

CAPÍTULO I

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

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

Carretera "Libramiento poniente Morelia, Tramo: 0+000 -50+000, Estado de Michoacán", del Km 000+000 al Km 50+000, con origen sobre la carretera México-Morelia, a la altura de la localidad de Tarímbaro, en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, y finalizando a la altura de la autopista Morelia-Pátzcuaro, en el municipio de Huiramba, Michoacán.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El trazo proyectado se extiende con orientación noreste-suroeste a lo largo de 50 kilómetros. La carretera cruza por 4 municipios: Tarímbaro, Morelia, Lagunillas y Huiramba (Figura I.1).

Corresponde a un tramo carretero nuevo que facilitara el tránsito de vehículos que notengan necesidad de cruzar por la ciudad de Morelia y enlazará de forma más directa las autopistas México-Morelia y Morelia-Pátzcuaro.

Las coordenadas UTM de inicio y término del cadenamiento son:

PUNTO	CADENAMIENTO (Km)	X	Y
ORIGEN	0+000.0	273256	2191262
FIN	50+000.0	241330	2162113

A continuación se presentan las principales coordenadas UTM del trazo carretero.

CADENAMIENTO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
0+000	273256	2191262
10+000	263539	2189097

20+000	255988	2182712
30+000	249492	2175550
50+000.0	241330	2162113

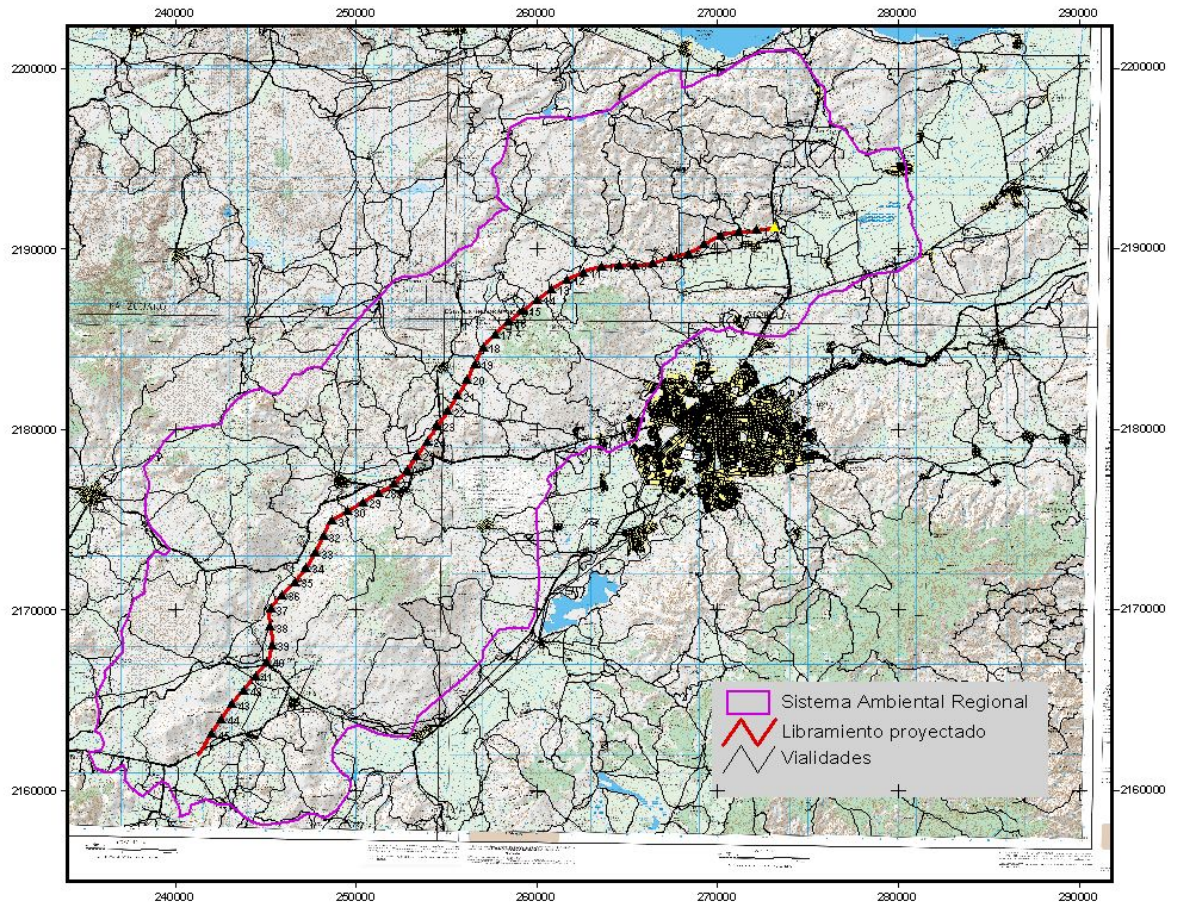


Figura I.1.- Ubicación del trazo proyectado.

I.1.3. Duración del proyecto

La preparación del sitio y construcción del anteproyecto se estima en 5 años, mientras que la operación del mismo no tiene término ya que al darle el mantenimiento adecuado al camino éste podrá servir por tiempo indefinido.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

Dirección General de Autopistas Federales

I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC).

SCT-850101 819

I.2.3. Nombre del representante legal (anexar copia certificada del poder)

Protección de datos personales LFTAIPG

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

I.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio

Grupo Selome S.A. de C.V.

I.3.1 Nombre del responsable técnico

Protección de datos personales LFTAIPG

I.3.2 Dirección, teléfonos y correo electrónico

Protección de datos personales LFTAIPG

I.3.3 Capacidad técnica y experiencia en el área de impacto ambiental

El responsable técnico de la coordinación de este estudio cuenta con grado de Doctora en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Desde 1989 ha realizado y coordinado más de 70 estudios de impacto ambiental para diferentes tipos de proyectos, particularmente carreteras, en distintos estados de la República Mexicana, incluyendo zonas semiáridas y húmedas como la correspondiente al ecosistema presente en la región bajo estudio.

En la realización de esta Manifestación de Impacto Ambiental la empresa Grupo Selome conformó un equipo multidisciplinario, en el que sus integrantes cuentan con grados de licenciatura y maestría y han participado en por lo menos 5 estudios de impacto ambiental de carreteras. En este proyecto el equipo multidisciplinario conjuntó especialistas en edafología, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos, mismos que participaron en los trabajos de campo y gabinete para la realización del estudio.

CAPÍTULO II

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un libramiento poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán en el tramo que va de Tarimbaro a la Providencia, desde el Km. 0 + 000 hasta el Km. 50+000, con una longitud aproximada de 50+000 m, esperando dar servicio a un tránsito promedio diario anual de 4659 vehículos, con una composición de vehículos tipo A de 80%, tipo B de 5% y tipo C de 15%.

Las características geométricas obedecen a una Autopista tipo A2 de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la SCT, con una velocidad de proyecto de 110 km/h, una pendiente gobernadora del 2% y una pendiente máxima de 6%, el ancho de la calzada es de 7.00 m., el ancho total de corona es de 12.00 m con acotamientos de 2.50 m exteriores en cada sentido de circulación. La curvatura máxima es de 2°45'. El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de derecho de vía de 60m hasta el final del trazo con 40 m con 20 m a cada lado del eje.

El proyecto se desarrolla alrededor de varios puntos en donde la opción podría haber sido el corte excesivo, por lo que estudiando la zona se optó por poner el terreno al borde de las montañas, así el corte no fuera tanto y solamente se tuviera que hacer el necesario, por lo tanto la sección tipo se realiza en forma de balcón para poder realizar así bordear los terrenos montañosos. Se observa que se trata de recuperar todo el material obtenido de los bancos para terraplenes, no existe mucho desperdicio, también las obras de drenaje son menores como lo son, tubos de concreto o lámina mayores a 0.90 m y losas, que en algunos casos también son utilizadas como pasos superiores de ganado, además se tiene considerada la construcción de muros para retener los taludes de la carretera. En el kilómetro 6+375.084 se observa una transición de derecho de vía debido al tipo de proyecto para poder hacer una carretera de borde de pie, esto solamente es hasta el kilómetro 7+131.425, después se retoma la sección tipo anterior.

Como obras complementarias, se requerirá de apertura de caminos de acceso, instalación de campamentos, si lo considera necesario alguna de las empresas constructoras, ya que el trazo estará bien comunicado con algunas localidades, patios de maniobras y plantas de asfalto y la explotación de bancos de material pétreo.

II.1.1. Justificación y necesidad que atiende.

La construcción del libramiento oriente de Morelia, Michoacán, tiene como objetivo principal que los vehículos que desean llegar al otro lado de la ciudad para poder seguir su camino hasta otro destino, no tengan que pasar por el centro de esta misma, sobretodo los vehículos pesados no pierdan tiempo en el trayecto. Esta carretera comunica de forma más eficiente dos extremos de la ciudad, en cuanto al tiempo y rapidez, promoviendo el desarrollo económico de la región involucrada y que al mismo tiempo esta vialidad es la respuesta al gran número de vehículos que transitan por la zona y que actualmente deben hacerlo por el centro de la ciudad. Así mismo ésta construcción beneficiará a los pobladores, no teniendo el tráfico ocasionado por los vehículos de tránsito, se pretende realizar kilómetros anteriores al llegar al entronque de la ciudad para no convertir este libramiento en una alternativa de vía rápida. Siendo la capital del estado de Michoacán, la ciudad esta sobrepoblada, por lo que cualquier vía rápida debe de tener una fluidez adecuada, aunque no se puede tener una velocidad alta, el libramiento propuesto reducirá accidentes, ya que no transitarán vehículos pesados a una velocidad lenta. Esta nueva vía ayudará a mejorar los tiempos de cruce de la ciudad ofreciendo mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros que solamente cruzaban para llegar al extremo contrario.

Con el proyecto se pretende reducir los tiempos de recorrido, para vehículos de tránsito por la ciudad, mejorar los niveles de servicio en términos de mayor seguridad para los pobladores, en función a las mejoras en las características geométricas del proyecto, con respecto a las rutas actuales de transporte.

II.1.2. Infraestructura y componentes del proyecto.

Se contemplan dentro del proyecto: un entronque en el kilómetro para comenzar el libramiento, otro entronque en Capula y por último el entronque final con La Providencia. Además de 41 alcantarillas de tubo de concreto (tubo), 41 alcantarillas de tubo de lámina (tubo de lámina), 51 alcantarillas de losa o bóveda que hacen las funciones en algunos casos de pasos superiores vehiculares y de ganado y dos obras mayores 2 puentes.

A continuación se indican los sitios puntuales de construcción del entronque y de las obras de drenaje en coordenadas UTM.

ENTRONQUES

KM	TIPO	Coordenada X	Coordenada Y
0+000	Con Tarimbaro	273207	2 191 335
28+980	Con Capula	251373	2 176794
48+880	Con La Providencia	241177	2 161 549

OBRAS DE DRENAJE

planta	Km	estructura	dimensión
M			
1+000-2+000	1+148.61	Tubo de lámina	1.52
2+000-3+000	2+680.00	Losa	5 X 3.5
	2+848.00	Tubo	1.20
	2+900.00	Tubo de lámina	2.13
	3+000-4+000	3+044.50	Tubo de lámina
	3+800.00	Tubo de lámina	5.79
	4+000-5+000	4+260.00	Losa
	4+544.64	Tubo	1.05
	5+000-6+000	5+373.14	Tubo de lámina
	5+400.00	Tubo de lámina	3.70
		5+760.00	Tubo de lámina
		5+880.00	Losa
	6+000-7+000	6+385.00	Losa
	6+486.00	Tubo	1.05
	7+000-8+000	7+105.00	Tubo de lámina
	7+139.50	Tubo de lámina	2.13
		7+800.00	Tubo
8+000-9+000		8+460.00	Tubo
	8+872.68	Tubo	1.05
	8+900.00	Tubo	1.05
	9+000-10+000	9+220.00	Tubo de lámina
	9+514.40	Tubo de lámina	1.52
	10+000-11+000	10+046.20	Tubo de lámina
	10+080.00	Tubo de lámina	5.79
		10+620.00	Tubo de lámina
		10+906.50	Losa
	11+000-12+000	11+008.32	Tubo
	11+173.20	Tubo de lámina	4.42
		11+480.08	Tubo de lámina
		11+830.60	Losa
	12+000-13+000	12+382.50	Losa
	12+798.50	Tubo de lámina	4.42
		12+972.00	Tubo de lámina

13+000-14+000	13+360.00	Losa	5 X 3.50
14+000-15+000	14+300.00	Losa	4 X 2.50
	14+620.00	Tubo	1.2
	14+911.00	Tubo	1.05
15+000-16+000	15+140.00	Losa	4 X 2.5
	15+500.00	Tubo	1.05
	15+860.00	Losa	5 X 3.5
16+000-17+000	16+320.00	tubo de lámina	4.42
	16+500.00	Tubo de lámina	1.52
	16+765.80	2 tubos	1.05
17+000-18+000	17+108.47	Tubo de lámina	1.52
	17+265.50	Tubo de lámina	1.52
	17+420.00	Losa	5 X 3.5
18+000-19+000	18+160.00	Tubo de lámina	5.79
	18+185.57	Tubo de lámina	3.66
	18+940.00	Losa	5 X 3.5
19+000-20+000	19+928.00	Tubo de lámina	3.66
	19+945.00	Losa	6 X 4.5
20+000-21+000	20+296.73	Tubo de lámina	4.42
	20+440.00	Tubo	1.05
	20+740.00	Losa	5 X 3.5
21+000-22+000	21+129.00	Losa	5 X 3.5
	21+815.50	Losa	6 X 4.5
22+000-23+000	22+360.00	Losa	4 X 2.5
	22+680.00	Tubo de lámina	2.9
	22+864.00	Losa	5 X 3.5
	22+896.50	Tubo de lámina	2.74
	22+960.00	Tubo de lámina	2.74
23+000-24+000	23+560.00	Tubo de lámina	4.42
	23+ 808.65	Tubo de lámina	1.52
	23+840.00	PIV	2 vías
24+000-25+000	24+044.68	Tubo	1.05
	24+700.00	Losa	4 X 2.5
	24+820.00	Tubo	1.2
	24+889.69	Tubo	1.2
25+000-26+000	25+100.00	Losa	5 X 3.5
	25+324.04	Tubo	1.05
	25+718.00	Losa	4 X 2.5
	25+960.00	Tubo de lámina	2.13
26+000-27+000	26+072.67	Tubo de lámina	1.52
	26+291.35	PIV	2 vías
	26+509.05	Tubo de lámina	2.13
	26+673.44	Tubo de lámina	5.79

	26+908.89	Losa	1 X 1
27+000-28+000	27+175.72	Losa	4 X 2.5
	27+360.00	Losa	5 X 3.5
	27+740.00	Tubo	1.2
	27+880.00	PIV	2 vías
28+000-29+000	28+240.00	Tubo de lámina	2.13
	28+593.43	2 Tubos de lámina	3.51
29+000-30+000	29+200.00	PIV	2 vías
	29+680.00	PIV	2 vías
	29+737.38	Tubo de lámina	2.13
	29+900.00	Losa	5 X 3.5
30+000-31+000	30+180.00	Tubo	1.2
	30+220.00	Losa	6 X 4.5
	30+509.38	Tubo de lámina	3.66
	30+680.00	Tubo	1.05
31+000-32+000	31+037.51	Losa	6 X 4.5
	31+152.57	Tubo de lámina	1.52
	31+208.13	Tubo de lámina	1.52
	31+277.50	Losa	6 X 4.50
	31+735.71	Losa	6 X 4.50
	31+900.00	Tubo de lámina	2.13
	31+997.00	Tubo	1.05
32+000-33+000	32+600.00	Tubo de lámina	2.13
	32+660.00	Losa	5 X 3.5
33+000-34+000	33+030.00	PIV	2 vías
	33+748.00	tubo de lámina	5.79
	33+820.00	Tubo de lámina	1.52
34+000-35+000	34+160.00	Losa	4 X 2.5
	34+245.40	Tubo de lámina	2.13
	34+422.00	Tubo	1.05
	34+770.38	Tubo de lámina	1.52
	34+810.70	Tubo de lámina	1.52
	34+967.74	Tubo de lámina	4.11
35+000-36+000	35+340.00	Tubo	1.05
	35+606.00	Losa	6 X 4.5
	35+772.90	Tubo de lámina	2.13
	35+880.00	Tubo de lámina	1.52
36+000-37+000	36+052.15	Losa	4 X 2.5
	36+560.00	Tubo de lámina	2.90
	36+689.70	Tubo de lámina	1.52
	36+820.00	Losa	5 X 3.5
37+000-38+000	37+480.00	Losa	5 X 3.5
38+000-39+000	38+600.00	Tubo de lámina	6.86

	38+620.00	Tubo de lámina	1.52
39+000-40+000	39+380.00	Losa	5 X 3.5
	39+507.00	Tubo	1.2
	39+780.00	Tubo de lámina	5.79
	39+940.00	Tubo de lámina	2.13
40+000-41+000	40+420.00	Losa	5 X 3.5
	40+500.00	2 Tubos de lámina	1.83
	40+820.00	Losa	4 X 2.5
41+000-42+000	41+440.00	Losa	4 X 2.5
42+000-43+000	42+000.00	Tubo de lámina	2.13
43+000-44+000	43+340.00	Losa	6 X 4.5
	43+366.00	Tubo de lámina	1.52
	43+529.50	2 tubos	1.5
	43+578.70	Tubo de lámina	1.52
	43+841.00	Tubo de lámina	1.52
	44+000.00	Losa	5 X 3.5
44+000-45+000	44+109.50	Tubo de lámina	1.52
	44+220.00	Tubo de lámina	3.35
	44+300.00	Losa	4 X 2.5
	44+628.50	Tubo de lámina	1.98
	44+780.00	Losa	4 X 2.5
45+000-46+000	45+260.00	Losa	5 X 3.5
	45+400.00	Tubo	1.2
	45+506.50	Tubo de lámina	3.96
	45+660.00	Tubo	1.05
46+000-47+000	46+154.70	Tubo	1.2
	46+280.00	Losa	5 X 3.5
	46+300.00	Tubo	1.2
	46+400.00	Tubo	1.05
	46+456.00	Tubo de lámina	1.52
	46+537.00	Tubo	1.05
	46+824.50	Tubo	1.05
	46+890.00	Losa	4 X 2.5
	46+960.00	Tubo	1.05
47+000-48+000	47+080.00	Tubo	1.05
	47+367.00	Tubo	1.05
	47+400.00	Losa	4 X 2.5
	47+534.00	2 tubos	1.5
	47+663.29	Tubo	1.05
48+000-49+000	48+014.00	Tubo	1.2
	48+120.00	Losa	6 X 4.5
	48+201.20	Tubo de lámina	2.13
	48+440.00	Losa	4 X 2.5

PUENTES

ID	tramo Km. al Km.	Estructura	dimensión m	Km	coordenada X	coordenada Y
1	6+000-7+000	Puente Sn Marcos		6+732.80	267232	2189183
2	43+000-44+000	Puente	20	43+655.00	244292	2165673

Se requerirán servicios complementarios, como la apertura de caminos de acceso, como parte del proceso constructivo para puentes y bancos de préstamo. Actualmente hay algunas vías para acceder a los frentes, las cuales se utilizarán preferentemente. En el caso de la apertura de nuevos caminos de acceso, la empresa que realice la obra deberá tomar en cuenta no dañar al ecosistema y solo abrir los necesarios. No se conoce la ubicación, ni las dimensiones de estos caminos, ya que es la empresa constructora quien los determina según los procedimientos constructivos que haya planteado en su propuesta técnica y económica para la licitación de obra. Por lo tanto, en la parte correspondiente a las medidas de mitigación en este documento, se plantean acciones específicas para estos casos. Se cuenta con 3 bancos de materiales, los cuales se explotarán a cielo abierto con utilización de maquinaria pesada.

Se cumplirán con las condiciones de salubridad e higiene para lo cual deberán de contar con sanitarios suficientes para los trabajadores (1 por cada 20), ser portátiles.

Se contará con patios de maquinaria y almacenes en los frentes de obra (estos se encontrarán cerca de la construcción del puente preferentemente), los cuales también cumplirán con las especificaciones señaladas en el Manual Operativo. Su ubicación deberá de ser fuera de los centros de población y estará avalado por la supervisión y las autoridades municipales.

Además del movimiento de tierras para la construcción de los terraplenes y la realización de cortes, se tienen las obras de drenaje superficial, como los lavaderos, bordillos y cunetas para cuya construcción se requiere de concreto hidráulico. Para la construcción de las capas del pavimento se requerirá material de banco, es decir roca de buena calidad con diferente calibre de cribado, principalmente para las capas de base y carpeta asfáltica que se construye con cemento asfáltico.

II.1.3. Inversión requerida

Se estima que para la realización de este proyecto se requieren de aproximadamente 22'000,000 (Veintidos millones de pesos) por kilómetro de carretera, lo que da una inversión total aproximada de \$1,100,000,000.00 (Mil cien millones de pesos).

II.1.3. Localización geográfica precisa

El proyecto se localiza en el Estado Mexicano de Michoacán al poniente de la ciudad de Morelia. Cruza por los municipios de Tarimbaro, Morelia, Lagunillas y Huiramba. El inicio del cadenamiento esta localizado al este de la localidad urbana mas cercana Tarimba El inicio del cadenamiento esta localizado al norte de la ciudad de Morelia, entroncando con la carretera federal México-Morelia en el poblado de Tarímbaro (Figura II.1). Las localidades urbanas más cercanas al trazo son Rancho Nuevo, Hacienda de Guadalupe, Chiquimitío, Cuto de la Esperanza, Tacícuaro, Capula, Lagunillas y Huilamba.

Las coordenadas UTM en el inicio del cadenamiento son X= al final del cadenamiento se tienen las coordenadas X=Las coordenadas UTM en el inicio del cadenamiento son X = 273207 , Y= 2 191335; al final del cadenamiento se tienen las coordenadas X = 241134 y en Y = 2161521. La ubicación de la carretera se representa en la figura II.1 correspondiente a un croquis de ubicación con respecto a la ciudad de Morelia, Michoacán y en la figura II.2 con respecto a los municipios.

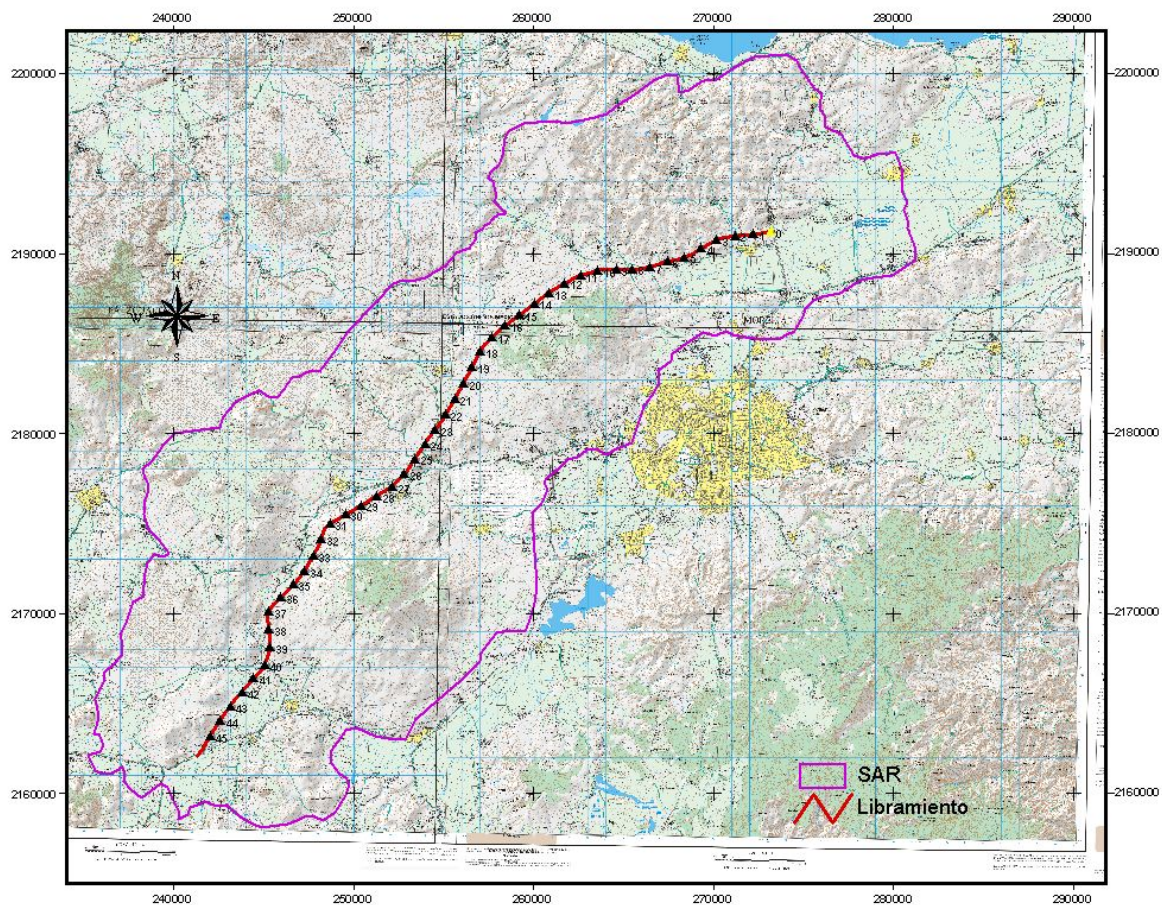


Figura II.1.- Croquis de localización del trazo del proyecto respecto a la Ciudad de Morelia, Mich.

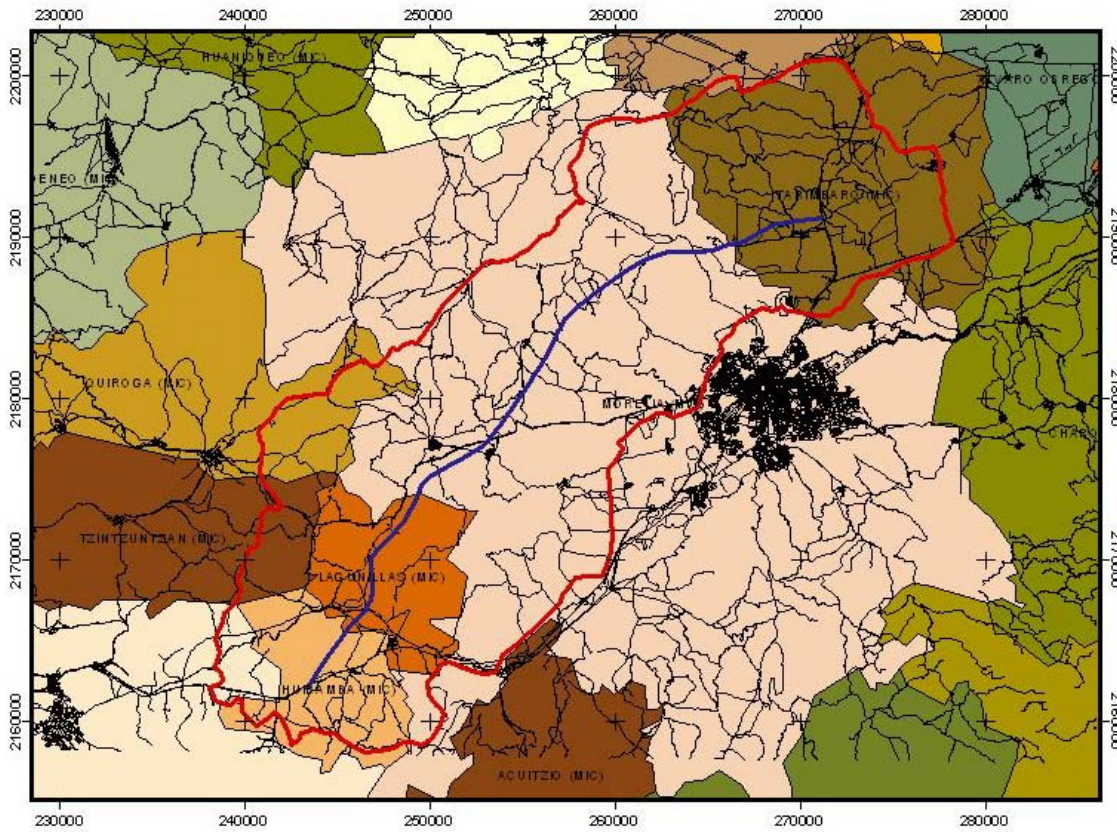


Figura II.2.- Ubicación del proyecto con respecto a los municipios por donde cruza.

Ubicación del proyecto con respecto a cuencas y subcuencas, áreas naturales protegidas y regiones terrestres prioritarias.

El proyecto pasa por varias subcuencas y a continuación se muestran en un cuadro.

NOMBRE	CADENAMIENTO	AREA (HA)
Copandero	0+000-7+500	160,895.89
Cointzio	7+500-14+000	634,773.30
El Porvenir-Titistaran	14+000-15+500	6,737.80
Cointzio	15+500-28+500	634,773.30
Tiricato	28+500-50+000	64,304.78

Al nivel del SAR (sistema ambiental regional) entre en una subcuenca denominada San Isidro con una area de 28,331.10 al sureste de esta.

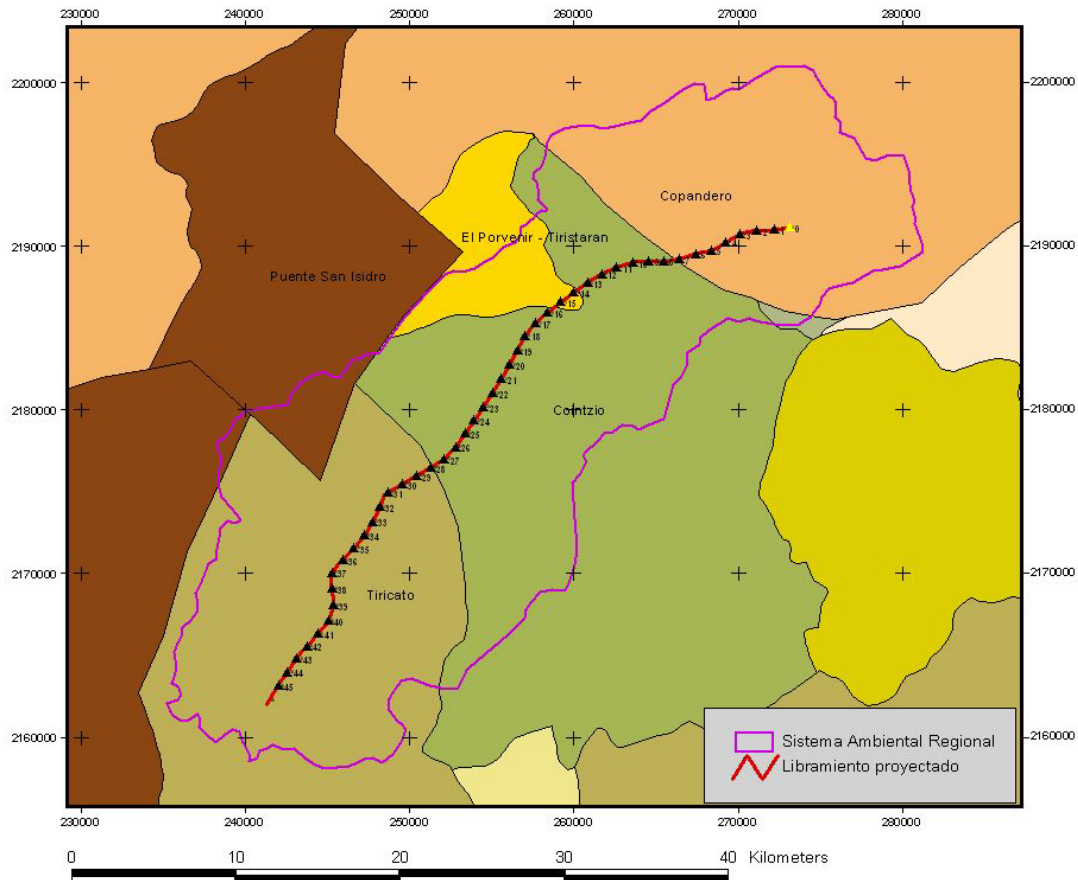


Figura II.3a.- Ubicación del proyecto con respecto a las subcuencas.

a) *Región Terrestre Prioritaria (RTP)*

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental dentro del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza del ecosistema y específica, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. La RTP más cercana se localiza en su punto más próximo a 23.12 Km al noreste de proyecto denominada como Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo.

b) *Región Hidrológica Prioritaria (RHP)*

Con base en la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), dentro de su Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, el proyecto se encuentra en la RHP centro denominada Pátzcuaro y cuencas endorréicas cercanas.

c) *Área Natural Protegida (ANP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) ó Reserva Ecológica*

La finalidad de estas áreas es la conservación de hábitats de flora y fauna para procurar la conservación de las especies y la protección de la biodiversidad en nuestro país. Particularmente de la conservación de hábitats para anidamiento y percha de aves en el caso de las AICAS. El proyecto toca dos AICAS: los primeros 3 Km (0+000-3+000) cruzan la porción distal sur del AICA denominada Cuitzeo y los últimos 20 Km (30+000-50+000) se localiza en la porción distal este del AICA denominada Pátzcuaro.

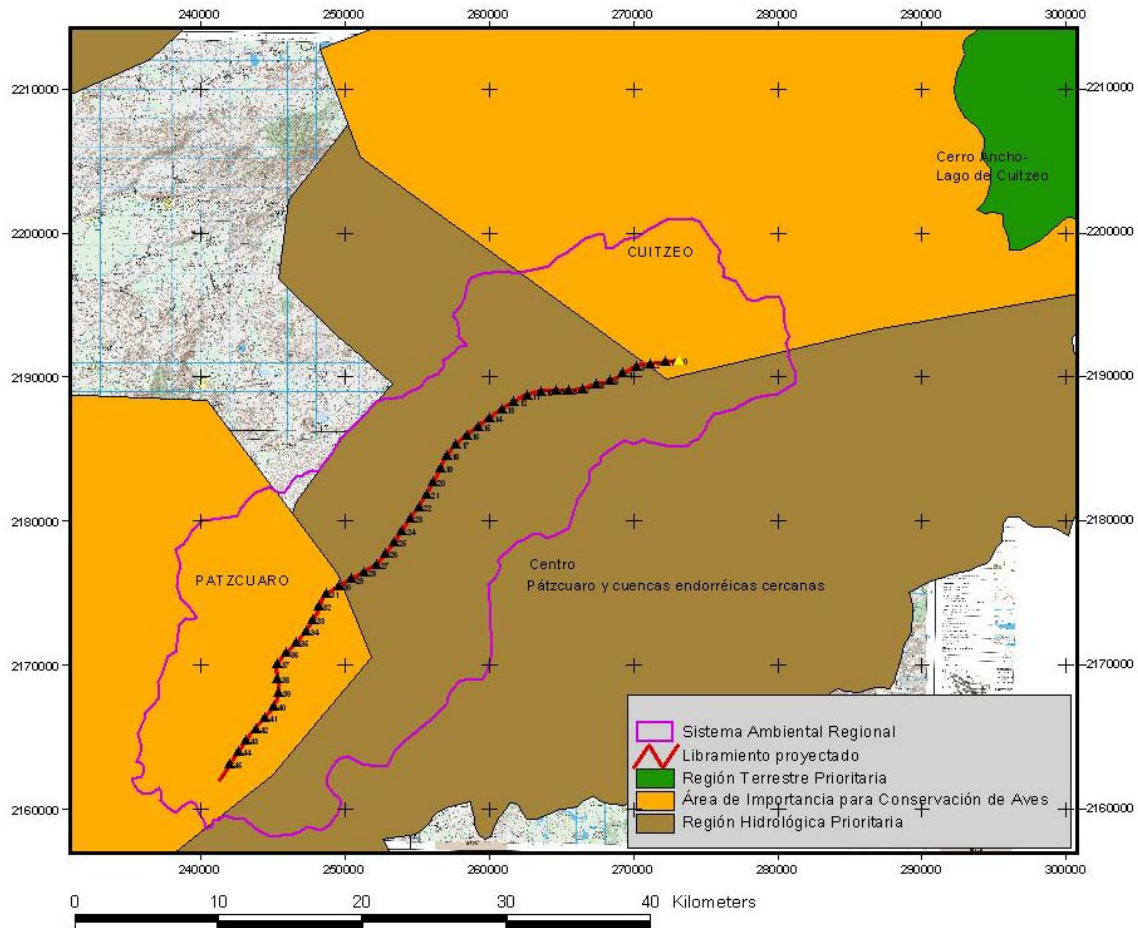


Figura II.3b.- Ubicación del proyecto con respecto a las áreas prioritarias identificadas en la región

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un libramiento poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán, desde el Km. 0+000 hasta el Km. 50+000, con una longitud de 50 000 m, esperando dar un servicio a un tránsito promedio diario anual de 4659 vehículos, con una composición de vehículos tipo A de 80%, tipo B de 05% y tipo C de 15%. Las características geométricas obedecen a una Autopista tipo A2 de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la SCT, con una velocidad de proyecto de 110 km/h, una pendiente gobernadora del 2% y una pendiente máxima de 6%, el ancho de la calzada es de 7 m y con 2 carriles de 3.50 m por cada sentido; el ancho total de corona es de 60.00 m con acotamientos de 2.50 m exteriores en cada sentido de circulación. La curvatura máxima es de 2°45'. El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de vía de 60 m, 40 m y 20 m de cada lado del eje. El área de despalme que es el área en donde se realizarán los cortes y terraplenes denominada de ceros. Esta área generalmente abarca un 30% del derecho de vía, por lo que se estima que la superficie que será afectada por las obras (áreas dentro de los ceros del proyecto) es de aproximadamente 90 Ha.

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

El combustible a utilizar será básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres donde se almacena alguna cantidad en condiciones de seguridad y donde resulte más económico y práctico llevar a cabo el almacenaje, en las condiciones adecuadas y de seguridad aplicables, para el funcionamiento de la maquinaria en los frentes de trabajo. Cuando no sea necesario el almacenaje se abastecerán los equipos de las estaciones de servicio de la comunidad cercana.

Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SCT y a la NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), ésta será suministrada a los frentes de trabajo en pipas de agua y bidones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que en esta etapa del proyecto se requerirán del orden de 40 m³/ día. Parte de los servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos en los poblados que se localicen cercanos a la zona. Para el trabajo de terracerías se requieren en promedio 650 m³/día, esta cantidad de agua contempla conformación de terraplenes en obra y bancos de tiro, así como en la conformación de subrasante y compactación en corte.

Se requerirán servicios complementarios, como la apertura de caminos de acceso, como parte del proceso constructivo para puentes y bancos de préstamo; actualmente hay algunas vías para acceder a los frentes, las cuales se utilizarán preferentemente. En el caso de la apertura de nuevos caminos de acceso, la empresa que realice la obra deberá tomar en cuenta no dañar al ecosistema y solo abrir los necesarios. No se conoce la ubicación ni las dimensiones de estos caminos, ya que es la empresa constructora quien los determina según los procedimientos constructivos que haya planteado en su propuesta técnica y económica para la licitación de obra. Por lo tanto, en la parte correspondiente a las medidas de mitigación en este documento, se plantean acciones específicas para estos casos.

II.2.1. Programa de trabajo

Cuadro II.1.- Programa de trabajo tentativo a ejecutarse a lo largo de 5 años aproximadamente.

ACTIVIDAD	MESES														
	04	08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
DESMONTE Y DESPALME	■	■	■	■	■	■									
ALCANTARILLAS				■	■	■	■	■	■	■	■				
TERRACERIAS		■	■	■	■	■	■	■	■	■					
PUENTES				■	■	■	■	■	■	■					
PAVIMENTO						■	■	■	■	■	■	■			
OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL											■	■	■	■	
SEÑALAMIENTO VIAL														■	■

II.2.1.1. Actividades para la preparación del sitio y construcción

Preparación del sitio

Los preparativos previos son el trazo en campo del eje utilizando brigadas de topógrafos, la obtención de las autorizaciones necesarias, la adquisición del derecho de vía (liberación) y la licitación de la obra.

Previo a la actividad central del movimiento de tierras se deberá hacer el desmonte para lo cual se utiliza: tractor de orugas, tractor Terex 82-40 u otro similar, camión de volteo de 12 m³, la longitud total de la obra se dividirá en tramos de 1 km con longitud de ataque de 100 m y, como fase previa a las operaciones constructivas, es necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, fase que se denomina desmonte cuando se refiere a árboles y arbustos y despalme cuando se refiere a la eliminación de una capa superficial de terreno, incluidos los matorrales y hierba.

En esta área al inicio del cadenamamiento (0+000 al 2+300) se tiene una zona de valle fluvial del río San Marcos donde no se requerirán cortes, seguido de un complejo cerril de lomeríos bajos (km 2+300 al 6+000) donde se requerirán varios cortes del terreno. Del km 6+000 al 6+500 el proyecto cruza de nuevo por el valle fluvial del río San Marcos donde no se requieren cortes, a diferencia de lo que ocurre entre el km 6+500 y el 14+000, donde el trazo cruza por el piedemonte de un volcán escudo conocido como el Cerro Quinceo. Del km 14+000 al 20+000 el trazo continua por una zona de piede monte, correspondiente a un segundo volcán escudo conocido como Las Tetillas del Quinceo donde se requieren cortes y nivelaciones del terreno. El trazo sigue por un valle intermontano entre los km 20+000 al 27+500 donde no requiere cortes de terreno, para continuar hacia el cerro El Águila, donde cruza por su piedemonte entre el km 27+500 al 40+000, requiriendo una serie de cortes. Finalmente, hacia la parte Terminal del trazo, se cruza por el valle del río Tupátaro, entre el 40+000 al 42+500 donde no se realizarán cortes, hasta llegar al piedemonte del cerro El Molcajete del km 42+500 al 50+000, donde se realizarán cortes del terreno.

Se estima que del total del derecho de vía, solamente será necesario desmontar aproximadamente el 30%, correspondiente al área de cerros del proyecto, que corresponde aproximadamente a 90 Ha. Aunado a esta superficie, se le deberán agregar las superficies afectadas por los caminos de acceso que deban ser abiertos. No obstante éstos no están aún determinados pues es la contratista al momento de realizar la obra la que los define según convenga al proyecto, pues estarán en función del número de frentes que se abran en forma simultánea y el número y ubicación de los sitios de tiro y bancos. De tal manera que solamente es factible estimar el área a desmontar para ésta vía de comunicación de forma aproximada, la que estará dada por el ancho entre línea de cerros,

esto es el ancho de corona más el ancho de los taludes. Debe considerarse un desmonte no solo a lo largo del eje del proyecto, también en los caminos de acceso y el ocasionado por el material de cimentación de puentes, además del área en bancos de tiro. En el área del proyecto se removerá la capa superficial de suelo orgánico empleando un tractor de oruga, seguido del tractor Terex 82-40 o similar, el cual procederá a mover el material a los lados de la línea de ceros (acamellonado) y/o del área de maniobras.

Construcción

a) *Descripción general de las obras civiles a realizar.*

El proyecto consiste en la construcción de un libramiento al oriente de la ciudad de Morelia, Michoacán, que va de Tarimbaro a La Providencia, desde el Km. 0+000 hasta el Km. 50+000 con una longitud de 50 Km. Esperando dar servicio a un tránsito promedio diario anual de 4659 vehículos con una composición de vehículos tipo A de 80%, tipo B de 0.5% y tipo C de 15%. Las características geométricas obedecen a una Autopista tipo A2 de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la SCT (figura II.4a).

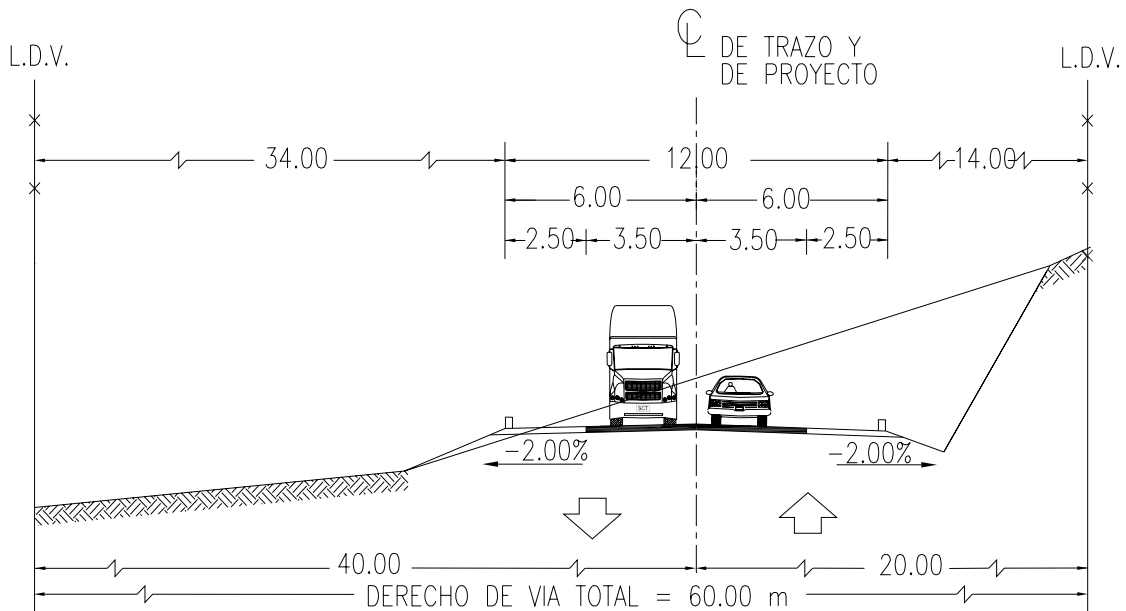


Figura II.4a.- Sección tipo del proyecto, carretera A2

El proyecto se desarrolla alrededor de varios puntos en donde la opción podría haber sido el corte excesivo, por lo que estudiando la zona se optó por poner el terreno al borde de las montañas, así el corte no fuera tanto y solamente se tuviera que hacer el necesario, por lo tanto la sección tipo se realiza en forma de balcón para poder realizar así bordear los terrenos montañosos. Se observa que se

trata de recuperar todo el material obtenido de los bancos para terraplenes, no existe mucho desperdicio, también las obras de drenaje son menores como lo son, tubos de concreto o lámina mayores a 0.90 m y losas, que en algunos casos también son utilizadas como pasos superiores de ganado, además se tiene considerada la construcción de muros para retener los taludes de la carretera.

En el kilómetro 6+375.084 se observa una transición de derecho de vía debido al tipo de proyecto para poder hacer una carretera de borde de pie, esto solamente es hasta el kilómetro 7+131.425 (figura II.4b), después se retoma la sección tipo anterior.

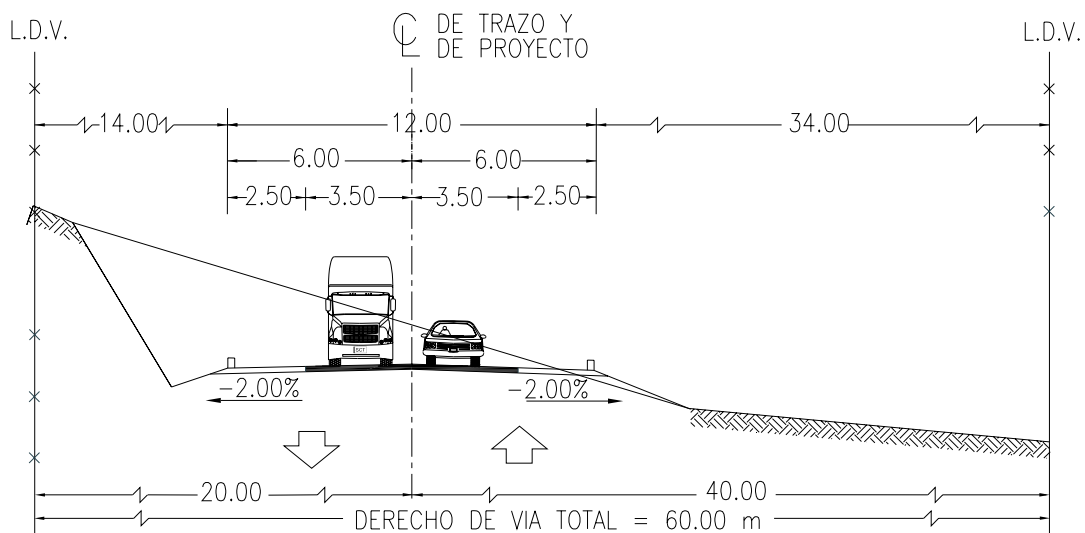


Figura II.4b.- Sección tipo del proyecto, carretera A2

Se considera la construcción de un entronque en el kilómetro 0+000 con Tarimbaro para comenzar el libramiento, otro entronque en Capula en el kilómetro 28+980 y por último en el kilómetro 48+880 el entronque final con La Providencia. Además de 41 alcantarillas de tubo de concreto (tubo), 41 alcantarillas de tubo de lámina (tubo de lámina), 51 alcantarillas de losa o bóveda que hacen las funciones en algunos casos de pasos superiores vehiculares y de ganado y dos obras mayores 2 puentes.

Además de la utilización del material producto de la excavación, se consideran los siguientes bancos de material que pueden llegar a ser utilizados en las terracerías y estructuras del pavimento de la Autopista, aunque es responsabilidad de cada empresa constructora encargada de la explotación de tales bancos, la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental para cada uno de ellos.

Cuadro II.2.- Relación de bancos de préstamo que pueden ser utilizados para este proyecto.

Nombre del banco	cadenamiento	desviación	volumen aprovechable (m ³)	clasificación
La Laguna	0+000	13,900 m desv. derecha	60 000	20-80-00
La Unidad	0+850	100 m Desv. ambos lados.	100 000	40-60-00
Rancho Nuevo	5+000	100 m Desv. ambos lados.	90 000	20-80-00
El Corral	5+600	100 m. Desv. derecha	60 000	40-60-00
La Ermita	7+900	100 m Desv. izquierda	50 000	20-80-00
Chiquimitio	9+900	100 m. Desv. izquierda	60 000	20-80-00
La Tuna	16+800	100 m Desv. izquierda	100 000	40-60-00
La Concha	22+880	2,400 m Desv. izquierda	800 000	40-60-00
El Malacate	23+830	5,500 m Desv. derecha	500 000	40-60-00
Cerritos	26+300 y/o 28+980	1,100 m Desv. izquierda y/o 2,500 m desv. izquierda	300 000	40-60-00
Iratzio	35+200	400 m. desv. izquierda	400 000	40-60-00
El Tigre	36+830	8,000 m desv. derecha	500 000	40-60-00
La Caja	42+160	1,000 m. desv. derecha	200 000	40-60-00
El Cañaveral	43+000	100 m desv. izquierda	100 000	00-70-30
La Laguna	0+000	13,900 m desv. derecha	60 000	20-80-00

Descripción del procedimiento de construcción de cada una de las obras que constituyen el proyecto.

