Guía para cumplir los compromisos de los beneficiarios del PROGRAMA en Sonora.
-  INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMACIÓN (INEGI) *cuéntame*. 2010. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/>.
-  IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
-  Kennedy G. J.1963. Tesguino Complex: The role of beer Tarahumara Culture. American Anthropologist. 65:620-640 Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
-  Kim EJ, Oh JE, Chang YS (2003) Effects of forest fire on the level and distribution of PCDD/Fs and PAHs in soil. *Science of Total Environment* 311: 177–189
-  Leung, B., Lodge, D.M., Finnoff, D., Shogren, J.F., Lewis, M.A., Lamberti, G.2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2008. México. 2010.
-  Loock, E. E. M. 1950. The pines of México and British Honduras. Union of South Africa Department of Forestry Bull. En Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

- 📖 Magaña O. V. R., Pérez J.L., Conde C., Gay C., Medina S. 1997. El fenómeno del niño y la oscilación del sur (ENOS) y sus impactos en México. Centro de Ciencias de la Atmosfera. UNAM.
- 📖 Manual de viveros forestales. Instituto Nacional de los Bosques.
- 📖 Martínez R. J. M. 2002. Acuíferos y libre comercio: el caso de la costa de Hermosillo. Red Fronteriza de Salud y Ambiente.
- 📖 Matzner E. & Ulrich B. 1985. Implications of the chemical soil conditions for forest decline. En: Solera M. J. 1999. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- 📖 MEA. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. Washington, D.C. 2005. En. Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, 2002. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2008.
- 📖 Mendoza O. M. 2004. Análisis Estructural del Compadrazgo Yaqui. *Ciencia Ergo Sum*. **10**: 259-269. Disponible en: www.redalyc.com
- 📖 Mittermeier, R. y C. Goettsch 1992. La importancia de la diversidad biológica de México, pp. 57-62 en: *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- 📖 Monterrubio-Rico, T.C. & E. Enkerlin-Hoeflich. 2004. Present use and characteristics of Thick-billed Parrot nest sites in northwestern Mexico. In: *Journal of Field Ornithology* 75:96-103
- 📖 MOPT. 1993. Guía Metodológica para el estudio del medio físico y la planeación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, En: La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. Revista *Chilena de Historia Natural*. **77**: 139-156.
- 📖 Mora, M.L., Baeza, G., Pizarro C., Demanet, R., 1999. Effect of calcitic and dolomitic lime on physicochemical properties of a Chilean Andisol. En: Fuentes, M., Mora, M. de la L., Bolan N.S. y Naidu. 2008. Development in Soil Science, Elsevier B.V.
- 📖 Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. Pp. 447-458 en Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
- 📖 Oke, T.R. 1990. Boundary layer climates. 2nd Ed. Cambridge University Press. Great Britain. 435 p.
- 📖 Pennington T.D. y J. Sarukhán 2005. *Árboles Tropicales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. 3^{ra} ed.
- 📖 Pérez V. A., Landeros S. C. 2009. Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos: Ciencia y cultura*. **16**: 19-25. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29411996003>
- 📖 Perfil Sociodemográfico de Sonora. 2005. II Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

- 📖 Plan de Desarrollo Municipal Hermosillo. 2009-2012.
- 📖 Plan estatal de desarrollo urbano del estado de Sonora. 2009-2015. Secretaría de desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado.
- 📖 Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Hermosillo, Sonora.
- 📖 Ramírez-Pulido, J., Castro-Campillo A.1993. Diversidad Mastozoológica en México. Rev. **Soc.Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV)**: 413-427.
- 📖 Red de Información Ambiental del Suroeste (SEINet, *Southwest Environmental Information Network*, <http://swbiodiversity.org/seinet/collections/index.php>)
- 📖 Ruiz C., J.A., G. Medina G., J. Grageda G., M. M. Silva S., y G. Diaz P. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sonora (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. 171 p.
- 📖 Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- 📖 Salinas J.A., Lobato R. Oropeza F. y Pérez J. L. 2001. Estudio de efectos climáticos por uso de suelo y cobertura vegetal en el noreste y sureste del país. Anuario del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- 📖 Sánchez E. J.J. 1999. Modernización del Herbario de la Universidad de Sonora. Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.
- 📖 Sánchez E. J.J. 2007. Plantas nativas de Sonora: las plantas del desierto sonorenses. *Universidad de Sonora*. **19**: 20-22.
- 📖 Inventario nacional de emisiones de México, 1999. México. 2010.
- 📖 SEMARNAT-CEDES.2010. Formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora. Hermosillo, Sonora
- 📖 SEMARNAT, INE. Inventario nacional de emisiones de México, 1999. México. 2010.
- 📖 SEMARNAT, 2008. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, México.
- 📖 SGM, C.G. MINERÍA, 2009. Panorama Minero del Estado de Sonora. 51 pp.
- 📖 Shreve, F. 1939. Observation on the vegetation of North Chihuahua. Madroño 5: 1-13. En Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- 📖 Sosa G. N. 2003. Las aves, riqueza, diversidad y patrones de distribución.

- 📖 Styles, B. T. 1993. Genus Pinus: A Mexican purview. Pp. 394-420 en Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. En: Sánchez E. O., Vega E., Peters E., Monroy-Vilchis (editores) 2003. Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México INE-SEMARNAT.
- 📖 Trejo, I., R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a nacional and local analysis in México. En: Vázquez L., Moya H., Coro A. M. 2009. Avifauna de la selva baja caducifolia en la cañada del río Sabino, Oaxaca, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad 80**: 535- 549.
- 📖 Tiedemann, AR. 1978. Regional Impacts of Fire. Pp.532-556 En: Temporetti F. P. 2006. Efecto a largo plazo de los incendios forestales en la calidad del agua de dos arroyos en la sub-región Andino-Patagónica, Argentina. **Ecología Austral 16**:157-166.
- 📖 Troumbulak S. C., Frissell C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology. 14**:18-30.
- 📖 Turton, S. M. & Freiburger, H.I. Edge and aspect affects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Artherton Tableland, North eastern Australia. En: Becerril, P. J.C., Monroy, A.A.
- 📖 Vanhala P., Kikkila O., Fritze H. 1996. Microbial responses of forest soil to moderate anthropogenic air pollution. En: Solera M. J. 1999. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- 📖 Van Devender, T.R., R.S. Felger, M. Fishbein, F.E. Molina-Freaner, J.J. Sánchez-Escalante y A.L. Reina-Guerrero. 2010. Biodiversidad de las plantas vasculares. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad biológica de Sonora*. UNAM, México, pp. 229-261.
- 📖 Villaseñor Gómez, J.F., O. Hinojosa Huerta, E. Gómez Limón, D. Krueper y A.D. Flesch. 2010. Avifauna. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad Biológica de Sonora*. UNAM, México, pp. 385-420
- 📖 Vitousek, P. M., C. M. Dantonio, L. L. Loope y R. Westbrooks. Biological Invasions as Global Environmental Change. En: Semarnat. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2008. México. 2010.

Páginas de Internet.

<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>

<http://www.cna.gob.mx>

<http://www.conabio.gob.mx/>

<http://www.conanp.gob.mx/>

<http://www.smn.cna.gob.mx>

<http://.semarnat.gob.com.mx.>

<http://www.fao.org/>

<http://www.marm.es/>

<http://www.inafed.gob.mx/>

<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/>