Etapa de construcción

La principal actividad, consiste en el “movimiento de tierras”, necesario para conseguir una superficie uniforme que se constituirá en la base de la capa de rodamiento de los vehículos. Dicho movimiento consiste en hacer “cortes” de material pétreo en las partes elevadas y transportarlo a las partes bajas para formar “terraplenes” consiguiendo con ello una superficie geométrica, los faltantes de material, en donde los hubiese, se habrán de completar con material proveniente de bancos de préstamo, si hubiese material sobrante habrá de retirarse a los bancos de tiro. Este movimiento compensatorio es la curva masa, una solución ideal sería aquella en que los volúmenes de corte fuesen iguales a los requeridos para formar los terraplenes.

Cuando el corte es excesivamente alto se sustituye por un túnel, la proporción entre alturas usualmente está por 1 a 10, el túnel produce menos material por compensar que el corte. Análogamente cuando se requiere un terraplén de gran altura se substituye por un “viaducto o puente”.

La capa superior del cuerpo formado habrá de pavimentarse y terminarse con una carpeta asfáltica, esta última constituye la superficie que sustenta el tránsito.

La obra se complementa con elementos estructurales para los entronques, puentes y pasos a desnivel. Asimismo, con dispositivos y señales que facilitan la conducción y propician seguridad de operación.

Los entronques y pasos a desnivel se consiguen formando rampas con la misma terracerías, por los que se elevan (o descienden) los vehículos, el paso de una a otra rampa se efectúa sobre elementos estructurales, esencialmente de concreto, algunos colados en el sitio y otros prefabricados. Estas estructuras unen dos o más de dichas rampas.

Drenaje menor

Antes de iniciar la construcción de los tramos de terracerías compensadas, se deberá haber concluido la construcción de las obras de drenaje menor dentro de cada frente de ataque, para ello, previamente, la obra de drenaje será cubierta con material adecuado para formar los terraplenes y compactada por medios manuales.

En el presente caso, se ha hecho una estimación cuantitativa de las obras de drenaje por comparación con proyectos similares, el tipo de obra propuesto en los diferentes tramos está determinado por la topografía de cada zona. En aquellas partes de pendiente media se ha previsto

poner tubos de concreto de al menos 0.90 metros de diámetro y finalmente, en las zonas con mayor flujo de agua se colocarán dos o más tubos de concreto o alcantarillas construidas mediante una losa de concreto o bóvedas. En ningún caso se contempla modificar o alterar la red de drenaje natural, ni construir obras cuya capacidad sea menor a la del escurrimiento al que dan paso.

Cortes.

Las excavaciones en las zonas de corte son ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte, las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal que el desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes. Los cortes y sus características se presentan en los mapas y planos del capítulo VIII.

Asimismo, los volúmenes de materiales que serán extraídos en cada corte se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro II.3.- Volúmenes de cortes contemplados para la obra.

KILOMETRAJE			APROVECHADO	DESPERDICiado	CADENAMIENTO DE BANCOS	NOMBRE
		m ³	m ³	m ³		
0+000-1+000	excavación	87164	87164	0		
	préstamo	4352			banco 22+880	La Concha
1+000-2+000	excavación	23368	23368	0		
	préstamo	11597			banco 22+880	La Concha
2+000-3+000	excavación	2446	2446	0		
	préstamo	12168			banco 22+880	La Concha
3+000-4+000	excavación	154346	154346	0		
	préstamo	11720			banco 22+880	La Concha
3+000-4+000	excavación	33452	33452	0		
	préstamo	11932			banco 22+880	La Concha
4+000-5+000	excavación	33452	33452	0		
	préstamo	11932			banco 22+880	La Concha
5+000-6+000	excavación	28476	28476	0		
	préstamo	8327			banco 22+880	La Concha
6+000-7+000	excavación	152196	151616	508		
	préstamo	9067			banco 22+880	La Concha
7+000-8+000	excavación	88408	88408	0		
	préstamo	11677			banco 22+880	La Concha

KILOMETRAJE			APROVECHADO	DESPERDICiado	CADENAMIENTO DE BANCOS	NOMBRE
		m ³	m ³	m ³		
8+000-9+000	excavación	2906	2906	0		
	préstamo	12202			banco 22+880	La Concha
9+000-10+000	excavación	17691	17691	0		
	préstamo	11803			banco 22+880	La Concha
10+000-11+000	excavación	0	0	0		
	préstamo	15845			banco 22+880 y banco 9+900	La Concha y Chiquimitio
11+000-12+000	excavación	3836	3836	0		
	préstamo	21390			banco 22+880 y banco 9+900	La Concha y Chiquimitio
12+000-13+000	excavación	26118	26101	17		
	préstamo	11778			banco 22+880	La Concha
13+000-14+000	excavación	21458	21458	0		
	préstamo	11815			banco 22+880	La Concha
14+000-15+000	excavación	6253	6253	0		
	préstamo	12381			banco 22+880	La Concha
15+000-16+000	excavación	2869	2869	0		
	préstamo	12187			banco 22+880	La Concha
16+000-17+000	excavación	27542	27542	0		
	préstamo	24995			banco 22+880 y banco 16+800	La Concha y La Tuna
17+000-	excavación	355	355	0		
18+000	préstamo	30944			banco 22+880 y banco 16+800	La Concha y la Tuna
18+000-19+000	excavación	40085	23984	16101		
	préstamo	11834			banco 22+880	La Concha
19+000-20+000	excavación	45418	45418	0		
	préstamo	11731			banco 22+880	La Concha
20+000-21+000	excavación	10720	10720	0		
	préstamo	19636			banco 22+880	La Concha
21+000-22+000	excavación	51598	51598	0		
	préstamo	12968			banco 22+880	La Concha
22+000-23+000	excavación	45	45	0		
	préstamo	12293			banco 22+880	La Concha
23+000-24+000	excavación	22947	22947	0		
	préstamo	11925			banco 22+880	La Concha
24+000-25+000	excavación	48326	46054	2272		
	préstamo	10970			banco 22+880	La Concha
25+000-26+000	excavación	10074	10074	0		
	préstamo	12122			banco 26+300	Cerritos
26+000-27+000	excavación	18703	18041	662		

KILOMETRAJE			APROVECHADO	DESPERDICiado	CADENAMIENTO DE BANCOS	NOMBRE
		m ³	m ³	m ³		
	préstamo	11874			banco 26+300	Cerritos
27+000-28+000	excavación	46857	42382	4475		
	préstamo	11727			banco 26+300	Cerritos
28+000-29+000	excavación	20654	20238	416		
	préstamo	7678			banco 26+300	Cerritos
29+000-30+000	excavación	7417	2928	4489		
	préstamo	8969			banco 26+300	Cerritos
30+000-31+000	excavación	27408	25138	2270		
	préstamo	11917			banco 35+200	Iratzio
31+000-32+000	excavación	6199	4538	1651		
	préstamo	12110			banco 35+200	Iratzio
32+000-33+000	excavación	87439	82741	4698		
	préstamo	11861			banco 35+200	Iratzio
33+000-34+000	excavación	169352	167093	2259		
	préstamo	11600			banco 35+200	Iratzio
34+000-35+000	excavación	2089	2089	0		
	préstamo	12223			banco 35+200	Iratzio
35+000-36+000	excavación	16217	5728	10489		
	préstamo	11940			banco 35+200	Iratzio
36+000-37+000	excavación	388	0	388		
	préstamo	12410			banco 35+200	Iratzio
37+000-38+000	excavación	32764	13728	19036		
	préstamo	11373			banco 35+200	Iratzio
38+000-39+000	excavación	28743	28743	0		
	préstamo	11913			banco 35+200	Iratzio
39+000-40+000	excavación	70866	70866	0		
	préstamo	11939			banco 35+200	Iratzio
40+000-41+000	excavación	36120	35654	466		
	préstamo	11899			banco 42+160	La Caja
41+000-42+000	excavación	112410	112410	0		
	préstamo	11813			banco 42+160	La Caja
42+000-43+000	excavación	102160	95037	7123		
	préstamo	9448			banco 42+160	La Caja
43+000-44+000	excavación	17025	12847	4178		
	préstamo	11673			banco 42+160	La Caja
44+000-45+000	excavación	9494	9494	0		
	préstamo	12094			banco 42+160	La Caja
45+000-46+000	excavación	54674	44592	10082		

KILOMETRAJE		m ³	APROVECHADO m ³	DESPERDICiado m ³	CADENAMIENTO DE BANCOS	NOMBRE
	préstamo	11507			banco 42+160	La Caja
46+000-47+000	excavación	30761	24855	5906		
	préstamo	14911			banco 42+160	La Caja
47+000-48+000	excavación	14482	7925	6557		
	préstamo	26423			banco 42+160	La Caja
48+000-49+000	excavación	95	0	95		
	préstamo	32085			banco 42+160	La Caja
Total	excavación					
Total	préstamo	662978				
Total	aprovechado					
Total	desperdicio					

Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes será removido y 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 determinado en el proyecto.

Acarreo

El transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación del terraplén es lo que se denomina acarreo. Acarreo libre o no pagado es el efectuado hasta una distancia de 20 m del corte, el excedente es el denominado sobre acarreo y este se hace en camiones de caja (Materialistas o de volteo) El sobre acarreo de los materiales se considera como sigue:

- Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m (1 Hm) contados a partir del origen.
- Hasta 500 m (5 Hm) contados a partir del origen.
- En los préstamos de banco, la distancia es partir del centro del lugar de excavación del préstamo al terraplén, sobre la ruta más corta y/o conveniente, a juicio de la SCT.
- En los desperdicios, derrumbes, despalmes, escalones, ampliación, abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes a los sitios de tiro, se mide a partir del centro de lugar de excavación o derrumbe, sobre la ruta accesible más corta y/o conveniente, según la SCT.
- Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los escurrimientos o cuerpos de agua cercanos al trazo.

Terraplén

El terraplén es una estructura formada con material producto de corte, sobre la misma terracería, o proveniente de un banco de préstamo, dentro de éstas se consideran también las cuñas contiguas a los estribos de puentes y las rampas en entronques o pasos a desnivel.

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes con material de corte, se rellenarán los huecos motivados por el desenraíce, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante. La formación del cuerpo del terraplén se llevará a cabo tendiendo una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm, en todo el ancho entre línea de ceros y en 20 m de longitud. Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 l/m³ de material y se someterá la capa regada al tránsito de un tractor de oruga con garra y peso de 20 ton, pasando tres veces por cada uno de los puntos que formen la superficie.

Se compactará al 90% la capa con la ayuda de la maquinaria llamada pata de cabra, con la misma se procederá a raspar y aplanar el terreno con la cuchilla o bien con una motoconformadora.

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 PVSM según la prueba Próctor. El procedimiento a seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este párrafo.

La capa subrasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería 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.

Estructuras del pavimento

Estructuras del pavimento son el conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, dichas capas son (Figura II.5):

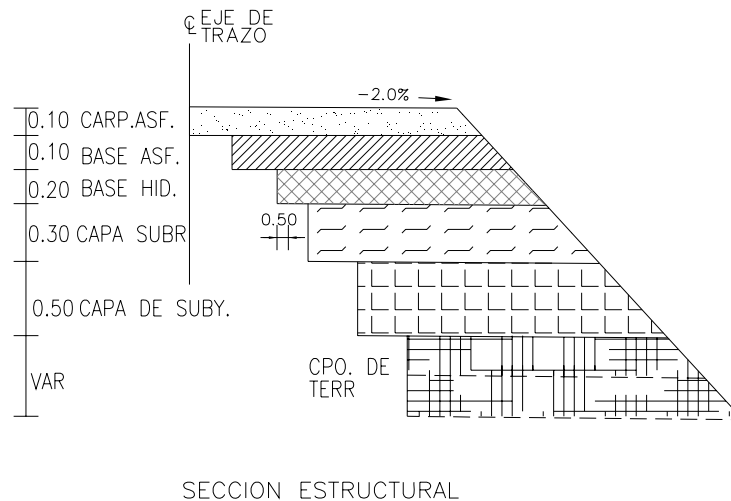


Figura II.5.- Esquema de la estructura del pavimento contemplada en este proyecto.

- *Sub-base hidráulica.*

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

Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.3 m de espesor. El material que forme esta capa, se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m. En caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer 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.

Cada capa extendida se compactara hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificara 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. 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.

Para dar por terminada la construcción de la sub-base, se verificaran el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo proyectado.

- *Base hidráulica.*

Sobre la sub-base terminada se construirá la capa correspondiente a la base hidráulica de 0.20m de espesor utilizando material de bancos seleccionados para este fin. Esta capa se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. según prueba Pórtter estándar. El procedimiento de construcción será el mismo de la subbase, tomando en cuenta las especificaciones antes mencionadas en esta sección.

- *Riego de impregnación.*

Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfáltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfáltico cuando la base se encuentre mojada. Se hará el riego con material asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.4 lt/m² aproximadamente, por medio de una petrolizadora. La superficie impregnada deberá cerrarse al tránsito por 24 horas siguientes a su terminación.

- *Riego de liga.*

Sobre la base impregnada, se aplicará en todo lo ancho de la sección un riego con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 lt / m² haciendo uso de una petrolizadora.

- *Carpeta de concreto asfáltico.*

Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor elaborada en la planta y en caliente con los materiales procedentes de los bancos más cercanos y cemento asfáltico N° 6 con una dosificación aproximada de 100 lt/m³ de material pétreo seco y suelto, debiendo compactar el material al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.

- *Riego de sello.*

Se aplicará un material asfáltico, que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Los materiales asfálticos que se empleen, serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de aplicar el riego de sello la superficie por tratar deberá estar seca y será barrida para dejarla exenta de materias extrañas. Se dará el riego del material asfáltico en todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-A, a razón de 10 lt/m². Se cubrirá el riego de material asfáltico por una capa de material pétreo con esparcidores mecánicos. A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones.

Puentes

Los puentes que se pretenden construir serán para salvar el cauce de ríos y canales. En este caso el primer puente se construirá en el km 6+732.8 para librar el cauce del río San Marcos; el segundo puente se construirá en el km 43+655.00 y será un puente de 20 metros para librar un canal de riego. Todos los puentes requieren un diseño particular, y a la fecha aún no se cuenta con el proyecto definitivo de dicho puente. Se estima que dada la topografía suave de la zona, el acceso al sitio se hará a través de la misma terracería en construcción, necesitándose además un espacio de recepción y almacenamiento temporal de varios componentes y materiales que intervienen en su construcción.

La construcción de la superestructura de los puentes se caracterizará por la colocación de elementos de concreto reforzados y prefabricados, principalmente serán vigas para salvar los claros existentes entre pilas para que después de ser colocadas mediante grúas, se construya una losa de concreto reforzado sobre estas vigas y que finalmente se coloque una carpeta asfáltica como superficie de rodamiento. El esquema general de un puente se muestra en la sección de la figura II.6.

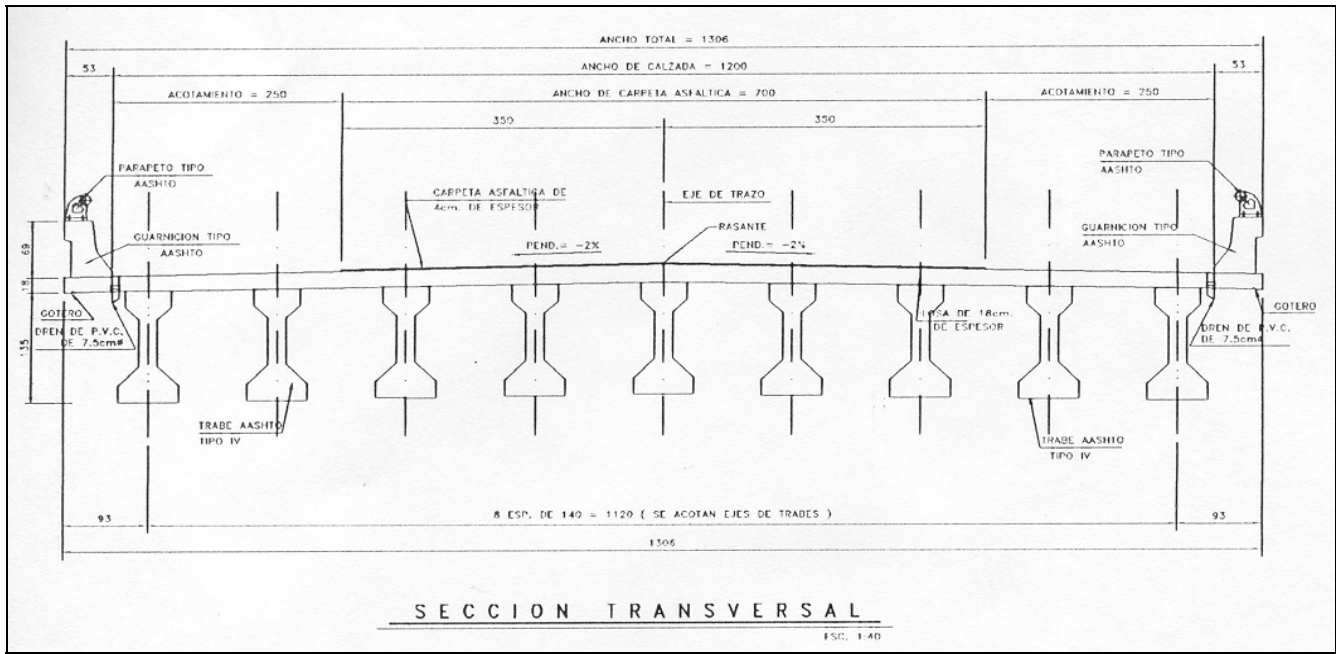


Figura II.6.- Sección transversal típica de un puente en construcción.

Cimentación y subestructura de puentes

La cimentación consiste en la excavación bajo la zona de estribos y de pilas hasta alcanzar una capa de material pétreo sano, de buena resistencia, en cualquier caso la base debe producir sobre el terreno cargas superiores a las 300 Toneladas por m² y la base quedar sobre el nivel del NAME o bien enterrada para evitar la socavación del terreno bajo el nivel de desplante (Figura II.7).

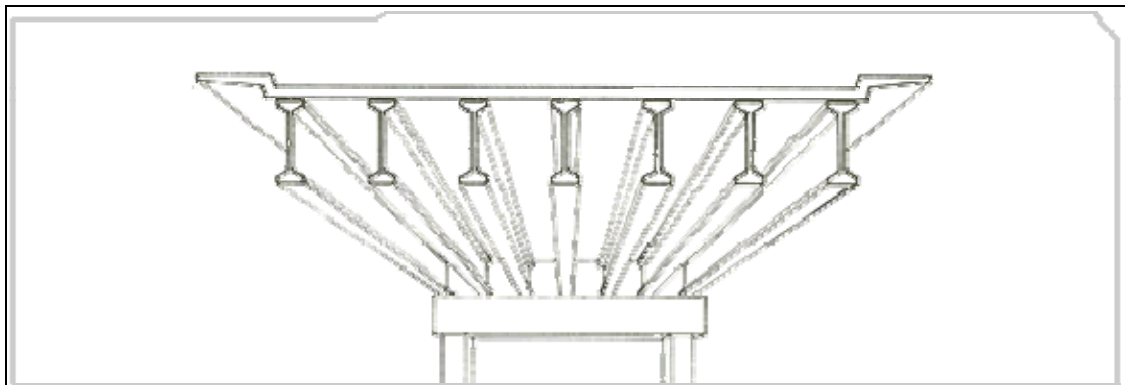


Figura II.7.- Sección transversal más común de los puentes que serán construidos

II.3.4 Operación y mantenimiento

Descripción general de los procesos y operaciones principales,

Los trabajos a que se refiere en la siguiente parte son los de conservación y mantenimiento de la Autopista: repintar 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 mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SCT que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las autopistas, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SCT. y a la DGPSCT.
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 las obras de drenaje y subdrenaje 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 SCT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, erosiones, etc. Para su estudio proceder como se indica en el anexo PC-3 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la SCT.

6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada a la DGPSCT y al centro SCT correspondiente.
8. 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.
9. 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:
 - Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
 - Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
 - Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
 - Destrozos en jardinería.
2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
 - Defensas y señales de tipo normal
 - Obras de drenaje
 - Obras complementarias de drenaje
 - Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
 - Colocación de propaganda no autorizada
 - Limpieza de cunetas y derecho de vía
 - Daños en el camino por efecto de accidentes
 - Contracunetas y subdrenajes

- Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- Deslave en terraplenes
- Fallas locales de cortes
- Postes y fantasmas
- Deshierbe y poda de vegetación
- Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
- Apoyo y juntas de estructura
- Pintura en general

a) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y el control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

Los accidentes que con más frecuencia se pueden presentar son los siguientes:

Choque entre vehículos.

Atropellamiento de peatones.

Choque de vehículos contra estructuras.

Para estos tipos de accidentes, muy comunes en las Autopistas de México, no existen planes de emergencia; los pobladores del lugar y los servicios médicos más cercanos serán los que brinden apoyo a quienes se vean envueltos en estos accidentes.

Derrames de sustancias peligrosas por accidentes de pipas que transportan dicho material

En estos casos, se deberá solicitar inmediatamente la intervención de las autoridades: Secretaría de Comunicaciones del Estado, Protección Civil, y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado, quienes deberán determinar el grado de peligrosidad de la sustancia derramada, e implementar los planes de protección a la población civil y al medio ambiente que sean necesarios.

Se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diesel y lubricantes.

Programa de mantenimiento

Presentar una descripción del programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto, donde se detalle lo siguiente:

a) Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

Reposición de señales, estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

Mantenimiento de taludes, para estas actividades se tiene que verificar diariamente los taludes y cortes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camión de volteo.

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, reencarpetado 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 de la Autopista.

Mantenimiento de áreas verdes que incluye, poda, deshierbe y riego.

b) Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento.

Este programa lo realizará la contratante del mantenimiento y no se cuenta con uno en este momento; en cuanto se tenga se pondrá a disposición de las autoridades de SEMARNAT para someterlo a su consideración.

- c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.

Los equipos a utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes:

Camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador y equipo manual necesario.

Para el riego de áreas verdes, tendrá que hacerse cada tercer día con pipas.

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, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.

Mantenimiento Mayor.

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

Verificación del nivel de servicio.

Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad que cubre todos los aspectos de los cuales por mencionar algunos se tienen:

- Confiabilidad, adecuado señalamiento, comodidad, maniobrabilidad y visibilidad,
- Verificación del nivel de servicio.
- Recorridos de chequeo.
- Los recorridos de chequeo son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.
- Listado de maquinaria y equipo

- b) Descripción de los diferentes procesos y operaciones unitarias que se llevarán a cabo para el mantenimiento de la infraestructura: en la vía, el camino, los cortes, cunetas, canaletas y otras de tipo hidráulico, camellones, puentes y otros dentro del derecho de vía, así como en los servicios para la operación, de protección ambiental, administrativos, entre otras.

La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto al mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otra para abastecer casetas u otras zonas que requieran del uso de agua. Para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en las zonas donde se requiera, para el camino se transportarán en camión de volteo o en las camionetas para tal fin junto su equipo; así mismo, también se requiere de un camión para recolección de residuos y de la basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas, así como, para el transporte de las cuadrillas de trabajo. En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pintura en la superficie de rodamiento.

II.2.1.3 Actividades para el desmantelamiento y abandono de las instalaciones

En general a este tipo de obras para vía de comunicación no se abandonan, en lugar de eso el mantenimiento es constante incluso cuando los materiales de que están conformadas llegan al final de su vida útil lo que procede es un mantenimiento mayor, ya sea una reestructuración de las capas del pavimento o incluso una ampliación para que brinde un mejor servicio, todo esto para que continúe operando la vialidad por tiempo indefinido.

Las plantas para la elaboración de concretos tanto asfálticos como hidráulicos después de la construcción de la Autopista deberán retirarse, y la superficie en la que se instalarán deberá rehabilitarse según el uso que tenía antes de la instalación de dichas plantas.

El uso durante la construcción prevé el tránsito de camiones de carga y depósito de materiales para la fabricación de los concretos, la compactación del suelo por la circulación de camiones y los materiales que se almacenarán de tipo inerte inhabilitarán el sitio para el crecimiento de plantas, en este caso se debe retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o

hidráulico y tender en el sitio suelo con materia orgánica en cantidad suficiente para propiciar la propagación de especies vegetales.

Los sitios que se desmontaran y que después serán utilizados para transitar con camiones o maquinaria pesada, los cuales pueden ser caminos de acceso, patios de maniobras, plantas de asfalto o de concreto hidráulico o bancos de material, en general los problemas que presenta son pérdida de árboles y de cubierta vegetal incluyendo suelo, además de compactación de la superficie resultante. Las acciones elementales para la restitución de las condiciones originales o incluso mejorar las tendencias negativas serán, escarificar el suelo utilizado para descompactar, después colocar materia orgánica para propiciar la formación del suelo vegetal, para finalmente establecer un programa de reforestación.

Cuando se trate de caminos ampliados muy probablemente ya no sean susceptibles de ser restituidos a su función o tamaño original puesto que serán de gran utilidad a los pobladores o incluso algún camino nuevo que debido a su funcionalidad se quede operando como camino.

II.2.2 Programas de prevención de la contaminación y manejo de residuos

A continuación se indican los residuos que se presentarán en las etapas de construcción y operación, los cuales se pueden considerar validos para ambas etapas.

La disposición final se hará donde lo indiquen las autoridades municipales.

Residuos sólidos

El primer tipo de residuo que se va a generar, será el suelo y residuos vegetales producto del desmonte y despalme. Una parte del material vegetal desmontado se podrá obsequiar a los habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos). Otro tipo de residuo serán los productos de los cortes, que se utilizarán para la construcción de terraplén.

El otro tipo de residuos que se van a generar serán el resultado de la estancia de los trabajadores en el área, los residuos serán papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. Considerando el factor de generación de basura de 0.450 kg/persona/día, los desechos domésticos que

se generarán sumarán aproximadamente 45,000 kg en el lapso de los 60 meses que durará la construcción del proyecto.

En cuanto a los residuos sólidos industrializados y residuos peligrosos, cabe mencionar que se prevé la generación de basura industrializada como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros; considerados como residuos sólidos industrializados, así como latas vacías o con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, éstos últimos considerados como residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y NOM- ECOL-052-1993, NOM- ECOL-053-1993.

Los residuos industrializados se generarán en los patios de maquinaria y talleres y se dispondrán temporalmente en un almacén dentro de los patios de maquinaria, en este lugar se estabilizarán aquellos residuos que lo requieran, una vez hecho esto los residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, posteriormente se embalará y pondrá a disposición de una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición definitiva de estos materiales peligrosos.

En cualquier caso la generación de residuos peligrosos será mínima, se estima que podrá ser entre 60 y 70 Kg/mes, adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación o de mantenimiento de maquinaria lo que implica una condición de bajo riesgo para el suelo y agua, por lo mismo con el cumplimiento de las reglamentaciones en vigor se generará un impacto mínimo al ambiente.

Otro tipo de residuos sólidos serán los dejados por los usuarios de la Autopista. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc. Por las características rurales de la zona, no es raro que también se deposite cascajo y otros materiales de desecho. Estos desechos tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados, según las autoridades lo establezcan.

Residuos líquidos

La principal fuente de líquidos no peligrosos, es el agua de consumo humano, esta tiene tres componentes, la utilizada para beber que debe ser potable (3 litro/día - humano), y las requeridas para la higiene, más la que se genera como producto de los desechos orgánicos. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesidades utilizan fundamentalmente agua cruda.

Respecto al agua de limpieza e higiene se anticipa que aun cuando su volumen puede ser importante (100 lt/día-trabajador), esta puede ser expuesta a fosas de desecación para su manejo y

control, respecto al agua de los desechos humanos, en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán portátiles, la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento diario a este equipo.

Durante la operación, las aguas residuales se generarán permanentemente por el uso de los servicios sanitarios instalados. Para ello se tendrán que construir fosas sépticas para el agua residual que se genere en las cafeterías y baños.

Se contemplarán pendientes adecuadas para desalojar el agua de la superficie de rodamiento así como las obras de drenaje (alcantarillas, bordillos, lavaderos, cunetas, etc.) para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes o continuos cuyo paso afecte el terraplén del camino. Sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales.

En cuanto a los residuos industriales líquidos, para evitar el derrame de combustible y aceite en los talleres, se prevé la construcción de un firme de cemento con concreto para proteger el suelo de derrames accidentales, en las reparaciones se va a recoger los productos en charolas que serán vaciadas en tambos y enviados a lugares especializados en disposición de residuos.

En cuanto a las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre firmes de cemento y concreto para evitar el asfalto se derrame sobre el suelo.

Emisiones a la atmósfera.

Durante la construcción, se van a general polvos durante casi todas las actividades, estos polvos van a ser dispersados en el aire y depositados en los alrededores. También van haber emisiones a la atmósfera por parte de los automotores, pero estas van a ser pocas en comparación con las que se generen durante la operación del tramo.

Durante la operación de la autopista, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 4659 vehículos/día. No obstante, las características del relieve, la incidencia de vientos todo el año hacen suponer que las emisiones vehiculares serán dispersadas rápidamente en el entorno, por lo que no constituye un problema ambiental de relevancia.

El tránsito vehicular en el tramo implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diesel).
- Calidad del combustible (magna sin o diesel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes, al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican al menos velocidades de vientos mayores a 5 m/s lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcancen rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema de un impacto del aire no sea importante. En conclusión, se prevé que en el área de estudio las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para manejar el impacto.

II.2.3 Programa de protección y recuperación de vegetación y hábitat

En esta sección se describirán de forma resumida las afectaciones ambientales que por lo general se presentan al desarrollar proyectos similares y que por consiguiente, su mitigación y prevención ha sido contemplada en este proyecto de forma preliminar al resolutive en materia de impacto ambiental.

Las afectaciones típicas al ambiente por la construcción de vías de comunicación se enlistan a continuación, en la mayoría de los casos existen medidas de mitigación para cada uno de los impactos.

Delimitación del área de trabajo

La delimitación del área de trabajo comprende entre otras cosas, la realización de los trabajos de topografía necesarios para la elaboración del proyecto geométrico del trazo, las brigadas encargadas han debido cortar las ramas y los árboles que obstaculicen el trazado. Ello constituye un impacto adverso sobre la vegetación, de baja magnitud debido al reducido número de árboles que requieren ser cortados. Dichos árboles se encuentran generalmente dentro de la zona de ceros, por lo que de cualquier manera serán removidos para la construcción de la carretera.

Desmante y Despalme

El desmante es la primera actividad que genera un efecto adverso significativo sobre la vegetación y la fauna del sitio, así como sobre las características del suelo, aumentando la susceptibilidad a la erosión. De igual manera, las características del paisaje natural son modificadas, debido a que se talan los árboles que se encuentren sobre el trazo y se eliminan arbustos y hierbas a lo largo del área que será ocupada directamente por el terraplén del tramo, más una franja lateral destinada al derecho de vía. En particular, la capacidad de infiltración del agua superficial se ve disminuida, puesto que al retirar la vegetación, la velocidad de escurrimiento del agua aumenta y por lo tanto disminuye la cantidad de agua que se filtra. Asimismo, el sombreado producido por la vegetación arbórea se elimina, lo que trae como consecuencia una mayor insolación y calentamiento del suelo, aumentando así la evaporación de forma muy puntual.

El despalme consiste en eliminar la capa de tierra vegetal que cubre el suelo del sitio donde se construirá el terraplén. El espesor de la capa removida varía según las condiciones del terreno. Lo anterior genera un impacto sobre la calidad del suelo, el cual será posteriormente modificado de manera permanente por las siguientes etapas de la construcción de la Autopista.

A diferencia del desmante, el despalme afectará principalmente a la vegetación de poca altura, tal es el caso de las hierbas y algunos arbustos, localizados en el área donde se construirá el terraplén. Asimismo la fauna de talla pequeña que vive buena parte del año enterrada en el suelo, se ve afectada y también las madrigueras de algunos mamíferos.

Los impactos derivados tanto del desmante como del despalme serán atendidos mediante la realización de un proyecto de restauración ecológica de las superficies afectadas.

Excavaciones en cortes

Esta fase de la obra comprende la excavación del corte y la remoción del material producto del mismo; su carga acamellonamiento y/o traslado al sitio donde será usado posteriormente, así como las actividades de armamento del corte. En todas estas etapas se utiliza equipo pesado cuyos impactos principales se darán dentro de la línea de ceros, ya que preferentemente estos vehículos transitarán por el derecho de vía. En zonas con pendientes fuertes, el material producto de cortes puede caer ladera abajo y ocasionar muy importantes impactos sobre vegetación y escurrimientos superficiales fuera del área del derecho de vía, por lo que se deberán tomar previsiones (barreras, mallas de contención, muros de gaviones, etc.) para que esto no ocurra en el área del proyecto; particularmente en sitios con fuerte inclinación del terreno.

Las afectaciones sobre el patrón de escurrimiento superficial se da mientras no se haya construido

las obras de drenaje del trazo, las cuales tienen la intención de restituir en la medida de lo posible, el patrón original del flujo. Las dimensiones de las alcantarillas que son colocadas en los fondos de cañadas y demás zonas de escurrimiento son calculadas tomando en cuenta criterios de gasto de las escorrentías en cada punto, a fin de evitar estrangulamiento y represos de escorrentías aguas arriba de la carretera.

Al realizar los cortes se generan partículas y finos que eventualmente se depositarán en las partes bajas de las cañadas. Estos, al momento de la temporada de lluvias, son transportados. Por los mismos escurrimientos hacia la zona de captación que constituyen corrientes de mayores dimensiones. Lo anterior constituye un impacto en la calidad del agua que llega a dichas corrientes y cuyo efecto generalmente es momentáneo reduciéndose el aporte de sedimentos con la distancia recorrida por el flujo de agua y con el lavado del propio escurrimiento. Las barreras de contención de material de corte deberán contemplar la retención de finos.

Los cortes y cambios en la topografía del terreno tienen repercusiones sobre el patrón local de vientos a escala muy puntual, lo cual, en algunos casos modifica los patrones de dispersión del polen y las semillas. De igual manera, las características microclimáticas en las laderas y cañadas donde se realizan los cortes son modificadas por dicha actividad, quedando algunas más o menos expuestas a la insolación. Estos cambios son de carácter permanente, sin que puedan ser mitigados, pero afortunadamente sus repercusiones se darán a escala puntual.

Para la realización de los cortes es necesario utilizar maquinaria pesada: los niveles de ruido generados rebasan los límites establecidos. Sin embargo, dicho impacto tiene una duración muy corta, siendo los trabajadores y la fauna los más afectados (favoreciendo el ahullentamiento de ésta de los frentes de obra), pues los trabajos donde se deberán hacer estos trabajos están lejos de poblados. Para tal efecto, los trabajadores contarán con el equipo de seguridad pertinente.

La presencia de trabajadores, maquinaria, camiones y personal ahuyenta la fauna de los alrededores, principalmente a las aves y mamíferos sobretodo en este proyecto porque se encuentra en una zona de migración de aves, se localiza entre dos lagos Pátzcuaro y Cuitzeo, por lo que se estima que éstos no sufren daños directos. No obstante, la destrucción de sus hábitats constituye un impacto adverso que será recuperado con las acciones de restauración ecológica.

En el caso de algunos reptiles, estos suelen no ser ahuyentados fácilmente por las actividades antropogénicas, además de tener un desplazamiento en distancias cortas, por lo que permanecen en

ocasiones dentro de las zonas de obras y son susceptibles a ser afectados. El retiro cuidadoso hacia terrenos aledaños de los organismos que aparezcan en los frentes de obra ayudará a mitigar este impacto.

Excavación en bancos de material

La presencia de trabajadores, maquinaria, voladuras y camiones, así como los movimientos del personal ahuyenta la fauna de los alrededores de los bancos, principalmente a las aves y mamíferos por lo que se estima que éstos no sufren daños directos. No obstante, la destrucción de sus hábitats constituye un impacto adverso que será recuperado con las acciones de restauración ecológica.

Todos los bancos de material se ubican lejos de poblados, por lo que los polvos y ruido afectarán sólo a los trabajadores y fauna cercana.

Construcción de los terraplenes

Para el tendido del terraplén es necesario compactar las diferentes capas de material. Esta compactación cambia permanentemente las características del suelo en el sitio del terraplén, disminuyendo su capacidad de infiltración, ello solamente ocurre en una estrecha franja (área de la carpeta asfáltica), sin que ello constituya afectaciones significativas para las áreas aledañas o en la recarga de acuíferos.

En algunos casos los terraplenes contemplan pendientes muy fuertes (0.25:1) o se localizan sobre materiales móviles, provocándose impactos muy fuertes ya que se pueden tener problemas de erosión y de derrumbes. Motivo de ello, todos los terraplenes deberán asegurar un adecuado ángulo de reposo de los materiales y una compactación y estabilización adecuadas, preferentemente considerar inclinaciones 1:1 (ángulo de 45°) o menores.

La etapa de construcción del terraplén constituye una barrera artificial para el flujo de los escurrimientos superficiales y para los subterráneos someros hasta la construcción de las alcantarillas pertinentes. No obstante este impacto será temporal, mitigado al momento de construcción de las obras de drenaje correspondientes.

Desde la etapa de construcción del terraplén, una carretera constituye una barrera artificial que impide el libre paso de personas, ganado y fauna silvestre entre uno y otro lado; este impacto es de

considerable relevancia, tanto para las comunidades animales y vegetales, como para los habitantes de la zona. En lo referente a la fauna silvestre, el impacto de la construcción de autopistas es más severo sobre aquellas especies cuyo desplazamiento y ámbitos territoriales son amplios como es el caso de los mamíferos presentes en el área del proyecto. Sin embargo, en esta etapa, el efecto de barrera no es tan severo como el que se presenta durante la operación de la autopista, ya que la fauna silvestre aún puede cruzar de un lado a otro del terraplén sin mayor afectación; particularmente por la noche (la mayoría de los organismos terrestres son de hábitos noctámbulos).

Construcción de sub-base y base hidráulica

Los principales impactos generados por este tipo de actividad están dados por el acarreo de materiales, el acamellonamiento, el uso de agua para la elaboración de mezclas, el tendido del material, su compactación y los movimientos de equipos. El terreno se afecta previamente por las actividades de construcción del terraplén por lo que obras como la compactación y el tendido del material, de la base y sub-base, no tiene repercusiones ambientales considerables.

En lo que respecta al acamellonamiento de materiales sobre el derecho de vía, el impacto consiste en una afectación momentánea del suelo cuyas repercusiones no son significativas y los efectos serán circunscritos al propio derecho de vía. La instalación de un proyecto de restauración ecológica de las superficies afectadas mitigará el impacto ocasionado.

Tendido de carpeta asfáltica

El impacto que se deriva del uso de una planta de asfalto radica principalmente en emisiones de contaminantes a la atmósfera, polvos durante la fabricación de los agregados, así como algunos derrames insignificantes de emulsiones asfálticas y problemas con los recipientes en los que se almacena dicho material. No obstante, al utilizar una planta ya establecida bajo las normas correspondientes, estos impactos quedan circunscritos a su área de operación y no son imputables a las obras de pavimentación del camino.

Las actividades de riego de emulsiones asfálticas (impregnación y liga), así como el tendido y compactación del carpeta, base asfáltica y carpeta de graduación abierta, se realizan directamente sobre la base que previamente se tendió sobre la subrasante y el terraplén, por lo que los impactos al ambiente derivados de éstas actividades son sobre un área que ha perdido sus características naturales, producto de obras anteriores. Durante el riego de emulsiones asfálticas se emiten gases

contaminantes, producto de las mismas, los cuales afectan momentáneamente la calidad del aire. Sin embargo estas emisiones son menores, siendo solamente susceptibles de afectación los trabajadores en el frente de obra, para quienes se contempla el uso de equipos de protección correspondientes.

El manejo de maquinaria y equipo para aplicar los riegos, se realiza principalmente utilizando el propio camino y su derecho de vía, por lo que sus afectaciones a las áreas circunvecinas son poco relevantes.

Puede ocurrir que sobre la carpeta se depositen derrames accidentales de aceites y gasolinas, pequeños fragmentos de hule de llantas y residuos del asfalto pulverizado por la abrasión que produce la fricción de los neumáticos. Estos serán atendidos inmediatamente y removidos del sitio para evitar afectaciones hacia otros sitios por escurrimiento superficial.

El cubrir con asfalto una zona, nulifica las posibilidades de permeabilidad del suelo en este sitio. Ello constituye un impacto adverso de carácter permanente sobre la capacidad de infiltración del suelo cubierto. No obstante, generalmente, el agua superficial se deriva a terrenos próximos al cuerpo del terraplén, por medio de los drenajes superficiales a lo largo del tramo. La nulificación de las propiedades de infiltración del suelo ocurre solamente a lo ancho de la carpeta de la vialidad, quedando una considerable proporción de suelo dentro del derecho de vía sin una cubierta asfáltica y por lo tanto, conservando sus propiedades de infiltración.

Movimiento y operación de maquinaria y equipos

Durante el desarrollo de las actividades preliminares, así como en la construcción y la operación del trazo, la maquinaria y equipo con que se efectúan los trabajos deberá ser trasladado de un lugar a otro. Para lo anterior generalmente se aprovecha el derecho de vía o por caminos ya existentes.

Se requieren algunas áreas para movilización de equipos almacenamiento de materiales, carga y descarga, casetas de vigilancia y supervisión de obra. El suelo en estas áreas y caminos es desmontado previamente, lo cual significa un impacto sobretodo en la vegetación arbórea, produciendo una superficie extremadamente lisa y poco porosa, difícil de sustentar vegetación una vez que se dejen de utilizar esos sitios, lo que afecta principalmente a las especies del estrato herbáceo y arbustivo. La realización de un proyecto de restauración ecológica mitigará este impacto.

Los impactos producidos por el movimiento y operación de maquinaria y equipos, así como por el acarreo de material consisten básicamente en afectaciones al tránsito vehicular, ruidos y emisiones. El

transporte de materiales y la movilización de equipo pesado en el sitio y a lo largo de la obra, se realiza durante todas las etapas involucradas para su construcción. Los impactos en todos los casos son similares, variando únicamente en intensidad, dependiendo de la cantidad de viajes.

Dentro de las distintas etapas de construcción, la fase de terracerías es la que conlleva una mayor frecuencia de viajes y por lo tanto un mayor impacto.

Permanencia de personal en la obra

La realización de estas obras requiere de la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada, lo cual trae beneficios económicos para la región. Este personal ocasiona impactos relacionados con sus actividades cotidianas tales como la generación de residuos domésticos, aguas negras y la incursión en los alrededores del área de trabajo.

Los residuos pueden tener repercusiones sobre la calidad del suelo, las aguas subterráneas y por ende en la salud de los propios obreros. Aunque en general, la construcción de fosas sépticas temporales no se recomienda, ya que la falta de mantenimiento y limpieza de éstas pueden constituir focos de contaminación de los acuíferos subyacentes y de los propios trabajadores. En su lugar se deben contemplar baños portátiles con servicio de limpieza adecuado a cargo de una empresa especializada.

En algunas obras es común el establecimiento de puestos de alimentos que den servicio a los trabajadores. Estos puestos usualmente carecen de condiciones de higiene apropiadas y causan considerables detrimentos de la calidad ambiental por la generación de humos, y por la indiscriminada disposición de los residuos. La aparición de dichos puestos deberá ser controlada cuidadosamente, sobre todo en materia de higiene, por parte de la supervisora de la obra.

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

Este capítulo tiene como finalidad establecer la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área.

Para la elaboración de éste capítulo se emplean fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos, federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de estudio del proyecto. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados para la ejecución del proyecto así como asegurar que no exista interferencia con algún otro plan, programa o proyecto.

III.1 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transporte 2001-2006

La red carretera nacional, que se ha desarrollado de manera gradual a lo largo de varias décadas, comunica a casi todas las regiones y comunidades del país a través de más de 333 mil kilómetros de caminos de todos tipos. Por su importancia y características, la red carretera mexicana se clasifica en: red federal, redes estatales, caminos rurales y brechas mejoradas (SCT, 2001).

La red federal de carreteras es atendida en su totalidad por el gobierno federal. Registra la mayor parte de los desplazamientos de pasajeros y carga entre ciudades y canaliza los recorridos de largo itinerario, los relacionados con el comercio exterior y los producidos por los sectores más dinámicos de la economía nacional. Las redes estatales cumplen una función de gran relevancia para la comunicación regional, para enlazar las zonas de producción agrícola y ganadera y para asegurar la integración de extensas áreas en diversas regiones del país. Por su parte, los caminos rurales y las brechas mejoradas son vías modestas y en general no pavimentadas; su valor es más social que económico, pues proporcionan acceso a comunidades pequeñas que de otra manera estarían aisladas. Sin embargo, su efecto en las actividades y la calidad de vida de esas mismas comunidades es de gran trascendencia (SCT, 2001).

El crecimiento de la economía y del ingreso, las tendencias demográficas, la necesidad de contar con servicios de transporte cada vez más eficientes y confiables en todo el territorio, permiten anticipar que la demanda nacional de transporte por carretera seguirá creciendo en todas las regiones del país, así como para toda clase de carreteras. Por lo anterior, el proyecto carretera "Libramiento Poniente de la

Ciudad de Morelia” adquiere gran relevancia en el sentido de construir nuevas vías que mejoren la comunicación hacia otras regiones y centros de población, esto además permitirá disminuir el flujo de vías existentes con problemas de seguridad o congestión, como es el caso de la ciudad de Morelia cuyo crecimiento demográfico ha creado la demanda de mayor infraestructura vial.

Así la SCT tiene como compromiso dar servicios de excelencia a los clientes, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos de creación de infraestructura y servicios públicos, beneficiando a las comunidades tanto urbanas como rurales. En la Cuadro III.1 en un primer plano se exponen la misión y visión de la SCT, que no sobra decir que involucran directamente el respeto al medio ambiente.

Cuadro III.1 Misión y visión de la SCT

Lineamientos	Descripción
Misión	La misión que la SCT se ha fijado en el ámbito de las carreteras es la de dotar al país de un sistema eficaz, seguro, respetuoso del medio ambiente y permanentemente accesible para todos los mexicanos, que sea promotor del desarrollo y contribuya a multiplicar las oportunidades de la población en todo el territorio
Visión	En el cumplimiento de esa misión, se busca avanzar hacia la visión que anima el desarrollo del sistema carretero: contar con un sistema de transporte carretero moderno y bien conservado, con capacidad suficiente para el movimiento rápido, económico y seguro del tránsito y con una cobertura que lo haga accesible a toda la población, receptivo a la atención de sus necesidades y con crecientes espacios para la participación de estados, municipios y del sector privado en el financiamiento, la gestión y la ejecución directa de los proyectos

Fuente: SCT, 2001

En un segundo nivel se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción, para estas últimas solo se señalarán las que tienen una estrecha relación con el Proyecto de interés (Cuadro III.2) y que básicamente son los relacionados con la “infraestructura”, el “enfoque regional” y la “sustentabilidad” (SCT, 2001):

Cuadro III.2 Objetivos, estrategias y líneas de acción del Sector vinculados con el proyecto carretero Libramiento Poniente de la Ciudad de Morelia

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción
Infraestructura		
1. Ampliar la cobertura y accesibilidad de la infraestructura carretera para toda la población	1.1 Modernizar los corredores carreteros mediante proyectos de cobertura regional	1.1.1 Programa Nacional de Construcción y Modernización de Carreteras Federales -. Se realizarán esfuerzos permanentes por construir nuevas vías que mejoren la comunicación hacia regiones y centros de población, y por modernizar y ampliar la capacidad de vías existentes con problemas de seguridad o congestión.
2. Conservar y mejorar el estado de la infraestructura carretera existente, con la participación de los tres órdenes de gobierno y del sector privado	2.1 Diseñar e implementar un programa de conservación de la red federal de carreteras	2.1.1 Programa Nacional de Conservación de Carreteras Federales
	2.2 Descentralizar la conservación de la red federal de carreteras	2.2.1 Programa de Descentralización de la Red Federal Secundaria
4. Mejorar la operación de la red carretera, eliminando las condiciones que inhiben el uso óptimo de la capacidad instalada.	4.1 Eliminar puntos conflictivos y restricciones a la circulación, así como superar cuellos de botella	4.1.1 Programa de Eliminación de Puntos Conflictivos.
		4.1.2 Programa de Reforzamiento de Puentes y Estructuras.
Enfoque regional		
1. Consolidar, junto con los gobiernos estatales y municipales, así como con la iniciativa privada, un sistema de comunicaciones y transportes integrado, que ofrezca diferentes opciones para todos los mexicanos y todas las regiones, atendiendo eficazmente la demanda	1.1 Consolidar la integración regional	1.1.1 Completar la modernización de los corredores carreteros interregionales
2. Compartir recursos y responsabilidades, así como crear sinergias con los estados y municipios para el desarrollo de proyectos de comunicaciones y transportes en las regiones	2.1 Apoyar al federalismo	2.1.1 Celebrar convenios generales de coordinación con los gobiernos de los estados para el desarrollo de los programas de comunicaciones y transportes
3. Impulsar el crecimiento económico y la competitividad regional a través de un sistema de comunicaciones y transportes eficiente, productivo y equilibrado regionalmente	3.1 Contribuir al crecimiento económico de las regiones	3.1.3 Impulsar el desarrollo de infraestructura conexas a la infraestructura carretera en los derechos de vía y la que propicie encadenamientos productivos 3.1.5 Mejorar el estado físico de la red federal de carreteras

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción
4. Proveer a las regiones con un sistema de transporte que favorezca el acceso a servicios básicos de salud y educación, fortalezca el desarrollo de las microrregiones más desprotegidas y contribuya a la erradicación de la pobreza	4.1 Promover el desarrollo humano	4.1.1 Mejorar el estado físico de la red de caminos rurales y alimentadores con una amplia participación de los estados y municipios
Sustentabilidad		
En materia de política ambiental, la SCT ha definido su misión, consistente en asegurar que el desarrollo del sistema de comunicaciones y transportes se lleve a cabo en armonía con el medio ambiente y con pleno respeto a la vida de las comunidades. Una estrategia general consiste en que la aplicación de la política ambiental al interior de la SCT implica llevarla a la práctica en forma explícita, coherente y coordinada, así como reforzar su vinculación intersectorial en materia ambiental, entre los diferentes órdenes de gobierno y con las entidades que persiguen fines similares, ya sean normativos, académicos y/o de investigación		
1. Minimizar, con apego a la legislación ambiental existente, los efectos adversos que sobre el medio ambiente generan las obras de infraestructura y la operación del sistema de comunicaciones y transportes	1.1 Infraestructura	1.1.2 Incorporar al diseño de proyectos de infraestructura criterios ambientales de protección de zonas de reserva ecológica, terrestres y marinas, así como el pleno respeto a la vida económica y cultural de las comunidades 1.1.3 Verificar la correcta ejecución de obras de mitigación de impactos negativos al ambiente en todos los proyectos, de acuerdo con la normatividad correspondiente 1.1.4 Promover la construcción de libramientos de ciudades que eviten el paso de vehículos de transporte de largo itinerario por las zonas urbanas
5. Fortalecer la cultura ambiental hacia el interior del sector	5.1 Infraestructura.	5.1.1 Establecer una campaña de limpieza en las carreteras

El proyecto presenta vinculación directa con los lineamientos (misión, visión, objetivos, estrategias y líneas de acción) de la STC, que establece primordialmente el mejorar la operación de la red carretera superando las condiciones que inhiben el uso óptimo de la capacidad instalada; en este sentido, una de las líneas de acción es eliminar puntos conflictivos y restricciones a la circulación creando libramientos a centros de población saturados del tráfico de paso, así como homologar y adecuar las rutas del transporte de automóviles y vehículos pesados. El proyecto carretera “Libramiento Poniente de la Ciudad de Morelia” responde a este tipo de estrategias al considerar la construcción del libramiento para disminuir o evitar el paso de vehículos de transporte de carga pesada y de largo trayecto por la

zona urbana de Morelia, y de esta manera también reducir la concentración de contaminantes que causan efectos adversos al ambiente y a la población.

III.2 Instrumentos de planeación con los que se vincula el proyecto

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND)

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento de la administración pública donde se expresa el compromiso para lograr mejorar la calidad de vida de los mexicanos. La sustentabilidad ha sido incluida como uno de los criterios centrales para el desarrollo del país; con ello se pretende lograr una nueva dirección nacional que proteja el presente, garantice el futuro de las siguientes generaciones con la preservación del medio ambiente y que sea reconstructor de los sistemas ecológicos hasta lograr la armonía de los seres humanos consigo mismos y con la naturaleza (Presidencia de la República, 2001).

Para lograr lo estipulado en el PND se establecen tres comisiones:

- Desarrollo Social y Humano,
- Crecimiento con Calidad y
- Orden y Respeto

Cada comisión se ha planteado objetivos rectores y estrategias para el cumplimiento de sus metas; algunos de estos objetivos y estrategias adquieren correspondencia con lo dispuesto en la misión, objetivos y lineamientos de protección ambiental desarrolladas por la SCT (Cuadro III.3).

Cuadro III.3 Objetivos propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 y su vinculación con la SCT y el proyecto carretera Libramiento Poniente de la Ciudad de Morelia

Objetivos rector	Estrategias
Desarrollo Social y Humano	
<p>Objetivo Rector 5.- Lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza</p>	<p>a) Armonizar el crecimiento y la distribución territorial de la población con las exigencias del desarrollo sustentable para mejorar la calidad de vida de los mexicanos y fomentar el equilibrio de las regiones del país, con la participación del gobierno y de la sociedad civil</p> <p>b) Crear una cultura ecológica que considere el cuidado del entorno y del medio ambiente en la toma de decisiones en todos los niveles y sectores</p> <p>c) Fortalecer la investigación y tecnológica que nos permita mejor conocer los procesos ecológicos</p> <p>d) Propiciar las condiciones socioculturales que permitan contar con conocimientos ambientales y desarrollar actitudes, habilidades y valores para comprender los efectos de la acción transformadora del hombre en el medio natural. Crear nuevas formas de relación con el ambiente y fomentar procesos productivos y de consumo sustentable</p> <p>e) Alcanzar la protección y conservación de los ecosistemas más representativos del país y su diversidad biológica, especialmente de aquellas especies sujetas a alguna categoría de protección</p> <p>f) Detener y revertir la contaminación del agua, aire y suelo</p> <p>g) Detener y revertir los procesos de erosión e incrementar la reforestación</p>
Crecimiento con Calidad	
<p>Objetivo Rector 2.- Elevar y extender la competitividad del país</p>	<p><i>Crear infraestructura y servicios públicos de calidad</i></p> <p>En materia de vías de comunicación, el PND establece que se apoyará a los estados y municipios en el fortalecimiento de las áreas de planeación de inversiones, para que cuenten con las condiciones e incentivos necesarios que impulsen el desarrollo y el mejoramiento de la infraestructura pública y los servicios que el sector productivo requiere para su eficaz operación.</p>
	<p>En materia de carreteras, se mejorará la infraestructura de transporte (carretero, ferroviario, marítimo y aéreo) y se promoverá una red de carreteras y un buen servicio de mantenimiento a la infraestructura. Así mismo, se promoverá con el sector privado la construcción de una red de carreteras con alta capacidad para accesos a corredores industriales y de abasto.</p>

<p>Objetivo Rector 4.- promover el desarrollo económico regional equilibrado</p>	<p>a) Fortalecer las economías regionales, en especial las más rezagadas b) Apoyar el respeto a los planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial de cada localidad c) Garantizar la sustentabilidad ecológica del desarrollo económico en todas las regiones del país. d) Apoyar el desarrollo turístico municipal, estatal y regional e) Crear núcleos de desarrollo sustentable que desalienten la migración regional</p>
<p>Objetivo Rector 5 Crear condiciones para un desarrollo sustentable</p>	<p>a) Promover el uso sustentable de los recursos naturales, especialmente la eficacia con el uso del agua y la energía b) Promover una gestión ambiental integral y descentralizada c) Fortalecer la investigación científica y la innovación tecnológica para apoyar tanto el desarrollo sustentable del país como la adopción de procesos productivos y tecnologías limpias d) Promover procesos de educación, capacitación comunicación y fortalecimiento de la participación ciudadana relativos a la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales e) Mejorar el desempeño ambiental de la Administración Pública Federal</p>

La vinculación que existe entre los objetivos mencionados del PND, los lineamientos de la SCT y la construcción del proyecto carretero reside en que los dos primeros se alinean en el sentido de crear infraestructura vial y servicios públicos basados en la sustentabilidad. Con relación al proyecto, éste se promoverá con el cumplimiento estricto de la normativa ambiental y las políticas ambientales institucionales y especialmente con la presentación para su evaluación de la presente manifestación de Impacto Ambiental.

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo Michoacán 2003-2008 (PED)

El Plan Estatal de Desarrollo de Michoacán, es el instrumento de planeación del gobierno mediante el cual se establecen propuestas y compromisos, así como políticas, objetivos, estrategias y líneas de acción, las cuales se desarrollarán bajo la mirada vigilante y el quehacer corresponsable de la ciudadanía. En este mismo documento se expresa que para alcanzar metas sustantivas frente a los retos del cambio, se buscara construir un Estado de derecho y de derechos, una democracia con contenido social y un desarrollo equitativo y sustentable, ello con la marca indeleble de la participación social en todos los terrenos (Gobierno del Estado de Michoacán, 2005).

El PED consta de catorce capítulos dentro de los cuales se establecen Políticas, Objetivos generales, estrategias y líneas de acción, para lograr el desarrollo integral del estado. Algunas estrategias y líneas de acción de los capítulos VI y VII se vinculan con el proyecto y se encuentran descritas en la Cuadro III.4

Cuadro III.4 Líneas de acción y estrategias contenidas en el PED que se vinculan con el proyecto de interés

Política	Objetivos	Estrategias y líneas de acción
<p>VI. Por un desarrollo económico equitativo y sustentable</p>	<p>Programas de Infraestructura para el Desarrollo</p> <p>Según una evaluación del Programa de Financiamiento para el Desarrollo del Estado de Michoacán (PROFIDEM), éste presenta un déficit de casi 5 kilómetros de longitud carretera por cada 10 mil habitantes con relación al promedio nacional. Esta brecha se explica por las deficiencias que prevalecen en las carreteras alimentadoras, pero, sobre todo, por su baja densidad de caminos rurales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se ampliará la red de autopistas estatales para enlazar de mejor forma, entre otras, las ciudades de Zitácuaro, Ciudad Hidalgo, Morelia, Zacapu, Apatzingán, Uruapan, Zamora, La Piedad y Sahuayo - Se desplegará un programa de construcción de puentes vehiculares para comunicar a comunidades aisladas, así como para dar continuidad al tráfico en caminos existentes e impedir que en épocas de lluvia se vea suspendido por las fuertes avenidas - La construcción de caminos rurales tendrá una alta prioridad en nuestra estrategia carretera pues, como bien señala el PROFIDEM, el efecto de estos caminos en las actividades y la calidad de vida de las pequeñas y multiplicadas poblaciones michoacanas es de gran trascendencia
	<p>Polos Urbanos dinamizadores del Desarrollo e Integración Regional</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Promover y apoyar la función integradora y difusora de efectos dinámicos de las ciudades sobre sus microregiones, a través de diferentes vías: integrando la producción rural al desarrollo agroindustrial y a los mercados urbanos locales y regionales, mediante mecanismos de asociación de los productores; mejorando la accesibilidad vial y de transporte y comunicaciones desde las áreas rurales para la entrada y salida de productos y la prestación de servicios; fortaleciendo la relación de esas mismas áreas rurales con los ejes infraestructurales de flujos hacia la región Centro del país, Jalisco y el Bajío

Política	Objetivos	Estrategias y líneas de acción
	Planes Estratégicos de Desarrollo Urbano	<ul style="list-style-type: none"> - Se dará apoyo prioritario al mejoramiento y ampliación de los sistemas de transporte público intra e intermunicipal, concesionados o bajo control de los gobiernos locales, con medios de transporte poco contaminantes. Asimismo, se apoyará a las localidades rurales dispersas hoy aisladas, mediante la orientación de la construcción y mejoramiento de caminos y carreteras rurales para la conexión con las localidades prestadoras de servicios sociales o a la producción
VII. Medio ambiente y sustentabilidad	Reconstruir los Equilibrios entre sociedad y naturaleza a partir de la idea del Desarrollo Sustentable	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperar y mantener el equilibrio de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, pues esta última es fuente primaria de toda riqueza social y entidad recicladora de los desechos expelidos por la sociedad - Toda política ambiental debe dirigir sus esfuerzos hacia la reorganización de la sociedad y sus instituciones locales, municipales y regionales, así como a la creación de mecanismos jurídicos, económicos, políticos e institucionales que permitan controlar y evitar la depredación - Impulsar la definición y aplicación de normas de sustentabilidad en todas las áreas que lo requieran - Forjar una nueva regionalización basada en criterios ecosistémicos - Impulsar la norma de que, frente a nuevas inversiones, los efectos negativos sobre el medio ambiente sean considerados como parte necesaria de los costos que tenga que pagar la empresa contaminante, generando con ello los recursos necesarios para la rehabilitación ambiental - Adecuar la ley estatal de protección al ambiente a los lineamientos de política referida, atendiendo la opinión de los expertos y de los diversos actores sociales y económicos de la entidad

Política	Objetivos	Estrategias y líneas de acción
	Ordenamiento Ecológico del Territorio	<ul style="list-style-type: none"> - Con base en una regionalización adecuada, se elaborarán los ordenamientos ecológicos territoriales de las regiones. - Se establecerán los lineamientos generales de regulación ecológica de asentamientos humanos para prevenir y corregir el impacto ambiental regional de los centros de población. Esta acción es particularmente importante en una entidad donde el acelerado crecimiento de las zonas urbanas se ha conjugado con la poca o nula planeación y la ausencia de mecanismos rigurosos de regulación de uso del suelo
	Previsión y Control de la Contaminación Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - En coordinación con las instancias federales responsables, el Gobierno del Estado participará en la regulación, vigilancia y control de fuentes fijas y móviles de emisiones contaminantes a la atmósfera, cuerpos de agua y suelos; en la promoción de un manejo sustentable de los residuos sólidos municipales, y en el control del proceso, producción, manejo y confinamiento de residuos de sustancias tóxicas que representen un riesgo para la seguridad de la población y la salud humana

La ejecución del proyecto se vincula con el Plan Estatal de Desarrollo de Michoacán 2003-2008, no de manera directa, pero si en el sentido de crear infraestructura en atención al déficit existente a nivel estatal, para lograr lo anterior se ampliará la red de autopistas para enlazar de mejor forma las diferentes regiones del estado, especialmente la relacionada con la ciudades la de Morelia; así mismo, el proyecto manifiesta una preocupación por la protección al medio ambiente, situación que es congruente con lo expresado en el PED.

III.2.3 Planes de Desarrollo Municipal (PDM)

- Plan de Desarrollo Municipal de Huiramba 2005-2007

El Plan Municipal de Desarrollo es el instrumento de planeación en el cual se da a conocer el estado que guarda el municipio de Huiramba en el aspecto económico, social, institucional y medio ambiente y donde además se plantean los lineamientos a seguir para resolver en su totalidad o en gran parte los problemas que en mayor medida aquejan al municipio. EL PDM orientará y regulará el crecimiento de la población del municipio hacia un desarrollo racional, así como la toma de decisiones para la ejecución de acciones e inversiones prioritarias para su desarrollo en el corto, mediano y largo plazo (H. Ayuntamiento de Huiramba, 2005).

En este mismo documento y en relación a los servicios públicos, especialmente a las vías y medios de comunicación, se señala que se encuentran comunicadas todas las localidades del municipio con un 30 % de caminos de terracería y brechas y un 70 % de caminos pavimentados. Con referencia a lo anterior y dentro de los objetivos y metas se establece el dar mantenimiento al pavimento y revestir las terracerías y caminos vecinales. Seguir dando mantenimiento tanto a las que ya se encuentran como promover empedrados y pavimentación en algunas vías prioritarias.

No obstante lo anterior, el PDM de Huiramba se vincula indirectamente con el Libramiento de Morelia; ya que con la ejecución de este, se mejora y aumentan las vías de comunicación del municipio con la ciudad de Morelia y además, de que se requerirán y concentrarán los servicios básicos alrededor del libramiento generando futuras fuentes de trabajo.

- Plan de Desarrollo Municipal de Tarímbaro 2005-2007

En el Plan de Desarrollo Municipal de Tarímbaro se expresa el compromiso de avanzar hacia una democracia con justicia social de calidad, para alcanzar lo anterior se establecen estrategias y se definen líneas de acción para la ejecución de programas y proyectos con una perspectiva integral y realizable a corto, mediano o largo plazo. El desarrollo económico del municipio va más allá del crecimiento económico, su fin no es sólo brindar mejores condiciones de vida y oportunidades, sino también crear condiciones que requiere la viabilidad a largo plazo en base al diagnóstico y ejes estratégicos de desarrollo (H. Ayuntamiento de Tarímbaro, 2005).

Dentro de las principales necesidades que expresan las comunidades que integran el Municipio y que se encuentran detalladas en el PDM son libramientos y pavimentación de caminos de acceso y calles. En términos de infraestructura urbana existente en el municipio, dentro de la cual se incluye vías y

medios de comunicación se señala que se ha superado en la mayor parte de este, las necesidades básicas, aunque la mayoría de las comunidades presenta deficiencias en cuanto a su operación o bien en cuanto a su eficiencia.

Por el municipio de Tarímbaro atraviesan dos carreteras federales (principales medios de comunicación):

- Carretera Número 43 Morelia-Salamanca, esta vialidad comunica la cabecera municipal con la capital del estado, entronca con la Autopista de Occidente México-Guadalajara por lo cual ocasiona que exista una gran carga vehicular en el territorio del municipio de Tarímbaro, siendo medular para el desarrollo social y económico del municipio.
- Carretera Número 120 Morelia-Zinapécuaro, comunica las comunidades ubicadas al oriente del municipio, y es el enlace con el aeropuerto internacional de la ciudad de Morelia.

Así mismo, existen vialidades (camino) con longitudes de 1 hasta 12 km, que comunican al interior del municipio, destacando que la mayoría de estos se encuentran deteriorados y requieren de rehabilitación. Las políticas, objetivos, programas y las estrategias de este Plan de Desarrollo con los que se vincula el proyecto se presentan en la Cuadro III.5.

Cuadro III.5 Políticas, programas y objetivos vinculados al proyecto de interés

Eje estratégico	Objetivo General	Programas	Estrategias
Desarrollo Económico Sustentable	Promover el trabajo coordinado entre el Gobierno Federal, Estatal y Municipal. para buscar una economía que ofrezca oportunidades de crecimiento y Desarrollo Económico a los habitantes de Tarímbaro	Comunicaciones y transportes. Mejorar la Infraestructura vial y caminos rurales, así como organizar y regularizar el transporte sub-urbano y mixto	- Mejorar las condiciones actuales de la vialidades y caminos de acceso a comunidades rurales, dando mantenimiento permanente
Ordenamiento y Planeación del Territorio Municipal	Medio Ambiente. Promover la preservación y mejoramiento ecológico	Realizar acciones para el cuidado de las condiciones ambientales. El mejoramiento de las cuencas, presas y ríos, así como vigilar las condiciones de descarga de los fraccionamientos	-

Fuente: H. Ayuntamiento de Tarímbaro, 2005

La ejecución del proyecto carretero es congruente con lo estipulado en el Plan de Desarrollo ya que el mejoramiento de la infraestructura vial se encuentra incluido en los programas principales que llevara a cabo la administración. La construcción de la carretera Libramiento Poniente Morelia representa una

alternativa para disminuir la carga vehicular que se registra principalmente en la carretera No. 43 favoreciendo en el desarrollo social y económico del municipio.

- Plan de Desarrollo Municipal de Morelia 2005-2007

Las políticas generales de la administración municipal 2005-2007 se fundamentan, en los valores que se tienen desarrollando las capacidades personales, pero también en los valores que son exclusivos de la dinámica de trabajo en equipo (H. Ayuntamiento de Morelia, 2005). En la Cuadro III.6 se presenta la visión y misión del municipio de Morelia.

Cuadro III.6 Misión y visión del municipio de Morelia

Lineamientos	Descripción
Misión	<p>1.- Transformar a Morelia en un Municipio de vanguardia, seguro y con una visión y planificación de largo plazo, eficiente y eficaz en sus estructura y en la prestación de sus servicios, contando con un adecuado ordenamiento urbano y rural, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes</p> <p>2.- Convocar a los principales actores de la sociedad: colegios de profesionistas, sindicatos, industriales, empresarios, líderes de opinión, organismos no gubernamentales, asociaciones civiles y religiosas, discapacitados, universitarios, mujeres, organismos defensores de la diferencia, etc., para organizar ejercicios de cómo desearían ver al municipio en los próximos 20-25 años, de acuerdo con la perspectiva de cada uno de los grupos de enfoque</p>
Visión	<p>1. Ofrecer una administración pública incluyente y participativa, innovadora transparente, con un fuerte enfoque en la planeación y la utilización de herramientas que efficienten nuestra forma de brindar los servicios, siendo en todo momento respetuosos y cercanos a la ciudadanía y en especial a los que menos tienen</p> <p>2. Promover y coordinar los esfuerzos de la sociedad con el objetivo de lograr el bienestar de las familias morelianas. constituyendo un Gobierno honesto, justo, con espíritu de servicio, ordenado y disciplinado, que logre la participación de la ciudadanía y con ella trabaje en conjunto, y que ofrezca continuamente cuentas transparentes</p>

Dentro de los aspectos críticos que se mencionan en el PDM y que se deben de considerar para el desarrollo municipal, se encuentra el “promover el crecimiento ordenado de los principales centros de población, acorde en la medida de lo posible con el medio ambiente, mediante el desarrollo de infraestructura básica, de carretera y transporte, así como la prestación de servicios públicos de calidad” (H. Ayuntamiento de Morelia, 2005).

En la Cuadro III.7 Se presentan los objetivos, estrategias y metas que se establecen en el PDM, algunos de los cuales se vinculan con el proyecto.

Cuadro III.7 Objetivos, estrategias y metas con los que se vincula el proyecto de interés

Eje estratégico	Objetivos	Estrategias	Metas
Desarrollo Urbano y hábitat	<ul style="list-style-type: none"> -Llevara acabo la planeación Urbana detallada para áreas estratégicas -Proteger áreas naturales - Prevenir y controlar la contaminación ambiental - Promover el crecimiento ordenado y sustentable del municipio en armonía con el medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión del Plan de Desarrollo Urbano y reglamentos relacionados con la obra pública, uso de suelo, construcción, cuidado del medio ambiente, entre otros -Desarrollar un plan integral de vialidades que hagan la ciudad mas ordenada, segura y rápida -Promover la participación ciudadana en los diferentes programas de obra pública, así como en los programas de cultura ambiental urbanística -Monitorear el impacto y el riesgo ambiental -Adecuar la infraestructura municipal a las necesidades actuales de la población con los recursos disponibles, con eficiencia y calidad, en estricto apego a las leyes reglamentos vigentes -Adecuar la vialidad peatonal para el uso de los físicamente discapacitados 	<ul style="list-style-type: none"> -Programa de pavimentación, construcción de banquetas, drenaje sanitario, red de agua potable, alumbrado y electrificación en colonias de escasos recursos, para mejorar su calidad de vida

Dentro de las Líneas estratégicas del Ordenamiento Urbano en el que dice textualmente “Respetar el Plan de Ordenamiento Urbano, asegurando un ordenamiento planeado y ordenado del Municipio” se encuentran dos propuestas ciudadanas:

- Revisión de la vialidad a fin de que fluya el tráfico
- Trabajar más en las vialidades de Morelia

Por lo anterior, y en atención al crecimiento urbano y al mejoramiento de la imagen urbana de la ciudad de Morelia, la creación de planes integrales de vialidades son prioridades del Gobierno Municipal 2005-2007, así, la ejecución del proyecto carretero “Libramiento Poniente de Morelia” es acorde con lo expuesto ya que uno de los objetivos de su establecimiento es la disminución del tráfico local y un plan integral de vialidades que hagan la ciudad mas ordenada, segura y rápida.

- Plan de Desarrollo Municipal de Lagunillas 2005-2007

En este documento se plasma de manera precisa y clara los objetivos que el gobierno propone alcanzar, con estrategias y acciones que se implementarán para su cumplimiento, siempre con la participación y apoyo de los habitantes del municipio. La política general de desarrollo tiene como estrategia crear las condiciones necesarias para que los habitantes del municipio se desarrollen en su medio de una manera digna, armónica, segura y con respeto al patrimonio natural y cultural de la región (H. Ayuntamiento de Lagunillas, 2005).

Los Objetivos y Estrategias contemplados en el Plan de Desarrollo Municipal que se vinculan con el proyecto se encuentran en la Cuadro III.8.

Cuadro III.8 Objetivos y estrategias vinculados al proyecto de interés

Eje estratégico	Objetivo General	Estrategias
Vialidades y pavimentación	<ul style="list-style-type: none"> -Mejorar las condiciones de las calles y banquetas en la cabecera municipal y en sus comunidades -Conjuntar esfuerzos con el Gobierno Federal y estatal, para tener mayores apoyos -Lograr pavimentar la mayor cantidad de calles posibles garantizando bienestar y comodidad para los habitantes 	<ul style="list-style-type: none"> -Mantener transitables los caminos rurales con el apoyo y participación de los habitantes -Reordenamiento de vialidades en el Municipio, para hacer más fluido el tránsito vehicular -Acondicionar los caminos con puentes, cunetas y señalización suficiente para mayor seguridad a los habitantes -Promover una adecuada nomenclatura de calles y señalización de calles y caminos
Ecología	<p>Sensibilizar y concienciar a la ciudadanía de la importancia de la conservación y mantenimiento de nuestro sistema ecológico, ya que del deterioro que sufrimos todos somos responsables</p> <p>El cuidado de los recursos naturales y del medio ambiente constituye hoy una de las principales preocupaciones de la sociedad y los gobiernos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Establecer un programa de reforestación en todo el municipio -Cuidar la contaminación ambiental en la zona

Finalmente, dentro de la perspectiva 2005-2030 se menciona que una vez puesto en operación el Plan Estratégico de Desarrollo para el Municipio de Lagunillas, podrán ser aprovechables otras nuevas actividades comerciales y de servicios, dado el crecimiento económico por la apertura de la autopista Morelia-Lázaro Cárdenas; misma que inicia de la misma ciudad de Morelia, siendo el libramiento un puente para evitar que los transportistas crucen por la mancha urbana de Morelia con destino a Guadalajara o la Ciudad de México.

La ejecución del proyecto Libramiento Poniente de la Ciudad de Morelia, se encuentra directamente vinculado con la estrategia de desarrollo de la presente administración "Reordenamiento de vialidades

en el Municipio, para hacer más fluido el tránsito vehicular”, y que a la vez es acorde con la política general en el sentido de crear las condiciones necesarias para que los habitantes de Lagunillas se desarrollen en su medio de una manera digna, armónica y segura. Por otro lado, también se manifiesta la preocupación del cuidado de los recursos naturales y del medio ambiente, en este contexto el proyecto considera en cada una de sus etapas de desarrollo lineamientos ambientales, a fin de reducir los impactos ambientales que se puedan generar.

III.2.8 Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMARN)

El Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales (PNMARN) establece los principales instrumentos de planeación ambiental, que además de tener un ámbito particular de aplicación, diferentes alcances y efectividad, son una herramienta importante en la toma de decisiones ya que a través de su análisis puede considerarse la opción que represente la menor afectación al ambiente al realizar un proyecto.

De igual forma, este documento señala que el desarrollo económico y social debe ser acorde con la capacidad de carga de los recursos naturales para sustentar las actividades y obras que se pretendan realizar, para lograrlo la SEMARNAT (2001) desarrolló cuatro lineamientos estratégicos incorporados al PNMARN:

- Detener y revertir la contaminación de los ecosistemas
- Detener y revertir la pérdida de capital natural
- Conservar los ecosistemas y la biodiversidad
- Promover el desarrollo sustentable

Por otro lado, en el PNMARN también se establecen los instrumentos y herramientas requeridos en la planeación y gestión ambiental como son, el Ordenamiento Ecológico del Territorio, la Evaluación de Impacto Ambiental, la Normatividad Ambiental, la Conservación de la Vida Silvestre, las Áreas Naturales Protegidas y el Desarrollo de la Investigación Ambiental.

En la Cuadro III.9 se muestra la correspondencia entre los instrumentos de planeación y gestión ambiental y el proyecto de interés.

Cuadro III.9 Instrumentos de planeación y gestión ambiental vinculados con el desarrollo del proyecto de interés

Instrumentos de Planeación y Gestión Ambiental	Proyecto
Ordenamiento Ecológico	El estado de Michoacán no cuenta con Ordenamiento Ecológico Territorial (Ver apartado III.4)
Evaluación de Impacto Ambiental	De acuerdo al inciso “B” del artículo 5 del Reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPAC, la carretera “Libramiento Poniente de Morelia” requiere de someterse a la evaluación de impacto ambiental
Fomento y Normatividad	Previo y durante la construcción de la carretera; así como durante la operación de la misma, el promotor deberá observar una serie de normatividad ambiental vigente (ver apartado III.5)
Áreas Naturales Protegidas	El proyecto no se construirá dentro de ninguna área natural protegida, la más cercana es Insurgente José María Morelos y Pavón, la cual se encuentra a 28 km del área donde se encuentra el proyecto (ver apartados III.3)
Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	De acuerdo a la información disponible en la Dirección General de Vida Silvestre dentro del derecho de vía no existen Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) registradas, o bien en Áreas de Manejo Sustentable de la Vida Silvestre (PAMS)
Investigación Ambiental	No existe vinculación directa, ya que este es un proyecto orientado a proporcionar un servicio y no dedicado a la investigación

III.3 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas se definen como las zonas de un territorio que han quedado sujetas al régimen de protección para preservar ambientes naturales, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, lograr el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios brindados por los ecosistemas y mejorar la calidad de vida en los centros de población y sus alrededores.

Michoacán es uno de los estados que concentran mayor biodiversidad del país, sin embargo sólo el 17 % de la superficie total que corresponde a 1'020,765.9 hectáreas son Áreas Naturales Protegidas. El estado de Michoacán en la actualidad cuenta con 47 áreas protegidas (COFOM, 2002), siendo la mayoría del ámbito federal, clasificándose de la siguiente manera (Cuadro III.10):

Cuadro III.10 Número de áreas naturales protegidas en el estado de Michoacán

Categoría	Número de ANP en el estado de Michoacán
Parques Nacionales	7
Reservas de la Biosfera	1
Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre	1
Áreas de Protección de Recursos Naturales	32
Zonas de Preservación Ecológicas de Centros Urbanos	6

Fuente: COEECO, 2002

Las ANP federales más conocidas son las que a continuación se exponen en la Cuadro III.11 (COEEO, 2002; SEDUE, 1989); en la misma Cuadro se señala la distancia entre las áreas naturales protegidas y el proyecto de interés:

Cuadro III.11 Áreas naturales protegidas federales

Área Natural Protegida	Fecha del decreto	Justificación	Km de distancia del proyecto
Parques Naturales			
Lago de Camécuaro	08/marzo/1941	El parque cuenta con un lago originado por manantiales, su vegetación esta formada por bosques de Pino-y Oyamel, así como ahuehuetes cercas de los cuerpos de agua. Tiene una superficie muy pequeña de apenas 9 ha.	95.0
Pico de Tancítaro	27/julio/1940	El pico de Tancítaro con 3845 msnm, es la de mayor elevación del estado de Michoacán; tiene vegetación del tipo de Bosques de Oyamel, Bosques de Pino y Bosques de Encino. Ocupa una superficie de 29.316 ha.	95.0
Cerro de Garnica	05/septiembre/1936	Constituye una elevada cumbre con Bosques de Pino y Oyamel. Tiene una superficie de 968 ha.	40.0
Insurgente José María Morelos y Pavón	27/febrero/1939	Esta área natural presenta una topografía muy accidentada con Bosques de coníferas. Superficie de apenas 1813 ha.	28
Rayón	29/agosto/1952	Se le conoce localmente como Cerro del gallo y esta conformado por un Bosque de Pino. Tiene una superficie de 34-38-28 ha.	112
Los Azufres		Esta conformado por un Bosque de Pino y manantiales de aguas termales-azufrosas, por ello el nombre de los azufres.	56
Reserva Especial de la Biosfera			
Reserva de la Mariposa Monarca	09/abril/1980	Esta reserva esta constituido primordialmente por Bosques de Oyamel o abeto, cuyos sistemas conforman el hábitat de la Mariposa Monarca durante la estación de invierno. Ocupa una superficie mayor a las 16.110-14-50 ha.	95.0

Nota: Las distancias con respecto al proyecto son en línea recta desde el punto más cercano entre ambos objetivos (proyecto/ANP)

Se observa que la mayoría de estas áreas se encuentran en bosques de coníferas y se denota la ausencia de protección de otros tipos de vegetación; así mismo, y como objetivo de este capítulo, la

trayectoria del Proyecto Libramiento de la Ciudad de Morelia no esta dentro de la poligonal de alguna Área Natural Protegida; las más cercanas son el parque Natural “Insurgente José María Morelos y Pavón” y “Cerro de Garnica” (Figura III.1), por tal motivo no existe vinculación entre estas áreas y el Proyecto; sin embargo, cabe señalar que las políticas de protección ambiental de la SCT con el objetivo general de las ANP’s son congruentes en el sentido de crear infraestructura y servicios públicos acordes a las exigencias ecológicas.

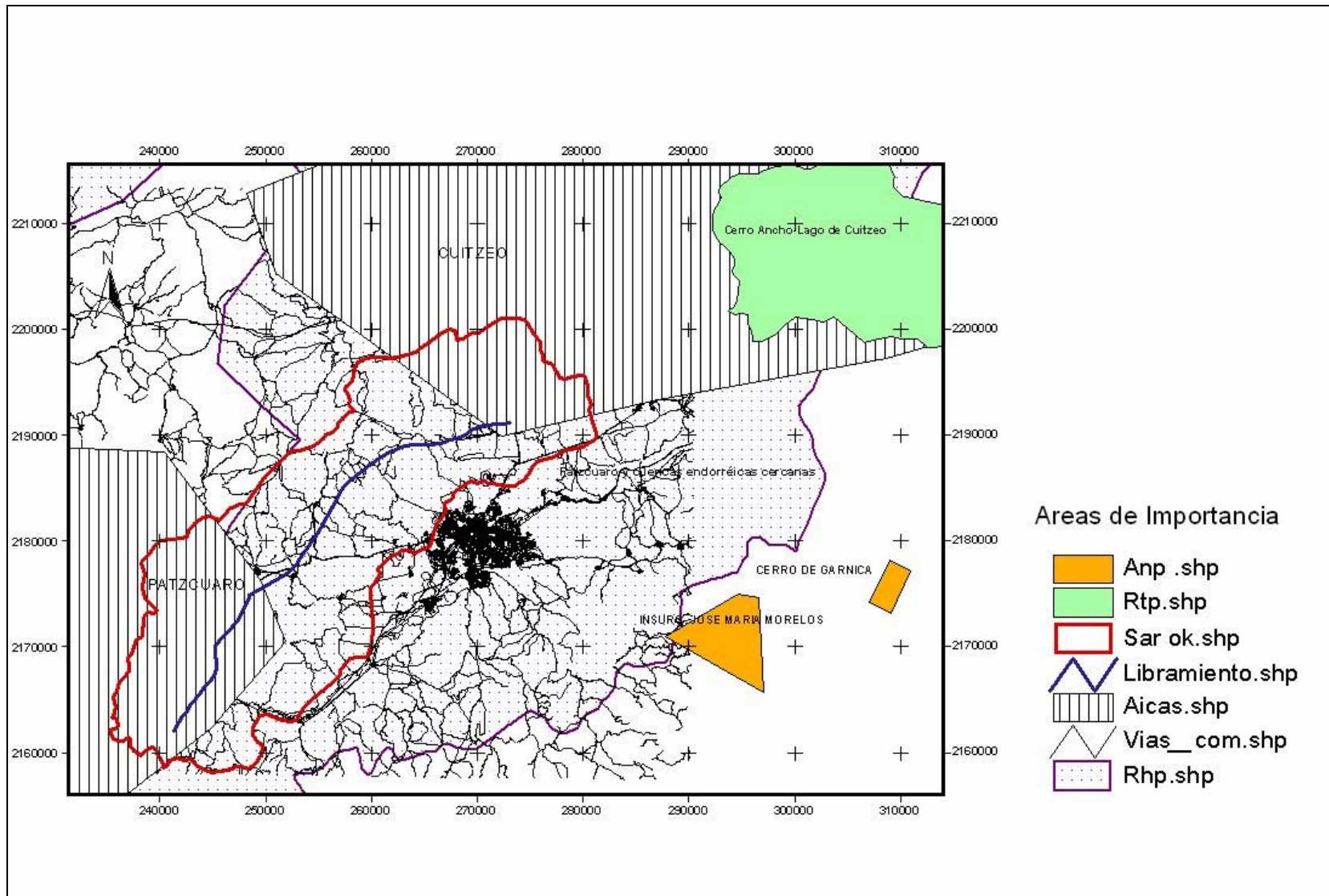


Figura III.1 Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias y AICAS cercanas al área del proyecto

III.4 Ordenamiento Ecológico Territorial (OET)

III.4.1 Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo

Actualmente no existe un OET para el estado de Michoacán, pero con referencia a la zona de estudio el Decreto del Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, primero en su tipo, se publicó el 13 de junio de 2006 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán y contempla el ordenamiento integral de 13 municipios: Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarimbaro y Zinapécuaro.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial es físicamente un mapa que contiene áreas de usos y aprovechamientos permitidos, prohibidos y condicionados. De inicio se elaborará la regionalización de la región de interés y con base en ella e información sectorial se definen las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), mismas donde ya se establecen las políticas ambientales y los criterios ecológicos a los que estarán sujetos las diferentes actividades y proyectos de desarrollo que se pretendan instalarse en ellas (SEMARNAT, 2003).

Así, el proyecto de interés se ubicará en el Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, apenas decretado el 13 de de junio del 2006 (Gobierno del estado de Michoacán, 2006a y b).

En la cuenca se localiza el lago Cuitzeo que es el segundo cuerpo de agua más grande del país. Es un importante regulador del ambiente y cada año recibe la visita de una gran variedad de aves migratorias. En la cuenca se presentan bosques de pino-encino, oyamel, matorral subtropical y pastizales. Resalta la agricultura de riego que se práctica en el valle de Morelia-Querendaro y que abastece en gran parte a la ciudad de Morelia. La cuenca ha sido habitada desde tiempos remotos y en la actualidad se presentan diversas problemáticas relacionadas con la conservación y el manejo de recursos naturales. El fuerte proceso de urbanización, la deforestación y la erosión, son algunos de los principales problemas ambientales que se relacionan con problemas sociales como pobreza, migración y desintegración (Gobierno del estado de Michoacán, 2006a).

La cuenca se localiza en el sistema Volcánico Transversal, entre los estados de Michoacán y Guanajuato. Cuenta con una superficie de aproximadamente 4000 km². Esta integrada por 26 municipios de los cuales 21 corresponden al estado de Michoacán y 5 de Guanajuato. El decreto contempla el ordenamiento de 13 municipios del estado de Michoacán (Acuitzio, Alvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucandiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Querendaro, Santa Ana Mayo, Tarimbaro y Zinapécuaro) (Gobierno del estado de Michoacán, 2006a)

A pesar de que el decreto solo incluye a dos de los siete municipios involucrados en el SAR (Morelia y Tarimbaro), en el Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, se incluyen los municipios de Lagunillas y Huiramba (Figura III.4-1). Sobre las UGA's, el proyecto se vincula directamente con 14 de ellas; mientras que el SAR lo hace con 45 UGA's (Cuadro III.4-1 y Figura III.4-1). En la misma Tablas III.4-1 se presenta para cada una de las UGA's, los uso propuestos, la política ambiental y la clave de los criterios ecológicos que les aplican; mientras que en el anexo del capítulo VIII se presentan los criterios involucrados directamente con el proyecto y con el SAR.

Cuadro III.11.- Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo involucrados con el SAR, con un asterisco (*) se señalan las vinculadas directamente con el proyecto (*)

UGA	Uso propuesto	Política ambiental	Clave de los criterios ecológicos
Tarimbaro			
Ah180*	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH29
Ah188	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH35
P52*	Pecuario	Aprovechamiento	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9,P10, P11, P12, 13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20 P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P43
P201*	Pecuario	Conservación	
P172	Pecuario	Aprovechamiento	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9,P10, P11, P12, 13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20 P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P44
Morelia			
At53	Agricultura de temporal	Aprovechamiento	
F100*	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5,
At101*	Agricultura de temporal	Aprovechamiento	AG13, AG16 AG17, AG25, AG36, AG102, AG121

UGA	Uso propuesto	Política ambiental	Clave de los criterios ecológicos
At105	Agricultura de temporal	Aprovechamiento	
F104	Forestal	Aprovechamiento	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F33
Ah166*	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24
At16	Agricultura de temporal	Aprovechamiento	AG13, AG16 AG17, AG25, AG36, AG102, AG121
P106*	Pecuario	Conservación	P6, P8, P9, P10, P12, P14, P15, P16, P17, P19
F107*	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
F122	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
P118	Pecuario	Aprovechamiento	P6, P8, P9, P10, P12, P14, P15, P16, P17, P19
Ah15	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24
BSA118	Bines-Servicios ambientales	Protección	
F123	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
Ah163	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24
F120	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
F42	Forestal	Aprovechamiento	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
F146	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
Ah160	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24
Ah164*	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24

UGA	Uso propuesto	Política ambiental	Clave de los criterios ecológicos
F125	Forestal	Restauración	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F45
Ah161	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24
Lagunillas			
P147	Pecuario	Aprovechamiento	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9,P10, P11, P12, 13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20 P21, P22, P24, P30, P31, P32, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P43
F114*	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
F116	Forestal	Aprovechamiento	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F30, F5, F10, F19
F117*	Forestal	Aprovechamiento	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F39
F126	Forestal	Conservación	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F46
F115	Forestal	Aprovechamiento	F1,F2,F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, ,F21, F22, F23,F24,F25,F26, F27, F28, F29, F37
F129	Forestal	Aprovechamiento	
Ah195*	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH44
P148	Pecuario	Aprovechamiento	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9,P10, P11, P12, 13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20 P21, P22, P24, P30, P31, P32, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P43
Ar128*	Agricultura de riego	Aprovechamiento	AG4, AG5, AG8, AG10, AG11, AG13, AG14, AG25, AG27, AG28, AG29, AG31, AG39, AG41, AG49, AG68, AG77, AG95, AG101, AG117, AG118, AG121
Ah162	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4,AH5, AH7,AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH24
Ar199	Agricultura de riego	Aprovechamiento	AG4, AG5, AG8, AG10, AG11, AG13, AG14, AG25, AG27, AG28, AG29, AG31, AG39, AG41, AG49, AG68, AG77, AG95,

UGA	Uso propuesto	Política ambiental	Clave de los criterios ecológicos
			AG101, AG117, AG118, AG121
Huiramba			
P145	Pecuario	Aprovechamiento	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, 13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20 P21, P22, P24, P30, P31, P32, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P43
Ah196*	Asentamientos humanos	Aprovechamiento	AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH7, AH8, AH10, AH14, AH15, AH16, AH19, AH20, AH21, AH22, AH23, AH45
At130	Agricultura de temporal	Aprovechamiento	
Ar143	Agricultura de riego	Aprovechamiento	
F144	Forestal	Restauración	F1, F2, F3, F8, F9, F11, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F56
Ar131	Agricultura de riego	Aprovechamiento	AG4, AG5, AG8, AG10, AG11, AG13, AG14, AG25, AG27, AG28, AG29, AG31, AG39, AG41, AG49, AG68, AG77, AG95,

Aquí cabe mencionar que la UGA con la política de protección y las dos de restauración no están directamente vinculadas con el proyecto de “Libramiento Poniente de Morelia”.

Cuadro III.13 Municipios del SAR que convergen en el OTE

Municipio	Superficie dentro de la Cuenca km2	Superficie dentro de la Cuenca %
Acuitzio	140	3.8
Álvaro Obregón	157	4.2
Charo	200	5.4
Chucándiro	183	4.9

Copándaro	176	4.7
Cuitzeo	256	6.9
Huandacareo	91	2.5
Indaparapeo	168	4.5
Morelia	1057	28.5
Queréndaro	159	4.3
Santa Ana Maya	104	2.8
Tarímbaro	262	7.1
Zinapécuaro	428	11.5

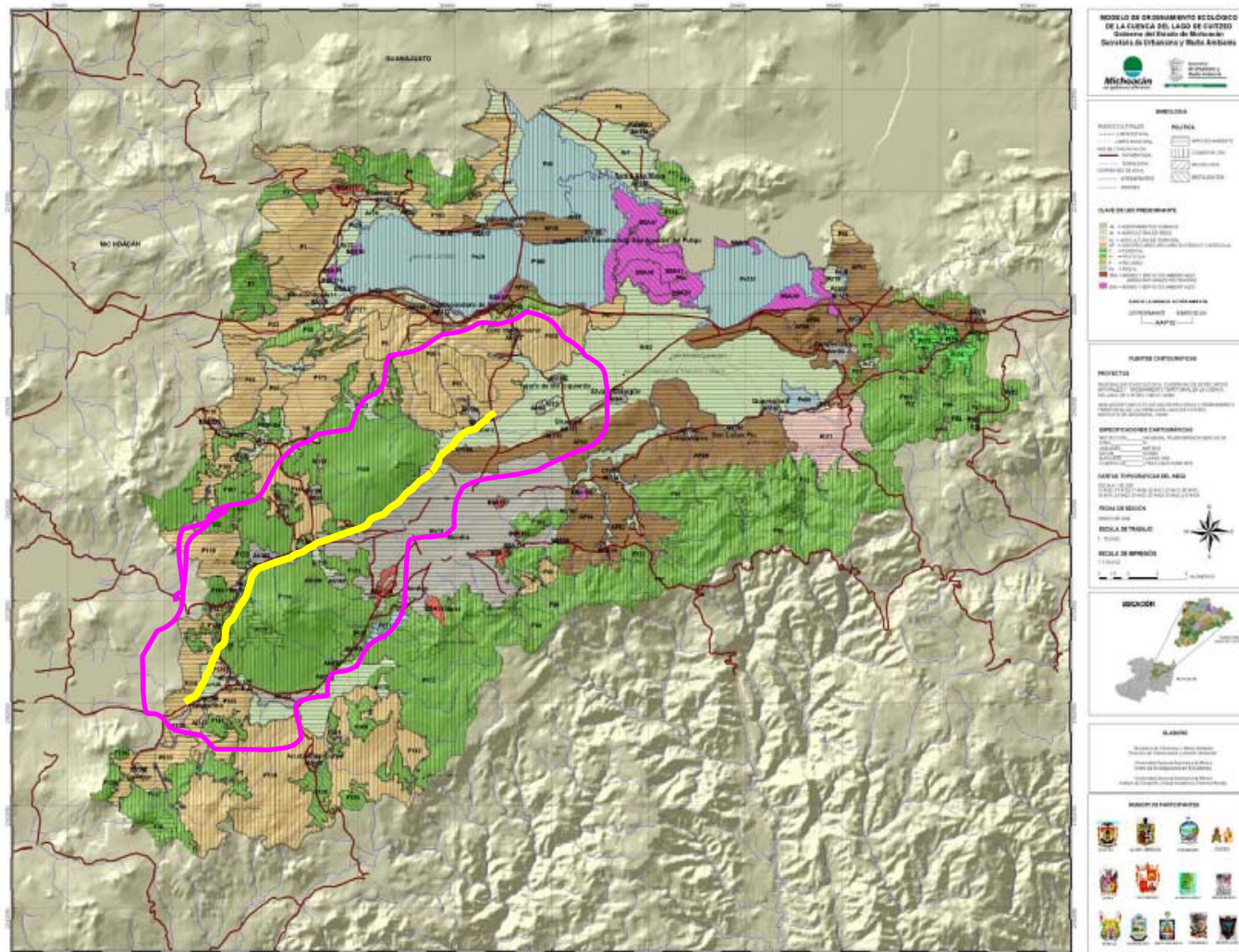


Figura III.2 Ubicación aproximada del SAR en el Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo

El área del Ordenamiento Ecológico está delimitada por la divisoria que define la cuenca endorreica de alimentación del Lago de Cuitzeo, dentro del territorio del Estado de Michoacán de Ocampo.

La Cuenca está localizada en el Sistema Volcánico Transversal, entre los 20°05'41'' y 19°24'17'' latitud norte y 100°38'16'' y 101°33'15'' longitud Oeste y cubre una superficie de 3,382 km² aproximadamente.

El Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Lago de Cuitzeo tendrá como propósito fundamental, fomentar el uso adecuado del suelo en la zona, con base en su aptitud ambiental y productiva, incentivando su reconversión y el cambio tecnológico hacia sistemas de producción sustentable.

El territorio de la Cuenca del Lago de Cuitzeo posee una gran diversidad de fauna silvestre, vegetación, sistemas lacustres y paisajes que proporcionan bienes y servicios necesarios para el desarrollo sustentable de la región, además de encontrarse el remanente más importante de bosque tropical caducifolio de la región. (Gobierno del Estado de Michoacán, 2006)

Con relación a las Unidades de Gestión las más representativas por donde cruza el trazo corresponden a una Política de Aprovechamiento compatible con la infraestructura carretera.

En el Capítulo VIII se presentan las Tablas de Unidades de Gestión Ambiental y la de Criterios Ecológicos.

III.5 Regiones Prioritarias y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El proyecto denominado Regiones Prioritarias tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental, donde se destaque la presencia de una riqueza ecosistémica y específica, terrestre y acuática, 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 (Arriaga *et al.*, 2002). Así mismo, esta idea se aplica tanto a regiones terrestres como hidrológicas.

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) están dentro de los planes para la conservación de la biodiversidad por la CONABIO, no están catalogadas como Áreas Naturales Protegidas. Así, en términos generales, el programa de las AICAS es una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y Bird Life International (CONABIO, 2002).

En la Figura III.3-1 también se presentan las regiones prioritarias y las AICAS vinculadas directamente con el proyecto carretero Libramiento de la Ciudad de Morelia; en ella se observa que el proyecto no se

relaciona con ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), pero si con una Región Hidrológica Prioritaria (RHP) y finalmente, se vincula en sus extremos con dos Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's)

En el estado de Michoacán existen seis regiones terrestres prioritarias; sin embargo el proyecto carretero “Libramiento de la Ciudad de Morelia” no esta vinculada con ninguna de ellas, la más cercana es la denominada “Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo (RTP-111) (Figura III.3).

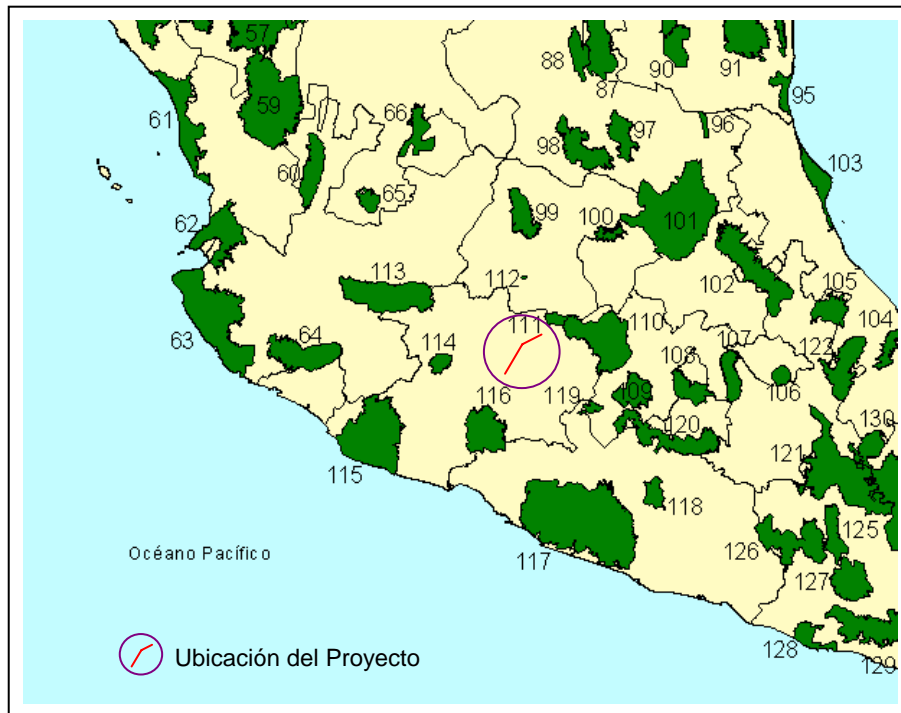


Figura III.3 La RTP-111 es la Región Terrestre Prioritarias más cercana al proyecto de interés

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

A diferencia de las RTP, el proyecto de interés esta vinculado directamente con la Región Hidrológica Prioritaria Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas "RHP-62" (Figura III.4).

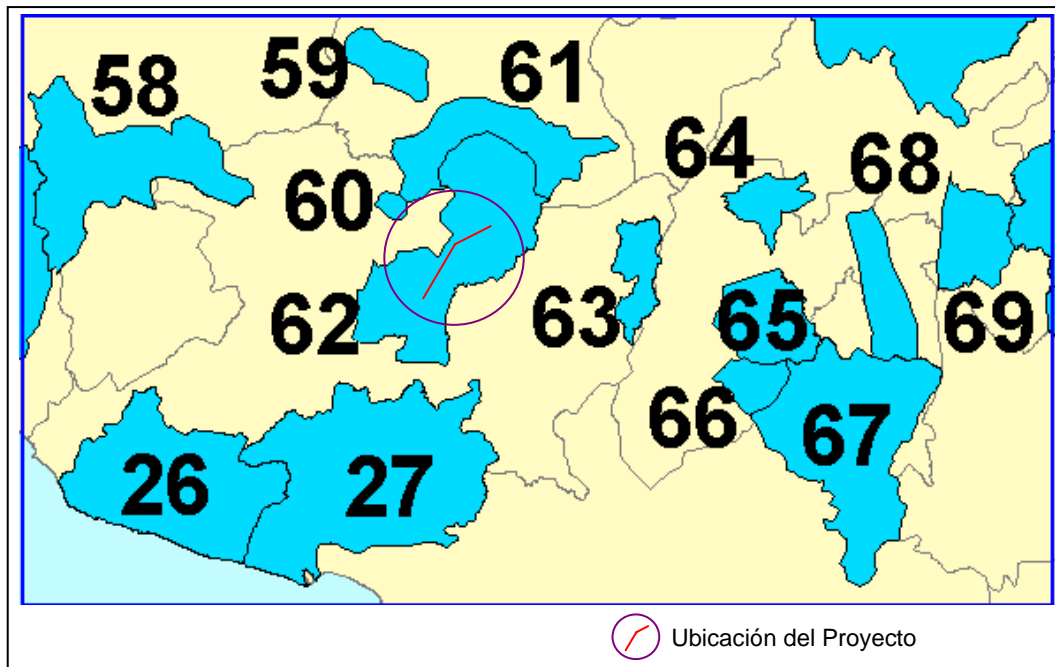


Figura III.4 Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas es la Región Hidrológica Prioritaria donde quedara emplazado el proyecto

En la Cuadro III.12 se presenta brevemente una descripción de la región hidrológica prioritaria relacionada con el proyecto carretero Libramiento de la Ciudad de Morelia.

Cuadro III.12 Ficha de datos básicos de las región hidrológica Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas (RHP-62)

Clave: RHP-62	
Estados	Michoacán y Guanajuato
Extensión (km ²)	7092.08 km ²
Principales poblados incluidos	Pátzcuaro, Morelia, Zirahuén, Sta. Clara del Cobre, Opopeo, Quiroga, Queréndaro
Objetivo de Conservación	Tipos de vegetación: bosques mixtos de pino-encino, de pino, de encino, de oyamel, selva baja caducifolia, pastizales, matorral subtropical, matorral desértico micrófilo, especialmente asociaciones de huizache-mezquite, vegetación halófila, vegetación acuática y subacuática. Existe una gran diversidad de hábitats: lagos, reservorios, cuerpos acuáticos someros, ríos, arroyos, lagos salinos y humedales. También existe fauna tanto acuática (p/ej. <i>Alganssea lacustris</i> , <i>Allotoca dugesi</i> , <i>Chirostoma attenuatum</i> , <i>C. bartoni</i> , <i>C. grandocule</i> , <i>C. jordani</i> , <i>Goodea atripinnis</i> , <i>Poecilopsis infans</i> ; de aves <i>Geothlypis speciosa</i>) como terrestre de interés.
Aspectos económicos	Pesca artesanal de peces (acámara, chegua, trompo o carpa dorada, charal prieto, pescado blanco, charal blanco, charal pinto, carpa, tiro, barrigones, lobina negra, choromu, tilapia azul, tilapia negra y del Nilo). Existe además la captura de mosco que incluye a un conjunto de crustáceos y larvas de insectos

Clave: RHP-62	
Problemática	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación del entorno: cuerpos de agua impactados por altas densidades de población y actividades productivas de la región. Sobreexplotación de mantos acuíferos, deforestación intensiva y construcción de carreteras. - Contaminación: por agroquímicos, aguas residuales domésticas y desechos sólidos. - Uso de recursos: peces nativos (aterínidos y goodéidos), aves (ambistómidos en riesgo). Hay especies introducidas resistentes y de amplia distribución como las carpas dorada y común, los charales de Xochimilco y de la Laguna, el lirio acuático, la lobina negra, entre otros.

Fuente : Arriaga et al. 2000

Sin embargo debido a la naturaleza del proyecto, se considera que no se incide de manera directa sobre el recurso, ya que en donde se cruce la carretera con ríos, arroyos y escurrideros se construirán o instalarán puentes y alcantarillas (Ver Capítulo VI).

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Cabe destacar que tramos del proyecto se ubican dentro de dos AICAS de las ocho que se localizan en el estado de Michoacán: Cuitzeo (AICA-2) y Pátzcuaro (AICA-3) (Figura III.5).

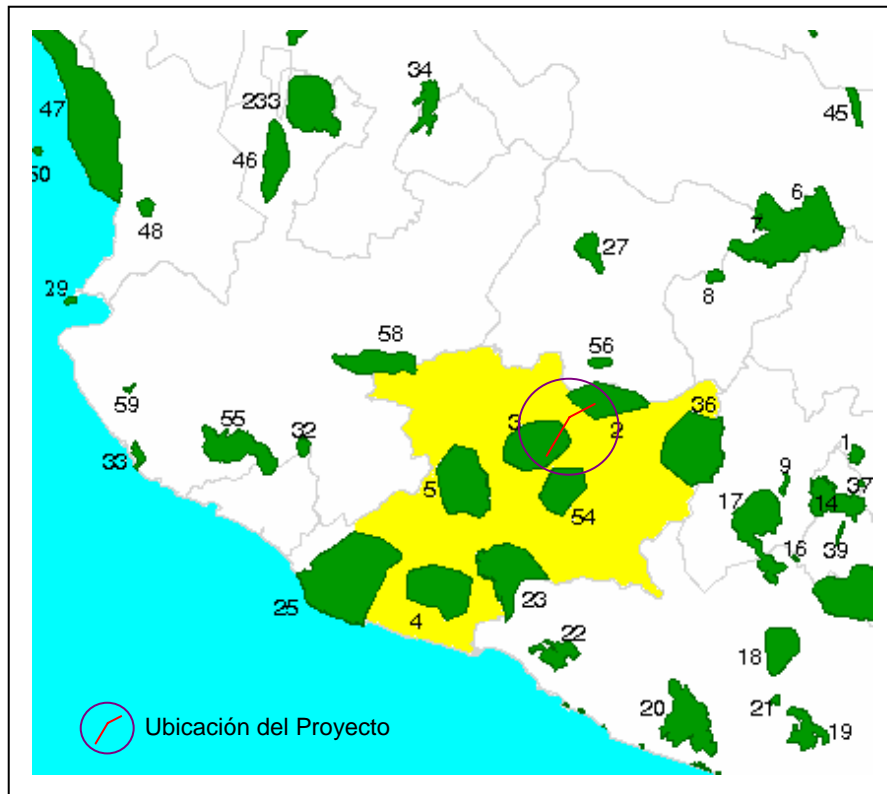


Figura III.5 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), vinculadas con el Proyecto “Libramiento de la ciudad de Morelia” (Tomado de CONABIO, 2002)

A continuación se presentan las fichas básicas de ambas AICAS (Tablas III.13 y III.14), con los datos más importantes de conservación de cada una de las áreas de interés (CONABIO, 2002):

Cuadro III.13 Ficha de datos básicos del área de conservación número 2, de nombre Cuitzeo (AICA-2)

Clave: AICA-2	
Nombre	Cuitzeo (cerro Trompetero-Cuitzeo)
Estados	Michoacán
Extensión (km ²)	145,829.25 km ²
Descripción del sistema ambiental	Área de humedales con vegetación halófila y abundantes tulares. Es uno de los cuerpos de agua dulce más importantes del centro de México. Vegetación acuática y subacuática.
Justificación	La vegetación subacuática es una de las más restringidas en las tierras altas del centro de México. La destrucción de humedales para agricultura y la salinización de los suelos por las fluctuaciones drásticas en los niveles de agua pone en fuerte límite a la conservación de los tulares.
Especies de aves de interés	<i>Vireo nelsoni</i> ; <i>Geothlypis speciosa</i> ; <i>Ixobrychus exilis</i> y <i>Accipiter striatus</i>

Cuadro III.14 Ficha de datos básicos del área de conservación número 3, de nombre Pátzcuaro (AICA-3)

Clave: AICA-3	
Nombre	Pátzcuaro
Estados	Michoacán
Extensión (km ²)	186,275.08 km ²
Descripción del sistema ambiental	Cuerpo de agua del sistema volcánico transversal con vegetación subacuática y bosques de pino-encino, oyamel y matorral subtropical en los alrededores. Es una cuenca endorréica que antiguamente estaba unida a la Laguna de Cuitzeo y el lago de Zirahuén.
Justificación	La desecación de algunas partes del lago, el incremento en la erosión y azolve además de las descargas de agroquímicos y aguas negras, ponen en peligro la existencia de la vegetación subacuática y la fauna en general (en especial el pescado blanco <i>Chirostoma estor</i> y algunas especies de Godeidos endémicos como <i>Ambystoma dumelleri</i>). Desde la década de los 30's fue decretada como una zona de protección forestal.
Especies de aves de interés	<i>Geothlypis speciosa</i> ; <i>Accipiter cooperi</i> ; <i>A. striatus</i> ; <i>Icterus cucullatus</i> ; <i>Atthis heloisa</i> ; <i>Ridgwayia pinicola</i> ; <i>Melanotis caerulescens</i> , <i>Picoides stricklandi</i> y <i>Lepidocolaptes leucogaster</i>

Se puede ver que están muy estrechamente relacionadas estas AICAS con la región hidrológica Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas (RHP-62), sin embargo las especies de aves de interés no son del grupo de las aves acuática (patos, garzas, etc.), las cuales se esperaba tuvieran una importancia en las AICAS por sus sistemas de vegetación subacuática; por lo contrario son pájaros, gaviñanes, colibríes y carpinteros. Con relación a la vinculación de las AICAS con el proyecto, se propondrán las medidas de mitigación correspondientes en caso de identificar la presencia de las especies citadas en las fichas

III.6 Instrumentos normativos que regulan al proyecto "Libramiento Poniente de Morelia"

Las Leyes y reglamentos que regulan la totalidad o parte del proyecto, se describen a continuación:

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de enero del 2000 (SEMARNAP, 1997); y el Reglamento de esta Ley en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del 2000 (SEMARNAP, 2000).

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; define los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; la preservación y la protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las Áreas Naturales Protegidas; además y el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas (desarrollo sustentable).

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero del 2003 (SEMARNAT, 2003) y el Reglamento de la Ley Forestal, publicado el 25 de septiembre de 1998 en el Diario Oficial de la Federación (SEMARNAP, 1998).

En lo referente a la infraestructura vial, el Artículo 39 señala que la Secretaría y las Secretarías de Desarrollo Social y de Comunicaciones y Transportes, podrán celebrar acuerdos y convenios con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal, así como con empresas del sector social o privado y con los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales maderables, forestación o reforestación, con el objeto de desarrollar y conservar la infraestructura vial de las regiones forestales.

Asimismo, se designa a las autoridades competentes vigilar que la construcción de los caminos en terrenos forestales cause el menor daño al medio natural y observar en el desarrollo de los procedimientos de inspección y en las auditorías técnicas que realice, las formalidades que para la materia se señalan en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

- La Ley General de Vida Silvestre se vincula directamente con el proyecto (SEMARNAP, 2000b), por las afinidades cinegéticas de la región, en sus dos rubros cacería deportiva y de una zona rural con tradiciones locales de cacería.
- Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal. De acuerdo con esta ley, actualizada al 25 de enero del 2001, el capítulo uno correspondiente al ámbito de aplicación de la Ley se especifica que la Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

En la misma Ley se menciona que para los efectos de esta Ley se entenderá por caminos o carreteras, por derecho de vía y cuales son las atribuciones de la autoridad competente:

Planear, formular y conducir las políticas y programas para el desarrollo de los caminos, puentes, servicios de autotransporte federal y sus servicios auxiliares;

Construir y conservar directamente caminos y puentes;

Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;

Vigilar, verificar e inspeccionar que los caminos y puentes, así como los servicios de autotransporte y sus servicios auxiliares cumplan con los aspectos técnicos y normativos correspondientes;

Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes

Expedir las normas oficiales mexicanas de caminos y puentes así como de vehículos de autotransporte y sus servicios auxiliares;

Establecer las bases generales de regulación tarifaria

- Ley de Vías Generales de Comunicación, en el Libro Primero, Disposiciones Generales, Capítulo I se especifica que son vías generales de comunicación: I. Los caminos: Derogada por el TERCERO TRANSITORIO que Decreta la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993. II. Los puentes: Derogada por el TERCERO TRANSITORIO que Decreta la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993. Además, son partes integrantes en las vías generales de comunicación: I. Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas.

El Capítulo Dos de Jurisdicción	Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operen en ellas quedan sujetas 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.
El Capítulo Tres de Concesiones, Permisos y Contratos	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.
El Capítulo Cuatro referente a la Construcción y Establecimiento de Vías Generales de Comunicación	No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. I. Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo anterior los trabajos de urgencia, respecto a los cuales deberá rendirse un informe inmediato posterior, y los de pequeña importancia necesaria para la realización del servicio.

- Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado de Michoacán. En el Artículo 3º, de esta Ley se especifica que las vías estatales de comunicación y sus servicios conexos son de utilidad pública y su aprovechamiento será controlado por el Estado, pudiendo concesionarios a mexicanos o a sociedades mexicanas constituidas conforme a las leyes del país, siempre y cuando su capital esté representado por acciones nominativas.
- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo. El objetivo de esta Ley es fijar las bases para:
 - La preservación y restauración del equilibrio ecológico, y la protección ambiental en el territorio estatal, y en su caso, concurrir con la Federación en la política que al efecto se dicte cuando el asunto sea de interés nacional
 - La regulación de las actividades que no sean consideradas altamente riesgosas, cuando por sus efectos puedan generar desequilibrios ecológicos, alterar o dañar ecosistemas, procesos biológicos o el medio ambiente del Estado o de sus municipios
- Ley General de Desarrollo Social, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero del 2004 (SEDESOL, 2004), los principales aspectos que guardan vinculación con el proyecto es el Capítulo II (De planeación y la Programación de la Política de Nacional de Desarrollo Social) en las vertientes de desarrollo regional, infraestructura social básica y fomento al sector social en la economía.

Las Normas que deberán considerarse para el desarrollo del presente proyecto son las siguientes:

Normas para Control de la Contaminación Atmosférica

- NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 agosto de 1999 (SEMARNAP, 1999).
- NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de abril de 1997 (SEMARNAP, 1997).
- NOM-050-ECOL-1993. Que 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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de octubre de 1993 (SEMARNAT, 1997)
- NOM-076-ECOL-1995. Emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de diciembre de 1995 (SEMARNAT, 1997)

➤

Normas para el Control de Emisiones de Ruido

- 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 publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de enero de 1995 (SEMARNAP, 1995).

Normas para la Conservación de los Recursos Naturales

- NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de marzo del 2002 (SEMARNAT, 2002).
- NOM-060-SEMARNAT-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 13 mayo de 1994 (SEMARNAP, 1994).
- NOM-061-SEMARNAT-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de mayo de 1994 (SEMARNAP, 1994b).

Es necesario mencionar que las NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994 no aplican para la ejecución del proyecto, ya que SCT no realiza directamente aprovechamientos forestales, sin embargo algunas especificaciones pueden servir como medidas preventivas, mitigatorias o compensatorias para el proyecto de interés.

CAPÍTULO IV

IV. DESCRIPCIÓN Y DIAGNOSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.1 Delimitación de la región de estudio

El área de estudio se localiza al poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán, cruzando por cuatro municipios: Tarímbaro, Morelia, Lagunillas y Huiramba (figura IV.1).

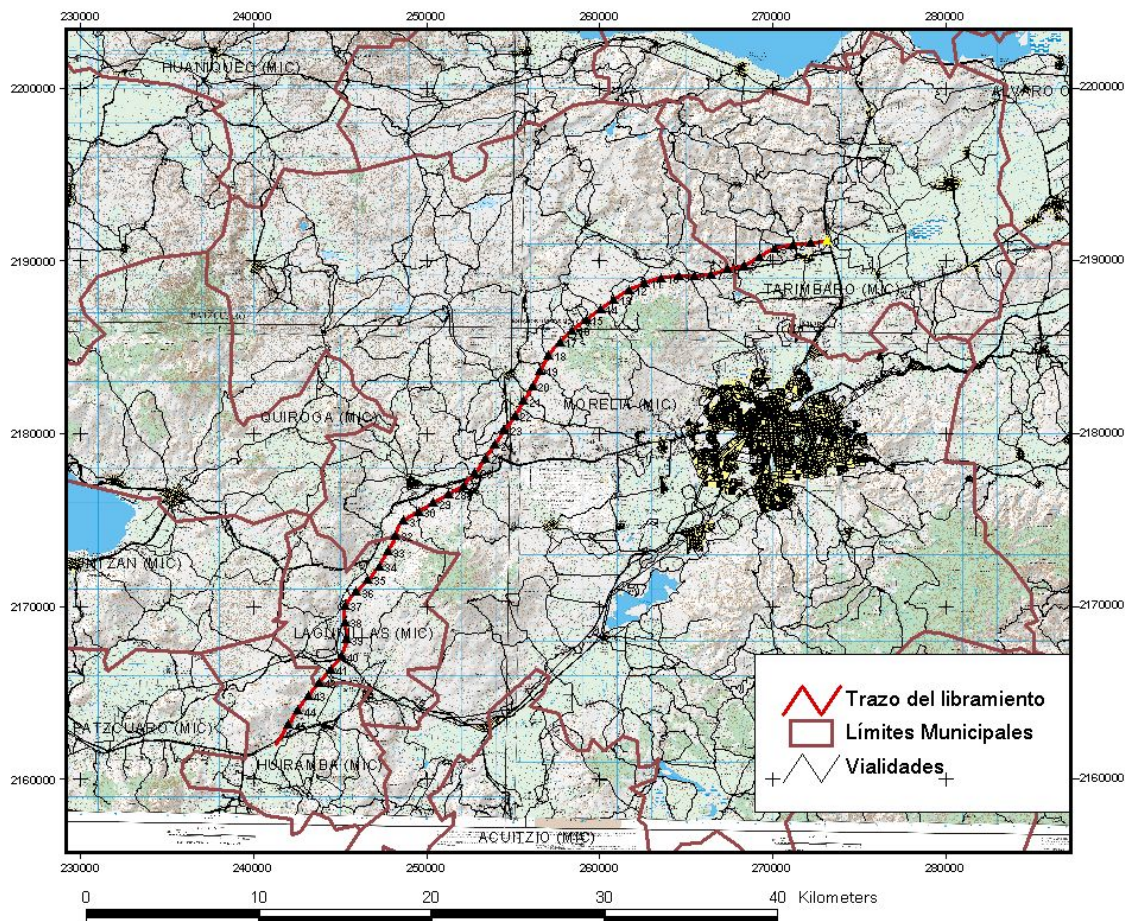


Figura IV.1.- Ubicación del trazo del proyecto en la región de Punta de Mita.

IV.1.1 Delimitación preliminar

Con base en una serie de criterios topográficos, partiendo de un análisis de menor a mayor resolución y considerando la distribución de las principales geoformas, escorrentías y centros urbanos, se delimitó

un el sistema ambiental regional para el área de estudio del tramo carretero. Este sistema delimitado inicialmente con un polígono (Figura IV.2) que abarca una superficie de 82,949.07 Ha. Esta superficie se estima que comprende una región relativamente homogénea, dentro de la cual es factible identificar las principales interacciones entre los componentes ambientales (clima, geología, geomorfología, hidrología, suelos, vegetación y población humana) tales que configuran un sistema ambiental relativamente uniformidad y con cierta continuidad en sus componentes ambientales. Se considera que la superficie originalmente delimitada corresponde a un espacio geográfico funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, dada su continuidad, interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas.

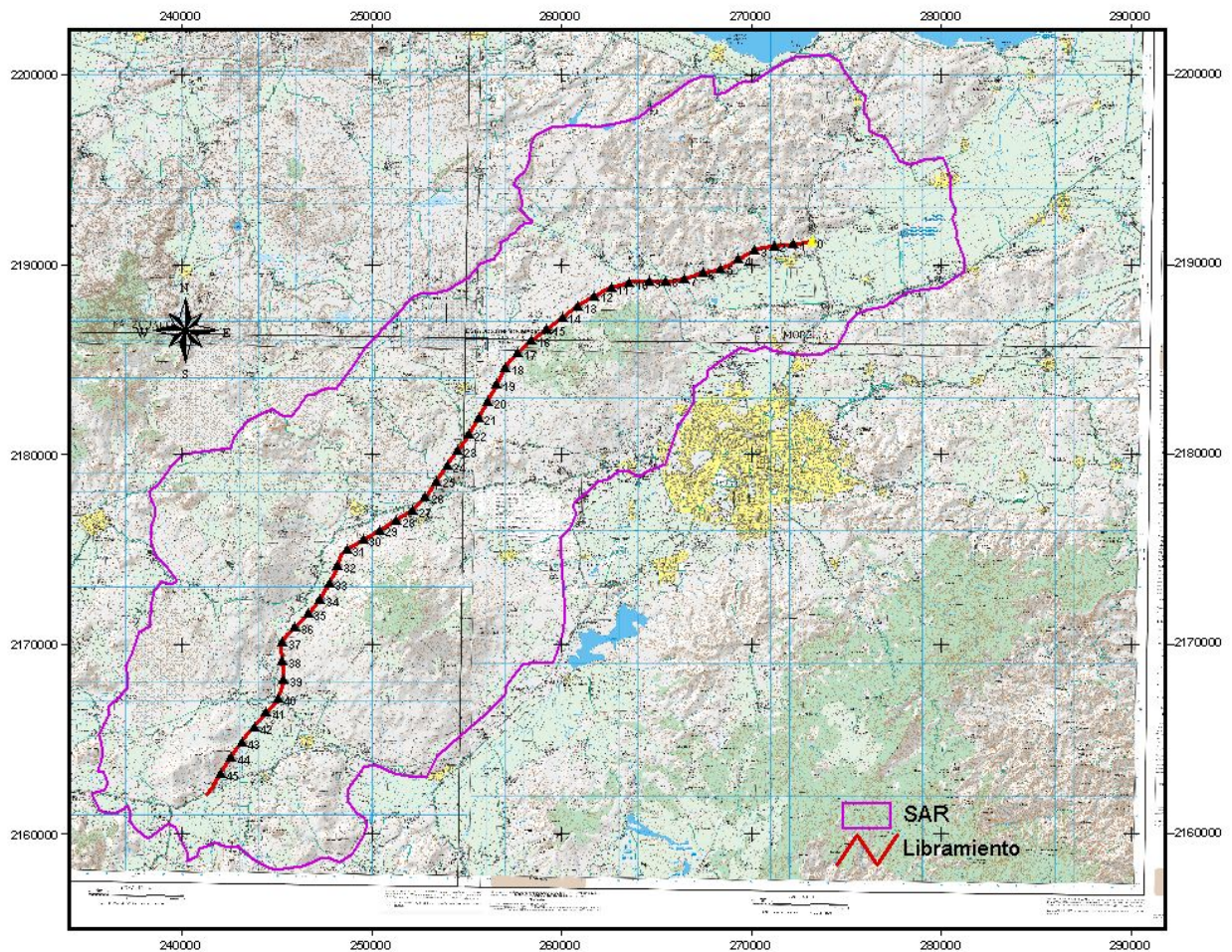


Figura IV.2.- Delimitación del Sistema Ambiental Regional en torno al proyecto carretero, representado sobre límites topográficos y vialidades existentes. (Carta más detallada en capítulo VIII de este estudio).

IV.1.2 Delimitación definitiva

Utilizando como apoyo cartografía topográfica escala 1:50,000 y a partir de los recorridos de campo, se encontró que, aunque la topografía en el sitio es compleja y la delimitación de unidades y límites resulta difícil, los límites establecidos de manera preliminar fueron corroborados como los más adecuados para poder circunscribir zonas relativamente homogéneas en torno a la carretera. Por ello se consideraron las principales unidades de paisaje por donde pasa el trazo carretero para conformar el límite del SAR. De esta manera se definió que dentro del SAR se presentan 8 unidades de paisaje por donde cruza el libramiento. Del km 0+000 al 2+300 el trazo cruza por una parte del valle fluvial del río San Marcos, del 2+300 al 6+000 cruza por un complejo cerril de lomeríos bajos; del 6+000 al 6+500 vuelve a cruzar por el valle fluvial del río San Marcos para posteriormente, del km 6+500 al 14+000 atravesar por el piedemonte de un volcán escudo conocido como Cerro de Quinceo. Del km 14+000 al 20+000 el libramiento cruza por un segundo volcán escudo conocido como Las Tetillas del Quinceo para descender entre el km 20+000 al 27+500 a un valle intermontano. Del km 27+500 al 40+000 vuelve a cruzar el pie de monte de un tercer volcán escudo conocido como Cerro El Águila, el de mayor dimensión en toda la región; del 40+000 al 42+500 el libramiento cruza por el valle del río Tupátaro, para finalmente del 42+500 al 50+000 cruzar por el piedemonte del cerro denominado El Molcajete, y hasta entroncar con la autopista Morelia-Pátzcuaro.

En general se puede considerar que el SAR considera aproximadamente 8 km en promedio, a cada lado del eje de la carretera propuesta.

IV.2 Descripción del sistema ambiental regional

La zona se caracteriza por una fuerte representación volcánica, encontrando además de los 3 volcanes escudos antes referidos, toda una serie de pequeños conos cineríticos, que actualmente se utilizan como bancos de material. Sobre estos cuerpos volcánicos y en general, sobre el terreno de lomerío y montaña se desarrollan tres comunidades claramente diferenciables, y dos ecotonías de éstas. En las partes bajas como los piedemonte, se desarrolla un matorral subtropical con elementos reliquias de selva baja caducifolia. En las laderas bajas de los lomeríos y cerros se presentan bosques de encinos definidos por varias especies de *Quercus*, en las laderas altas y superficies cumbreales se desarrollan bosques de pino, con la especie *Pinus leyophylla* como elemento más conspicuo. Entre estas unidades se observan ecotonos de bosque de encino y matorral subtropical, o bien bosque de encino y pino. Prácticamente todas las unidades muestran signos de perturbación por introducción de actividades

agrícolas o de pastoreo, a excepción de las laderas altas de los volcanes escudo, cuya topografía ha sido una fuerte limitante para la penetración antrópica. Es en estos cerros donde aún se conserva la fauna nativa, descendiendo ocasionalmente hacia las partes bajas y piedemontes en busca de comida y agua.

En lo referente a los valles fluviales, todos son eminentemente agrícolas, con sistemas y Canales de riego la mayoría, en donde se cultiva principalmente sorgo, maíz y hortalizas como la col. La zona está muy bien comunicada, existiendo gran cantidad de vialidades primarias y secundarias, por lo que la carretera en cuestión no conformará un elemento ajeno a este paisaje.

En la siguiente tabla se resumen las características de las principales unidades geomorfológicas identificadas.

Cuadro IV.1.- Relación entre unidades del relieve, suelos, vegetación y uso del suelo dentro del SAR.

Fisiografía y Geoforma	Tipo edáfico	Cobertura vegetal	Implicaciones al sistema ambiental regional
Inicio del trazo carretero 0+000	Urbano (Antrosol)	Vegetación Ruderal	Asentamientos humanos, establecimientos aledaños a la carretera México-Morelia. Zonas fuertemente modificadas por la actividad antrópica y fuertemente transitadas.
Valle fluvial del río San Marcos	Feozem calcárico	Cultivos y vegetación ruderal	El valle es eminentemente agrícola, con cultivos de riego. El sistema se encuentra fuertemente modificado de lo que fue su conformación original desde hace muchos años.
Complejo cerril de lomeríos bajos	Leptosol mólico	Pastizales inducidos, vegetación de matorral subtropical (espinoso), cultivos	Al ser lomeríos bajos se desarrolla matorral subtropical espinoso fuertemente perturbado por el pastoreo y la apertura de parcelas agrícolas en diversos puntos. Este matorral es fuertemente atacado para extracción de leña por los pobladores locales. Se observa tanto matorral espinoso como reliquias de selva baja caducifolia como el género <i>Bursera</i> .
Pie de monte del volcán escudo del Cerro el Quinceo	Feozem endoléptico	Matorral subtropical con dominancia de especies espinosas, campos de cultivo y encinar en laderas y cultivos	La vegetación en el piedemonte del Cerro el Quinceo se encuentra abierto, con pastizal en el sotobosque ya que se utiliza para el pastoreo del ganado. Se observa una ecotonía de matorral con encinar, mismos que han sido respetados para proveer de sombra al ganado. El matorral en este cerro esta dominado por especies espinosas, lo que denota su fuerte carácter secundario. Hacia las laderas bajas del cerro inicia una dominancia mayor de diversas especies de encino, conformando un bosque de encino, el que en varios puntos se observa bien conservado a manera de manchones, incluso en predios utilizados para el pastoreo. Hacia las laderas altas y la cima del cerro se observa una mayor presencia de especies de pino para conformar pinares en esta posición del relieve.
Pie de monte del volcán escudo Las Tetillas del Quinceo	Feozem háptico	Matorral subtropical con dominancia de especies espinosas, campos de cultivo y encinar en laderas y cultivos	La vegetación en el piedemonte del Cerro las Tetillas del Quinceo se encuentra abierto, con pastizal en el sotobosque ya que se utiliza para el pastoreo del ganado. Se observa una ecotonía de matorral con encinar, mismos que han sido respetados para proveer de sombra al ganado. El matorral en este cerro esta dominado por especies espinosas, lo que denota su fuerte carácter secundario.

			Hacia las laderas bajas del cerro inicia una dominancia mayor de diversas especies de encino, conformando un bosque de encino, el que en varios puntos se observa bien conservado a manera de manchones, incluso en predios utilizados para el pastoreo. Hacia las laderas altas y la cima del cerro se observa una mayor presencia de especies de pino para conformar pinares en esta posición del relieve.
Valle intermontano	Cambisol eútrico	Pastizal inducido con elementos de matorral y encinar	Explanadas con pastizal inducido y elementos reliquia de la ecotonía entre encinares y matorral subtropical. Esta unidad es utilizada principalmente para el pastoreo y cultivos.
Pie de monte del volcán escudo del Cerro el Águila	Feozem lúvico	Cultivos de maíz, pastizal y encinar hacia la ladera y cima.	De todo el SAR esta constituye la unidad geomorfológico con mejor grado de conservación, particularmente las laderas y cumbre del volcán. Ello debido a que se encuentra retirado de Morelia y otras localidades grandes, y a que presenta un amplio piedemonte en donde se desarrollan las actividades agrícolas y ganaderas. El matorral en el piedemonte del Cerro el Águila se encuentra abierto, con pastizal en el sotobosque ya que se utiliza para el pastoreo del ganado y cultivo de maíz. Hacia las laderas bajas del cerro inicia una dominancia mayor de diversas especies de encino, conformando un bosque de encino, el que en varios puntos se observa bien conservado a manera de manchones, incluso en predios utilizados para el pastoreo. Hacia las laderas altas y la cima del cerro se observa una mayor presencia de especies de pino para conformar pinares en esta posición del relieve. En esta unidad se observaron cárcavas de gran tamaño, reflejo de una fuerte erosión al ser removida la cubierta vegetal por el pastoreo. De ahí que constituye una de las unidades más frágiles del sistema.
Valle del Río Tupataro	Feozem háplico	Pastizales y zonas de cultivo de maíz	El valle es eminentemente agrícola con cultivos de maíz. El sistema se encuentra fuertemente modificado de lo que fue su conformación original desde hace muchos años. Cabe señalar que el manto freático en este valle se encontró a 63 cm en el mes de noviembre, lo que es indicio de que toda esta zona es altamente inundable, (confirmado con entrevistas locales), por lo que solamente es factible la siembra en estiaje y el uso de cultivos tolerantes al anegamiento ocasional como el maíz. Por sus condiciones de inundabilidad, se considera una zona importante en lo referente al análisis del impacto que pudiera tener esta condición sobre el proyecto.
Pie de monte del cerro el molcajete	Lixisol crómico	Encinar en serranía y pastizal en pie de monte	Esta es la última unidad que cruza el trazo y constituye un cerro con encinares relativamente conservados. No obstante, en los sitios desprovistos de cobertura vegetal se observaron fuertes cárcavas, características de erosión hídrica en suelos altamente susceptibles a ella, como resultan ser los lixisoles. De ahí que constituye una de las unidades más frágiles del sistema.

En toda la región resalta una fuerte tendencia a la modificación de la vegetación natural, con incremento en la fragmentación de hábitats naturales. El aumento de la actividad pastoril acelera el riesgo de erosión por piedevaca, pérdida de la cobertura vegetal del suelo y una mayor compactación del terreno, lo que dificulta la realización de acciones de reforestación y recuperación natural de la zona.

IV.2.1 FACTORES ABIOTICOS

Clima en el área de estudio

La distribución climática en Michoacán está estrechamente relacionada con tres factores geográficos que incluyen: los contrastes altimétricos del relieve, la serie de cadenas montañosas que se alinean paralelas a la costa y que actúan como barrera orográfica, y su cercanía al mar, la cual se manifiesta en forma de vientos húmedos que penetran al continente y provocan abundantes precipitaciones (INEGI, 2005).

Con base en la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1988), el clima en la zona de estudio es templado subhúmedo con lluvias en verano $C(w)$, el cual domina el 27.91% de la superficie estatal. Dicho clima se caracteriza por una temperatura media anual de 20°C , donde la temperatura del mes más frío es de aproximadamente 14°C y un porcentaje de precipitación invernal menor al 5%. Con respecto al nivel de humedad, existen dos variantes: $C(W_1)(w)$, de humedad intermedia (≈ 785 mm anuales), característico de la subprovincia neovolcánica tarasca y el $C(W_0)(w)$, calificado como el menos húmedo (649 a 730 mm por año) de los $C(w)$, el cual es propio de la región cercana a Tarimbaro.

De acuerdo con los registros del Sistema Meteorológico Nacional, las 3 estaciones meteorológicas más cercanas a la zona del proyecto son: Bartolinas, Tacambaro (244135, 2124617), localizada a una altitud de 1242 msnm.; Cointzio (263998, 2168644, a 1950 msnm) y Morelia (271135, 2179624, a 1903 msnm). En el cuadro IV.2.a se presentan los valores promedio mensuales por estación, de precipitación y temperatura, correspondientes al período 1961 a 1990.

Con el fin de estimar las condiciones climáticas imperantes en el área de estudio se obtuvieron los promedios de las tres estaciones, mismos que se presentan en el cuadro IV.2.b:

Cuadro IV.2a. Precipitación, temperatura y evaporación promedio mensual para el período 1961-1990 de 3 estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.

NOMBRE	CLAVE	UTM X	UTM Y	ALTITUD (msnm)	años promediados											
					1961-1990											
Bartolinas, Tacambaro	16010	244135	2124617.8	1242	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evaporación	5.10	6.00	6.90	7.40	6.80	4.90	4.40	4.00	4.00	3.40	3.80	4.30	4.40			
Temperatura Maxima	27.30	28.80	31.10	33.10	33.70	31.00	29.10	28.50	28.00	28.00	28.00	28.00	27.30			
Temperatura Minima	14.80	15.10	16.90	18.00	18.60	18.30	17.50	17.40	17.30	16.80	16.20	15.30				
Temperatura Media	21.00	21.90	24.00	25.60	26.10	24.70	23.30	23.00	22.60	22.40	22.10	21.30				
Precipitación	17.70	4.40	3.40	5.20	27.90	191.10	279.20	247.40	206.20	69.70	18.10	6.00				
Cointzio	16022	263998.6	2168644	1950	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evaporación	4.10	5.40	7.20	7.80	7.00	5.30	4.00	4.00	3.70	3.70	3.70	3.50				
Temperatura Maxima	22.30	23.40	25.90	28.10	28.70	26.10	23.50	23.60	23.50	24.20	23.80	22.20				
Temperatura Minima	5.20	5.80	8.10	10.20	12.30	13.50	12.60	12.50	12.40	10.50	7.70	6.20				
Temperatura Media	13.70	14.60	17.00	19.10	20.50	19.80	18.00	18.00	17.90	17.40	15.70	14.20				
Precipitación	16.10	9.30	7.20	14.20	46.30	166.90	195.30	175.90	143.30	60.60	14.10	10.80				
Morelia (Centro)	16081	271135.8	2179624.5	1903	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evaporación	3.90	5.00	6.40	7.30	7.10	5.70	4.70	4.50	4.20	4.10	4.10	3.50				
Temperatura Maxima	23.80	25.50	28.30	30.80	31.50	29.20	26.60	26.40	26.20	25.90	25.40	24.30				
Temperatura Minima	4.20	5.00	7.50	10.10	12.10	13.00	12.50	12.50	12.20	9.80	6.70	5.10				
Temperatura Media	14.00	15.20	17.90	20.50	21.80	21.10	19.50	19.50	19.20	17.80	16.00	14.70				
Precipitación	16.20	8.00	10.00	12.60	44.40	143.70	188.80	157.20	141.80	58.30	44.90	7.50				

Cuadro IV.1b.- Precipitación y temperatura promedio mensual esperada para el área de estudio.

PROMEDIO DE ESTACIONES												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evaporación	4.37	5.47	6.83	7.50	6.97	5.30	4.37	4.17	3.77	3.87	4.03	3.80
Temperatura Maxima	20.30	21.33	23.70	25.63	26.27	24.53	22.53	22.47	22.33	22.30	21.80	20.60
Temperatura Minima	10.13	10.90	13.20	15.30	16.83	17.07	16.13	16.00	15.73	14.23	12.17	10.87
Temperatura Media	16.23	17.23	19.63	21.73	22.80	21.87	20.27	20.17	19.90	19.20	17.93	16.73
Precipitación	16.67	7.23	6.87	10.67	39.53	167.23	221.10	193.50	163.77	62.87	25.70	8.10

Así, se observa que la zona de estudio corresponde al régimen templado, con lluvias en verano y una estación invernal seca bien definida. Donde la evaporación es constante y menor a la precipitación casi todo el año, excepto en los meses de febrero a abril. La temperatura media alcanza sus máximos valores durante los meses de mayo y junio.

El siguiente climograma (figura IV.3), se elaboró con base en los promedios de precipitación y temperatura media mensual de las estaciones meteorológicas antes mencionadas.

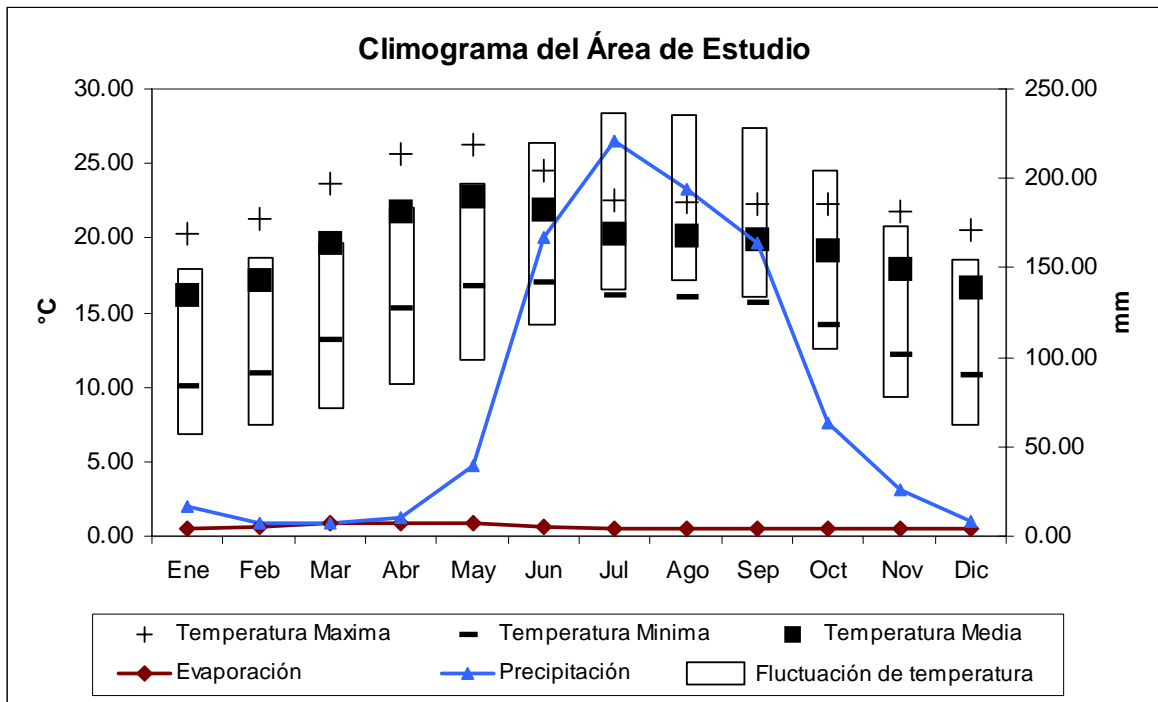


Figura IV.3.- Representación de las condiciones climáticas medias estimadas para el área de estudio. Nótese que la evaporación es menor a la precipitación registrada.

Fenómenos climatológicos

La frecuencia de las heladas y granizadas guarda una estrecha relación con las características y distribución de los diferentes climas. En la meseta tarasca, en particular, no existe registro de heladas durante los últimos 30 años, en tanto que, el intervalo predominante de presencia de granizo es de 2 a 4 días al año (cuadro IV.2.c).

Las tormentas eléctricas son escasas en la zona, la mayoría se presentan durante los meses de junio a septiembre, con un promedio de un día por mes. Por otro lado, se han registrado algunos días con niebla durante todo el año, siendo mayores en los meses de septiembre a noviembre (aproximadamente 3 días por mes) (cuadro IV.2.c).

Cuadro IV.2c.- Datos mensuales de fenómenos climatológicos.

PROMEDIO DE ESTACIONES												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días con tormenta eléctrica	0.00	0.03	0.12	0.08	0.49	1.02	1.69	1.14	1.04	0.39	0.10	0.04
Días con granizo	0.03	0.10	0.12	0.04	0.31	0.31	0.28	0.21	0.05	0.01	0.03	0.03
Días con niebla	1.90	1.31	0.95	0.60	0.57	1.26	1.90	2.25	2.96	3.39	3.61	3.02

Fisiografía en el SAR

Geología y geomorfología dentro del SAR

El Estado de Michoacán se encuentra regionalizado en dos grandes secciones: 1) la provincia geológica denominada Sierra Madre del Sur, la cual implica el sector sur de Michoacán y partes de los estados de Colima, Jalisco, Guerrero y México; 2) la provincia geológica del Eje Neovolcánico (Sistema Volcánico Transversal) que abarca el sector norte de Michoacán, y que junta partes de Jalisco, Guanajuato, Querétaro y México la conforman (figura IV. 4). El trazo del tramo carretero en proyecto se localiza dentro del Eje Neovolcánico, donde los principales factores geológicos que han dado lugar al paisaje son el vulcanismo y los fenómenos asociados a este proceso. El relieve estructural original de esta provincia esta constituido esencialmente por rocas volcánicas jóvenes (principalmente del Cenozoico Superior). La morfología de esta región conserva en su mayor parte rasgos estructurales originales, se reconocen a simple vista las estructuras volcánicas como: conos cineríticos, aparatos volcánicos complejos, domos riolíticos y andesíticos, coladas de lava basáltica y depósitos piroclásticos. Estas estructuras han sido afectadas en una etapa neotectónica, asociada a fenómenos volcánicos por algunos sistemas de fallas y fracturas orientadas este-oeste.

La zona de estudio presenta lavas emitidas por los pequeños volcanes que contienen una gran cantidad de olivino como material característico. La composición química de esta varía desde basalto hasta andesitas y dacitas. Estos volcanes se alinean a lo largo de fallas regionales orientadas noroeste sureste, producto de la tensión, las cuales afectan al territorio michoacano. Esto significa que la porción tectónica influye considerablemente sobre el carácter petrográfico de las rocas del eje Neovolcánico que, según los modelos recientes, tiene mucho que ver con la evolución geodinámica de la costa del Pacífico en México. La composición petrográfica de las rocas que conforman esta región es muy variable. Son abundantes derrames y productos piroclásticos de composición andesítica, aunque existen numerosas unidades dacíticas y aún riolíticas.



Figura IV. 4. Distribución de las provincias Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico con sus principales subprovincias asociadas.

La provincia del eje Neovolcánico puede ser considerada como calco-alcalina, caracterizada por la abundancia de andesitas y dacitas y por la relación que guarda con sus contenidos de óxido de silicio y óxido de sodio y potasio. De acuerdo a lo reportado en la literatura se considera que la formación de esta provincia se inició en el Oligoceno y ha continuado hasta el reciente, en esta actividad se han reconocido tres ciclos principales, una fase metamorfizada del Cretácico, una fase Oligoceno-Mioceno y otra fase Plioceno-Cuaternario. El origen del eje Neovolcánico ha sido relacionado principalmente con la subducción de la placa de cocos debajo de la corteza continental de México, que a nivel de astenósfera sufre una fusión parcial y origina a los magmas. El carácter calco alcalino de esta provincia apoya dicha hipótesis, pues los magmas de esta naturaleza provienen de las cámaras magmáticas profundas.

Descripción a lo largo del trazo

Se reconocen principalmente 7 productos geológicos a lo largo del tramo carretero, mismos que se describen en el cuadro IV.3.

Cuadro IV.3. Unidades geológicas dentro de la zona de estudio.

Unidades geológicas	Descripción	Clave
Aluvión	Depósitos aluviales generalmente areno-arcillosos, formados con detritos prominentes fundamentalmente de la erosión de rocas ígneas de tamaño variable y formas subangulares y subredondeadas. Estos depósitos representan el evento acumulativo más reciente, mismo que sigue actuando hasta la fecha.	1
Brecha volcánica básica	Esta unidad correspondiente al cuaternario se encuentra constituida por fragmentos de ceniza, lapilli, bombas y bloques volcánicos, predominando los últimos; su color varía de rojo hasta negro. Estas rocas generalmente se encuentran formando conos volcánicos en los cuales las brechas pueden presentarse masivas o pseudoestratificadas, sueltas o compactas, con fracturamiento escaso.	2
Andesita	La expresión morfológica de esta unidad es un relieve montañoso de gran elevación y topografía abrupta; estas rocas están formadas por derrames lávicos de composición intermedia con fracturamiento que varía de moderado a intenso, algunos afloramientos son de color gris oscuro que intemperizan a pardo rojizo.	3
Basalto	Esta unidad es del Terciario Superior, presenta una morfología de cerros, cuya superficie es irregular debido a que ha sido erosionada la cubierta del material alterado por el intemperismo. Esta unidad esta constituida por derrames de basalto de color gris oscuro e intemperizan a café rojizo, los minerales que se observan son de composición básica: plagioclasas, piroxenos, anfíboles, augita y olivino.	4
Zona de alteración	Zona modificada por actividades antropogénicas (Ej. Bancos de materiales)	5
Suelo (residual)	Unidad perteneciente al Cuaternario, constituida por suelos derivados principalmente de rocas basálticas y tobáceas. Está formada por materiales areno-arcilloso, materia orgánica y algunos fragmentos de rocas basálticas; su color varía de beige a café rojizo. La unidad está dispuesto de manera masiva, constituye pequeños lomeríos de pendiente suave, planicies y valles endorreicos, en los cuales alcanza mayores espesores.	6
Toba riolítica	Grupo de rocas formado por materiales arrojados por erupciones volcánicas ácidas, tales como ceniza, arena y lapilli, posteriormente compactados y cementados	7

Cuadro IV. 3. Puntos de observación reportados en las cartas geológicas con edad estimada.

Punto de observación	Roca o suelo	Relieve	Edad	Observaciones
1 (P)	Basalto	Lomerío	Cuaternario	Basalto vesicular de olivino, tipo pahoehoe que da origen a un malpaís.
3 (P)	Toba riolítica	Lomerío		Toba formada por agregados de pómez, se encuentra cubierta en partes por coladas de lava
4 (P)	Basalto	Lomerío		Basalto con olivinos que subyace a tobas riolíticas
5 (P)	Basalto	Lomerío		Existen derrames de diferentes edades dando origen a un malpaís
8 (P)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		Contiene fragmentos de 2 a 30 mm con algunos horizontes de tobas mas finas.
10 (P)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		
12 (P)	Basalto	Lomerío		
14 (P)	Aluvial	Abanico aluvial		Aluvial gravo arenoso con bajo contenido de materia orgánica, sobreyace a un conglomerado local bien consolidado.
16 (P)	Basalto	Montaña		
17 (P)	Basalto	Montaña		
23 (P)	Aluvial	Montaña		Aluvial limo-gravoso con bajo contenido de arcilla y un horizonte de 20 cm de espesor con abundante materia orgánica
26 (P)	Basalto	Montaña		Roca que da origen a un suelo residual arcillo-limoso en bajo contenido de materia orgánica
28 (P)	Andesita	Mesa		Andesita cubierta parcialmente por basalto
29 (P)	Andesita	Mesa		
31 (P)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		
37 (P)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		Esta brecha esta rodeada por basalto, el cual aflora en algunas cárcavas
42 (P)	Basalto	Lomerío		
44 (P)	Basalto	Mesa		Basalto que cubre un depósito de brecha volcánica basáltica de espesor variable
50 (P)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		
1 (M)	Ígnea extrusiva ácida	Cerro		Terciario superior
4 (M)	Basalto	Montaña	Cuaternario	Basalto vesicular que se encuentra en contacto con tobas riolíticas
12 (M)	Basalto	Montaña		Basalto vesicular en forma de bloques
20 (M)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		Brecha de fragmento de 2 mm a 10 cm que forman un cono piroclástico
38 (C)	Toba riolítica	Lomerío	Terciario superior	Toba compacta, porfidica, con plagiuoclasa sódica, vidrio ácido con silice, hematita y magnetita

Continuación

Punto de observación	Roca o suelo	Relieve	Edad	Observaciones
40 (C)	Brecha volcánica basáltica	Cerro	Terciario superior	Cono volcánico de brecha erosionado que ha sido cubierto por tobas riolíticas
42 (C)	Toba riolítica	Cerro		Toba riolítica que sobreyace basalto
44 (C)	Brecha volcánica basáltica	Cerro		
47 (C)	Basalto	Cerro		Basalto que subyace toba riolítica
48 (C)	Toba riolítica	Cerro		
53 (C)	Toba riolítica	Cerro		Toba riolítica rodeada por basalto
54 (C)	Toba riolítica	Cerro		Color predominante: gris
55 (C)	Basalto	Cerro		Tiene contanto con la tobas riolíticas
56 (C)	Toba riolítica	Cerro		Material deleznable, compuesta por fragmentos pumíticos
59 (C)	Basalto	Montaña	Cuaternario	
64 (C)	Basalto	Cerro	Terciario superior	Textura porfídica
67 (C)	Toba riolítica	Lomerío		Material deleznable, compuesta por fragmentos pumíticos

* (P) Punto de observación de la Carta Geológica 1:50000 Pátzcuaro E 14 A22 publicada por la Secretaría de Programación y Presupuesto en 1978.

** (M) Punto de observación de la Carta Geológica 1:50000 Morelia E 14 A23 publicada por la Secretaría de Programación y Presupuesto en 1978.

*** (C) Punto de observación de la Carta Geológica 1:50000 Cuitzeo E 14 A13 publicada por la Secretaría de Programación y Presupuesto en 1978.

Nota: Los puntos en azul son observaciones cercanas al tramo carretero

Unidades geomórficas

En el SAR se identifican 8 principales unidades geomórficas:

- Valle fluvial del Río San Marcos,
- Complejo cerril de lomeríos bajos,
- Pie de monte del volcán en escudo Quinceo,
- Pie de monte del volcán en escudo Tetillas del Quinceo,
- Valle intermontano,
- Pie de monte del volcán en escudo Cerro el Águila,

- Valle del Río tupátaro,
- Pie de monte del cerro el Molcajete.

Unidades edafológicas en el SAR

El suelo juega un papel muy importante en los ecosistemas terrestres. Entre sus múltiples funciones destacan su capacidad reguladora del ciclo hidrológico, funciona como un sistema de reciclaje natural de compuestos orgánicos e inorgánicos, es el medio de soporte del sistema radical vegetal y finalmente, es el espacio donde se desarrollan los asentamientos humanos, así como la fuente de los materiales para la construcción de diversos inmuebles (Brady, 1996). Desafortunadamente, a pesar de los valiosos servicios que proporciona la cubierta edáfica, en general, resulta intensamente removida durante las obras de construcción de carreteras y dispuesta posteriormente como residuo, con lo cual se inhabilita todo el potencial antes mencionado.

El grado de desarrollo de un suelo y su distribución a través de las diferentes geoformas, está determinado por el balance de la morfogénesis-pedogénesis. En este sentido, se entiende como morfogénesis al estudio de la formación, historia y dinámica del relieve en tanto que la pedogénesis estudia el conjunto de fenómenos que dan origen a los suelos. Así, los procesos pedogenéticos y morfogenéticos se encuentran estrechamente ligados, dado que los factores formadores que en ellos influyen son los mismos (clima, vegetación, fauna, microbiota, posición en el relieve, composición del material parental y el tiempo) (Cotler, 2002).

De acuerdo con la información cartográfica disponible (INEGI, 1978), en el SAR bajo estudio existen 6 unidades principales de suelo: Vertisoles, Feozem, Leptosoles, Luvisoles, Andosoles y Acrisoles. En los puntos de verificación realizados en campo, se identificaron 2 de ellos –Feozem y Leptosoles-, más otra unidad menor: Cambisoles, así como una variante de los suelos con horizonte árgico (Luvisoles y Acrisoles), introducida en el sistema WRB (1999) como una unidad nueva: Lixisoles (figura IV.5).

Tipos de suelo reportados en el SAR

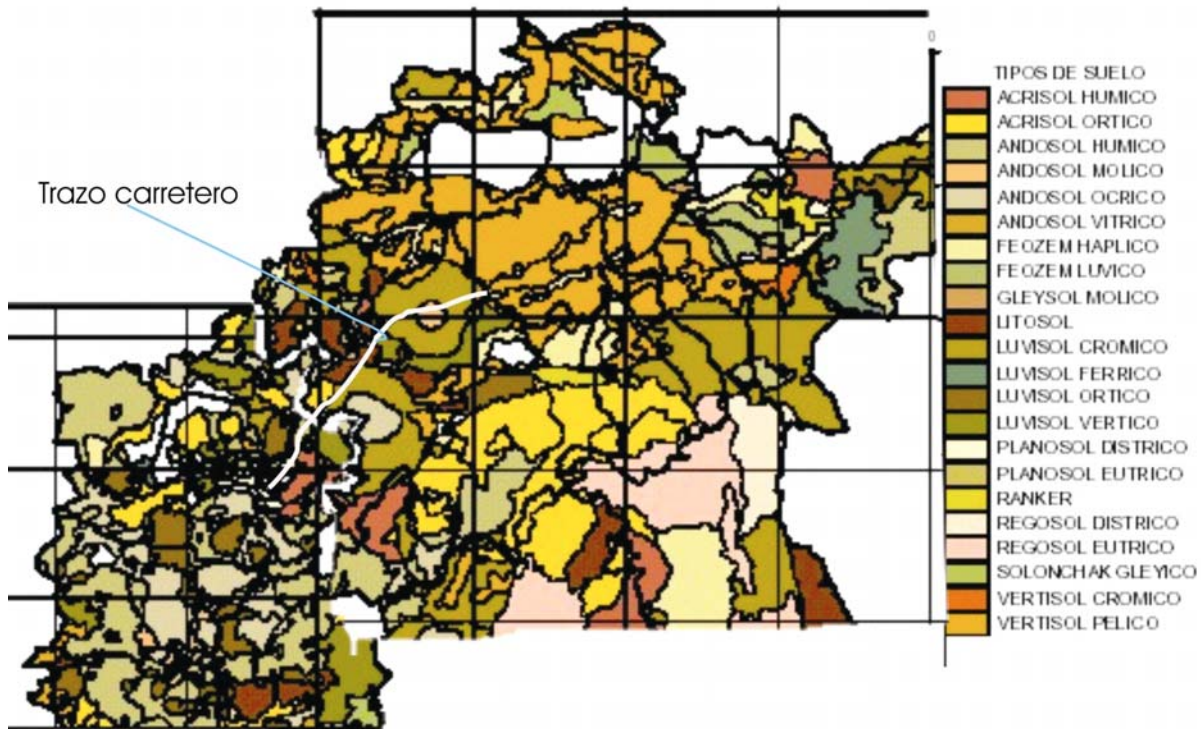


Figura IV.5.- Tipos de suelo en el sistema ambiental regional y detalle de los suelos en el área del proyecto.

En general, en el SAR, se encuentran suelos jóvenes, derivados de cenizas volcánicas, producto de las erupciones más recientes en el Cuaternario, así como de rocas basálticas, tobas, brechas, riolitas y andesitas originadas en los periodos Terciario y Cuaternario.

Según INEGI (1982), uno de las unidades más importantes en la región son los andosoles, derivados de cenizas volcánicas, los cuales se localizan principalmente en las superficies cumbreles y laderas altas de los cerros “Tetillas del Quinceo” y “el Águila”, meseta “El Gachupin” y la loma “Rosa de San Juan”. Son suelos profundos, negros y pardo-rojizos, muy ligeros, debido a su abundante espacio poroso y su baja densidad aparente. Se caracterizan por la presencia de alófono en la fracción mineral, el cual es un sólido amorfo con una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) y retención de fósforo.

Los vertisoles están ampliamente distribuidos en la región NE del SAR. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía, tienen caras de deslizamiento (slikensides) o agregados estructurales en forma de cuña o paralelepípedo a una profundidad entre 25 y

10 cm. Después de mezclados los primeros 18 cm, tienen 30% o más de arcilla hasta al menos 50 cm de profundidad. Son suelos muy pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. Su utilidad agrícola es muy extensa y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje.

Los Phaeozems, son suelos maduros y de origen residual. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, la mayor parte son delgados, limitados por rocas o discontinuidades litológicas. Se localizan en la porción centro-norte del SAR, asociados principalmente con Vertisoles y Leptosoles.

Los leptosoles son suelos que están limitados en profundidad por roca dura continua dentro de los 25 cm desde la superficie del suelo y contienen menos del 10% (en peso) de tierra fina hasta una profundidad de 75 cm o más desde la superficie del suelo. Son suelos en formación y por lo mismo soportan muy pocas especies vegetales, particularmente gramíneas y algunos arbustos.

Los luvisoles son suelos que se localizan en zonas de relieve montañoso, como el Cerro Quinceo y las laderas medias del cerro "El águila". Son de origen residual desarrollados a partir de rocas volcánicas, son sumamente arcillosos, de permeabilidad baja y drenaje lento, ricos en MO y ligeramente ácidos; CIC, SB y contenidos de Na, y K moderados.

Los acrisoles se localizan principalmente en el cerro "Sanambo", así como en las laderas de la meseta "el Gachupin" y las cañadas cercanas a Huiramba. Son fuertemente ácidos y ricos en MO. Presentan una SB, CIC y concentración de fósforo muy bajos.

Los lxisoles, son una unidad nueva considerada en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés, 1999). De acuerdo con dicha Base, califican como Lixisoles, aquellos suelos cuya principal característica es la presencia de un horizonte árgico (con iluviación y enriquecimiento de arcillas), y que no cumplen con los requisitos de CIC y porcentaje de SB necesarios para ser clasificados como Luvisoles o Acrisoles.

Unidades edafológicas a lo largo del trazo

Km 0+000 al 2+300

El trazo carretero inicia cerca de la cabecera municipal de Tarimbaro, cuya zona pertenece a la geoforma denominada “Valle fluvial del Río San Marcos”, donde se realizó la apertura y descripción de un perfil de suelo (cuadro VI.4), clasificado como Phaeozem calcárico (WRB, 1999).

Esta unidad edafológica se desarrollo a partir de materiales aluviales, formados por detritos ígneos de tamaño y forma variable, los cuales representan el evento acumulativo más reciente (Cuaternario). Son suelos delgados (≈ 65 cm de espesor), con una capacidad de aireación mediana a baja, determinada por su escasa porosidad a nivel superficial. Poseen una conductividad hidráulica media a baja, lo cual representa una moderada infiltración del agua a profundidad. Presentan una baja susceptibilidad a sufrir erosión hídrica, debido al alto contenido de MO que favorece la agregación del suelo y el desarrollo de estructura. En general, es un suelo rico en nitrógeno, bases intercambiables y MO, por lo tanto es idóneo para usos agrícolas.

Cuadro VI.4.- Descripción de campo de una unidad Phaeozem calcárico, ubicado en el valle fluvial del río San Marcos

	Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
	Ap	0-16	Color en húmedo (2.5 YR 2/2), textura arcillo limosa, contenido alto de materia orgánica (9%), neutro (pH 7.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado fuerte, con mediana estabilidad de agregados, pedregosidad del 1%, muchos poros gruesos tubulares, densidad baja de raíces, limite irregular y difuso
	Ah ₁	16-29	Color en húmedo (2.5 YR 2/2), textura arcillo limosa, contenido alto de materia orgánica (9%), neutro (pH 7.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado fuerte, con alta estabilidad de agregados, pocos poros gruesos tubulares, densidad alta de raíces finas y muy finas, limite claro y uniforme.
	Ah ₂	29-36	Color en húmedo (2.5 YR 2/2), textura arcillo limosa, contenido alto de materia orgánica (9%), neutro (pH 7.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado moderado, con mediana estabilidad de agregados, poros tubulares comunes, gruesos y medianos, muy baja densidad de raíces, limite claro y uniforme.
	Bk	36-65	Color en húmedo (2.5 YR 2/2), textura arcillo limosa, ligeramente neutro (pH 7.5 en agua), estructura subangular media y fina de grado moderado, con mediana a baja estabilidad de agregados, abundantes poros tubulares y vesciculares, gruesos, medianos y finos, muy baja densidad de raíces.

Foto IV. 1.- Detalle del perfil

Km 2+300 al 6+000

La carretera propuesta continuaría a través de un complejo de lomeríos bajos, en cuyas laderas se desarrollan Leptosoles mólicos (cuadro IV.5) a partir de tobas riolíticas ricas en feldespatos potásicos asociadas con basaltos. Son suelos muy delgados, limitados en profundidad por roca continua. Con una baja capacidad de aireación, texturas franco arcillosas y contenido medio de MO. Aunque ambos perfiles tienen una erosionabilidad baja, en general estos sitios son vulnerables a erosionarse por su posición en el paisaje debido a que presentan pedientes de 10 a 15%, por lo tanto recibirán importantes aportes de agua (precipitación más escorrentía de las zonas más altas).

Cuadro IV.5.- Descripción de campo de dos perfiles Leptosoles mólicos en las laderas de los Cerros Tambericua y el Molino



	Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
	Ah1	0-1	Color en húmedo (7.5 YR 2/1), textura franco arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (7%), neutro (pH 7.0 en agua), estructura granular media y fina de grado moderado, muy alta estabilidad de agregados, pedregosidad del 3%, abundantes poros gruesos, medianos y finos tubulares y vesciculares, alta densidad de raíces, limite claro y uniforme.
	Ah2	1-6/10	Color en húmedo (7.5 YR 3/2), textura arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (7%), neutro (pH 7.0 en agua), estructura subangular fina y muy fina de grado moderado, con alta estabilidad de agregados, pedregosidad del 1%, abundantes poros gruesos, medianos y finos tubulares y vesciculares, alta densidad de raíces, limite claro y uniforme.
	AC	6/10-26/30	Color en húmedo (10 YR 3/1), textura arcillo arenosa, neutro (pH 7.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado moderado, con alta estabilidad de agregados, pedregosidad del 30%, pocos poros gruesos, medianos y finos tubulares y vesciculares, baja densidad de raíces.

Foto IV. 2 Detalle del perfil

Del km 6+500 al 14+000 y del km 14+000 al 20+000

El trazo cruza a través de dos geoformas correspondientes a los pies de monte de los volcanes en escudo, Quinceo y Tetillas del Quinceo, cuyos derrames lávicos cubren un área extensa. Aquí, se identificaron dos unidades edáficas que se desarrollaron a partir de basaltos pardos ricos en plagioclasas y olivino. De acuerdo con WRB (1999), ambas fueron clasificadas como Phaeozem, dado su alto contenido de MO, bases intercambiables y nitrógeno. Presentan un buen desarrollo de estructura y mediana estabilidad de agregados, con texturas franco arcillosas a franco limosas y una baja erosionabilidad del horizonte superficial. Se distinguen entre sí, porque el perfil realizado en el Cerro Quinceo está limitado en profundidad (50 cm) por roca dura continua (cuadro IV.6), lo cual lo clasifica como endoléptico, en tanto que el otro perfil (háplico), solamente presenta los rasgos distintivos de los Phaeozem.

Cuadro IV.6 Descripción de campo de dos perfiles Phaeozem, subunidades: endoléptico y háptico, localizados en los pie de monte de los Cerros Quinceo y Tetillas del Quinceo.

	Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
 <p>Phaeozem endoléptico</p>	Ah ₁	0-3/6	Color en húmedo (10 YR 1.7/1), textura arcillo limosa, contenido alto de materia orgánica (12%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura granular y subangular fina y muy fina de grado fuerte, con mediana a alta estabilidad de agregados, pedregosidad del 1%, abundantes poros gruesos tubulares y vesiculares, densidad media de raíces, limite irregular y difuso
	Ah ₂	3/6-39	Color en húmedo (10 YR 1.7/1), textura arcillo limosa, contenido alto de materia orgánica (12%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado débil, con mediana estabilidad de agregados, pedregosidad del 3%, abundantes poros gruesos tubulares y vesiculares, alta densidad de raíces, limite irregular y difuso.
 <p>Phaeozem háptico</p>	AC	39-50	Color en húmedo (2.5 YR 1.7/1), textura franco arcillosa, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado débil, con mediana a baja estabilidad de agregados, pedregosidad del 40%, poros comunes gruesos tubulares y vesiculares, baja densidad de raíces.

Del km 20+000 al 27+500

Consecutivo a los pies de monte de los volcanes en escudo, se encuentra un valle intermontano, relleno de derrames lávicos y material coluvial. En este sitio se encontró un suelo denominado Cambisol eútrico (WRB, 1999), (cuadro IV.7). Los cambisoles son suelos de formación reciente, donde se observa un horizonte B en desarrollo. El del área de estudio posee una mediana estabilidad de agregados, alta porosidad, mediana capacidad de retención de agua y erosionabilidad baja. Se clasificó como eútrico debido al alto contenido de bases intercambiables en la superficie y subsuelo.

Cuadro IV.7.- Descripción de campo del Cambisol eútrico en el pie de monte del Cerro Pelón.

	Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
	Ah ₁	0-14/17	Color en húmedo (7.5 YR 3/4), textura arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (4%), neutro (pH 7.0 en agua), estructura subangular gruesa y media de grado fuerte, con mediana estabilidad de agregados, pedregosidad del 1%, poros comunes, gruesos, medianos, tubulares y vesiculares, mediana a baja densidad de raíces, limite difuso e irregular.
	Bw ₁	14/17-32	Color en húmedo (5 YR 3/3), textura arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (4%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular gruesa y media de grado moderado a débil, con mediana estabilidad de agregados, poros comunes, gruesos, medianos, tubulares y vesiculares, mediana a baja densidad de raíces, limite difuso y uniforme.
	Bw ₂	32-80	Color en húmedo (5 YR 3/3), textura arcillo arenosa, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular gruesa y media de grado débil, con mediana estabilidad de agregados, poros comunes, gruesos, medianos, tubulares y vesiculares, muy baja densidad de raíces.

Foto IV. 4. Detalle del perfil

Del km 27+500 al 40+000

Otra geoforma importante es el volcán en escudo, Cerro del Águila, por cuyo pie de monte continua el trazo propuesto de la carretera. La unidad edáfica asociada en este punto del paisaje es un Phaeozem lúvico, que a diferencia de los Phaeozems previamente descritos, se caracteriza por presentar horizontes árgicos (con iluviación y enriquecimiento de arcillas) bien diferenciados.

Cuadro IV.8.- Descripción de campo de la unidad Phaeozem lúvico, localizado en el pie de monte del Cerro el Águila.


Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción	
	Ah ₁	0-3/5	Color en húmedo (5 YR 3/2), textura arcillo arenosa, contenido alto de materia orgánica (10%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular y granular media y fina de grado débil, con mediana a baja estabilidad de agregados, pedregosidad del 1%, poros comunes, gruesos tubulares y vesiculares, densidad alta de raíces, limite irregular y difuso
	Ah ₂	3/5-14	Color en húmedo (7.5 YR 2/3), textura arcillo arenosa, contenido alto de materia orgánica (10%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular media y fina de grado débil, con mediana a baja estabilidad de agregados, pedregosidad del 20%, poros comunes, gruesos tubulares y vesiculares, densidad alta de raíces, limite uniforme y difuso
	Bt ₁	14-31/37	Color en húmedo (7.5 YR 3/3), textura arcillo arenosa, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular grande y media de grado moderado, con mediana a baja estabilidad de agregados, poros comunes, gruesos tubulares y vesiculares, densidad alta de raíces, limite irregular y difuso
	Bt ₂	31/37-59	Color en húmedo (7.5 YR 3/4), textura arcillo limosa, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular grande y media de grado moderado a débil, con baja estabilidad de agregados, pedregosidad del 1%, poros comunes, gruesos tubulares y vesiculares, densidad muy baja de raíces.

Foto IV. 5. Detalle del perfil

Del km 40+000 al 42+500

Contiguo a los derrames lávicos del Cerro el Aguila, se encuentra una zona inundable perteneciente al Valle del Río Tupátaro, donde el manto freático se localiza a los 63 cm de profundidad. El suelo corresponde a un Phaeozem háplico, desarrollado a partir de material aluvial arcillo arenoso, formados de detritos de tamaño variable, producto de la erosión de las rocas ígneas aledañas. Las características generales de la unidad edáfica, son un contenido alto de MO, BI y nitrógeno, que soporta cultivos anuales de maíz.

Cuadro IV.9.- Descripción de campo de la unidad Phaeozem háplico, localizado en el valle del Río Tupátaro.



	Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
	Ap	0-7/10	Color en húmedo (5 YR 3/3), textura arcillo arenosa, contenido alto de materia orgánica (8%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular grande y mediana de grado débil, con baja a muy baja estabilidad de agregados, abundantes poros gruesos y medianos, tubulares y vesiculares, baja densidad de raíces, limite irregular y difuso.
	Ah ₁	7/10-30	Color en húmedo (7.5 YR 3/4), textura arcillo arenosa, contenido alto de materia orgánica (8%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular grande y mediana de grado débil, con mediana a baja estabilidad de agregados, abundantes poros gruesos y medianos, tubulares y vesiculares, mediana densidad de raíces, limite difuso y uniforme.
	Ah ₂	30-59	Color en húmedo (5 YR 3/3), textura arcillo arenosa, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular grande y mediana de grado débil, con mediana a baja estabilidad de agregados, abundantes poros gruesos y medianos, tubulares y vesiculares, muy baja densidad de raíces, limite difuso y uniforme.
	Bw	59-63	Color en húmedo (7.5 YR 3/4), textura arcillo arenosa, pedregosidad del 20%, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular y granular, grande y mediana de grado moderado, con baja a muy baja estabilidad de agregados, abundantes poros gruesos y medianos, tubulares y vesiculares.

Foto IV. 6. Detalle del perfil

Detalle de la cercanía del manto freático

Del km 42+500 al 50+000

Finalmente, el trazo llega al pie de monte del Cerro el Molcajete. Cuya litología es una mezcla de basaltos con brecha volcánica básica del Cuaternario, lo cual le imprime al suelo aquí desarrollado un color rojizo. La unidad edáfica fue clasificada como Lixisol crómico (WRB, 1999). Debido a su textura arcillo limosa y mediano contenido de MO, el suelo es susceptible a la erosión lineal, hecho que se corroboró en campo con la presencia de numerosas cárcavas a través de esta geoforma (fotos IV 8 y 9).

Cuadro IV.11.- Descripción de campo de la unidad Lixisol crómico

	Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
	Ah ₁	0 – 13	Color en húmedo (7.5 YR 3/4), textura arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (4%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular gruesa y media de grado débil, poros comunes, gruesos, medianos y finos, tubulares y vesciculares, baja densidad de raíces, limite difuso e irregular.
	Bt ₁	13-29	Color en húmedo (5 YR 3/4), textura arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (4%), ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular gruesa y media de grado débil, poros comunes, gruesos, medianos y finos, tubulares y vesciculares, grietas abundantes, baja a mediana densidad de raíces, limite difuso e irregular.
	Bt ₂	29->100	Color en húmedo (5 YR 3/4), textura arcillo limosa, ligeramente ácido (pH 6.0 en agua), estructura subangular gruesa y media de grado débil, poros comunes, gruesos, medianos y finos, tubulares y vesciculares, grietas abundantes, baja a mediana densidad de raíces.

Foto IV. 7. Detalle del perfil



Foto IV. 8. Formación de cárcavas en unidades edáficas de Lixisoles.



Foto IV. 9. Material de fino de arrastre durante la escorrentía lineal que favorece la formación de cárcavas.

Hidrología en el SAR y en el área del proyecto

Michoacán forma parte de 4 regiones hidrológicas: la región Lerma-Santiago al Norte del Estado (RH12); la región del Río Balsas (RH 18) situada en la parte central; la región Armería-Coahuayana se ubica al Sur, entre la Sierra de Coalcomán y la Zona Costera (RH 16); y Ríos de la Costa (RH 17). En la región Lerma-Santiago se extienden importantes cuerpos de aguas naturales, como los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Chapala, así como de tipo artificial como las presas de Tepuxtepec, Cointzio y Malpais, que irrigan amplias zonas agrícolas.

En la región Río Balsas se localiza una de las corrientes más importantes del país, justamente por el río Balsas, también conocido como Atoyac, Grande o Mezcala. También en esta región se ubica la presa El Infiernillo que, junto con el Balsas, forman uno de los embalses más importantes del país. Otras corrientes importantes son los ríos Tacámbaro, Tepalcatepec y Cupatitzio; el Lago de Zirahuén también se ubica dentro de esta región hidrológica.

De la región Armería-Coahuayana sólo una pequeña área corresponde al Estado de Michoacán. Aquí la corriente más importante es la del río Coahuayana, también conocido como Tuxpan. La región Ríos de la Costa comprende las corrientes que desembocan en el Océano Pacífico. Las corrientes principales son las de los ríos Neixpa y Coalcomán.

En la región Lerma-Santiago se extienden importantes cuerpos de aguas naturales, como los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Chapala, así como de tipo artificial como las presas de Tepuxtepec, Cointzio y Malpais, que irrigan amplias zonas agrícolas.

Considerando el sistema de clasificación hidrológico nacional, en el área de influencia del Estado las 4 regiones hidrológicas comprenden 19 cuencas y éstas a su vez 57 subcuencas, 138 subcuencas específicas y 688 microcuencas (Figura IV. 6).

Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria

Comprende una superficie de 4269.59 km² en Michoacán. Actualmente el lago de Cuitzeo y la laguna de Yuriria se intercomunican por medio de canales, que finalmente desembocan en el río Lerma. Sin embargo, no deja de considerarse que el origen de su formación es debido a su estructura de cuencas cerradas, modificadas por la apertura de dichos canales.

El lago de Pátzcuaro, el de Cuitzeo y la laguna de Yuriria ligan su origen al sistema volcánico que fue afectado por fallas. Durante largos períodos de erosión las amplias depresiones han sido solvatadas, reflejándose principalmente en el lago de Cuitzeo, que actualmente en la época de lluvias presenta niveles que no sobrepasan los 100 cm altura.

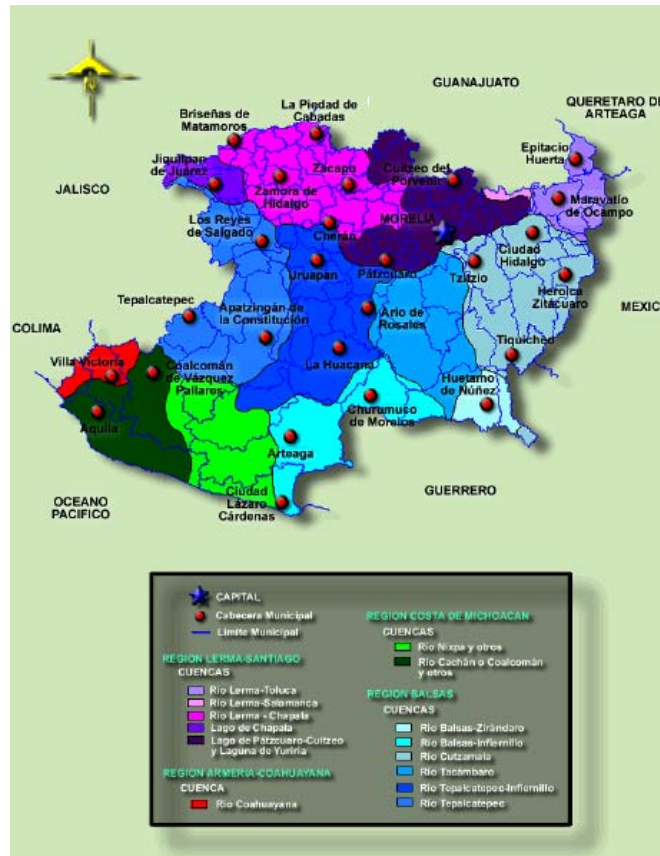


Figura IV. 6. Regiones hidrológicas de Michoacán de Ocampo

En la zona central de la porción suroeste se encuentra el distrito No. 21 “Tzurumutaro”, fracción conocida como la unidad Pátzcuaro, que esta comprendida entre el lago del mismo nombre y el de Zirahuén. Además de los lagos de Cuitzeo y Pátzcuaro, en esta zona hay almacenamiento como el de la presa Cointzio, que surte de agua potable a la ciudad de Morelia. Estos contienen grandes volúmenes de agua que no son contemplados en el reporte de cantidades escurridas, dan un gasto de 1.851 m³ / seg y un 0.50% del total escurrido en la entidad, por ello no se refleja ni la realidad, ni la importancia de esta zona. El patrón de drenaje de esta área no se encuentra integrado porque en algunas veces los escurrimientos están canalizados o bien se infiltran en el terreno. Sin embargo se

puede considerar que tiene un drenaje radial centrípido, ya que la mayoría de las corrientes convergen hacia las depresiones lagunares; pero en raras ocasiones se llega a observar un drenaje dendrítico indefinido y poco denso, así como un drenaje radial centrífugo.

El control que define este patrón es principalmente el estructural y en menor proporción el litológico. Las subcuencas intermedias de esta porción son: Lago de Pátzcuaro (12 GA), "Lago de Cuitzeo" (12 GB) y "Laguna de Yuriria" (12 GC).

Aguas subterráneas

Por sus características, el estado presente dos porciones bien definidas:

- 1) La zona norte, que forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y que esta constituido por rocas basálticas y andesititas intercaladas en los valles sedimentarios lacustres y aluviales de edad Terciaria y recientes.
- 2) La porción austral, integrante de la provincia de la Sierra Madre del Sur, esta constituida por rocas metamórficas muy antiguas y de formaciones calcáreas de edades Jurasicas y Cretácicas.

Porción norte

Las mejores condiciones geohidrológicas del estado se localizan en esta zona, donde están situados valles como el de Maravatío, Zamora, Zacupa, Morelia y Queréndaro de los que explotan acuíferos en basaltos y sedimentos Terciarios. A lo largo del río Lerma, en los límites con los estados de Guanajuato y Jalisco, se encuentran los valles de la Piedad de Cabañas y de San Agustín con buena producción acuífera. En la ciénaga de Chapala, los acuíferos favorables se encuentran en los flancos del valle, formados con rocas basálticas, ya que los rellenos son arcillosos y pocos permeables. En la región de Acatzingan, las posibilidades de explotación de aguas subterráneas son buenas.

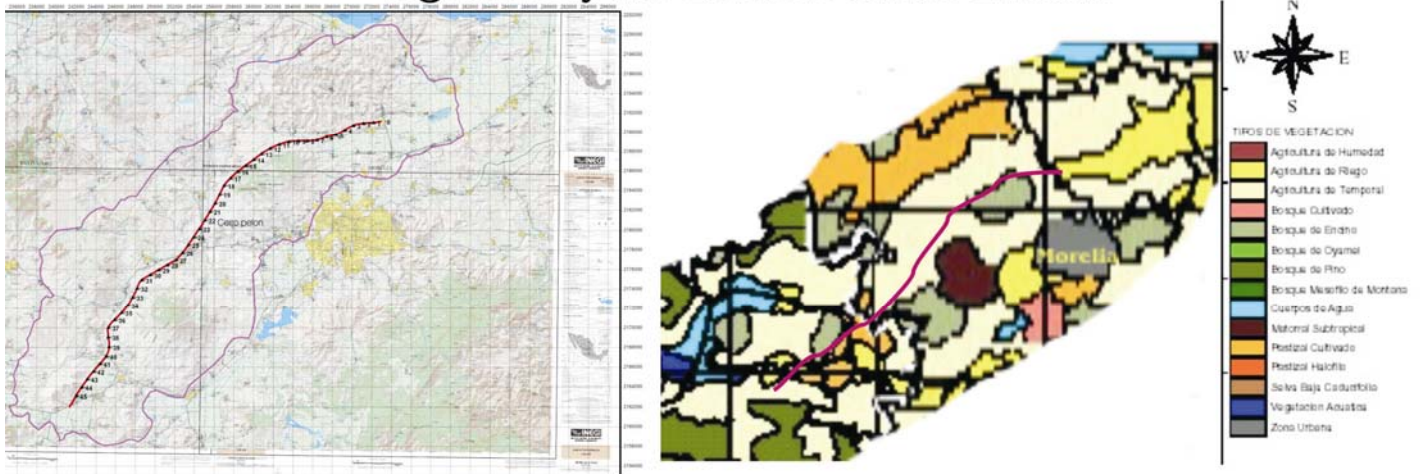
En el resto de la porción norte las condiciones geohidrológicas son desfavorables. La meseta Tarasca está constituida por basaltos de permeabilidad alta, sin embargo, debido a su altitud, el nivel del agua se encuentra demasiado profundo, ya que drena por las partes bajas que rodean a dicha región donde surgen en forma de manantiales como los de la rodilla del diablo en Uruapan; Los reyes cerca de la población del mismo nombre; y Carnécuaro, en las cercanías de Zamora.

IV.2.2. Factores bióticos

a) Tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional

Según información cartográfica y bibliográfica (INEGI, 1979; SPP, 1981) dentro del sistema ambiental se reporta: bosque de pino, bosque de encino, pastizal, inducido, matorral subtropical (relicto de bosque tropical caducifolio) y zonas agrícolas. En campo se corroboró la existencia de esta vegetación excepto bosque de pino que se ubica solamente en la superficie cumbre del Cerro El Águila.

Vegetación y uso de suelo dentro del SAR



Dentro del SAR se pudo observar que en la región existe una alteración fuerte de la composición vegetal, ya que en las partes más planas y bajas hay un establecimiento de pastizales con vegetación secundaria y reliquias de lo que fuera bosque tropical caducifolia, por lo que la bibliografía lo establece como solo reliquias de lo que la vegetación original era y a lo que le denominan como matorral subtropical, pero que en el sitio solo se pueden observar en la mayoría de los casos como elementos de cercas vivas al igual que otros tipos de vegetación. La mayoría parte de estos pastizales inducidos están destinados para la agricultura de temporal y la ganadería que se localizan hacia las zonas de planicie y lomeríos de baja pendiente, y por donde pasa en su mayoría el trazo carretero.

1. **Bosque de Pino:** El bosque de pino se constituye, generalmente combinado con el encinar, en la mayor parte de las masas forestales, que ocupan la totalidad de las partes altas de el eje

Neovolcánico, donde se sitúa la zona de estudio. Este tipo de vegetación se puede localiza en pequeños manchones desde los 800 a los 3500 m s n. m., principalmente sobre las sierras y sus estribaciones. Su distribución esta determinada básicamente por 2 factores: el clima, donde la temperatura media anual varía de 12 a 20°C con precipitación anual de 100 a 1500 mm concentrado entre 6 y 7 meses, esto corresponde a climas templados; y el tipo de suelo, se desarrolla principalmente cambisoles y luvisoles con horizontes de humus de 10 a 30 cm. El sotobosque esta formado principalmente por plantas herbáceas, su altura es muy variable oscilando entre los 8 y 25 cm, aunque puede alcanzar mayores alturas (SPP, 1981; Rzedowski, 1978).

En la Síntesis Geográfica de Michoacán (SPP, 1981) se reportan la existencia de varias especies de *Pinus* y de las cuales solo en la parte muestreada de encinares se encontró *Pinus leyophylla*.

Cuadro IV.12.- Principales especies reportadas de bosque de pino para la región.

Especies arbóreas principales	Otras especies presentes
<i>Pinus patula</i>	<i>Abies spp.</i>
<i>Pinus hartwegii</i>	<i>Alnus spp.</i>
<i>Pinus moctezumae</i>	<i>Stirax ramirezii</i>
<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>Crataegus mexicana</i>
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Lysiloma acapulencis</i>
<i>Pinus leiophylla*</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>
<i>Pinus michoacana</i>	<i>Clethra mexicana</i>
<i>Pinus tenuifolia</i>	<i>Senecio spp</i>

* Especie identificada en el SAR



Figura IV.7 . *Pinus leyophylla* en claro de bosque de encino en el pie de monte del Cerro el Aguila.

2.- Bosque de Encino: Estos bosques son comunidades cuya altura varía entre 2 y 30 m, teniendo los de estatura baja un solo estrato arbóreo, mientras que en los más altos se pueden distinguir dos o tres. Los encinares pueden presentarse como bosques puros, dominados por una o por varias especies de *Quercus*, admitiendo sin embargo en su composición árboles diversos. Este tipo de bosque en la región se encuentra distribuido en altitudes que llegan hasta los 3100 m. s. n. m, observándose árboles de *Q. castanea* desde los 2000 m aproximadamente como elementos en cercas vivas pero que rebasaban los 8 m de altura.

En el dosel del bosque también pueden presentarse *Abies* (generalmente cuando colindan con bosque de oyamel), *Alnus*, *Cupressus*, *Juglans*, *Juniperus*, *Fraxinus*, *Pinus*, *Platanus*, *Populus*, y *Pseudotsuga*; en tanto que en el subdosel suelen observarse árboles como *Arbutus*, *Buddleia*, *Crataegus*, *Prunus*, *Sambucus* y *Taxus* (Challenger, 1998).

En su estructura el bosque de encino puede tener especies de encinos comportándose como árboles o arbustos. Su altura puede variar de entre 3 y 25 m o más. Puede formar masas puras pero es más frecuente que se reparta entre varias especies. El bosque de estructura baja solo tiene un estrato arbóreo, mientras que en los más altos puede distinguirse dos o tres, de los cuales uno o dos son arbustivos, bien desarrollados cubriendo bastante espacio. El estrato herbáceo varía su presencia si es un encinar cerrado. Muestra de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; el estrato más importante es el arbóreo, que presenta alturas de 6 a 8 m. Sus especies dominantes pertenecen al género *Quercus*. Las copas de los árboles "cubren" el 70% de la superficie; también puede presentar dos estratos, el arbóreo y el herbáceo, siendo el más importante el arbóreo, con alturas de 4 a 6 m. La especie dominante pertenece al género *Quercus*. Las copas de los árboles "cubren" el 50% de la superficie. (CONABIO, 2006).

El bosque de encino se reporta con una distribución en forma de manchones principalmente en sierras, mesetas, llanuras y lomeríos en altitudes que varían de los 1600 a 2800 m s. n. m; pero en el recorrido se observó que las se desarrolla en sitios de mayor pendiente y hacia las cumbres, donde puede tener una estructura y composición más conservada, ya que la introducción de ganado en claros y el desmonte ha alterado las condiciones naturales de estos encinares dentro del SAR.

El clima de los bosque de encino varía de templado subhúmedo a semicálido y cálido subhúmedo, con precipitación anual de 800 a 1500 mm y temperatura media anual de 14 a 18°C. Los suelos son principalmente someros, muy rocosos e inclinados o de pedregales (litosoles, andosoles, acrisoles, luvisoles, feozems, regosoles, vertisoles, cambisoles), y eventualmente en terrenos más planos y profundos (SPP, 1981).

Para la región del SAR este tipo de vegetación se identificaron dos especies dominantes en manchones fragmentados y como cercas vivas a *Quercus castanea* (Fig. 8), y hacia las cumbres de cerros se combina con una mayor dominancia de *Q. rugosa* principalmente.



Figura IV.8.- Pastizal que muestra elementos de *Q. castanea* como cercas vivas y nopaleras introducidas con fines de cultivo en el km 21+880 del trazo carretero.

Cuadro IV.13.- Principales especies y géneros reportados en el bosque de encino para la región.

Especies arbóreas principales	Otras especies presentes
<i>Quercus magnifolia</i>	<i>Abies</i> spp.
<i>Quercus rugosa</i> *	<i>Alnus</i> spp.
<i>Quercus crassipes</i>	<i>Arbutus</i> spp.*
<i>Quercus scytophylla</i>	<i>Buddleja</i> spp.
<i>Quercus crassifolia</i>	<i>Crataegus</i> spp.*
<i>Quercus castanea</i> *	<i>Cupressus</i> spp.
<i>Quercus laurina</i>	<i>Fraxinus</i> spp.
<i>Quercus obtusata</i>	<i>Garrya</i> spp.
	<i>Juglans</i> spp.
	<i>Juniperus</i> spp.
	<i>Populus</i> spp.
	<i>Salix</i> spp.

*Identificado en el SAR

3. **Matorral subtropical:** Es una comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la selva baja caducifolia y los bosques templados (de encino o pino-encino) principalmente en el la zona del eje neovolcánico y en la sierra madre del sur. La mayor parte de las especies vegetales que lo constituyen pierden su follaje durante un período prolongado del año (de 9 a 7 meses). Los principales componentes son: *Ipomoea* spp. (Cazahuates), *Bursera* spp. (Copales, Papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *Forestiera* sp. (Acebuche), *Erythrina* spp. (Colorín), etc (CONAFOR, 2006).

Este matorral se distribuye en climas templado subhúmedo a los semicálido y cálido subhúmedo, con precipitaciones de 800 a 1000 m s n. m. y temperatura anual de 16 a 22°C. Se desarrollan en altitudes de 1500 a 2700 m sobre una gran variedad de suelos tanto someros como profundos en llanuras, lomeríos, sierras y volcanes. Su área de distribución coincide generalmente con zonas intensamente pobladas desde hace siglos. Se estructura puede ser de arbustos altos o árboles pequeños de 3 a 5 m de alto. Los arbustos espinosos pueden ser más o menos frecuentes pero rara vez juegan el papel de dominantes excepto cuando tienen una fisonomía de matorral espinoso o inerme, y es común su asociación con el pastizal inducido y el bosque de encino (SPP, 1981).

Rzedowski () considera a este matorral como una vegetación de bosque tropical caducifolio degradado, y otros autores identifican esta vegetación como una reliquia del mismo bosque caducifolio existente.

Cuadro IV.14.- Especies y géneros reportados en el matorral subtropical para la región del SAR.

Especies presentes
<i>Ipomea</i> spp*
<i>Montanoa tomentosa</i>
<i>Cyrtocarpa procera</i>
<i>Erythrina</i> spp
<i>Mimosa</i> spp*
<i>Eysenhardtia polystachya</i>
<i>Opuntia</i> spp*
<i>Lysiloma acapulencis</i>
<i>Bursera</i> spp*
<i>Tacoma stans</i>
<i>Ceiba aesculifolia</i>

*Identificado en el SAR



Figura IV.9.- Matorral subtropical alterado en ladera norte del Cerro Quinceo.

4. **Pastizal inducido:** Es una comunidad vegetal que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia (CONAFORT, 2006).

Esta comunidad vegetal esta dominada principalmente por gramíneas y es asociada a disturbios ocasionados por el hombre y actividades pecuarias, también suelen compartir la mayor parte de su distribución con la agricultura. Se distribuyen tanto en sierras como en lomeríos y llanuras en forma de manchones, en altitudes que varían de los 1400 a los 2700 m, en climas desde templados hasta cálidos subhúmedos con precipitación anual de 800 a 1200 mm y temperatura media anual de 12 a 18°C. Se pueden desarrollar en suelos tanto profundos como someros de texturas arcillosas y arenosas (vertisoles, andosoles, cambisoles, feozems, luvisoles, litosoles y acrisoles (SPP, 1981).

Cuadro IV.15.- Especies y géneros reportados en el pastizal inducido para la región.

Especies de Gramineas	Otras especies presentes
<i>Aristida</i> spp.	<i>Acacia pennatula</i>
<i>Andropogon hirtiflorus</i>	<i>Acacia</i> spp.*
<i>Bouteloa</i> spp.	<i>Opuntia</i> spp.*
<i>Muhlenbergia</i> spp.	<i>Cordia</i> spp.
<i>Muhlenbergia macroura</i>	<i>Viguiera</i> spp.
<i>Stipa virescens</i>	<i>Gutierrezia microcephala</i>
	<i>Miroxylon celastrum</i>
	<i>Heliampodium sericum</i>
	<i>Asclepias ovata</i>
	<i>Eringium</i> spp.

*Identificado en el SAR



Figura IV.10.- Pastizal inducido con elementos de la vegetación de matorral subtropical.

Estos pastizales no constituyen un estrato uniforme, se caracterizan por presentar una altura de 10 a 15 cm, un solo estrato herbáceo con una cobertura del suelo del 100% y una disposición horizontal cerrada (CONABIO, 2006). Las especies dominantes pertenecen a las familias Poaceae, Asteraceae y Cyperaceae, aunque, suelen tener elementos de la flora eliminada o especies indicadoras de disturbio o fragmentación de la vegetación original, tal es el caso en el SAR, donde se encontró

desde acacias hasta burseras y encinos dispersos o en pequeños manchones a lo largo del trazo carretero, siendo esta comunidad de pastizal la de mayor dominancia y distribución en la zona.

Otro tipo de flora que se pueden observar como asociación de especies a lo largo de caminos y veredas es la vegetación ruderal. Esta vegetación está representada por varios grupos de plantas pero hay una frecuencia de asteráceas (*Tagetes* spp.), poáceas (gramíneas) y leguminosa (*Acceas* spp.). También se observa zonas agrícolas en las que los cultivos en un 90% son de temporal y son los que en egeneral ocupan la mayor parte de los pastizales inducidos en los lomerios y planicies aluviales y fluviales del SAR, junto con la ganadería. Algunos de los cultivos son de maíz, alfalfa verde ,sorgo, avena forrajera en verde, durazno, zanahoria, trigo grano, pera, frijol, aguacate, agave (*Agave tequilana*), cilantro, col, etc.

b) Composición de especies en las comunidades vegetales dentro del Sistema Ambiental Regional

Cuadro IV.16.- listado de especies dentro del SAR

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Amaryllidaceae	<i>Agave sp.</i>	
	<i>Agave tequilana</i>	Agave azul
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa procera</i>	Guerán
Apiaceae	<i>Eryngium sp.</i>	
Asclepiadaceae	<i>Asclepias ovata</i>	
Asteraceae	<i>Adenophyllum porophyllum</i>	cempazúchil sencillo.
	<i>Ageratum corymbosu</i>	
	<i>Baccharis conferta</i>	
	<i>Baccharis sp.</i>	
	<i>Calea urticifolia</i>	
	<i>Carthamus tinctorius</i>	azafrán, azafrancillo, cártamo.
	<i>Cirsium anartiolepis</i>	cardo santo, xucurhi aparhicu (lenguapurépecha)
	<i>Cirsium ehrenbergii</i>	cardo, cardo santo.
	<i>Cirsium pascuarense</i>	Aponse
	<i>Cirsium sp.</i>	
	<i>Cirsium tolucanum</i>	cardo santo, espinilla, flor de la cruz,
	<i>Cirsium velatum</i>	
	<i>Dyssodia papposa</i>	flamenquilla
	<i>Dyssodia pinnata var. Pinnata</i>	rosilla
	<i>Dyssodia tagetiflora</i>	colado, tzaracata
	<i>Eupatorium pycnocephalum</i>	
	<i>Eupatorium sp.</i>	
	<i>Galinsoga parviflora</i>	
	<i>Haplopappus sp.</i>	
	<i>Montanoa tomentosa</i>	Vara blanca
	<i>Pectis prostrata</i>	ojo de pollo
	<i>Pinnaropappus roseus</i>	
	<i>Piptochaetium virescens</i>	
	<i>Piqueria trinervia</i>	
	<i>Piqueria trinervia</i>	
	<i>Porophyllum macrocephalum</i>	hierba del venado, papaloquelite,
<i>Porophyllum obtusifolium</i>	choquillenta, hierba del venado.	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Porophyllum tagetoides</i>	hierba del aire, hierba del venado, ojo de venado.
	<i>Porophyllum viridiflorum</i>	hierba del venado, pápalo, tepegua.
	<i>Senecio cardiophyllus</i>	
	<i>Senecio cinerarioides</i>	
	<i>Senecio palmatus</i>	
	<i>Senecio sp.</i>	
	<i>Stevia serrata</i>	
	<i>Tagetes filifolia</i>	anis, anisillo, curucumin,
	<i>Tagetes foetidissima</i>	cepoasúchil, cinco real, cincollaga,
	<i>Tagetes lunulata</i>	aceitilla, cinco llagas, cincollaga,
	<i>Tagetes micrantha</i>	anis, anis del campo, anisillo
	<i>Tagetes pringlei</i>	
	<i>Tagetes remotiflora</i>	cepasuchili, cincollaga, flor de cempasuchili, cincollaga, flor de muerto amarillo
	<i>Tagetes subulata</i>	
	<i>Tagetes triradiata</i>	
	<i>Tagetes lucida</i>	
	<i>Trixis michoacana</i>	
	<i>Verbesina greenmanii</i>	Tacote
Asteraceae	<i>Vernonia alamanii</i>	alcachofa de coyote, cuerepillo,
	<i>Vernonia liatroides</i>	tlamalacatlacotli,
	<i>Vernonia paniculata</i>	
	<i>Vernonia villaregalis</i>	
	<i>Viguiera sp.</i>	
	<i>Viguiera budleiiformis</i>	
Betulaceae	<i>Alnus acuminata ssp. arguta</i>	Aile
	<i>Alnus acuminata ssp. glabrata</i>	alile, álamo
	<i>Alnus firmifolia</i>	Aile
	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile
	<i>Alnus sp.</i>	
	<i>Carpinus caroliniana*</i>	Moralillo
	<i>Ostrya virginiana</i>	Petatillo
Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	palo puchote, pochote,
Boraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	
Buddlejaceae	<i>Buddleia sp</i>	
	<i>Buddleja cordata ssp. cordata.</i>	marrubio, tepozán, tepuza.
	<i>Buddleja parviflora</i>	aguacatillo.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Buddleja sessiliflora</i>	salvia, salvia común, tepozán, tepozán blanco, tepozán blanco delgado, tepozán
	<i>Buddleja sp.</i>	
Burceraceae	<i>B. fagaroides var. fagaroides</i>	borreguilla, copal, cuajilote, chupire(?), jiote, palo jiote, papelillo, tecomaca, xixote.
	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal, copal chino
	<i>Bursera cuneata</i>	copal, copalillo, cuerecatzundi, cuerica-tzunda, cuiricatzunda (lengua purépecha).
	<i>Bursera palmeri</i>	copal, copalillo, cuajote, palo cuchara.
	<i>Bursera sp.</i>	Copal
Cactaceae	<i>Lemaireocereus sp.</i>	Pitayo
	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal
	<i>Pereskia wislisenii</i>	
Clethraceae	<i>Clethra hartwegii</i>	Panza de perro
	<i>Clethra mexicana</i>	Clethra mexicana
Convolvulaceae	<i>Ipomea intrapilosa</i>	Casahuate
	<i>Ipomea sp.</i>	Casahuate
Cornaceae	<i>Garrya laurifolia</i>	
	<i>Garrya sp.</i>	
Cupressaceae	<i>Juniperus sp.</i>	
Ericaceae	<i>Arbutus glandulosa</i>	Madroño
	<i>Arbutus sp.</i>	
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño
	<i>Arctostaphylos rupestris</i>	
	<i>Arctostaphylos sp.</i>	
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	Palillo
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
	<i>Euphorbia sp.</i>	Papelillo-chupiril
	<i>Ricinus communis</i>	Toloache
Fabaceae	<i>Calliandra anomala</i>	
	<i>Cologania biloba</i>	
	<i>Lupinus camprestis</i>	
	<i>Lupinus sp.</i>	
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil
	<i>Pithecellobium sp.</i>	Palo blanco
	<i>Trifolium mexicanum</i>	
	<i>Zornia thymifolia</i>	
Fabaceae	<i>Miroxylon celastrum</i>	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i>	Encino
	<i>Quercus castanea</i>	Encino colorado
	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino colorado
	<i>Quercus crassipes</i>	Encino
	<i>Quercus laeta</i>	
	<i>Quercus laucescens</i>	
	<i>Quercus laurina</i>	Encino
	<i>Quercus magnoliafolia</i>	Encino amarillo
	<i>Quercus obtusata</i>	Encino
	<i>Quercus peduncularis</i>	Encino
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino
	<i>Quercus scytophylla</i>	Encino blanco
	<i>Quercus sp.</i>	
	<i>Quercus tuberculata</i>	
Graminae	<i>Andropogon hirtiflorus</i>	Pasto
	<i>Aristida adscensionis</i>	
	<i>Aristida appressa</i>	pasto araña, zacate barbas duras.
	<i>Aristida divaricata</i>	tres barbas, tres barbas abierto.
	<i>Aristida laxa</i>	tres barbas.
	<i>Aristida scribneriana</i>	.
	<i>Aristida schiedeana var. schiedeana.</i>	pasto araña, zacate barbas de viejito, zacate cenizo, zacate negro
	<i>Aristida sp.</i>	Pasto
	<i>Bouteloa sp.</i>	Pasto
	<i>Muhlenbergia emersleyii</i>	
	<i>Muhlenbergia implicata</i>	
	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Pasto
	<i>Muhlenbergia sp.</i>	Pasto, pasto natural
<i>Rhynchelytum repens</i>		
Guttiferae	<i>Hypericum pauciflorum</i>	
	<i>Hypericum philonotis</i>	comino
	<i>Hypericum silenoides</i>	Hipericón
Juglandaceae	<i>Juglans sp.</i>	
Labiatae	<i>Salvia spp.</i>	
	<i>Salvia fulgens</i>	
	<i>Salvia laevis</i>	
	<i>Salvia laevis</i>	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Salvia lavanduolides</i>	
	<i>Salvia mexicana</i>	
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i>	Huizache, tepame
	<i>Acacia farnesiana.</i>	Huizache
	<i>Acacia sp.</i>	Casirpe, uña de gato
	<i>Chamaecrista nictitans var. mensalis</i>	
	<i>Erythrina sp</i>	
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce-ciuito
	<i>Lysiloma acapulencis</i>	
	<i>Prosopis sp</i>	Mezquite
	<i>Senna hirsuta var. glaberrima</i>	
	<i>Senna multiglandulosa</i>	
<i>Senna septemtrionalis</i>		
Liliaceae	<i>Calochortus barbatus</i>	
Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	
Melastomataceae	<i>Monochaetum calcaratum</i>	
Oleaceae	<i>Forestiera sp.</i>	Acebuche
Oleaceae	<i>Forestiera tomentosa</i>	Pico de pájaro
	<i>Fraxinus sp.</i>	
Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i>	
	<i>Fuchsia thymifolia</i>	
	<i>Lopezia racemosa</i>	
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>	
	<i>Abies sp.</i>	Oyamel
	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino prieto
	<i>Pinus lawsonii</i>	
	<i>Pinus leiophylla</i>	Pino chino
	<i>Pinus michoacana</i>	Pino escobeton
	<i>Pinus montezumae</i>	Pino
	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino ocote, pino lacio
	<i>Pinus patula</i>	Pino
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino
<i>Pinus tenuifolia</i>	Pino	
Poaceae	<i>Aegopogon tenellus</i>	Vara gruesa
	<i>Bromus carinatus</i>	
	<i>Chaetium virescens</i>	
	<i>Hilaria sp.</i>	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Microchloa sp.</i>	
	<i>Stipa virescens</i>	Pasto
	<i>Trisetum deyeuxioides</i>	
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i>	
Pteridohyta	<i>Pteridium aquilinum</i>	Petatillo
Rhamnaceae	<i>Ceanothus caeruleus</i>	
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote
	<i>Prunus serotina Ehrh. ssp. serotina</i>	Capulín, duraznillo
	<i>Rubus adenotrichos</i>	
	<i>Rubus cymosus</i>	
	<i>Rubus sp.</i>	
Rubiaceae	<i>Randia</i>	Crucillo
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Colima
Salicaceae	<i>Populus sp.</i>	
	<i>Salix aeruginosa</i>	
	<i>Salix bonplandiana</i>	Sauce, sauz
	<i>Salix sp.</i>	
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i>	
	<i>Dodonea sp.</i>	
Scrophulariaceae	<i>Lamorouxia sp</i>	
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	
	<i>Solanum lanceolatum</i>	
Styracaceae	<i>Stirax ramirezii</i>	Garrapato
Theaceae	<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata.</i>	cucharillo, flor de tila, hierba del cura,
	<i>Ternstroemia pringlei</i>	Tila
Valerianaceae	<i>Valeriana urticifolia</i>	
Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica var. brevirostra</i>	
	<i>Glandularia bipinnatifida</i>	
	<i>Lantana camara</i>	Frutilla
	<i>Lantana hirta</i>	cinco negritos, frutilla, tarepe,
	<i>Verbena carolina</i>	
	<i>Verbena litoralis</i>	
	<i>Verbena menthifolia</i>	Verbena
* Especie con alguna protección en la NOM-050.		

c). Vegetación a lo largo del trazo de la carretera

A continuación se detalla la composición de especies y características de las principales comunidades vegetales a lo largo del trazo de la carretera ubicadas por unidad geomorfológica.

1. Valle Fluvial del Río San Marcos (0+000 al 2+300, 6+000 al 6+500), altitud de 1866 a 1890 m

El inicio de trazo de la carretera es en el municipio de Tarímbaro, se ubica una zona urbana con predios baldíos que presentan vegetación ruderal de disturbio.

La vegetación ruderal esta compuesta principalmente de arbustos *Ricinus* spp., *Dodonea viscosa*; *Ipomea* spp., *Acacia* spp., en el estrato herbáceo compuesto por asteráceas (principalmente *Tajetes* spp.), poaceas (gramíneas), fabaceas, ciperáceas etc; la parte arbórea esta presente solo como cercas vivas y guías en el camino grupos como: colorin (*Eritrina* spp), casuarina, pirul (*Schinus molle*), etc.



Figura IV.11.- Vegetación ruderal dentro en la planicie fluvial con asteráceas (izq.) y *Ricinus* spp. (der.).

En mayor proporción se observan zonas destinadas para agricultura de temporal principalmente; las especies que se siembran son maíz, sorgo, col y cilantro. El tipo de suelo que presenta es feozem calcarico.



Figura IV.17.- Campos de cultivo cercas vivas en cultivo de col y cilantro (der.).

2. Complejo cerril de lomeríos bajos (2+300 al 6+000)

Se presentan manchones de pastizales inducidos utilizados principalmente para ganadería, con elementos de matorral subtropical (espinoso) formando franjas o reliquias de esta, sobretodo hacia los pie de monte; con *Acacia farnesiana*, *Acacia spp.*, *Tagetes spp* y *Rhynchelytum repens*.

En zonas con una mayor pendiente se observa vegetación de matorral subtropical muy fragmentado con variación de elementos inermes y espinosos, así como pastizales inducidos. En las zonas hay suelos de tipo leptosol mólico y con matorral compuesto en un 80% de burseras como efecto de laderas norte; con *Bursera bipinnata*, *B. cuneata* *Ipomea spp.* (arbustiva), acaceas, mimosas, etc.



Figura IV.18.- Pastizal inducido de *Rhynchelytum repens* (izq.) y matorral subtropical con burseras (der).

3. Pie de monte del volcán escudo del Cerro El Quinceo (6+500 al 14+000)

En suelos de tipo feozem endoléptico se identifican elementos espinosos hasta en un 80%, con acaceas, rutaceas, malvaceas, etc. Hay zonas agrícolas con cercas vivas que tienen elementos de esta vegetación, y hacia las serranías se observan encinares. Los pastizales se establecen donde la vegetación original del matorral ha sido eliminada, y las zonas de cultivo se distribuyen en pendientes ligeras.



Figura IV.19 .- Campo agrícola y matorral subtropical.

4. Pie de monte del volcán escudo del cerro Las Tetillas del Quinceo (14+000 al 20+000).

En esta geoforma se observa matorral fragmentado con zonas de cultivo de maíz los cuales se desarrollan sobre unidades edáficas de feozem. Hacia laderas medias y superficie cumbral del volcán escudo se aprecian encinares.



Figura IV.20 .- Zona de cultivo con encino y tuna.

5. Valle intermontano (20+000 al 27+500)

En el valle la vegetación predominante es un pastizal inducido con franjas de encinar que aunque se ve claramente que son reliquias de la vegetación original siguen conservando elementos arbóreos como *Quercus castanea*, así como elementos de matorral como *Acacia* spp, *Ipomea* spp. y *Opuntia* spp., esta ultima introducida como cultivo dentro de los pastizales.



Figura IV.21.- Vista de pastizales con *Quercus. castanea*, *Acacia* spp. y *Opuntia* spp.

6. Pie de monte del volcán escudo del Cerro El Águila (20+500 al 40+000).

En esta zona se puede ver la presencia de pastizales con elementos más espinosos como las acaceas. Hay la presencia de vegetación secundaria de galería que contiene elementos como *Yucca* spp., *Ricinus* spp., *Ipomea* spp., *Acacea* spp., etc.



Figura IV.22.- Vista del pastizal con acaceas (izq.) y vegetación secundaria de galería (der).

Hacia las partes bajas del volcán escudo hay zona de cultivos de maíz y pastizal inducido con pastoreo. Hay vegetación ruderal que esta representada por elementos de encinar que

se ubica más hacia la ladera del cerro. Propiamente en los encinares hay la presencia de *Quercus rugosa* y algunos elementos de *Q. castanea*. Otros árboles que se presentan son *Arbutus* spp. y *Pinus leyophilla*, en el estrato arbustivo *Crataegus mexicana* (tejocote), y en el herbáceo la presencia de euforbiáceas (*Cortón* spp.), poligonáceas, asteráceas, etc.

Es una zona con claros para pastoreo y que presenta fuertes indicios de erosión probablemente por la eliminación de la cobertura vegetal así como de las características propias del suelo tipo feozem lúvico.



Figura IV.23 .- Cultivo de maíz en pie de monte del cerro El Águila.



Figura IV.24.- Claros en zonas de encinar donde se realiza pastoreo (izq.) y vegetación con cárcavas (der.) en el Cerro El Águila.

7. Valle del río Tupataro (40+000 al 42+500)

Esta unidad es una planicie fluvial cubierta casi en su totalidad por zonas de cultivo con maíz y otros. Hacia la zona de laderas se puede observar vegetación de encinar fragmentado muy alterado con claros y rasgos de erosión (cárcavas), también se observan elementos de matorral como nopaleras y acacias.



Figura IV.25.- Vegetación de encinar fragmentado (izq) y cultivo de maíz en valle del río Tupataro.

8. Pie de monte del cerro El Molcajete (42+500 al 50+000)

Hacia la zona de pie de monte se observa pastizales inducidos con ganado y plantaciones de eucalipto. Hay pequeñas franjas de encinar con mayor altura que los anteriores. Hacia la serranía y laderas hay un encinar más conservado con mejor estructura y un dosel más cerrado. Presenta suelos con horizontes árgicos crómico con rasgos de erosión (cárcavas).



Figura IV.26.- Bosque de encino conservado hacia la cima del cerro El Molcajete (izq) y plantación de eucalipto (der).

Cuadro IV.17. Puntos de levantamiento en campo de suelo, vegetación y geomorfología dentro del SAR.

Perfil	Punto	Localidad	Geoforma	Suelo	Vegetación	Disturbio/ Erosion
0	1	Tarimbaro	Inicio del trazo carretero 0+000	Urbano	Ruderal	Asentamientos humanos
1	3	Cerca de Tarimbaro	Valle fluvial del río San Marcos	Feozem calcárico	Cultivos y vegetación ruderal	Pastoreo
2	4	Mesa la Tambericua	Complejo cerril de lomeríos bajos	Leptosol mólico	Pastizales inducidos, vegetación de matorral subtropical (espinoso), cultivos	Pastoreo
3	5	Cerro el Molino	Complejo cerril de lomeríos bajos	Leptosol mólico	Pastizales inducidos y vegetación de matorral subtropical (burseras)	Pastoreo
4	7	Cero El Quinceo	Pie de monte del volcán escudo del Cerro el Quinceo	Feozem endoléptico	Matorral subtropical con dominancia de especies espinosas, campos de cultivo y encinar en laderas y cultivos	Pastoreo
5	10	Cerro Las Tetillas del Quinceo	Pie de monte del volcán escudo Las Tetillas del Quinceo	Feozem háplico	Pastizal inducido	Pastoreo
6	11	Pie de monte del Cerro Pelón	Valle intermontano	Cambisol eútrico	Pastizal inducido con elementos de matorral y encinar	Pastoreo
8 (7)	14	Cerro El Aguila	Pie de monte del volcán escudo del Cerro el Águila	Feozem lúvico	Cultivos de maíz, pastizal y encinar hacia la ladera y cima.	Pastoreo y cárcavas
9 (8)	15	Lagunillas	Valle del Río Tupataro	Feozem háplico	Pastizales y zonas de cultivo de maíz	Pastoreo
9	24	Cerro El Molcajete	Pie de monte del cerro el molcajete	Lixisol crómico	Encinar en serranía y pastizal en pie de monte	Cárcavas

Fauna silvestre

Collingham y Huntley (2000) recomiendan conocer y evaluar el tipo y uso de las comunidades florísticas existentes en una localidad, ya que el grado de perturbación o modificación será el factor determinante de las poblaciones locales de la fauna silvestre asociadas a ellas. Este fenómeno en ocasiones provoca la pérdida y fragmentación del hábitat, barreras artificiales para las especies colonizantes lo que en gran medida determina que la capacidad de las especies de extenderse sea a través de paisajes y la movilidad; por tanto, depende de la heterogeneidad, la disponibilidad de alimento y del grado de aislamiento. Por ello, y con base en lo expuesto en el apartado anterior de vegetación y flora silvestre, dentro del área de estudio se presentaron ambientes compuestos por áreas abiertas inundadas y área de vegetación secundaria con escasos elementos nativos.

Sin embargo, pese a las modificaciones ambientales que se han suscitado en las zonas de estudio, no significa que sea ésta pobre en cuanto a variedad de especies. La posición geográfica, humedad y heterogeneidad ambiental de la zona, brindan características vegetales de pequeños áreas de bosque de encino y matorral xerófilo y abundante vegetación secundaria (Rzedowski, 1994); sin embargo las transformaciones humanas han llevado al área de influencia del proyecto de interés a terrenos de con usos agrícolas y pecuarios, ejerciendo influencia en la proliferación de especies zoológicas indicadoras de disturbios.

Características regionales de la fauna

La zona de estudio se establece en las afueras de la Cd. de Morelia en el estado de Michoacán entre las coordenadas 0273463 a 2190300 y 243950 a 2167295 a una altitud que oscila entre los 1868 a 2158msnm

Biogeográficamente el proyecto se ubica en la región Neártica perteneciente a la Provincia Biótica Volcánica-Transversal, (Figura 27). La provincia comprende un tercio del Altiplano y el resto esta caracterizada por tres fenómenos fisiográficos : la altitud, en su mayor parte superior a los 2000 metros sobre el nivel del mar, el considerable número de depósitos lacustres y por último, el activo vulcanismo de los procesos orogénicos que han configurado el eje volcánico transversal. La provincia comprende casi todo Jalisco, Guerrero y Michoacán (excepto la porción que corresponde a la Provincia Biótica Nayarit-Guerrero) Guanajuato, casi todo Querétaro, México una parte de Hidalgo, Puebla, Oaxaca y Morelos, todo Tlaxcala y el Distrito Federal. (Álvarez y de Lachica, 1991).

Por lo anterior, el área de estudio del proyecto de interés, se encuentra situado dentro de los límites de la región Neártica perteneciente a la Provincia Biótica Volcánica Transversal, su posición Geográfica la ubican dentro de una zona de transición tanto con otras provincias como de la región Neotropical De la misma manera su complejidad geológica le otorga características especiales en lo que respecta a su fauna.

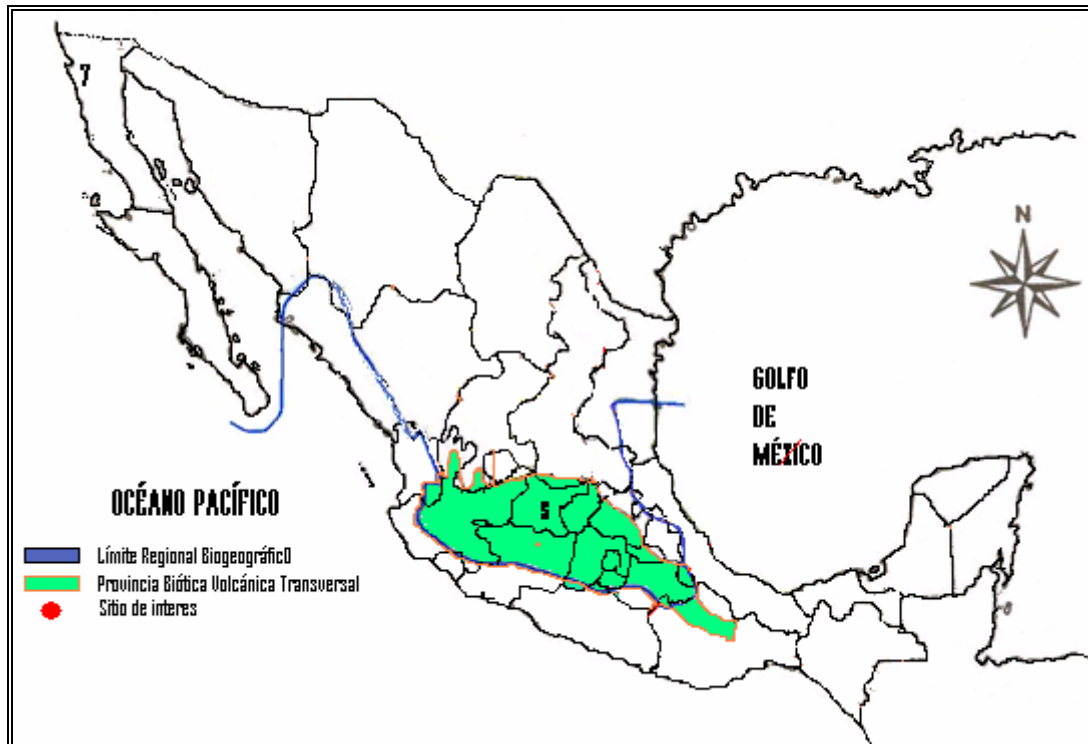


Figura 27.- Ubicación del proyecto en la provincia biogeográfica

Conforme a la información obtenida del trabajo de campo y la investigación documental, se pudo analizar que la zona sufre de un alto grado de alteración ambiental producto de las actividades agropecuarias sobre los sistemas encontrados por lo que la fauna ha sido también afectada y gradualmente se ha reacomodado en áreas de menor influencia de las actividades humanas.

La fauna característica de la zona esta compuesta por especies que se identificaron inicialmente a través de la revisión bibliográfica y posteriormente se realizaron recorridos sobre el trazo y áreas aledañas, así como entrevistas con los lugareños, a fin de identificar las que pudieran existir en el área de influencia de estudio; resultando las siguientes especies identificadas.

A continuación se mencionan las diferentes familias de vertebrados presentes y confinadas a cada región zoogeográfica, resaltando tres familias de origen neotropical transicional (Leptodactylidae,

Phyllostomidae y Dasypodidae), 10 neárticas transicionales (Pelobatidae, Phrynosomatidae, Iguanidae, Kinosternidae, Didelphidae, Sciuridae, Vespertilionidae, Cervidae, Geomyidae y Leporidae) y 13 familias compartidas, es decir que se encuentran en ambas regiones zoogeográficas (Bufonidae, Ranidae, Hylidae, Teiidae, Culubridae, Elapidae, Viperidae, Procyonidae, Mephitidae, Felidae, Canidae, Mormoopidae y Muridae).

Para el grupo de las aves, es difícil asignar una región zoogeográfica, debido a que la mayoría de las especies presentan grandes desplazamientos, tal es el caso de las especies migratorias, aunque cabe destacar que existen especies y no familias confinadas a una determinada región.

Caracterización de la fauna a lo largo del trazo de la carretera

Riqueza específica y abundancia relativa de las especies

En términos generales dentro de la herpetofauna, se consideran 178 especies con posible presencia dentro del sistema ambiental regional (SAR), destacando el registro ocho especies de anfibios, 18 reptiles, 124 aves y 28 mamíferos (Ver Anexo capítulo VIII: listado faunístico); algunas especies tienen ciertos regímenes ambientales estrictos y en general presentan mayor versatilidad para responder a los cambios ambientales existentes. De acuerdo con la información recabada en campo, se determinó que el 60.11 % de los vertebrados registrados, se observaron, de manera directa e indirecta, mientras que el resto (39.89 %) fueron especies registradas por la literatura zoológica (figura 28).

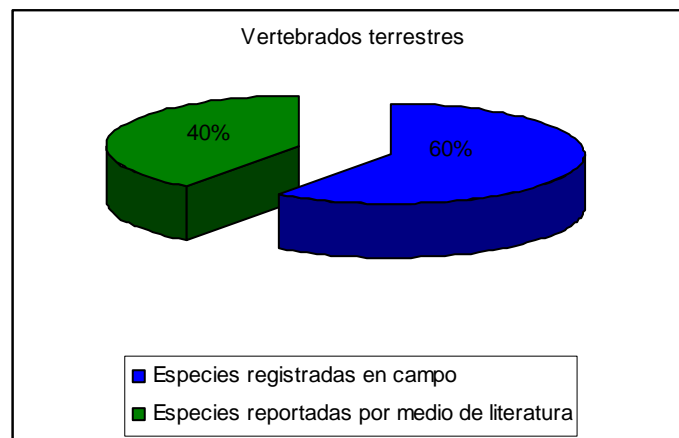


Figura 28.- Especies reportadas en campo y por medio de literatura

De las 107 especies registradas para el área de estudio, 81 pertenecen al grupo de las aves, mientras que 12 son mamíferos, 12 reptiles y dos anfibios. Es importante destacar que tanto en el SAR como en el trazo de la carretera el grupo mejor representado es el de las aves (figura 29), seguido del de la mastofauna y reptiles, quedando el grupo de los anfibios como el menos diverso.

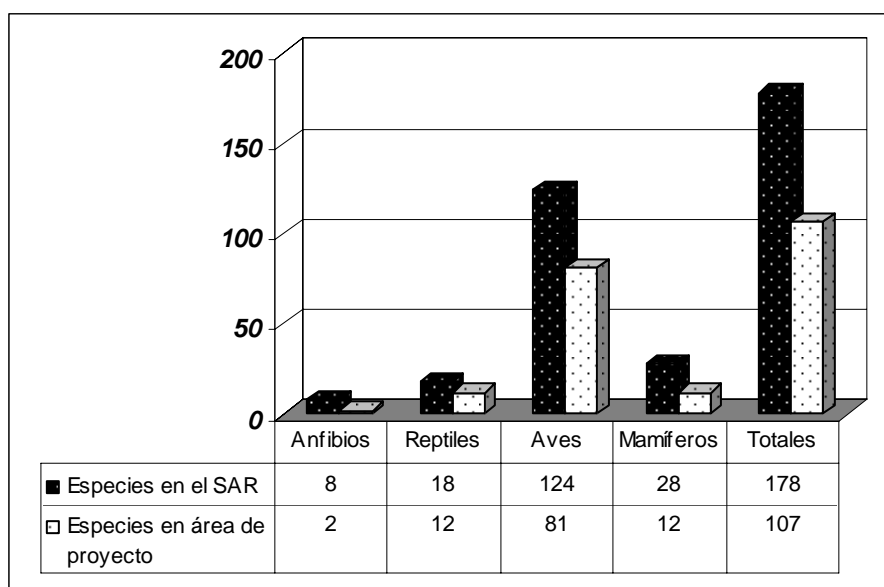


Figura 29.- Número de especies a nivel del SAR y las observadas en el derecho de vía de la carretera de interés

A continuación se presenta la relación de las especies faunísticas respecto al sitio en que fueron reportadas a lo largo del trazo de carretera de interés; la información al respecto se sistematizó a partir del trabajos de campo, el cual se desarrollo a partir de 10 puntos de muestreo (Pm) distribuidos a lo largo de dicho tramo carretero; así mismo en los anexos del capítulo VIII de este mismo estudio se presenta la metodología que se empleo para la recopilación en campo de la información faunística (Ver Anexo capítulo VIII: metodología de fauna).

Los puntos de muestreo (PM) se ubicaron de manera estratégica en los diferentes hábitats identificados a lo largo de la trayectoria del proyecto. En el Cuadro 18, se presentan el número de especies registradas para cada punto de muestreo durante el trabajo de campo.

Cuadro 18.- Número de especies registradas por punto de muestreo

PM	Hábitat	Localización (UTM)	Altitud (msnm)	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total

1	<i>Bosque Tropical Subperennifolio (BTSP)</i>	0273463 2190300	1868	0	2	8	2	12
2	<i>Bosque de Quercus (BQ)</i>	0270546 2189656	1896	0	2	20	0	22
3		0267484 2189396	1931	0	0	16	1	17
4	<i>Matorral Crasicaule (MC)</i>			0	0	6	0	6
5				0	1	6	0	7
6				0	5	26	8	39
7				0	2	22	9	33
8		0251130 2176523	2120	2	3	21	6	32
9		0248711 2172816	2351	1	4	16	6	27
10		0243950 2167295	2158	0	3	6	3	12

Cabe destacar que los hábitat para la fauna presentan un grado de alteración considerable a todo lo largo del trazo de la carretera de interés, por lo cual, es importante resaltar que los hábitats considerados como conservados o poco perturbados con respecto a la distribución de las especies, asocia a 155 vertebrados, mientras que solo 23 especies se presentan comúnmente en zonas alteradas, de las cuales nueve se reportan para el SAR y 14 se distribuyen a lo largo del trazo del proyecto (Ver cuadro 19).

Cuadro 19.- Especies asociadas a zonas alteradas

Especies comúnmente observadas en zonas alteradas	Registro	
	SAR	Área de proyecto
<i>Bufo marinus</i>	X	
<i>Ctenosaura pectinata</i>	X	
<i>Sceloporus grammicus</i>		X
<i>Aspidoscelis costatus</i>	X	

<i>Kinosternon integrum</i>	X	
<i>Bubulcus ibis</i>		X
<i>Casmerodius albus</i>		X
<i>Coragyps atratus</i>		X
<i>Cathartes aura</i>		X
<i>Columbina inca</i>		X
<i>Crotophaga sulcirostris</i>		X
<i>Pyrocephalus rubinus</i>		X
<i>Corvus corax</i>		X
<i>Hirundo rustica</i>	X	
<i>Pipilo fuscus</i>		X
<i>Quiscalus mexicanus</i>	X	
<i>Molothrus aeneus</i>	X	
<i>Carpodacus mexicanus</i>		X
<i>Passer domesticus</i>		X
<i>Didelphys virginiana</i>		X
<i>Sciurus aureogaster</i>		X
<i>Rattus rattus</i>	X	
<i>Desmodus rotundus</i>	X	

En lo que respecta a las especies registradas dentro del área del proyecto, se tiene que de 107 especies de vertebrados, 14 se relacionan con zonas alteradas, las restantes (97), se distribuyen preferentemente en hábitat poco alterados, aunque es posible su presencia en hábitat alterados, preferentemente de especies con grandes desplazamientos (mamíferos voladores, medianos y grandes, y especialmente el grupo de las aves).

De acuerdo a lo anterior, el sistema ambiental regional (SAR) actual, presenta buenos hábitat para especies de vertebrados, destacando que esto disminuye dentro del área del trazo del proyecto.

Por otra parte, para la distribución puntual de las especies de vertebrados registradas en campo, Ver Anexo capítulo VIII: listado faunístico.

En la figura 30 se observa el número de especies por cada uno de las taxas a nivel de familia, de igual forma agrupadas por la representación en el SAR y a lo largo del tramo de carretera. A nivel regional las familias más representativas se presentan en los reptiles, Phrynosomatidae con ocho especies, mientras que las aves presentan a dos familias, Tyrannidae y Emberizidae, con 19 y 15 especies

respectivamente, mientras que la familia de mamíferos mejor representada es la Phyllostomidae (especies reportadas por medio de literatura). Para la fauna observada en campo en el tramo de carretera de interés, la familia Phrynosomatidae (reptiles), Tyrannidae y Emberizidae (aves) son las que mayor número de especies agrupan.

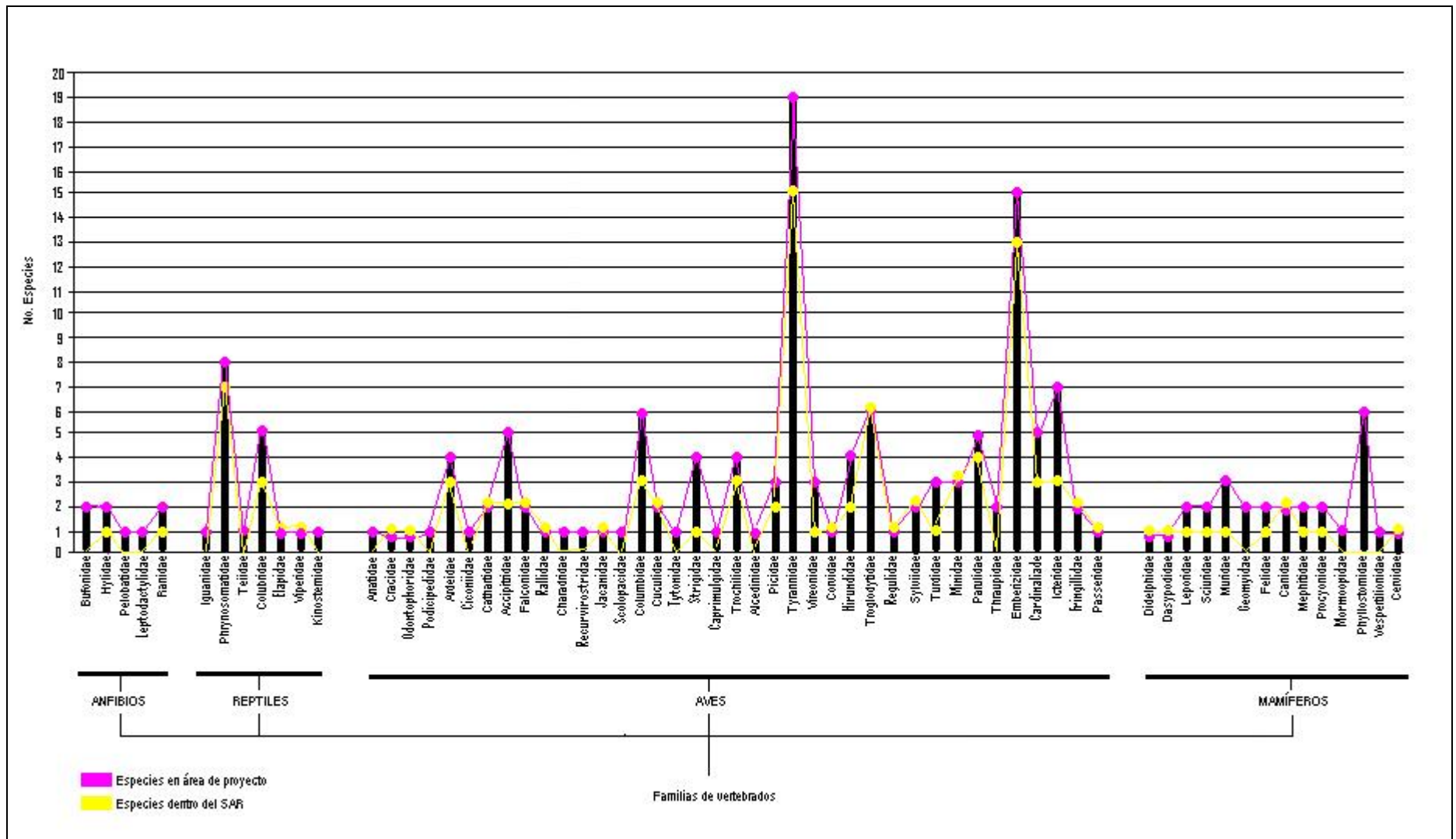


Figura 30.- Número de especies en cada familia (a) nivel del SAR, (b) en el tramo de carretera y (c) por comunidad vegetal

Por otro lado, para obtener los datos de abundancia relativa para cada especie, se recurrió a la metodología empleada para calcular la abundancia para cada grupo zoológico -esta metodología se presenta en los Anexos del capítulo VIII, especialmente en lo referente a la metodología utilizada para desarrollar este apartado de fauna (Lazcano-Barrero *et al.*, 1992; González-García, 1992 y Bibby *et al.*, 1992).

Como posibles causas que afectan las poblaciones de alguna especie, se tiene que una especie se limita por condiciones físicas o biológicas (que varían en paralelo con la gradiente ambiental, la exclusión competitiva y los hábitats). Estas condiciones dependen de varios factores que afectan la distribución y abundancia de las especies, en este apartado, sólo se mencionan los más importantes:

- La estacionalidad es un factor que ocasiona cambios en la distribución y abundancia de las especies (debido a que se relaciona de forma directa con la disponibilidad del alimento, migración, hibernación, letargo y otros fenómenos que se presentan durante el ciclo de vida de las diferentes especies).
- Pérdida de hábitat. La selección de hábitat es un proceso mediante el cual los organismos ocupan diferencialmente su entorno, la reducción de un hábitat influye en la presencia y distribución de algunas especies, por ejemplo algunas especies son especialistas (dependen de una dieta determinada, un nicho, así como zonas de importancia para reproducirse o evitar la depredación, que sólo encuentran en un hábitat determinado). Por lo que muchas especies, no pueden desarrollar estas actividades en otro tipo de hábitat.
- La altitud es una barrera que determina la distribución de las especies, la cual depende de forma directa de las comunidades vegetales (relación de la vegetación con la altitud).

Para el presente estudio, los datos obtenidos en campo, sólo indican la abundancia relativa de las especies, durante una estación del año, es decir, que por falta de muestreos en otras estaciones del año, la riqueza y abundancia relativa de las especies obtenida en campo presenta un margen de error considerable.

Para el presente estudio, se obtuvo la abundancia relativa de las especies de vertebrados registrados en el área de emplazamiento del proyecto de 107 especies, destacando, que 46 especies son raras, 30 comunes y 31 abundantes.

Como resultado por grupo zoológico tenemos, que los anfibios tienen dos especies una común y una abundante. Para los reptiles; ocho raras, dos comunes y dos abundantes. En el caso de

las aves; 33 especies raras, 23 comunes y 25 abundantes. Finalmente para los mamíferos; una especie se registró a cinco raras, cuatro comunes y tres abundantes (Ver figura 31). Así mismo, en los anexos del capítulo VIII, especialmente en el listado faunístico se podrá observar la abundancia para cada especie.

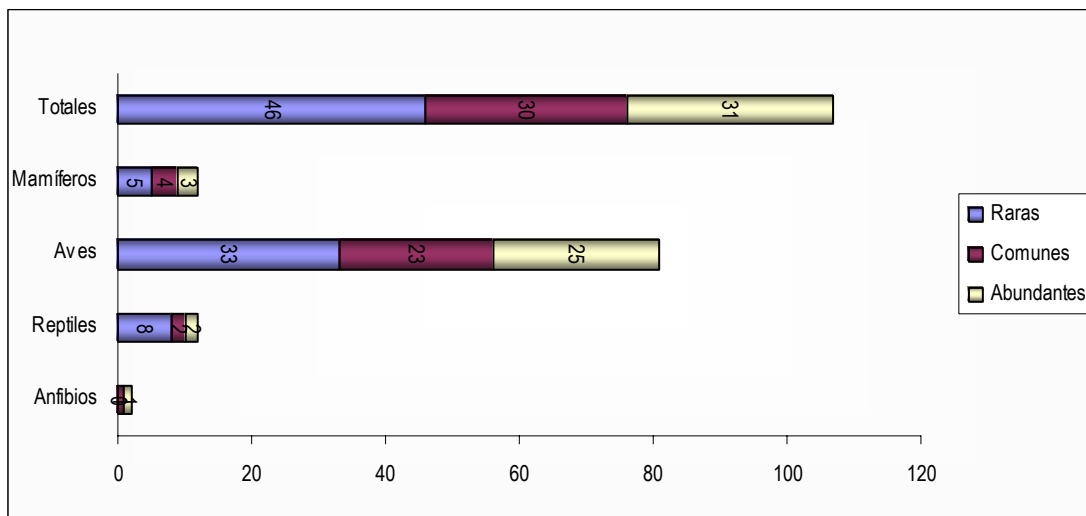


Figura 31.- Abundancia de los diferentes grupos de vertebrados en el área de estudio y tramo de carretera

Para el SAR no se considera la abundancia relativa, debido a que muchas de las especies son reportadas por medio de literatura.

Especies faunísticas de valor cinegético y comercial

Especies con valor cinegético

Con el propósito de contribuir a la conservación de la biodiversidad y hacerla compatible con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico se estableció el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre –SUMA- las cuales se integran en Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre –UMA’s-, Proyectos en Áreas de Manejo Sustentable de la Vida Silvestre –PAMS- y Centros de Conservación e Investigación de la Vida Silvestre –CIVS- (SEMARANT, 2003).

Las UMA’s pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada, claramente bajo cualquier régimen de propiedad, privada, ejidal, comunal o pública (SEMARANT, 2003); las mismas se clasifican en *extensivas* e *intensivas*.

En relación al proyecto, la UMA más próxima, es el Orquidario de Morelia Michoacán, la cual se localizan en la Cd. De Morelia, pero fuera del SAR.

Respecto a la fauna, se tienen las tasas de aprovechamiento para Michoacán de el Pecarí de collar y el venado cola blanca. En conformidad con la Ley General de Vida Silvestre, la Secretaría ha autorizado y otorgado tasas de aprovechamiento en las siguientes UMA (Cuadro).

Cuadro 20. Tasas de Aprovechamiento en UMA de Michoacán

UMA	Aprovechamiento	No. de Oficio	Ejemplares Autorizados	Periodo de Aprovechamiento
<i>Pecari tajacu (Jabalí)</i>				
<u>Contreras I</u>	Cinegético	6636	12	23/11/2001 al 23/12/2001
<u>Contreras II</u>	Cinegético	6635	6	23/11/2001 al 23/12/2001
<i>Odocoileus virginianus (Venado cola blanca)</i>				
<u>Contreras I</u>	Cinegético	6636	7	14/12/2001 al 13/01/2002
<u>Contreras II</u>	Cinegético	6635	5	14/12/2001 al 13/01/2002

Especies comerciales o aprovechables en el SAR

Los distintos usos que se le dan a cada especie varían de un lugar a otro. Particularmente, en México, se tiene como consumidores a los cazadores, pescadores, campesinos, indígenas, industriales, coleccionistas y científicos (Miranda, 1993). Existen básicamente dos formas de utilizar la fauna silvestre, la primera como animales muertos –alimento, obtención de productos

no comestibles, deporte- y la segunda como vivos -mascotas, animales de laboratorio y de exhibición- (Miranda, 1993).

Dentro del sistema ambiental regional (SAR), la importancia económica y comercial de las especies de fauna silvestre, es una actividad que se ejerce frecuentemente. La caza de autoconsumo es uno de los usos más frecuentes a la fauna silvestre (mamíferos y aves), aunque existen especies de interés comercial para los pobladores (aves canoras y algunos mamíferos).

En el cuadro 21 se muestra el uso del que son o pueden ser objeto las especies encontradas a lo largo del tramo de la carretera y dentro del sistema ambiental regional (SAR).

Cuadro 21.- Especies registradas como las más útiles para los pobladores de las regiones aledañas al trazo de la carretera

Nombre científico	Nombre común	Autoconsumo	Comercial
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	X	X
<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel		X
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	X	X
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	X	
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	X	
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz coluda neovolcánica	X	
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	X	
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	X	
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	X	
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical		X
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del desierto		X
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje		X
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela		X
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical		X
* <i>Melanosis caerulescens</i>	Mulato azul		X
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo		X
<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado		X
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Pico gordo pecho rosa		X
<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo		X
<i>Passerina caerulea</i>	Pico gordo azul		X
<i>Cardinalis sinatus</i>	Cardenal pardo		X
<i>Icterus spurius</i>	Bolsero castaño		X
<i>Icterus wagleri</i>	Bolsero de Wagler		X

Nombre científico	Nombre común	Autoconsumo	Comercial
<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore		X
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado		X
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento		X
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	X	
<i>Dasyurus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	X	
* <i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo cola de algodón	X	
<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	X	
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	X	
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	X	
<i>Leopardus wiedii</i>	Margay		X
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		X
<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	X	
<i>Nasua nasua</i>	Coati	X	
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	X	X

Lo anterior de acuerdo con Flores-Villela (1980), CONABIO y SEMARNAT (1997) y López Wilchis et al. (1992).

Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs)

El actual proyecto, se sitúa en los extremos de las AICAs Patzcúaro y Cuitzeo. Cabe destacar que de las 124 especies de aves registradas para el SAR, se tiene que comparte 60 especies con el AICA Pátzcuaru y Cuitzeo con el AICA C-63, entre ambas aicas comparten 88 especies con el área del proyecto, es decir 36 especies no se encuentran registradas en las aicas por donde cruzará el proyecto. Por otra parte, de las especies reportadas en campo, 42 aves se comparten con el AICA Pátzcuaru y 44 con el AICA Cuitzeo, entre ambas AICAs contienen a 57 de las 81 aves observadas en el trazo de la carretera.

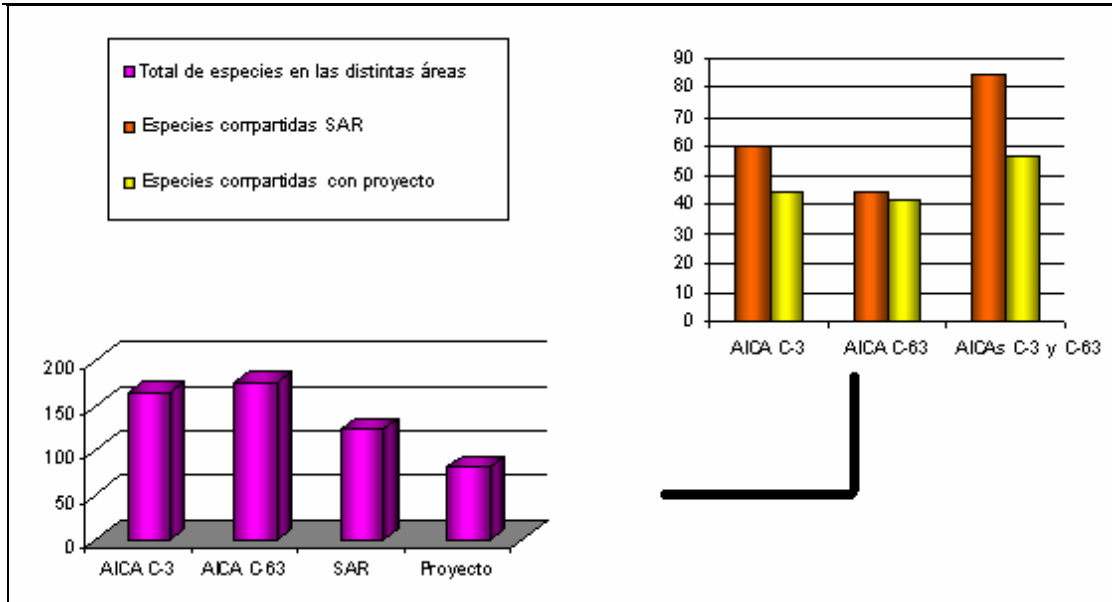


Figura 32.- Relación de especies del SAR y Proyecto, respecto a las AICAs C-03 y C-63

Especies vulnerables

Especies dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2001

Para el presente estudio se encontraron 18 especies (cuadro 22) catalogadas con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo (SEMARNAT, 2003). De las cuales una es anfibio, siete reptiles, nueve aves y un mamífero. Mientras que del total, 12 especies se catalogaron bajo el estatus de protección especial, cinco como amenazadas y una en peligro de extinción.

Cuadro 22.- Listado de las especies faunísticas con un estatus de protección según la norma NOM-059-SEMARNAT-2001

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría
Amphibia	Ranidae	<i>Rana neovolcanica</i>	Rana neovolcánica	Amenazada
Reptilia	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Amenazada
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija de mezquite	Protección especial
	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	Amenazada
		<i>Pituophis deppei</i>	Culebra sorda mexicana	Amenazada
	Elapidae	<i>Micrurus laticollaris</i>	Serpiente coralillo del balsas	Protección especial
	Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora-cascabel de Saye	Protección especial
	Kinosternidae	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga-pecho quebrado mexicana	Protección especial
Aves	Odontophoridae	<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz coluda neovolcánica	Protección especial
	Ardeidae	<i>Tigrisomma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Protección especial
	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Protección especial
	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Protección especial
		<i>Buteogallus uribitinga</i>	Aguililla negra mayor	Protección especial
	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón fajado	Amenazada
	Strigidae	<i>Otus sedectus</i>	Tecolote del Balsas	Protección especial
	Tyrannidae	<i>Xenotricus mexicanus</i>	Mosquero del Balsas	Protección especial
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	Protección especial	
Mammalia	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	En peligro de extinción

De las vertebrados anteriormente listados, sólo ocho especies se registraron durante el trabajo de campo: *Rana neovolcanica*, *Sceloporus grammicus*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis deppei*, *Buteo swainsoni*, *Falco femoralis*, *Melanotis caerulescens* y *Leopardus wiedii*. Destacando que dos especies (*Pituophis deppei* y *Leopardus wiedii*) se registraron por métodos indirectos.

Especies endémicas

Una especie es endémica de cierta región (México), cuando su distribución es restringida (Navarro y Benítez 1993). De las 178 especies de vertebrados registradas en el SAR, tenemos que 27 son exclusivas de México, de estas, tres son anfibios, 13 reptiles, ocho aves y tres mamíferos. En la figura 33 se presenta el total de las especies endémicas por grupo zoológico registradas durante el trabajo de campo.

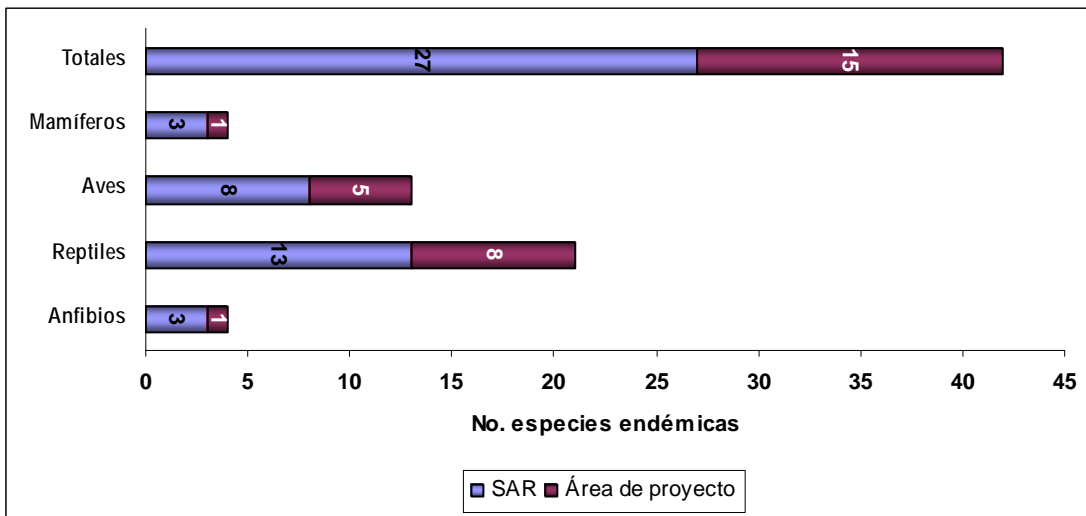


Figura 33.- Especies endémicas de México presentes en el área de estudio y el SAR

Cabe destacar, que de las 27 especies endémicas, 15 de ellas se observaron en campo, sobresaliendo el grupo de los reptiles con ocho especies, aves con cinco, anfibios y mamíferos con una especie cada grupo. Por otra parte, es importante hacer mención que *Rana neovolcanica*, *Ctenosaura pectinata*, *Sceloporus grammicus*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis deppei*, *Kinosternon integrum*, *Dendrotyx macroura*, *Melanotis caerulescens* y *Xenotricus mexicanus* son especies catalogadas como endémicas y consideradas bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059 SEMARNAT-2001, ésta última especie registrada en el SAR y no sobre el trazo del proyecto.

La localización zoogeográfica del proyecto (provincia biótica Volcánica Transversal) es de las más altas en cuanto a especies endémicas se refiere, lo cual puede explicar el elevado número de especies endémicas para el actual proyecto.

Especies susceptibles a impactar por el emplazamiento del proyecto carretero

Existe un grupo de especies vulnerables a ser impactada por atropellamiento; estos grupos son principalmente animales que trepan a la cubierta carretera para cruzarla, esto por ser una zona de paso para su alimentación; la cual a su vez es ocasionada por el incremento de zonas de cultivos, lo que ocasiona que muchas especies se desplacen fuera de sus hábitat naturales. Dentro de los animales susceptibles a ser impactados por atropellamiento; tenemos algunas especies de reptiles (*Ctenosaura pectinata*, *Masticophis mentovarius*, *Pituophis deppei* y *Drymarchon corais*) y mamíferos medianos (*Didelphis virginiana*, *Dasyopus novemcinctus*,

Sylvilagus cunicularius, *Lepus callotis* *Sciurus aureogaster*, *Spermophilus variegatus*, *Mephitis macroura*, *Conepatus mesoleucus*, *Procyon lotor* y *Nasua nasua*)

Durante el trabajo de campo, se observo el atropellamiento de diferentes especies de vertebrados (figura 34) en carreteras cercanas a el área de estudio.



Figura 34.- Imágenes de varios organismos de fauna silvestre atropellados sobre la carretera Capula-Lagunillas, a la altura del poblado de Iantzio, punto donde el libramiento correrá paralelo a dicha carretera.

En términos generales estos grupos vulnerables se convierten a su vez en los indicadores para determinar la significancia de los impactos ambientales sobre la fauna.

CAPÍTULO V

V. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1 Impactos ambientales identificados

V.1.1 Identificación y descripción de impactos ambientales

La identificación inicial de los impactos ambientales se realizó utilizando un esquema diagramático de causas-efectos en donde en reunión experta se identificaron las principales actividades del proyecto y se fueron incluyendo los impactos asociados a éstas.

Este diagrama se presenta en la figura V.1.

Posterior a dicho diagrama se presenta la descripción de cada uno de los impactos analizados como los efectos derivados de las diferentes acciones del proyecto. Esta descripción inicia con una breve presentación de la actividad evaluada, seguida de la descripción del impacto. Al final de cada impacto se hace referencia a la medida de mitigación que se propone para reducir el efecto negativo esperado. Dichas medidas se presentan en el capítulo VI de este estudio.

Libramiento poniente Morelia, Tramo: km 0+000 -50+000

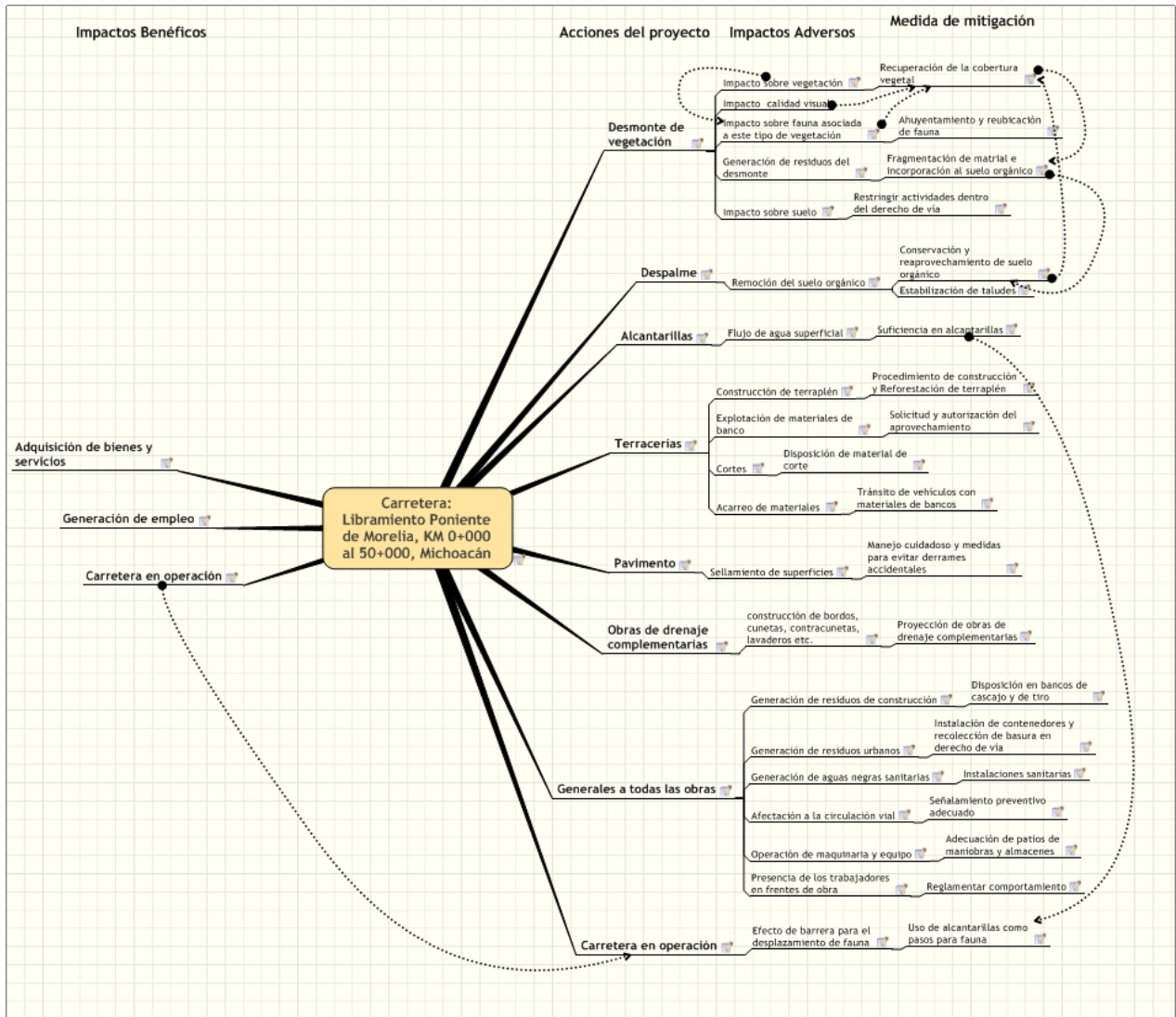


Figura V.1.- Diagrama de identificación de impactos ambientales por acciones del proyecto. Se presentan las relaciones entre impactos asociados y las medidas de mitigación correspondientes.

Descripción de Impactos Ambientales por Etapa de Proyecto

1 Desmonte de vegetación

Desde el hombro de la corona del actual camino y hasta 1 m después de la línea de ceros, dentro del derecho de vía. Se retirará la cobertura vegetal herbácea y arbustiva por medio de métodos manuales (machete) y los árboles serán talados utilizando motosierras.

Posteriormente se retirarán los tocones de todos los árboles utilizando retroescavadora para aquéllos tocones de gran tamaño.

1.1 Impacto sobre vegetación

Ver también: [Impacto sobre fauna asociada a este tipo de vegetación](#)

La vegetación predominante en las unidades de sierra y piedemonte es el matorral subtropical (con reliquias de selva baja caducifolia) con fuertegrado de perturbación por la introducción ganado. Este tipo de vegetación es importante como hábitat para la fauna, dado que es de lo poco que aún resta en la zona de vegetación natural, por lo que debe procurarse su conservación o restauración posterior a la ejecución de estas obras.



Foto V.1.- Vista del matorral subtropical en la zona de estudio. Notese la fuerte perturbación por pastoreo

Los valles fluviales e intermontanos han sido modificados totalmente desde hace muchos años para desarrollar agricultura de riego y temporal (foto V.2); mientras que en las partes altas de los lomeríos y las laderas de los volcanes escudo se observan bosques de encino en ecotonía con matorral en las laderas bajas y con pino en las laderas altas (Foto V.3).



Foto V.2.- Vista del valle fluvial del río San Marcos, denotándose el aprovechamiento por cultivos de maíz y hortalizas



Foto V.3.- Vista del ecotono de bosque de encino con matorral subtropical con nopaleras y pastos introducidos.

El grado de conservación de ambas comunidades esta relacionado con la topografía del terreno, ya que los sitios mejor conservados, donde la vegetación esta principalmente compuesta por especies primarias, se localiza en cañadas y laderas de cerros con fuertes pendientes; los que son sitios que por su dificultad de acceso no han sido utilizados por pobladores de localidades cercanas para cultivos o potreros.

La vegetación que se presente dentro de los cerros del proyecto será totalmente removida y de forma permanente ya que se estima un total aproximado de 150 Ha a desmontar, estimadas considerando que aproximadamente un 50% de la superficie dentro del derecho de vía (de 60 m) será lo que será desmontado a lo largo de los 50 km del trazo, lo que constituye un impacto sobre el ecosistema en cuestión. No obstante, esta vegetación esta fuertemente perturbada y la carretera pasará en lo general por sitios utilizados como potrero, siendo menor la superficie de bosque de encino por la que cruzará, por lo que el impacto se estima que será bajo.

Asimismo será necesario el desmonte de algunas superficies dentro del derecho de vía para instalación de maquinaria y equipo, y posiblemente algunos caminos de acceso a bancos de tiro o préstamo. No obstante, la mayoría de los bancos contemplados por este proyecto se encuentran en uso y por ello cuentan con sus propios accesos, por lo que el impacto se considera bajo.

Ver medida de mitigación: 1.1.1 Recuperación de la cobertura vegetal

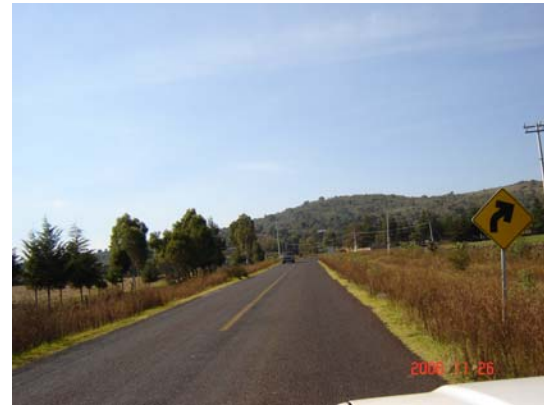
1.2 Impacto calidad visual

Ver también: [Recuperación de la cobertura vegetal](#)

El matorral subtropical y el encinar son tipos de vegetación que originalmente ocupaban esta región. No obstante, hace muchos años que toda esta zona ha sido fuertemente transformada con el crecimiento urbano, la apertura de campos de cultivo, caminos, carreteras, etc. Por ello, la calidad del paisaje es distinta a una calidad esperada con vegetación natural, y por tanto, la construcción de este libramiento no agredirá el paisaje, ya que las carreteras, autopistas y caminos forman parte desde hace muchos años del paisaje en esta región (fotos V.4). Motivo de ello, se estima que el efecto de la construcción del libramiento sobre el paisaje será bajo.



Fotos V.4.- Calidad del paisaje en la región, donde se observa que las vialidades y la vegetación natural remanente entre parcelas de cultivo y potreros son los elementos predominantes.



La mayor integración del libramiento en el entorno ecológico circundante se podrá lograr con la realización de acciones de restauración y reforestación del derecho de vía. Ello no solo mejorará la calidad paisajística entorno a la carretera, sino proveerá de un corredor natural a lo largo del derecho de vía del libramiento.

Ver medida de mitigación: 1.1.1 Recuperación de la cobertura vegetal

1.3 Impacto sobre fauna asociada a este tipo de vegetación

Ver también: [Recuperación de la cobertura vegetal](#)

La remoción de la vegetación de forma directa impactará sobre algunos insectos, mamíferos pequeños y medianos así como anfibios y reptiles, los que utilizan esta vegetación como hábitat, sendero o alimento. Este impacto será temporal y mitigado parcialmente una vez que se realicen las obras de restauración ecológica de las áreas impactadas. No obstante, se requieren de acciones adicionales de mitigación para evitar mayores daños (ver medida de mitigación correspondiente).

Entre la fauna en la zona del proyecto existen varias especies enlistadas en la NOM-059- SEMARNAT-2001 bajo algún estatus de protección (capítulo IV). De ellas, los anfibios, reptiles y pequeños mamíferos usualmente son los más afectados al remover la vegetación, así como los nidos de aves en el área dentro de los cerros del proyecto.

Por el miedo que provocan entre los trabajadores, las serpientes son de los organismos más afectados, cuando aparecen serpientes en las obras, éstas son frecuentemente eliminadas con el fin de evitar que algún trabajador sea mordido, sean o no venenosas. Varias de las culebras tienden a huir cuando se les ahuyenta o con el propio movimiento de personas entre la vegetación, no obstante, algunas especies tienden a defenderse y podrían causar serias mordeduras e incluso la muerte de alguna persona en la obra. Esto deberá preverse a fin de no dañar a ninguna serpiente o animal con las acciones del proyecto, pero tampoco poner en riesgo la vida de los trabajadores. Para ello se requerirán de acciones coordinadas y una planeación adecuada (ver medida de mitigación), que contemple un folleto con un reglamento de comportamiento de los trabajadores en el frente de obra (ver medida de mitigación sobre personal en el frente de obra).

Aunque por su capacidad de vuelo las aves tenderan a huir ante la realización de las obras de desmonte, la vegetación arbórea y arbustiva en toda la zona de estudio es importante para la percha y anidamiento de éstas, por lo que al remover la vegetación se afectan posibles sitios para estas actividades de las aves, así como posibles nidos. Algunos sitios a lo largo del proyecto tienen poca perturbación, por lo que se estima que las obras de preparación del sitio y construcción de la carretera ocasionarán importantes impactos ambientales sobre los hábitos de las aves en las inmediaciones de las obras. Asimismo existen especies endémicas o contempladas en la NOM-059-SEMARNAT- 2001, así como en la normatividad internacional sobre las cuales deberá evitarse cualquier afectación directa, caza o captura.

El impacto sobre mamíferos pequeños y medianos, como roedores, zorrillos, liebres, conejos, ardillas, zorrillos, tejones y cacomixtles, será muy fuerte debido a que la remoción de la vegetación arbórea y el sotobosque afectará de forma directa y permanente sitios que son utilizados como madrigueras, refugio y alimentación; así como los senderos por donde circulan en busca de agua y comida. La baja perturbación existente en algunos puntos de la zona resulta en que varios de estos organismos han tenido poco contacto con el humano, por lo que la presencia humana y la destrucción de los hábitats tendrá un fuerte impacto sobre la fauna.

Asimismo, el impacto sobre los mamíferos medianos como el coyote y la zorra se espera que sea moderado debido a que la propia perturbación en la zona hace considerar que dichos organismos han sido replegados hacia las partes más altas de los volcanes escudo y de que además son organismos

antropotolerantes. Al igual que en el caso de las aves y reptiles, en la zona se reporta una especie de mamíferos que se encuentra reportada como amenazada, aunque su abundancia es común para toda la zona

Ver medida de mitigación 1.3.1: Ahuyentamiento de fauna y adecuación de pasos para fauna

1.4 Generación de residuos del desmonte

La remoción de la vegetación generara considerables cantidades de material vegetal que no podrá dejarse a lado del camino, ni depositarse en las cañadas, ya que los árboles pueden llegar a obstruir el flujo de agua en cañadas y cauces, además de que de dejarse sobre el derecho de vía, se induce la formación de tiraderos de basura y la propagación de fauna nociva, así como un detrimento de la calidad paisajística del sitio.

Ver medida de mitigación 1.4.1: Fragmentación de material e incorporación al suelo orgánico

1.5 Impacto del desmonte sobre suelo

En el desmonte se retira la cobertura vegetal del suelo orgánico, de manera puntual en el trazo se provocara aumento de la superficie de exposición a eventos eólicos, antrópicos e hídricos. La pérdida de la cobertura vegetal con el tiempo causa cambio bioquímicos en el suelo tales como aumento de la tasas de mineralización de la materia orgánica (MOS), aumento y pérdida de nutrimentos del suelo, cambios en la fauna del suelo; además de que disminuye el aporte de residuos orgánicos al suelo importante para la tasa de retorno de la MOS. Otro punto importante es que aumenta la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Estos impactos difícilmente serán percibidos en este caso debido al corto tiempo que existe entre el desmonte y el despalme, ya que solo serán evidentes entre estas dos actividades.

La remoción de tocones tiene un impacto local drástico ya que se destruyen micrositos ricos en materia orgánica, actividad microbiológica, sitios de mayor acumulación de humedad del suelo y reservorios nutrimentales, incrementando el estrés hídrico.

Ver medida de mitigación 1.5.1: Restricción de actividades dentro del derecho de vía

2 Despalme

El despalme consiste en la remoción por métodos mecánicos de la capa orgánica del suelo. Se realizará después del desmonte dentro de toda la superficie demarcada por los cerros del proyecto (aprox 150 Ha) estimadas considerando que el 50% del derecho de vía de 60 m debiera ser desmontado.

Esta acción ocasionará los mayores impactos sobre la vegetación por lo que todas las superficies afectadas deberán quedar sujetas a las medidas de mitigación que se refieren a la restauración ecológica de los sitios en el capítulo VI.

2.1 Remoción del suelo orgánico

El suelo es un recurso no renovable que para ser restituído en un sitio requiere ser extraído de otro, ocasionando afectaciones en sitios distantes del proyecto. Por ello, el suelo debe conservarse a un lado de la obra y no considerarse como material de desperdicio.

En los sitios cumbrales y algunas laderas, donde predominan los leptosoles y regosoles, el suelo orgánico puede ser muy somero, ya que en promedio se trata de tan sólo los primeros 8-15 cm de suelo, por lo que resulta de gran importancia su conservación para facilitar las acciones de reforestación.

Generalmente el despalme se realiza utilizando un tractor que remueve el suelo orgánico y lo arrastra a unos 2 metros de la línea de cerros, dentro del derecho de vía. Al hacer esto los taludes quedan expuestos a la lluvia y el viento, aumentando el riesgo a su erosión o incluso a ocasionar deslaves y desestabilización del terreno por efecto de la lluvia sobre estos horizontes con altos contenidos de arcilla de suelo. Estos deslaves durante la realización de las obras pueden incrementar el área de afectación más allá de los cerros del camino. Por ello, la realización de obras de despalme en sitios de pendientes moderadas, como las zonas de cortes en los piedemonte de los volcanes escudo, deberá hacerse fuera de la temporada de lluvias, procurando de manera inmediata realizar obras de contención y estabilización de taludes como se presenta en las medidas de mitigación.

En lo referente a la fauna, muchos animales viven enterrados y en estado de letargo durante ciertas partes del año, saliendo de este estado solamente con las lluvias, por lo que serán muy susceptibles a ser dañados por la realización del desmonte. Asimismo algunos habitan en las márgenes de ríos y arroyos o escurrideros de la zona, donde también serán muy vulnerables.

Si bien muchas especies de animales no se encuentran enlistadas, muchas veces son organismos endémicos locales, por lo que resulta importante evitar su daño y por ende se propone su rescate dentro de las medidas de mitigación de este inciso. Asimismo, algunos reptiles y mamíferos escaban

madrigueras en el suelo y reusan salir de ellas ante la actividad humana, por lo que también quedarán expuestos a ser dañados por el desmonte. Motivo de ello, y ante la importancia ecológica de la fauna en esta región, en el caso de encontrarse madrigueras en el suelo por desmontar, se deberán aplicar las acciones de rescate y reubicación de organismos por personal capacitado que se señalan en la medida de mitigación correspondiente.

Ver medidas de mitigación 2.1.1: Conservación y reaprovechamiento de suelo orgánico, 2.1.2: Estabilización de taludes y 1.3.1: Ahuyentamiento y reubicación de fauna.

3 Alcantarillas

El trazo contempla 41 alcantarillas de tubo de lámina (tubo de lámina), 51 alcantarillas de losa o bóveda que hacen las funciones en algunos casos de pasos superiores vehiculares y de ganado, y dos obras mayores 2 puentes; que son suficientes para permitir el libre flujo del agua a ambos lados de la carretera. Es bien conocido que muchos organismos faunísticos aprovechan estas estructuras para cruzar las carreteras (Foreman, 1995), siempre y cuando sean capaces de ver el otro lado de la alcantarilla como un espacio amplio. Motivo de ello, y dado que en la zona predominan organismos de mediano y pequeño tamaño, se estima que los diámetros de las alcantarillas son suficientes para permitir el movimiento de los organismos. No obstante, estas alcantarillas solamente obedecen a las necesidades de conducción de agua. En los recorridos de campo se observó que en el tramo del km 28+000 al 36+000 el libramiento correra de forma paralela a la carretera de Capula a Lagunillas, y que en esta carretera el número de organismos de fauna mediana atropellados es muy alto.



Fotos V.5.- Imágenes de varios organismos de fauna silvestre atropellados sobre la carretera Capula-Lagunillas, a la altura del poblado de Iantzio, punto donde el libramiento correrá paralelo a dicha carretera.

La explicación se encuentra en función de que hacia el lado oeste de la carretera, cercano a la localidad de Itzio se encuentran canales y un ojo de agua, del que al parecer beben muchos animales que habitan el cerro El Aguila; el mejor conservado de la zona. Resulta importante entonces favorecer un cruce más seguro de la fauna local. Dado que muchos de estos organismos utilizan las alcantarillas para desplazarse, se sugiere aumentar la cantidad de alcantarillas (>1.0 m) en este tramo, como se presenta en la medida de mitigación correspondiente en el siguiente capítulo.

3.1 Flujo de agua superficial

La inadecuada colocación de las obras de drenaje, tanto en su ubicación como en sus dimensiones, puede ocasionar que se modifique el flujo de agua superficial ocasionando afectaciones aguas arriba de la carretera por encharcamiento, y aguas debajo de la misma por escacés. Esto puede constituir un impacto de gran importancia que puede tener efectos acumulativos al mediano y largo plazos, por lo que se deberán considerar las medidas de mitigación propuestas.

Ver medida de mitigación 3.1.1: Planeación y diseño de alcantarillas

4 Terracerías

La construcción del cuerpo del terraplén de la carretera requerirá del acarreo de materiales de banco para complementar los balances de materiales obtenidos a partir de la curva masa de la obra. Esto implicará la extracción de materiales en bancos de préstamo autorizados y su transporte hacia el sitio del proyecto, así como la realización de cortes (muchos de ellos en balcón) y la movilización de materiales dentro del derecho de vía desde los sitios de corte hacia los sitios de relleno.

La construcción de las terracerías contempla una considerable movilización de material rocoso a partir de excavaciones y bancos de préstamo. De las excavaciones se estima que un determinado volumen de rocas será material no aprovechable, por lo que constituirá material de desperdicio que deberá ubicarse en los sitios de tiro que se recomiendan (ver medida de mitigación) y que previamente a la disposición deberán contar con las autorizaciones por parte de las autoridades correspondientes.

Ver medida de mitigación 4.3.1 Disposición de material de corte

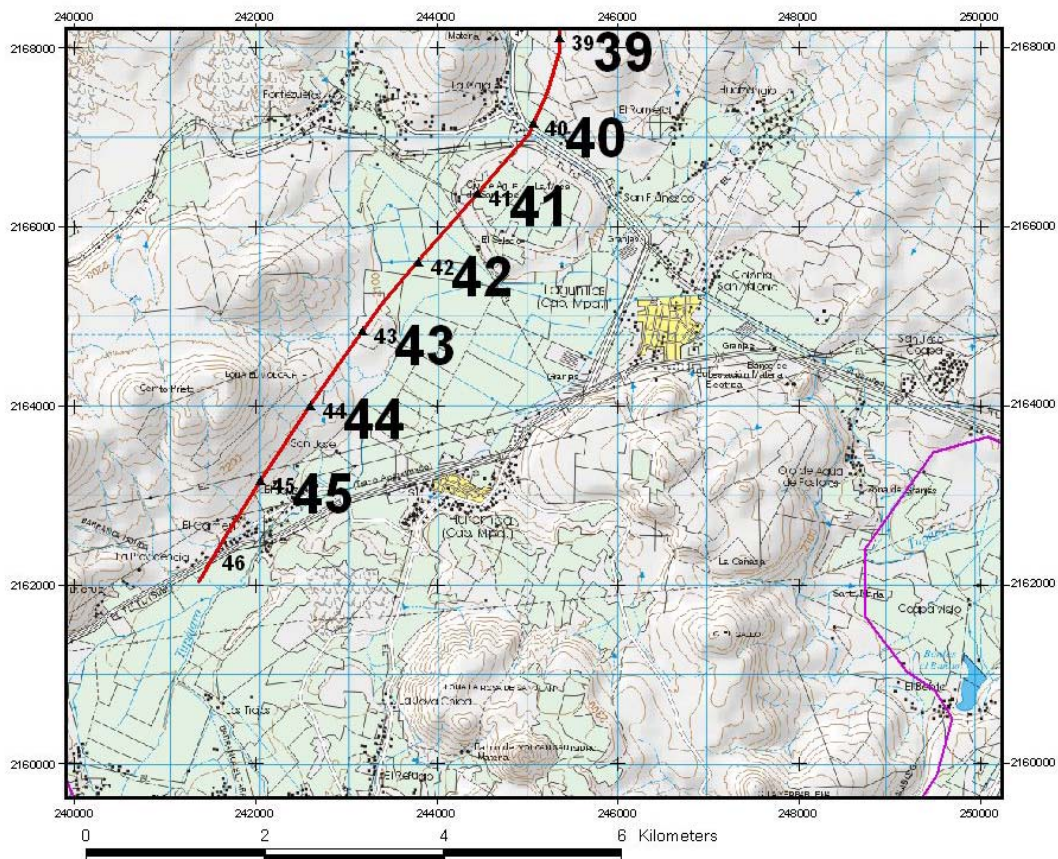
4.1 Construcción de terraplén

La construcción de terracerías tiene como consecuencia acumulación de impactos ya que se afecta de manera permanente al suelo, causando compactación, pérdida de la materia orgánica y pérdida de los atributos y funciones del terreno a lo largo de todo el terraplén de la carretera.

Asimismo, los acarreo de materiales de corte, relleno y bancos pueden llegar a requerir la apertura de brechas o caminos temporales, y con ello ampliar el área de afectación del proyecto, lo que constituye un importante impacto sinérgico que puede evitarse mediante la aplicación de determinadas medidas de mitigación.

Un importante impacto lo constituyen los sitios de relleno, donde será necesario construir terraplenes para rellenar las cañadas y mantener las especificaciones de una carretera de este tipo. Estos terraplenes constituyen importantes barreras para el flujo laminar de agua y el movimiento de mamíferos y reptiles. Motivo de ello, se deberán observar las medidas de mitigación propuestas dentro de los procedimientos de construcción y reforestación de terraplén y la inclusión de un mayor número de alcantarillas como pasos para fauna.

Una consideración de importancia deberá tomarse en torno al tramo entre los km 40+000 y el 42+500 que cruzan por un valle fluvial del río Tupátaro (mapa V.1).



Mapa V.2.- Zona inundable entre el km 40+000 y el 42+500 en las inmediaciones de Lagunitas

El manto freático en esta zona se encontró a escasos 63 cm en el mes de noviembre, lo que implica que se encuentra a menor profundidad e incluso aflora en la temporada de lluvias. Ello puede constituir un importante aspecto a tomar en consideración en el procedimiento constructivo de este tramo, quizá considerando la inclusión de un piedraplén. Por ello se plantean algunas alternativas como medidas de mitigación.

Ver medida de mitigación 4.1.1: Procedimiento de construcción y reforestación del terraplén

4.2 Explotación de materiales de banco

La obtención de la autorización en materia ambiental para la explotación de bancos de materiales será responsabilidad de la compañía constructora de la carretera en su momento. Motivo de ello, en este apartado solo nos limitaremos a enunciar los posibles impactos que de forma general ocasiona la explotación de bancos. Uno de los principales impactos constituye la apertura de caminos de acceso a los bancos. Estos requerirán del desmonte y despalme antes descritos, así como una compactación del terreno natural para permitir la circulación de los camiones transportadores. Asimismo la extracción de material se realiza con voladuras y maquinaria pesada. Los ruidos y movimientos generados por estas acciones ahuyentan a la fauna silvestre, obligandola a desplazarse de sus sitios habituales. Previo al ataque de un banco será necesario el desmonte y despalme, con las afectaciones antes descritas. El transporte de materiales de bancos también generará mayor tránsito de vehículos pesados por la región, generando problemas viales y mayor susceptibilidad a accidentes.

Ver medida de mitigación 4.2.1: Solicitud y autorización de aprovechamiento

4.3 Cortes

La construcción de este tramo nuevo requerirá de cortes sobre el terreno de piedemonte de los volcanes escudo. En los sitios más propensos a la erosión o deslizamiento, los cortes deberán ser diseñados con inclinaciones que brinden suficiente ángulo de reposo al material y se evite que éste se desestabilice y caiga sobre la carretera. En caso de cortes altos, se deben considerar bermas adecuadamente construidas. Para tal efecto se recomienda ver las medidas de mitigación sugeridas.

Adicional a lo anterior, el material producto de los cortes que no sea aprovechado en la construcción de rellenos del terraplén, se considera desperdicio y su inadecuada disposición puede ocasionar importantes daños al ambiente, particularmente en zonas cañadas, ya que pueden llegar a obstruir el

flujo de agua y generar afectaciones aguas abajo del sitio de acumulación inadecuada. Motivo de ello es importante observar ciertas medidas de mitigación.

Ver medida de mitigación 4.3.1: Cortes de terreno y disposición de material de corte

4.4 Acarreo de materiales

El transporte de los materiales desde el banco y hasta el frente de obra implica un mayor tránsito de vehículos pesados por las actuales vialidades. En ocasiones es común que las constructoras faciliten estos acarreos construyendo terracerías y brechas hacia y desde el frente de obra y el banco, lo que incrementa notablemente el área de afectación de la construcción de la carretera más allá de las líneas de ceros o del propio derecho de vía. Esto constituye un importante impacto adverso acumulativo con la realización de otras obras durante la construcción de terracerías, por lo que se deben observar medidas de mitigación correspondientes.

El acarreo puede generar derrame de polvos que afectan la seguridad de los caminos y carreteras existentes, ocasionando molestias a transeúntes, poblados y vegetación en predios colindantes a estos caminos, por lo que deberán observarse medidas de prevención correspondientes.

Asimismo la operación de vehículos y maquinaria en general genera contaminantes atmosféricos, que aunque la capacidad de dispersión en la zona es muy amplia, deben operar bajo condiciones de mínima contaminación, por lo que deben ser regulados y sujetos a programas de mantenimiento periódico, vigilancia y control de operación.

Ver medida de mitigación 4.4.1: Tránsito de vehículos con material de bancos

5 Puentes

5.1 Construcción de puentes

Esta carretera contempla la construcción de 2 puentes; uno sobre el cauce del río San Marcos, y otro sobre un canal de riego con una anchura de 20 m de claro (Cuadro V.7):

Cuadro V.7.- Relación de puentes y viaductos contemplados para el proyecto.

ID	tramo Km. al Km.	Estructura	dimensión m	Km	coordenada X	coordenada Y
1	6+000-7+000	Puente Sn Marcos	pendiente	6+732.80	267232	2189183
2	43+000-44+000	Puente	20	43+655.00	244292	2165673

La construcción de estos puentes reduce significativamente el impacto derivado de la construcción de terraplenes. No obstante, en su construcción existen ciertos impactos ambientales que deberán ser mitigados. La construcción de estos puentes requerirá el movimiento de maquinaria y vehículos desde y hacia la base de los mismos a fin de permitir la construcción de las pilas. Para ello en ocasiones es necesario abrir brechas de acceso. La apertura indiscriminada de caminos para facilitar y agilizar el movimiento de la maquinaria, deriva muchas veces en importantes impactos ambientales, los que deberán evitarse dentro de lo posible, al restringir las dimensiones y números de accesos, y procurar su restauración ecológica posterior a su uso, tal y como se señala en las medidas de mitigación.

Ver medida de mitigación 5.1.1: Mitigación para construcción de puentes

6 Pavimento

Una vez construidas las terracerías se construirá la base, sub base y se revestirán de concreto asfáltico en una franja aproximada de 12 metros de ancho por 50 kilómetros de largo.

6.1 Sellamiento de superficies

La pavimentación de una franja de aproximadamente 12 metros de ancho por 50 km de largo para conformar la corona de la carretera, según sección, ocasionará el sellamiento permanente de dicha superficie, correspondiente a 600,000 m². Este sellamiento no ocasionará un impacto significativo sobre la recarga, ni sobre el flujo sub-superficial del agua en toda la zona ya que ni los pies de monte, ni los valles fluviales constituyen sitios de recarga, en incluso el manto freático se ubica muy cercano a la superficie hacia el final del trazo. Por ello el efecto de la carretera será exclusivamente puntual, a lo largo de la carpeta asfáltica del proyecto, por lo que no será significativo.

Se tendrá además un impacto relativamente bajo y de corta duración con la calidad del aire debido al desprendimiento de gases y olor por efecto de los riegos durante la pavimentación, así como por el uso de plantas pavimentadoras, las que suelen emitir considerables cantidades de contaminantes atmosféricos.

Ver medida de mitigación 7.1.1: Manejo cuidadoso y medidas para evitar derrames accidentales

7 Obras de drenaje complementarias

Se construirán obras de drenaje complementarias para el adecuado funcionamiento de la carretera.

7.1 construcción de bordos, cunetas, contracunetas, lavaderos etc.

La adecuada operación de la carretera requiere de la construcción de obras de drenaje complementarias que protejan la infraestructura de los efectos de la lluvia. Se requiere la construcción de cunetas, contracunetas, bordos, lavaderos, etc. para tales fines.

Estas obras deberán evitar ser fuentes de origen de erosión hídrica de la superficie del suelo aledaño a la carretera, y controlar el flujo de agua para que no se generen encharcamientos ni la retención de humedad en determinados puntos de la carretera.

Dentro de los principales impactos por estas obras esta el continuo lavado de los materiales en la base de los lavaderos, en cortes y taludes donde se coloquen cunetas y contracunetas, lo que propicia la pérdida del suelo, rompimiento del lavadero y aumento de la erosión de manera local. Esto resulta de particular importancia en sitios donde el material expuesto es muy arcilloso ya que puede derivar en la destrucción de la propia obra de drenaje y la erosión del talud del corte o terraplén de la carretera.

Ver medida de mitigación 8.1.1: Proyección de obras de drenaje complementarias

8 Generales a todas las obras

En cualquier fase de la obra ocurrirán impactos por efecto de generación de residuos sólidos de construcción, generación de residuos urbanos por permanencia de personal. Generación de aguas sanitarias, afectación a la circulación vial y la presencia de trabajadores en frentes de obra.

8.1 Generación de residuos de construcción

La construcción de la carretera generará residuos de varilla, tubo, material pétreo, carpeta asfáltica y base contaminada de productos asfálticos, entre otros. De dejarse estos residuos en el derecho de vía del proyecto conformarán un impacto visual de gran importancia. Aunado a lo anterior, en zonas rurales y semiurbanas como la que nos atañe, estos residuos en la carretera pueden propiciar accidentes, así como fungir como hábitats en la proliferación de fauna nociva y ser núcleos detonadores de sitios de depósito de desperdicios por parte de la población (ver basura tirada induce a que se tire más en un sitio). Motivo de ello, se deberán aplicar medidas de mitigación.

Ver medida de mitigación 9.1.1: Disposición en bancos de cascajo y de tiro

8.2 Generación de residuos urbanos

La presencia de trabajadores en un frente de obra genera desperdicios propios de su ingesta de alimentos y bebidas, entre otros. Es común ver embases y papeles tirados por todos lados en el sitio de obras, por lo que se constituye un impacto visual y de sanidad.

Ver medida de mitigación 9.2.1: Instalación de contenedores y recolección de basura en derecho de vía

8.3 Generación de aguas negras sanitarias

La presencia de trabajadores en frentes de obra requiere de servicios sanitarios adecuados. Se debe prohibir la defecación a cielo abierto pues constituye un importante foco de propagación de enfermedades e infecciones tanto para la población como para los propios trabajadores, sin mencionar el desagradable efecto sobre el paisaje.

Ver medida de mitigación 9.3.1: Instalaciones sanitarias

8.4 Afectación a la circulación vial

El nuevo tramo carretero se encuentra en un sitio donde existen vialidades de diferente índole (carreteras federales, caminos rurales, vialidades urbanas, terracerías, brechas y veredas), el tránsito por éstas es moderado a alto en ciertas horas, por lo que la mayor afluencia de vehículos de carga con materiales y equipos para la obra, ocasionarán un impacto sobre el tránsito, así como una mayor propensión a accidentes.

Ver medida de mitigación 9.4.1: Señalamiento preventivo adecuado

8.5 Operación de maquinaria y equipo

La construcción de la carretera requerirá de maquinaria y equipo en constante operación, así como disponibilidad a una planta de pavimentos en la región. Se requerirán además espacios para oficinas y talleres mecánicos. Estos constituyen sitios donde la vegetación se retira, el suelo se compacta y se sujetan a posibles accidentes, derrames y movimientos de maquinaria y equipo, así como la instalación de casetas provisionales y acumulaciones de materiales. Ello generalmente se realiza dentro del derecho de vía, lo que hace que el impacto sea reducido. No obstante, estas áreas deberán quedar

sujetas al retiro de todo tipo de material e infraestructura y su restauración ecológica al finalizar las obras.

Ver medida de mitigación 9.5.1: Instalación de patios de maniobra y almacenes

9.6 Presencia de los trabajadores en frentes de obra

Es común que los trabajadores en sitios con vegetación silvestre, incurran a los predios aledaños en sus horas de descanso y que realicen alguna caza, captura o colecta de organismos de fauna o flora como recuerdo, mascota o alimento. Esto contribuye al deterioro ambiental que conlleva la obra extendiendo su efecto en ocasiones más allá del derecho de vía.

Ver medida de mitigación 9.6.1: Reglamentar comportamiento

10 Carretera en operación

En el caso de carreteras, uno de los principales impactos y de carácter permanente constituye el efecto de barrera de la vialidad sobre los desplazamientos de personas y animales, particularmente de mamíferos de mediano tamaño.

10.1 Efecto de barrera para el desplazamiento de fauna y Seguridad vial

El efecto de barrera que constituyen todas las carreteras dificulta el desplazamiento de fauna silvestre entre uno y otro lado, y se incrementa el riesgo de atropellamiento de la misma.

Dada la importancia ecológica de la zona donde se localiza el tramo carretero, en particular los primeros 4.5 km, la fragmentación de hábitats y la obstrucción de movimiento de fauna se han considerado como un importante impacto sobre el medio biótico y por lo mismo, se analiza detalladamente y se proponen medidas de mitigación tendientes a mejorar las condiciones de operación de la carretera proyectada. Al respecto se consideró pertinente ampliar la explicación del efecto de este impacto, fundamentado en la bibliografía reciente sobre el tema, misma que a continuación se expone.

Las carreteras en general ocasionan un importante impacto al funcionar como barreras para el desplazamiento de fauna y en la fragmentación de comunidades vegetales (Foreman, 1995). La acción humana sobre los ecosistemas genera alteraciones o disturbios (eventos discretos que rompen con la estructura y función del ecosistema, comunidad o población, al modificar los recursos, disponibilidad de sustrato o el medio físico, por un lapso de tiempo determinado; White y Harrod, 1997). Estos disturbios

promueven la heterogeneidad a diferentes escalas al crear distintas condiciones y ocasionan la fragmentación del entorno formando parches (sitios con condiciones de hábitat diferentes a las del ambiente en su alrededor) (White y Harrod, 1997). En el caso particular de carreteras, las acciones de construcción y ampliación detonan el surgimiento de parches de vegetación ruderal a lo largo del derecho de vía y zonas desmontadas en las inmediaciones de la carretera, los que junto con el pavimento, dividen sitios que originalmente fueron homogéneos. La carretera queda entonces como un parche alargado o franja de desmonte/vegetación distinta de la presente en el resto de la zona.

Esta estructura en parches tiene importantes consecuencias en las comunidades ecológicas (Gustafson, 2002), como resulta ser la formación de un hábitat de borde producto de un proceso sucesional después de un disturbio (Foreman, 1995). Este hábitat de borde es distinto en composición y características al hábitat original (Gustafson, 2002) y generalmente están conformados por algunas especies distintas de aquéllas presentes en el resto de la vegetación y/o a las mismas especies locales, pero con densidades y dominancias diferentes conformando un corredor de vegetación paralelo a la carretera, con cualidades distintas al entorno natural inmediato (Foto V.5).

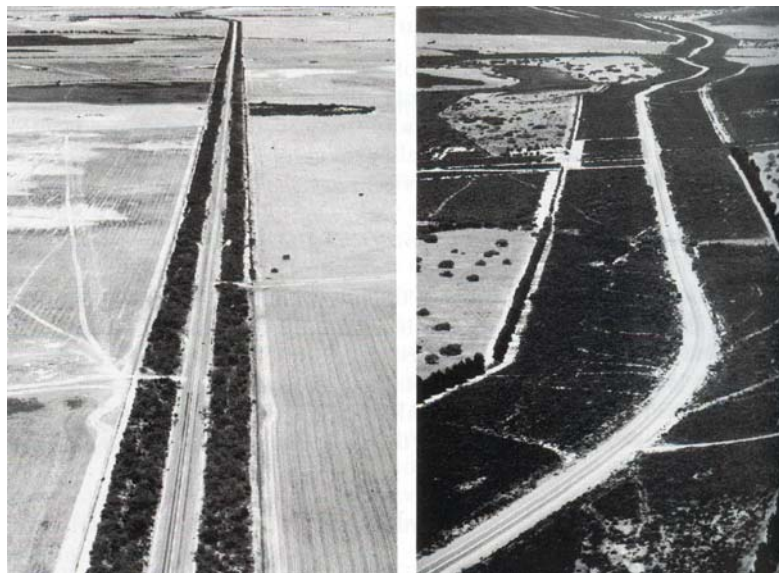


Foto V.5.- Vistas de corredores de vegetación paralelos a carreteras en Australia.
(Foto tomada de Foreman, 1995 para ejemplificar).

Se reconoce que algunas especies de plantas y animales prefieren estas condiciones de borde, por lo que aumentan sus poblaciones notablemente cambiando la fisonomía original de la comunidad a lo largo del sitio impactado, y sin que en muchos casos, resulte claro hasta donde termina la influencia de este efecto de borde. Para algunas especies, estos bordes constituyen heterogeneidad en alimentos y condiciones abióticas adicionales a las existentes y que brindan mayores oportunidades de refugio o

comida. Muchos ungulados en zonas de borde maximizan la proximidad a los recursos al moverse frecuentemente entre ecosistemas pasando por los bordes sin problema y desplazándose a lo largo de dichos corredores. No obstante otras especies de vertebrados no toleran movimientos fuera de su hábitat y quedan restringidos al interior del parche, siendo incapaces de rebasar el borde (Foreman, 1995). De ahí que la presencia de límites o franjas de hábitat de borde inducidos por las carreteras a manera de corredores puede en un sentido aumentar los flujos entre organismos que aprovechan estas nuevas condiciones, y en otro, restringirlos.

La formación de corredores no es exclusivamente antrópica. La naturaleza crea corredores sinuosos a manera de arroyos, acantilados y senderos producidos por el paso de animales (Foto V.6). El hombre crea estructuras rectas como caminos, líneas de alta tensión, diques y senderos al caminar frecuentemente por sitios con vegetación natural. La diferencia además de la forma y el origen, radica en que los de la naturaleza son continuos y anchos y se han desarrollado a lo largo de mucho tiempo, por lo que presentan comunidades vegetales características; mientras que los antrópicos se observan fragmentados, de poca amplitud y con comunidades vegetales de estadios iniciales de la sucesión (Foreman, 1995).



Foto V.6.- Vista de un corredor natural a lo largo de un río en Montana, USA.
(Foto tomada de Foreman, 1995 para ejemplificar).

Estos corredores funcionan como un conducto o un filtro para el desplazamiento de organismos entre parches de vegetación natural o usos de suelo distintos. La eficiencia como corredores va a estar dada en función de su dimensión, forma y estructura. De ahí que sea de gran importancia la relación que exista entre el corredor y el resto de la vegetación en los ecosistemas adyacentes (Figura V.2) (Foreman, 1995).

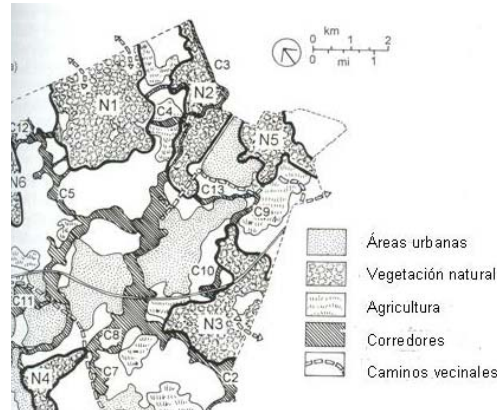


Figura V.2.- Vistas y ejemplo de funcionalidad de corredores entre parches de vegetación natural. (Modificado de Foreman, 1995).

Se considera que los corredores cumplen con 5 funciones primordiales: de hábitat, conducción, filtro, fuente y depósito. De las anteriores, resultan de interés para el análisis del impacto ambiental, las primeras tres: En su función como hábitat se puede señalar que en las comunidades de borde predominan especies generalistas y plantas tolerantes del disturbio, que fungen como hábitat de diferentes especies de vertebrados. Su función como conducto queda definida por aquellas especies que se mueven a lo largo del corredor interconectando parches de vegetación natural, y va a estar dada en función de la sencibilidad de cada especie a incursionar en tipos de vegetación distintos a su hábitat natural. Su función como filtro o barrera resulta evidente para aquéllos organismos que se ven imposibilitados de desplazarse entre un parche y otro en uno y otro lado del corredor. El movimiento directo de los animales a lo largo de caminos depende de la densidad vehicular. Caminos estrechos sin pavimentar con poco tránsito son factibles de ser utilizados por predadores y mamíferos mayores (coyotes, zorras, etc.). Contrario a ello, caminos amplios limitan los movimientos de mamíferos grandes siendo factible solo el desplazamiento de mamíferos pequeños y en ocasiones medianos, así como de semillas de plantas nativas y no nativas, estas últimas en ocasiones generando manchones de vegetación introducida que pueden afectar a las plantas locales. La relación entre la amplitud del camino y los límites de capacidad de cruce de algunas especies se muestra en la figura V.3.(Foreman, 1995).

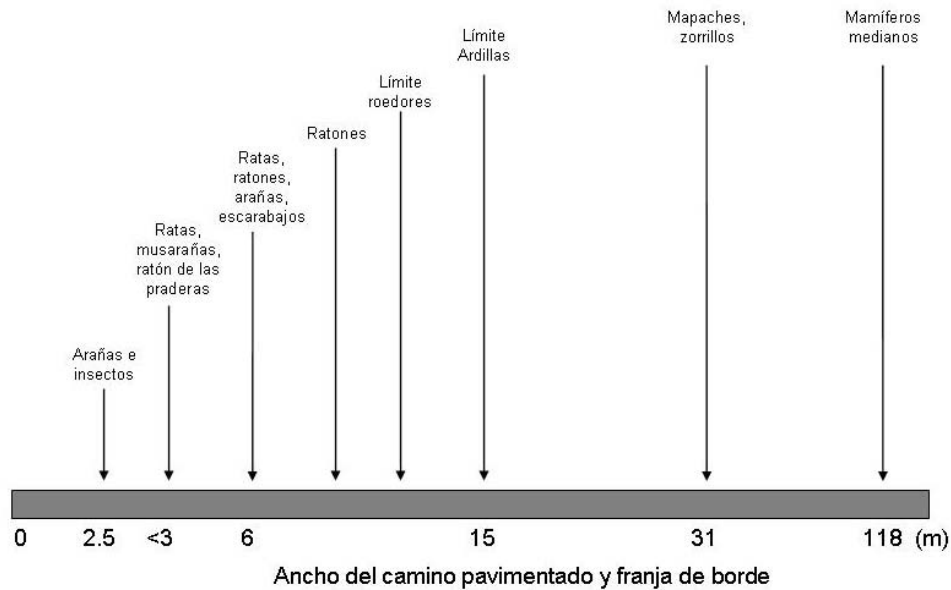


Figura V.3.- Límites máximos identificados para el cruce de ciertos organismos por carreteras pavimentadas. (Tomado y modificado de Foreman, 1995).

El papel de las carreteras, en el cruce de fauna a ambos lados del corredor que se forma en éstas, ha sido ultimamente estudiado en términos de reducir el número de atropellamientos y analizar el efecto de fragmentación que genera una red carretera (Foreman, 1995). Como se mencionó, los caminos funcionan como barreras para el movimiento y dispersión de la fauna silvestre, aislando y fragmentando poblaciones. Esto es importante pues la fragmentación es uno de los principales problemas detonadores de la extinción por efecto de reducción en la plasticidad genética y números poblacionales (Kausman, 1997).

Además del impacto por fragmentación del hábitat, las carreteras promueven un mayor acceso antrópico y desarrollo en sitios antes inaccesibles e introducen contaminantes y posibles enfermedades o plagas, además de incrementar el riesgo de colisión, una causa directa de mortalidad de fauna (Thomas 2006).

En tiempos recientes, mayor conciencia se ha tomado sobre el impacto de las carreteras. Como producto de esta conciencia se ha desarrollado una rama de estudio: Ecología de caminos (Foreman 1995, Thomas 2006). Actualmente la visión es dirigir la construcción de carreteras, particularmente de autopistas, con diseños que integren las condiciones del paisaje circundante y los patrones de movimiento de animales en cada localidad para formar corredores que den mayor conectividad a los parches aislados de vegetación natural y permitan un mejor desplazamiento de los organismos. Se

busca crear oportunidades de cruce para los animales y así conectar poblaciones aisladas y minimizar el riesgo de colisión. Motivo de lo anterior, el impacto sobre la fragmentación de hábitats y el bloqueo de tránsito de fauna se considera uno de los impactos de mayor relevancia por la construcción de esta carretera, por lo que se presentan las medidas de mitigación para reducir su efecto negativo hacia el ambiente, considerando las nuevas tendencias de creación de corredores biológicos a lo largo de estructuras lineales, como se presentó en la foto V.4 anterior. La inclusión de puentes y túneles disminuye notoriamente el efecto barrera que podría derivarse de una carretera; no obstante, cuando estos no se encuentran proyectados y la densidad y flujo de organismos es moderada, resulta de gran utilidad incrementar el número de alcantarillas en las zonas con cobertura vegetal más densa y sobre las rutas hacia ojos o fuentes de agua, al fin de que los organismos puedan utilizar estas alcantarillas como tuneles para el paso de un lado al otro de la carretera. A mayor cantidad de alcantarillas adicionales a las proyectadas, menor riesgo a que los animales tengan que cruzar por encima del arroyo vial con el riesgo de ser atropellados. Una vez que los organismos han encontrado una ruta a través de alguna alcantarilla, la siguen utilizando comunmente, reduciéndose el riesgo que crucen por la carpeta de la carretera.

La conservación de la vegetación natural en los sitios inmediatos a dichas alcantarillas, junto con acciones de restauración ecológica dentro del derecho de vía, pueden resultar en una buena forma de reducir el impacto de fragmentación de hábitats mediante las medidas de mitigación propuestas.

Ver medidas de mitigación: 9.1.1 Seguridad vial y Cruces peatonales y 9.1.2 Construcción de pasos para fauna

IMPACTOS BENEFICOS

11 Carretera en operación

Las construcción de esta carretera obedece a la necesidad de contar con una vialidad que evite el tránsito innecesario hacia la ciudad de Morelia, la que actualmente presenta importantes problemas viales y de seguridad vial debido al paso de transportistas, autobuses de pasajeros y gran cantidad de vehículos que no tienen como destino esta ciudad. Asimismo brindará una conexión rápida entre la autopista México-Morelia y la autopista a Pátzcuaro, logrando con ello un mejor y más rápido acceso al turismo que parta del centro del país hacia esta zona del estado de Michoacán. Estos constituyen los impactos benéficos de mayor relevancia sobre el desarrollo y las vialidades regionales y locales. De ahí

que por su importancia resulta ser el impacto benéfico más importante, y por ello, motivo de que se considere importante realizar esta obra de infraestructura.

12 Generación de empleo

La realización de estas obras requerirá de mano de obra calificada y no calificada de forma temporal. Esta generación de empleos beneficiará a algunas personas de las localidades próximas, así como de las cabeceras municipales por el tiempo que duren las obras.

13 Adquisición de bienes y servicios

La realización de esta obra requerirá la compra y renta de bienes y servicios en las localidades próximas a la carretera. Ello trae como beneficio mayores ventas de estos bienes y servicios, apoyando la economía local por el tiempo que duran las obras.

V.2 CRITERIOS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1. Criterios y escalas

La evaluación del impacto se realizó a escala detallada, considerando los impactos dentro del área del proyecto y aquellos que pudiera salir de ésta. Se utilizó una matriz de cribado de impactos ambientales como técnica de evaluación de impactos. Esta matriz se diseñó a partir del diagrama de identificación de impactos y el programa de obra del proyecto, a fin de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental.

El procedimiento de evaluación se describe a continuación:

Se realizó la evaluación de impactos utilizando los criterios propuestos por Bojorquez et al. (1998). De acuerdo a este esquema, los criterios de evaluación se dividen en básicos y complementarios. Los criterios básicos son 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E) y 3) duración (D); los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A) y 3) controversia (C).

Ambos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con mínimos efectos sobre el ambiente denotados por el cero, y máximos efectos denotados por el 9. Los criterios de calificación de cada impacto se entregan de forma desglosada en un anexo y los valores de 0 a 9 serán asignados considerando valores cuantitativos obtenidos a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio en la medida de lo posible; mismos que se integrarán en dicho anexo. Ello con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios.

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, esto es, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente. Se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos. La definición utilizada para evaluar cada criterio fue la siguiente:

1. **Naturaleza del impacto:** benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).
2. **Magnitud (M):** Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizarán criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, listados de especies, clases de suelo, tipos de vegetación, etc.

3. **Extensión espacial (E):** Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignará la máxima calificación posible.
4. **Duración (extensión temporal) (D):** Tiempo en que el componente ambiental mostrará los efectos de la actividad. Se asignará el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y tomando los demás criterios dentro del marco la vida útil de los proyectos.
5. **Sinergismo (S):** Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.
6. **Efecto acumulativo (A):** Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. **Controversia (C):** Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

Con los valores obtenidos se calcularon los índices básicos (IB) y los complementarios (IC) y, con ellos, se estimó el Índice Cuantitativo de Impacto (I) siguiendo el procedimiento descrito por Bojórquez et al. (1998), modificado por Sánchez-Colón y Flores-Martínez (en preparación) mediante la expresión que se presenta en el capítulo VIII.

V.2.2 Evaluación de impactos ambientales

La evaluación cuantitativa de los impactos ambientales se presenta en las siguientes matrices de evaluación de impacto. Cabe señalar que la primera matriz considera que el proyecto no toma en cuenta ninguna medida de mitigación o recomendación realizada en este estudio mientras que la segunda corresponde al mismo proyecto con la aplicación de medidas de mitigación apropiadas. Las hojas de evaluación para cada factor ambiental considerado se incluyen en el capítulo VIII de la presente.

V.3 ACUMULACIÓN Y SINERGIA DE IMPACTOS AMBIENTALES

Aunque la propia evaluación del impacto ambiental califica la posibilidad de efectos acumulativos y sinérgicos, como se presentó con anterioridad, se resalta que los efectos sobre la vegetación conllevarán además, efectos sobre la fauna y el suelo. Sobre la fauna por destrucción directa de hábitats, sitios de percha, de anidamiento y de madriguera. Asimismo, al eliminar la vegetación el suelo será expuesto y favorecerá su erosión. Este impacto se prevee puede ser de gran importancia en los cerros del Molcajete (km 43+200 al 49+000) y El Águila (km 28+000 al 39+000) dada la susceptibilidad de los suelos (lixisoles) a la erosión hídrica por sus altos contenidos de arcilla en los horizontes minerales, por lo que el desmonte de la vegetación y desplame de la capa orgánica del suelo (con mayor estructura y estabilidad de agregados que los horizontes inferiores), junto con la alta incidencia de lluvia en la región, puede generar un impacto sinérgico al promoverse el deslave de material hacia y desde la zona de obra, que pudiera llegar a rebasar los cerros del proyecto, e incluso el propio derecho de vía. De ahí la importancia de estabilizar los taludes de los cortes cuando quede expuesto el material mineral del suelo, y procurar la realización de las obras fuera de la temporada de lluvias.

Otro importante impacto sinérgico resultará del desmonte, despilme y corte de la franja dentro de los cerros del proyecto donde se alojará la carretera, así como la presencia de trabajadores, maquinaria y equipos. Esto conformará una importante barrera física, visual y auditiva para el desplazamiento de los organismos, particularmente mamíferos, restringiendo su desplazamiento. Esta reducción en el espacio de movilización para los organismos podría repercutir en mayores presiones para el establecimiento de territorios, búsqueda de alimento, efectos sobre las poblaciones de presas que posteriormente se reflejarán como efectos en las poblaciones de depredadores; efectos que al largo plazo y de forma permanente seguirán presentándose una vez que la carretera esté construida y en operación. De ahí la importancia de la habilitación de un corredor biológico a lo largo de la carretera y la facilitación de los desplazamientos de fauna por alcantarillas con tamaño suficiente para ello. Al reestablecerse parte de la vegetación con las obras de restauración ecológica de la carretera y recuperarse eventualmente de forma natural las especies ruderales (que son de muy rápido crecimiento), la fauna regresará a las inmediaciones del camino ya que podrá utilizar esta vegetación, como hábitat y refugio.

Otro efecto sinérgico resulta de la acumulación de residuos del desmonte en los frentes de obra ya que ello puede tener un efecto negativo para la vegetación aledaña, puesto que este material es combustible y puede promover la aparición de incendios de la vegetación con serias repercusiones en flora y fauna silvestres. No obstante, la aplicación de las medidas de mitigación propuestas eliminará el riesgo de este impacto.

CAPÍTULO VI

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- 1) de Prevención.- aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) de Mitigación.- aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) de Restauración.- acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- 4) de Compensación.- acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias.

En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

VI.1.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

En los siguientes incisos se presentan una serie de medidas que deberán tomarse en consideración para mitigar los impactos de la construcción del Libramiento Poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán.

1 DESMONTE DE VEGETACIÓN

1.1 Impacto sobre vegetación y 1.2 Impacto sobre calidad de paisaje

1.1.1 Recuperación de la cobertura vegetal

Ver también medida de mitigación referente a: [Fragmentación de material e incorporación al suelo orgánico](#)

La fragmentación de la vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia ocasionada por la carretera puede ser reducida al recuperar la cobertura vegetal mediante programas y acciones de restauración ecológica, ya que la amplitud de la barrera (originalmente conformada por casi todo el derecho de vía) puede ser reducida a tan solo el ancho de la carpeta.

Se deberá por tanto elaborar un Proyecto de Restauración Ecológica que contemple el proceso natural de sucesión de especies en este tipo de comunidades, a fin de que la restauración del sitio resulte lo más parecido a un proceso natural, pero a mayor velocidad (catalizado por una adecuada selección de especies y su propagación en viveros especializados). Para ello se recomienda lo siguiente:

1.1.1.1.- Rescate de especies bajo protección especial, difícil propagación o lento crecimiento

Como medida de mitigación, previo a la realización de las obras de preparación del sitio de la obra, se propone llevar a cabo un rescate de plantas a lo largo del trazo. Este rescate deberá ser organizado y coordinado por biólogos especialistas en vegetación y manejo de viveros ya que es necesario tener la capacidad de identificar en campo cuales son las especies que deberán ser rescatadas.

Asimismo, antes de llevar a cabo dicho rescate será necesario instalar un vivero en algún terreno cercano a la obra, donde se reúnan condiciones necesarias para la conservación y propagación de especies de SBC y SMsc.

En ambos viveros se deberán mantener los individuos rescatados hasta que se lleve a cabo la restauración del derecho de vía (ver párrafos más adelante). Los primeros días en los que se lleve a cabo el trasplante de las especies rescatadas y las primeras etapas de desarrollo de las plántulas son

cruciales para su sobrevivencia; por lo tanto, con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobreviva a esta etapa, el mantenimiento de las plantas en los viveros permitirá prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplante a su lugar definitivo.

Las especies susceptibles de rescate prioritariamente deberán ser aquellas que estén contempladas en la norma ecológica NOM-059-SEMARNAT-2001 o aquellas que son de lento crecimiento y que su producción en vivero sea difícil. Mención especial requieren las orquídeas, las cícadas y los helechos que se recomienda trasplantar en áreas con vegetación. Muchas de estas especies son epifitas (que se desarrollan sobre otras plantas y no son parásitas) y requieren condiciones de alta humedad y poca luminosidad (especies humbrófilas). Estas especies se pueden llevar al vivero para mantenerse hasta que se trasplante en sus sitios definitivos. Debido a que muchas de estas especies son epifitas es necesario que se trasplante en sitios que cuenten con árboles adultos en los que estas especies puedan sobrevivir; de ahí que el vivero deberá prever un sitio con árboles adultos que puedan ser utilizados para tal fin.

1.1.1.2.- Restauración ecológica del derecho de vía del tramo

Para llevar a cabo el proyecto de restauración ecológica de las superficies afectadas por la construcción de la carretera se recomienda emplear principalmente especies nativas (originarias de una región) secundarias, que son las que se desarrollan sin problemas en ambientes perturbados. Se tiene la experiencia, en la que una parte importante del suelo mostró altos niveles de perturbación después de la construcción de la autopista. Particularmente, fueron alterados los horizontes orgánicos que son los que contienen propiedades que favorecen el desarrollo de las plantas. El horizonte orgánico es fácilmente distinguible por su color negro, lo cual indica la presencia de la materia orgánica. La materia orgánica contenida en los horizontes es la que genera las condiciones propicias para el crecimiento de las plantas, aportando nutrimentos como nitrógeno y fósforo, además de que retiene una gran cantidad de agua que está disponible para las plantas. Se recomienda que el horizonte orgánico que se localiza a lo largo del trazo de la carretera se remueva con un tractor y se almacene en bancos de materiales orgánicos. Al finalizar la construcción del trazo este material se debe reponer para acelerar el proceso de restauración del suelo ya que además en él se encuentran semillas de las especies de la zona.

La restauración del suelo con el horizonte orgánico también puede ayudar a un mejor desempeño de las especies arbóreas que se empleen en la plantación. Los horizontes subsuperficiales que quedarán

expuestos después del despalme tienen texturas más arcillosas y mayor cantidad de piedras, por lo que el espacio poroso es reducido y esto puede dificultar el desarrollo de las raíces y el óptimo crecimiento de las plantas. Estos horizontes también han sido intemperizados por mucho tiempo, por lo que la disponibilidad de algunos nutrimentos (bases intercambiables) es baja y esto también repercute en el desarrollo de las plantas. Por ello es que el reestablecimiento del horizonte orgánico al realizar las labores de restauración ecológica es tan importante en este caso.

Retomando el tema de la reforestación es conveniente que las plantas que se empleen en el proyecto de restauración se propaguen en un vivero exclusivamente destinado para este fin. En la región existen varios viveros que se dedican a producir planta, sin embargo se ha visto que por una parte muchas de las especies que se propagan no son las propias de la región y por otra, que la calidad de las plantas propagadas en estos viveros deja mucho que desear, la forma en la que se propagan las plantas no son las más adecuadas. Por ello mismo se recomienda establecer un vivero temporal rústico en algún predio cercano al trazo para que las plantas se vayan acostumbrando al clima en el que serán plantadas definitivamente. El tamaño del vivero dependerá del total de plantas por rescatar y propagar, así como del tipo de envase que se seleccione para la propagación (contenedores o bolsas). La cantidad de plantas que se requerirán para llevar a cabo la restauración del derecho de vía se obtendrá de estudios específicos de vegetación que deberán realizarse previamente a la construcción. En este documento se proporciona una primera aproximación, sin embargo es necesario profundizar en las superficies a reforestar para establecer la cantidad de plantas por especie que se requieren. Se recomienda que en las zonas que carecen de vegetación se lleve a cabo una plantación con una densidad de 2000 individuos por hectárea. En las zonas en las que la vegetación original prevalezca después de la construcción de la autopista, la densidad de plantas será de 1000 individuos por hectárea.

La infraestructura mínima con la que debe contar el vivero es: un área de estacionamiento, platabandas, sistema de riego, invernadero, almacén, oficina, herramientas y plaguicidas. El personal mínimo que deberá encargarse del mantenimiento del vivero será de cinco personas. Cuando haya sobrecarga de trabajo se tendrá que contratar más personal. El empleo de un vivero para propagar especies nativas permite controlar el vigor y la calidad de las plantas, controlar y prevenir efectos nocivos de plagas y enfermedades, y facilitar los cuidados y las labores culturales. El desarrollo adecuado de plantas en vivero genera mayores posibilidades de supervivencia cuando son transplantadas a su lugar definitivo. La propagación exitosa de especies nativas puede lograrse si se conocen las técnicas de propagación y el ciclo de vida de las especies, en lo particular la época en la que maduran la mayor cantidad de semillas, el porcentaje de germinación y los períodos de latencia y crecimiento (Landis 1995).

Por ningún motivo se deberán emplear especies exóticas (originarias de otros países) como *Eucaliptus spp.*, *Casuarina spp.* y *Pinus radiata* (Arriaga et al. 1994). Estas especies fueron utilizadas con anterioridad en reforestaciones y actualmente se sabe que pueden ser muy perjudiciales para los ecosistemas naturales, debido a que pueden llegar a desplazar a las especies nativas. Algunas especies introducidas pueden ser nocivas para los ecosistemas naturales, porque presentan tasas de crecimiento y reproducción tan altas que pueden desplazar a las especies nativas. Por estos motivos, es recomendable evitar la propagación de especies introducidas, sobretodo si se piensa reforestar ambientes naturales.

Como se mencionó anteriormente, las especies arbóreas que serán empleadas en las áreas destinadas a la restauración, deberán ser seleccionadas con base en los estudios previos de vegetación. Se deberán realizar recorridos en campo, así como analizar fotografías aéreas y sistemas de información geográfica para determinar las áreas con vegetación lo suficientemente conservada, como para formar parte de huertos semilleros, que proporcionarán los propágulos necesarios para la propagación de las especies en vivero. Los árboles progenitores deberán estar libres de patógenos, ser vigorosos, preferentemente con un solo tallo y con una producción de semillas suficiente. Los sitios de colecta deberán localizarse cerca de los sitios por reforestar, el germoplasma debe ser lo más local posible para asegurar una supervivencia alta.

La propagación por medio de semillas y esquejes en un vivero constituye la mejor forma para producir masivamente plantas nativas. Para mantener una producción continua en el vivero es necesario contar con suficientes semillas y estructuras asexuales. Se dará preferencia a la propagación por semillas puesto que esta forma de propagación conserva el “pool genético”. En el caso de las semillas es necesario conocer algunas características para cada especie como: cuándo colectar y qué cantidad de semilla, qué características tendrían que tener los árboles progenitores, cómo extraer y limpiar las semillas, cuánto tiempo permanecen viables las semillas, cómo almacenarlas para mantener su viabilidad y tratamientos pregerminativos.

Para cada especie se tendrá que establecer la época del año en la que se lleva a cabo la maduración de los frutos. La recolecta deberá realizarse en el pico de producción, cuando se obtienen mas semillas con menor esfuerzo. Preferentemente las semillas se recolectarán de la copa de los árboles, si las semillas se obtienen del suelo es mas probable que estén infectadas o parasitadas, lo cual puede repercutir en la germinación de las semillas. Es necesario llevar a cabo recorridos de campo previos a la colecta para tener localizados los árboles progenitores y para determinar el momento preciso de la maduración. La colecta de semillas debe ser encargada a personal capacitado para hacer la colecta adecuadamente, este proceso generalmente lleva todo el año puesto que la maduración de las semillas ocurre en diferentes tiempos, situación que deberá preverse al momento de iniciar las obras de

construcción de la carretera. Muchas especies con semillas recalcitrantes maduran en la época de lluvias, mientras que muchas especies ortodoxas maduran en la época de estiaje.

Las plantas propagadas deberán permanecer en el vivero por lo menos dos años, en este lapso deberán alcanzar una talla suficiente como para soportar las condiciones de estrés que prevalecen en los sitios de la plantación. El diámetro mínimo que deberán alcanzar las plantas será de 1 cm de grosor y una altura mínima para las especies de lento crecimiento de 80 cm y de 100 cm para las especies de rápido crecimiento. Esta talla les permitirá resistir el embate de ganado y del viento. Las plantas deberán poseer tallos lignificados para soportar el estrés que ocasiona la deshidratación. Los tallos lignificados evitan que las plantas se doblen al momento de trasplantarse al campo.

1.1.1.3.- Derribo de árboles durante el desmonte

A fin de evitar ocasionar daños sobre la vegetación en terrenos aledaños al derecho de vía, el derribo de todos los árboles deberá realizarse de tal forma que éstos caigan dentro del área entre los ceros del proyecto. Por ello, la tala de cada árbol deberá hacerse estudiando su posición en el relieve y jalando con malacates para orientar la caída de los troncos hacia el interior del sitio donde se construirá la carretera. Todos los árboles derribados serán seleccionados en función de sus posibilidades de aprovechamiento y aquéllos que no resulten aprovechables, deberán ser manejados como se señala en la medida de mitigación referente al manejo de residuos del desmonte.

1.3 Impacto sobre fauna asociada a este tipo de vegetación

1.3.1 Ahuyentamiento y reubicación de fauna

Ver también medida de mitigación referente a: [Pasos para fauna](#)

La mayor protección que se le puede dar a la fauna de las actividades propias de los trabajadores en la obra, es concientizarlos sobre la importancia de conservar a la fauna silvestre que aún queda en la localidad. Por ello, previo a las obras se deberán instrumentar campañas de concientización del personal que laborara en las mismas. Dicha concientización deberá ir acompañada por un manual de procedimientos o reglamento en donde se indiquen las sanciones por la caza, captura o molestia a algún organismo de fauna silvestre, y el procedimiento a seguir en el caso de encontrar algún animal durante las obras.

Los insectos, mamíferos pequeños y medianos y reptiles, así como las aves que puedan encontrarse en la vegetación por remover, en términos generales tenderán a huir al inicio de la actividad humana, por lo

que se espera que al realizar el desmonte con métodos manuales y de forma gradual desde el eje del camino y hacia la línea de ceros, estos organismos tengan oportunidad de escapar hacia los terrenos aledaños al derecho de vía. Esto aunado al hecho de que las actividades de la obra se realizan durante el día, cuando los organismos faunísticos reducen su actividad ambulatoria en busca de comida o pareja ya que la mayoría son preferentemente noctámbulos.

En los sitios donde se requiera el uso de equipos pesados para remover tocones, previo a la entrada de las máquinas, se deberá considerar una brigada de trabajadores haciendo ruido y agitando la vegetación desde el eje de la corona y hacia las líneas de ceros para permitir la huída de los organismos.

En el caso de encontrar alguna serpiente o animal que reuse salir del área de la obra, se deberá prever su captura cuidadosa y liberación en un sitio inmediato adecuado, de acuerdo con lo que señale personal especializado en fauna, quien recomendablemente deberá trabajar directamente con la supervisora de la obra. Para ello, se recomienda de forma previa al desmonte ponerse en contacto con algún biólogo o veterinario local que cuente con herramienta y conocimientos sobre el manejo de organismos, para que sea esta persona la que realice su captura y liberación en un sitio adecuado fuera del área del frente de obra. **Durante los trabajos de campo se constató que la impresión local es de la existencia de una gran cantidad de serpientes de cascabel en los volcanes escudo, particularmente en el cerro El Águila. Ello ha derivado en que cuanta serpiente de cascabel es avistada, es sacrificada por su piel o por temor a una mordedura. Las serpientes de cascabel son organismos depredadores en los niveles altos de la cadena alimenticia, si esta especie es sobre cazada por temor en toda la región, se corre el riesgo de generar un importante desequilibrio en las poblaciones de sus presas (aumento de éstas), las que se alimentan de granos (cultivos) y vegetación natural, ocasionando posiblemente problemas por sobrepoblación que pueden llegar a conformar plagas en el corto o mediano plazos. Por ello, resulta de gran importancia lograr una concientización de todos los trabajadores y personal involucrado en la obra, así como vecinos del proyecto, acompañada de un programa de rescate y reubicación de las serpientes de cascabel hacia las partes más altas y alejadas de los volcanes dentro del SAR.**

Asimismo en cada frente de obra se deberá contar con suero antiviperino y antialacránico para que en el caso de alguna mordedura o picadura, pueda ser administrado a la mayor brevedad en el centro de salud más próximo. Se deberá contar con el apoyo de personal con conocimiento en primeros auxilios y atención a mordeduras y picaduras, así como un botiquín en cada frente de obra. Asimismo se deberá informar a los trabajadores sobre el riesgo de encontrar estas serpientes, sobre todo ocupando madrigueras y oquedades en el suelo y rocas para que eviten introducir la mano o acercarse demasiado a ellas.

Cualquier organismo faunístico que reúse alejarse del sitio de obra deberá ser rescatado y trasladado a un lugar apropiado por el personal calificado para ello. No deberá dejarse la captura a cargo de los empleados de la construcción.

Por la extensión de las obras y la densidad de vegetación existente se estima que la afectación sobre la fauna no pondrá en riesgo la existencia de poblaciones, comunidades, ni la estabilidad ecológica del sistema. La afectación solamente será sobre algunos individuos de forma aislada. No obstante en toda la zona se reporta la existencia de especies amenazadas, en peligro de extinción, o bajo protección especial, por lo que ante la dificultad de poder hacer una segregación de forma efectiva de cuales son o no organismos sujetos a protección, y en función de que todos son organismos vivos, por consideración humana se procurará la sobrevivencia de todos los individuos faunísticos a las obras.

1.4 Generación de residuos del desmonte

1.4.1 Fragmentación de material e incorporación al suelo orgánico

Ver también medida de mitigación referente a: [Conservación y reaprovechamiento de suelo orgánico](#)

El materia vegetal producto del desmonte que no pueda ser aprovechado como madera, poste o leña por los habitantes de las localidades cercanas, deberá dejarse secar a un lado de los cerros dentro del derecho de vía para posteriormente ser triturado en fragmentos finos (<3 cm aproximadamente), los que deberán incorporarse al suelo orgánico acamellonado como producto de las obras de despalme (ver medida de mitigación correspondiente) de forma previa a su expansión sobre los sitios donde se replantarán las plantas rescatadas. Los troncos de los árboles con facultades maderables deberán ser aprovechados y removidos del área del proyecto ya que de permanecer en ella podrán conformar material detonador de incendios forestales.

Se prohíbe el arrastre de troncos de árboles sobre las laderas de las cañadas. Su extracción del área de obra deberá realizarse por dentro del derecho de vía utilizando tractores y malacates, u otro equipo pertinente.

1.5 Impacto del desmonte sobre suelo

1.5.1 Restricción de actividades dentro del derecho de vía

Si bien la afectación es drástica sólo será de manera muy local, en la zona de cerros, en tanto las actividades se circunscriban a ella, se puede considerar que el impacto será bajo y de corta duración.

Esto conlleva a tener cuidado con los factores abióticos en la frontera o sitios cercanos con la infraestructura carretera para evitar su modificación con el propósito de reducir el impacto sobre los componentes bióticos a mayor escala. Por ello es importante no invadir zonas aledañas con campamentos, oficinas, incursión de trabajadores, depósitos de residuos o materiales, automóviles, etc., y reducir al mínimo las superficies desmontadas dentro del derecho de vía.

La recuperación de la cobertura vegetal de forma natural y apoyada por las acciones de restauración ecológica (ver medida de mitigación correspondiente), con especies tanto secundarias como primarias (aquellas en la NOM), promoverá la acumulación a mediano y corto plazo de la materia orgánica del suelo; así como la disminución de susceptibilidad del sustrato a perderse y ocasionar suspensión de partículas por el viento que impidan la visibilidad en la carretera.

2 Despalme

2.1 Remoción del suelo orgánico

2.1.1 Conservación y reaprovechamiento de suelo orgánico

Ver también medida de mitigación referente a: [Recuperación de la cobertura vegetal](#)

Durante las obras de despalme, la porción de suelo orgánico que se retire, aunque sea escaso, deberá ser conservado a un lado de los cerros del proyecto para ser restablecido en el sitio una vez que hayan concluido los trabajos de construcción del camino e inicie la estabilización y reforestación de los taludes. A este suelo previamente a su reutilización para la reforestación de taludes, se le deberá incorporar el material residual del desmonte triturado finamente. Dada la fuerte incidencia de la lluvia como agente erosionador, se recomienda cubrir los sitios donde se acumule el suelo con lonas o geotextiles para su conservación durante el tiempo que duren las obras y hasta su reaprovechamiento en las labores de reforestación.

La capa orgánica del suelo es el único horizonte con nutrientes necesarios para las plantas y contiene las semillas de especies propias de la localidad, las que con mayor facilidad y probabilidad de éxito restaurarán la cobertura vegetal a los lados de la carretera al mediano plazo, dadas las condiciones climáticas del sitio. Por ello se procurará recuperar la mayor cantidad posible de suelo orgánico para utilizarlo conjuntamente con las acciones de reforestación establecidas en el programa correspondiente.

Por otro lado en lo referente a la prevención de daños a fauna, se recomienda que en el caso de organismos enterrados como sapos, ranas, reptiles y pequeños mamíferos, así como animales que viven en oquedades o madrigueras, cuando se detecte la presencia de anfibios enterrados,

madrigueras, o serpientes en éstas, se deberán aplicar las acciones para el rescate propuestas en la medida de mitigación de ahuyentamiento y reubicación de fauna.

2.1.2 Estabilización de taludes

Dada la mayor susceptibilidad de los horizontes minerales del suelo a la erosión hídrica que los horizontes orgánicos (removidos durante las obras), dentro de la zona de los cerros es importante contemplar acciones de estabilización de taludes. Dichas acciones deberán ser cuidadosamente planteadas en función de las características del suelo expuesto y las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el aporte de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía.

3. Alcantarillas

3.1 Flujo del agua superficial

3.1.1 Suficiencia de alcantarillas

Ver también medida de mitigación referente a: [Adecuación de pasos para fauna](#)

Previo a la construcción de la carretera, se deberán revisar los sitios propuestos para colocación de alcantarillas ya que se deberán incluir obras de drenaje en todo tipo de cañadas y escurrideros, a fin de no ocasionar cambios en los patrones de escorrentía de la zona. El proyecto cuenta con una cantidad de alcantarillas adecuadas, no obstante, considerando que una misma medida de mitigación puede ayudar a reducir dos impactos ambientales distintos, se recomienda aumentar la cantidad de alcantarillas **entre los km xxx al xx del trazo, donde se tiene ubicado una importante zona para el cruce de animales**. De forma ideal se puede considerar que se requiera por lo menos 1 alcantarilla de más de 1.0 m cada 30 m. No obstante, ello puede incrementar notablemente los costos del proyecto, por lo que con el fin de lograr una cantidad suficiente de alcantarillas dentro de un incremento razonable del costo, la promovente deberá entregar a la SEMARNAT para su autorización, un esquema de localización de estas alcantarillas adicionales para facilitar el mayor cruce de fauna posible.

4. Terracerías

4.1.1 Construcción de terraplén

La afectación al suelo por la construcción del terraplén a lo largo de los aproximados 50 km de longitud de la carretera será permanente y no podrá ser mitigado. No obstante, se pueden evitar mayores daños ocasionados por la apertura de caminos de acceso o brechas temporales al circular y realizar todos los movimientos de tierras dentro del propio derecho de vía de la obra. Motivo de ello, se deberá establecer claramente ante la compañía encargada de la construcción de la carretera, la prohibición de la apertura de caminos o brechas temporales. Toda movilización de material, personal y equipo deberá realizarse por el derecho de vía de la carretera y los caminos existentes.

4.1.2.- Cortes

Los cortes deberán establecerse hasta lograr un adecuado ángulo de reposo de los materiales, a fin de evitar posibles derrumbes. Ello particularmente resulta importante a la altura del cerro El Águila y el cerro El Molcajete, ya que en ambos se observó la presencia de cárcavas de gran tamaño debidas a la erosión hídrica al perderse el suelo orgánico y la vegetación sobre estas. Estamos concientes de que con ello se aumentan los costos de la obra y las superficies de afectación por los cerros del camino. Sin embargo, se considera que de preverse este cambio en el proyecto con suficiente antelación, será posible asignar recursos e informar de ello a las compañías que participan en la licitación para la construcción, y así poder lograr cortes más apropiados. Asimismo, las labores de restauración ecológica se facilitarán sobre taludes con menor ángulo de inclinación, lo que permitirá mejor retención del suelo y la cubierta de pasto y vegetación sembrada, una mejor humectación de toda la superficie, y con ello el desarrollo de una cobertura vegetal persistente en el menor tiempo posible. De ahí que aunque se incremente el área desmontada, ésta será recuperada eventualmente para formar un corredor ecológico a lo largo de ambos lados de la carretera.

4.1.3.- Restauración

Una vez concluidos los trabajos de construcción del terraplén se deberán conformar adecuadamente las superficies de los taludes y se expandirá sobre éstas el suelo orgánico conservado de las obras de

despalme para proceder a la restauración del derecho de vía de la carretera, como se indicó con anterioridad.

4.2 Explotación de materiales de banco

4.2.1 Solicitud y autorización del aprovechamiento

Como se mencionó, el aprovechamiento de los bancos quedará bajo decisión de la compañía constructora a que se asigne la obra. Ésta deberá tramitar la autorización correspondiente ante las autoridades competentes de forma previa a la extracción de los materiales. Una vez concluida la extracción de materiales, y siempre y cuando el banco no sea propiamente un sitio ya establecido para la explotación de material, la compañía constructora deberá realizar la restauración ecológica del sitio siguiendo las medidas y recomendaciones señaladas en este estudio en lo referente a la conservación y reaprovechamiento del suelo orgánico, el rescate y a la recuperación de la cobertura vegetal, así como a aquellas disposiciones que la autoridad señale.

4.3.1 Disposición de material de corte

El material de corte considerado como desperdicio está conformado por rocas y fragmentos de éstas, por lo que deberá ser dispuesto dentro de un banco de tiro, previamente identificado y autorizado por la autoridad competente. Para tal efecto será factible el uso de sitios que han sido utilizados como bancos de préstamo de materiales. Previa a la disposición del material en el sitio autorizado, se deberá despallar el suelo orgánico y conservarse a un lado para su posterior aprovechamiento en las labores de restauración ecológica. El material residual de cortes deberá ser dispuesto de forma expandida sobre el sitio autorizado para posteriormente facilitar las labores de restauración ecológica a las que deberá quedar sujeto siguiendo lo establecido en las medidas de mitigación referentes a la conservación y reaprovechamiento del suelo orgánico y a la recuperación de la cobertura vegetal.

4.4.1 Tránsito de vehículos con materiales de bancos

Deberá restringirse el movimiento de vehículos transportando materiales a vialidades, terracerías y caminos existentes, o bien por dentro del propio derecho de vía. No deben abrirse nuevas vialidades sin previa autorización de la autoridad competente ya que se incrementan los daños al sitio por efecto de la construcción de la carretera.

Asimismo los camiones con material deberán cubrirlo totalmente con lonas adecuadamente colocadas para evitar el aporte de polvos sobre la vialidad y afectación a peatones y predios inmediatos.

La contratista deberá regular la operación de vehículos de carga y transportes de materiales verificando el cambio de aceites y filtros frecuentemente, así como el adecuado estado de las llantas. La operación de los vehículos deberá sujetarse a las disposiciones correspondientes en la Normatividad Oficial en la materia.

5.1.1 Mitigación para construcción de puentes

La construcción de los puentes contemplados por el proyecto, deberá afectar lo menos posible las superficies fuera del derecho de vía que requieren ser alteradas para tener acceso a las pilas de los puentes. Para ello se deberán restringir al mínimo necesario los caminos de acceso a la base del puente y procurar, dentro de lo posible, la apertura de éstos dentro del derecho de vía. Estos caminos deberán ser restaurados una vez concluida la construcción de los puentes. Los caminos de acceso y sitios de emplazamiento del materiales que haya sido desmontados y compactados será restaurados considerando su descompactación y aplicando un proyecto de restauración que forme parte del programa de restauración ecológica de toda la carretera.

Los cambios de pendientes serán minimizados mediante la construcción de escalones, bermas o disminución de la inclinación de las pendientes mediante pequeñas cortes en laderas sobre los arroyos. El arroje de las zonas afectadas con materiales residuales de desmonte o despalme con una ligera compactación puede ayudar a la revegetación debido al banco de semillas en estos materiales, esto conllevaría a un aumento en la estabilidad de las pendientes.

Se deberán recoger del sitio, y particularmente del cauce, todo tipo de material de construcción o escombros al finalizar los trabajos de construcción de puentes.

6.1.1 Manejo cuidadoso y medidas para evitar derrames accidentales

Debido al tipo y origen de la afectación, se considera que el impacto es muy reducido debido al corto plazo de exposición del material generando vapores y olores. En todo caso, la única medida es disminuir el contacto del material con otros recursos abióticos adyacentes a la obra aunque se encuentren dentro del derecho de vía. Esto impedirá la entada de elementos contaminantes en los diferentes componentes ambientales (hidrológico, suelo y aire). Para ello, las plantas pavimentadoras deberán ubicarse en sitios autorizados, colocando una capa de geotextil o plancha de concreto que

protejan contra cualquier tipo de derrame accidental. Una vez concluida su utilización, estos sitios deberán ser restaurados como las demás áreas afectadas por este proyecto y cualquier tipo de escombros, residuo o maquinaria deberá ser retirada del sitio.

7.1.1 Proyección de obras de drenaje complementarias

Los lavaderos y ductos deberán considerar la mayor dispersión posible del agua para evitar salidas con fuerza que pueda ocasionar la erosión en el sitio y el posible inicio de apertura de cárcavas; particularmente importante dada la susceptibilidad del terreno a la erosión hídrica. Esto se puede lograr asentando las obras en sitios con pendientes ligeras, así como prolongar la longitud de las obras para disminuir la velocidad del escurrimiento la exposición de la superficie del suelo. Promover el desarrollo de vegetación herbácea y arbustiva en la base de las obras que descargan el agua de la carretera, disminuirá la susceptibilidad de erosión del suelo en el sitio.

8.1.1 Disposición en bancos de cascajo y de tiro

Todo tipo de residuo de obra deberá recogerse del frente de obra en camiones cubiertos y ser depositado en bancos de tiro y sitios receptores de cascajo autorizados y claramente definidos por la autoridad competente. Se sugiere como posible banco de tiro, alguno de los bancos de materiales cercanos al tramo, que actualmente se encuentren en desuso, o una zona de aquéllos que se encuentren en uso y que pueda ser destinada para tales fines.

Previa a la disposición del material en el sitio autorizado, en caso de contener suelo orgánico, se deberá despallar el suelo orgánico y conservarse a un lado para su posterior aprovechamiento en las labores de restauración ecológica del banco de tiro. El material residual (no contaminante) deberá ser dispuesto de forma expandida sobre el sitio autorizado para posteriormente facilitar las labores de restauración ecológica a las que deberá quedar sujeto siguiendo lo establecido en las medidas de mitigación referentes a la conservación y reaprovechamiento del suelo orgánico y a la recuperación de la cobertura vegetal.

Los bancos de tiro no podrán ubicarse contiguos a un arroyo o cauce de escorrentía, ya que el aporte del material suelto del banco puede contaminar con sedimentos el agua de dichos cuerpos. El material debe colocarse de manera expandida con una ligera compactación cuando se trate de suelo mineral. Para su ubicación se requieren sitios con bajas pendientes.

8.2.1 Instalación de contenedores y recolección de basura en derecho de vía

En diferentes puntos del frente de obra se colocarán tambos de basura y se hará obligatorio su uso por parte de los trabajadores de la construcción.

La constructora deberá organizar la recolección periódica de la basura de los frentes de obra y su disposición en el tiradero municipal más próximo, previa negociación y autorización correspondiente.

Adicionalmente se colocarán letreros solicitando abstenerse de tirar basura para facilitar la conservación de la zona.

8.3.1 Instalaciones sanitarias

En todos los frentes de obra deberán colocarse instalaciones sanitarias portátiles y hacer obligatorio su uso. Estas deberán ser suficientes de acuerdo al número de trabajadores en el sitio y deberán contar con servicio periódico de limpieza y recolección de residuos para evitar la propagación de enfermedades entre trabajadores y la población.

8.4.1 Señalamiento preventivo adecuado

La prevención de accidentes resulta muy importante. Se deben incluir con un adecuado distanciamiento señales referentes a la entrada y salida de vehículos de la obra. Los señalamientos deben ser claramente visibles a la distancia, tanto de día como de noche y se deberán incluir reductores de velocidad o bandereros cuando sea necesario; particularmente en los accesos y cruces con otras carreteras y caminos pavimentados. Los trabajadores y bandereos deberán portar el equipo de seguridad requerido por la Secretaría del Trabajo, incluyendo chalecos fluorescentes que los hagan más visibles a la distancia, particularmente en condiciones de poca luz. Los vehículos y equipos de obra en movimiento deberán contar también con los señalamientos obligatorios. Los camiones con materiales deberán contar con los señalamientos correspondientes que marca la legislación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

8.5.1 Instalación de patios de maniobras y almacenes

La ubicación de patios de maniobras, campamentos, almacenes, talleres u oficinas que requiera el proyecto deberá circunscribirse al interior del derecho de vía. En las zonas de **pie demonte de los volcanes escudo se** deberán ubicar preferentemente dentro del área del corte en balcón, evitando la construcción de plataformas o terraplenes para el emplazamiento de estas instalaciones.

Los sitios ocupados por la infraestructura temporal como campamentos, talleres u oficinas, así como los patios de maniobras y almacenes, deberán ser restaurados al concluir los trabajos de construcción de la carretera. Se deberán conformar las superficies, remover cualquier tipo de residuo o piso de concreto y descompactar las superficies para facilitar su restauración ecológica. Se deberán seguir las medidas de mitigación planteadas para la conservación y reaprovechamiento del suelo orgánico y la recuperación de la cobertura vegetal.

8.6.1 Reglamentar comportamiento

A fin de evitar ampliar la afectación sobre flora y fauna en los frentes de obra por efecto de la presencia de trabajadores, se deberán primeramente hacer campañas de concientización sobre la importancia de la conservación de los organismos silvestres y lo difícil y poco exitoso que resulta su mantenimiento y conservación fuera del sitio donde crece o habita de forma natural. Seguido de dichas campañas de concientización se deberá elaborar un reglamento con sanciones claras que regule el comportamiento de los trabajadores en el frente de obra, restringiendo sus movimientos al interior del derecho de vía, aún en sus horas de descanso, y sancione a aquellos que arrojen basura, no utilicen las instalaciones sanitarias y dañen o capturen algún organismo.

9.1.1 Adecuación de paso de fauna

Como se señala en el capítulo de impactos, las carreteras ocasionan un fuerte impacto a nivel regional al fragmentar poblaciones de animales por conformar barreras y a nivel local, por fraccionamiento del hábitat, la pérdida de organismos debida a atropellamientos y una mayor penetración humana en comunidades silvestres.

Diversas medidas se han aplicado en la literatura para reducir los atropellamientos, como la instalación de cercos, la construcción de pasos para fauna, la alteración del hábitat, el uso de espejos y reflectores, instalación de letreros, silbatos, luces o reducción de los límites de velocidad. De los anteriores, aparentemente solo el uso de cercos, los pasos para fauna han resultado exitosos. No obstante, el uso de cercos incrementa el efecto de barrera que de por sí constituye la carretera, por lo que aunque exitosa en evitar colisiones, no es adecuada para reducir la fragmentación del hábitat.

Para contrarrestar el efecto por pérdida de conectividad entre las poblaciones de mamíferos, así como reducir los atropellamientos se estima necesario incrementar y ocultar entre la vegetación restaurada dentro del derecho de vía, algunos puntos para cruce de fauna; particularmente entre los kilómetros **ddd+000 al ddd+000, donde se identifico un gran número de atropellamientos en una carretera paralela y muy proxima a este trazo.** En el diseño y construcción de estos pasos, la literatura señala que las

alcantarillas de las carreteras (principalmente las lozas) son frecuentemente utilizadas como pasos; entre mayor el claro, mayor su eficiencia. De ahí que como medida se proponga incrementar el número de alcantarillas y ubicar estas alcantarillas estratégicamente para aumentar las probabilidades de que los organismos crucen por debajo de la carretera (a través de estas alcantarillas) y no por encima de ella. (ver apartado anterior de alcantarillas).

Los pasos (alcantarillas) deberán considerar un diseño que permita la integración de dicha infraestructura en el entorno ecológico existente y que no sea fácilmente percibida por los animales. En el diseño de los pasos para fauna se deben considerar elementos de camuflaje del paso y una visibilidad clara de la vegetación al otro extremo del mismo, ya que se ha reportado que los organismos solo cruzan por sitios en donde puedan ver el extremo opuesto abierto, claro y libre.

VI.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

Cualquier proyecto de desarrollo conlleva impactos, cuando no se aplican medidas de mitigación, éstos pueden ser muy fuertes y repercutir en un detrimento de la calidad ambiental e incluso en el funcionamiento de un sistema. No obstante, las medidas de mitigación reducen el efecto de dichos impactos, pudiendo en ocasiones nulificar su existencia. En este apartado se analiza el cambio de escenario de un proyecto sin aplicar medidas de mitigación, contra el mismo proyecto aplicando las medidas propuestas (impactos residuales).

Los impactos residuales han sido calculados en el inciso V.2 del capítulo anterior. Al evaluar el efecto cuantitativo de la aplicación de las medidas de mitigación, es posible visualizar el cambio cuando no se aplican estas medidas, con respecto a cuando si lo hacen. En muchos casos, la mitigación no evita que se dé el impacto, sino solamente reduce su efecto, ya sea en magnitud, extensión o duración, principalmente. De esta manera, analizando la medida propuesta con respecto al impacto visualizado, se redujeron los valores de magnitud, extensión, duración, sinergia, etc. según cada caso (ver capítulo VIII correspondiente con tablas de cálculos).

Como resultado de esta evaluación se generó un par de gráficos que integran los impactos con y sin proyecto a lo largo del tiempo, considerando que el proyecto se desarrollara en cinco años. Las barras asociadas a cada punto en el gráfico corresponden al tiempo estimado de duración del impacto en función del tiempo de duración de las obras de preparación del sitio y construcción. Estos gráficos se presentan en las figuras VI.1 y VI.2.

Como se observa en la figura VI.1, escenario SIN medidas de mitigación, cuando no se aplica ninguna medida de mitigación, los impactos que se esperarían por este proyecto **serían moderados (evidenciado por las celdas color naranja en la matriz correspondiente)**. La longitud de las barras indica aproximadamente el tiempo de duración de cada impacto en función del programa de actividades del proyecto para las acciones de preparación del sitio, construcción y operación. De la anterior figura se observa que la gran mayoría de los impactos, sin contemplar medidas de mitigación, serán moderados, y se darán desde los primeros meses y hasta la operación de la carretera.

Existen unos cuantos impactos altamente benéficos, que al hacer un balance entre beneficio y afectación resulta poco clara la ventaja, ya que se generan impactos moderados para unos cuantos beneficios fuertes (muy altos). Esta no es la condición de este proyecto, ya que desde su planeación se contempla incluir las medidas de mitigación necesarias para reducir el efecto de la construcción de esta carretera lo más posible. Por ello forzosamente se debe realizar la evaluación del proyecto considerando la integración de las medidas de mitigación propuestas.

Cuando se contemplan medidas de mitigación, los impactos se reducen notablemente como se observa en la figura VI.2, donde la mayor parte de **los impactos esperados por este proyecto con mitigación son bajos e incluso muy bajos; desapareciendo en su totalidad los impactos altos**. No obstante, aún quedan algunos impactos altos residuales que no resulta factible mitigar como los cambios en el relieve original, mayor propensión a derrumbes por exposición de material en cortes y la pérdida de paisajes; así como un efecto barrera, que si bien es reducido al contar con mayor cantidad de pasos que permitan el cruce de fauna, no eliminan del todo el efecto de barrera que una carretera de este tipo constituye.

Como se observa en la figura VI.3, si no se aplican medidas de mitigación, los impactos en promedio son moderados a altos; al aplicar medidas de mitigación los impactos se distribuyen en torno a impactos bajos como valor medio, lo que permite visualizar que este proyecto carretero resulta viable cuando se aplican adecuadamente medidas de prevención y mitigación de los impactos.

En el entendido de lo anterior, los valores de los impactos residuales por factor ambiental y actividad del proyecto una vez que se contemplan medidas de mitigación, corresponden a los valores presentados en la matriz de impacto ambiental CON medidas de mitigación, presentada en el capítulo anterior.

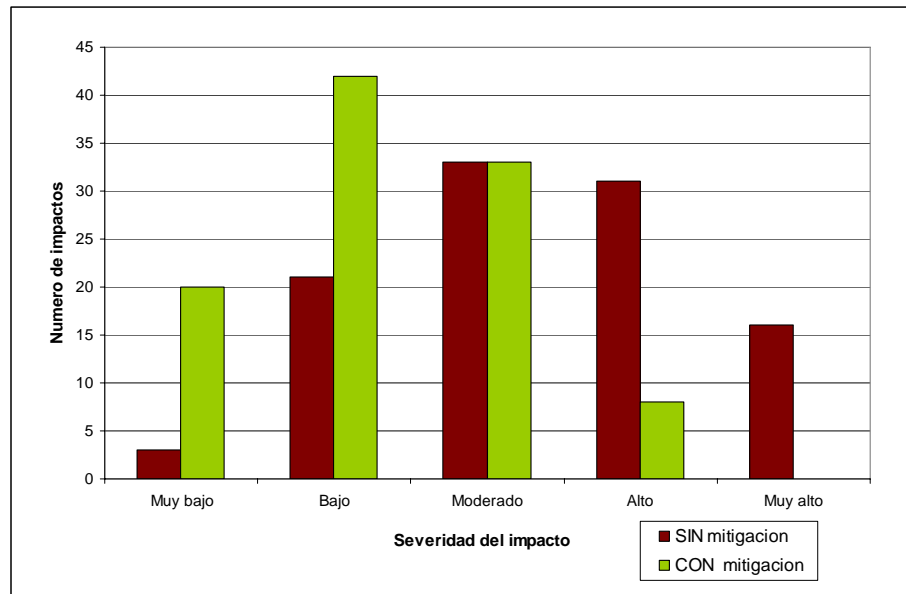


Figura VI.4.- Comparación de impactos generados por el proyecto sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación.

VI.3 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DEL PROYECTO

VI.3.1 Indicadores para el monitoreo

Dada la poca perturbación existente en la zona, es factible identificar indicadores ambientales de evolución de las medidas de mitigación en una evaluación al mediano y largo plazos. Entre ellos se puede mencionar:

- La recuperación de la cubierta vegetal dentro del derecho de vía y zonas ocupadas por infraestructura del proyecto.
- Adecuado funcionamiento de alcantarillas en lo referente a flujos de agua y cruce de animales.
- Las alcantarillas al mediano y largo plazo deben permanecer libres de sedimentos o materiales que obstruyan su función.
- Verificar mediante técnicas directas e indirectas (huellas y rastros en la temporada posterior a las lluvias) que estas obras estén fungiendo como pasos de fauna.
- Sobre especies de fauna rescatadas, será necesario llevar una bitácora de obra reportando dichas especies, donde fueron encontradas, como se les capturó y en que fecha, como, donde y cuando fueron liberadas.

Como indicadores de una adecuada realización de las medidas de mitigación al corto plazo y durante la realización de las obras se proponen los siguientes, basados en las fichas técnicas elaboradas para dar seguimiento a la mitigación de los impactos:

- 1) Sobre adecuada conservación y cobertura de taludes con suelo removido durante el desmonte libre de material de cortes.

Indicadores:

- Acamellonamiento de suelo orgánico removido durante el desmonte dentro de línea de ceros.
- Expansión de material orgánico sobre taludes y zonas afectadas con compactación por apisonamiento exclusivamente.

- 2) Sobre reforestación de taludes y derecho de vía y zonas afectadas por obras e infraestructura.

Indicadores:

- Rescate de plántulas de árboles.

- Colocación de plántulas de árboles en bolsas para invernadero de tamaño apropiado.
 - Resguardo y colocación de plántulas de árboles en viveros adecuadamente instalados su propagación y mantenimiento.
 - Mantenimiento de plantas en vivero por lo menos por 2 años antes de su siembra en las actividades de reforestación.
 - Resiembra de plántulas árboles en obra abriendo cajete de 30x30 cm relleno con tierra de buena calidad y con plantas de edad aproximada a 2 años en vivero.
 - Colocación de tutores en cepa y atado de árbol con mecate.
 - Registro de árboles para dar seguimiento a su desempeño.
- 3) Sobre adecuado manejo de residuos sólidos urbanos y de construcción.
- Colocación de contenedores en distintos puntos del frente de obra, con tapa y en adecuadas condiciones de funcionamiento.
 - Cobertura de ruta de recolecta de esos residuos por parte de la instancia municipal correspondiente y/o la contratista.
 - Identificación de bancos de tiro autorizados (incluir verificación de autorización) y condiciones de realización del tiro del material de cortes y residuos de construcción.
 - Medidas propuestas por contratista para restauración de los bancos de tiro y préstamo y su cumplimiento al finalizar la obra.
- 4) Sobre adecuado manejo de aguas residuales y residuos peligrosos
- Colocación de suficientes sanitarios portátiles con mantenimiento periódico. Retiro total al finalizar la obra.
 - Disposición de aceites y estopas o trapos con éstos, y demás residuos peligrosos en contenedores cerrados y disposición en sitios adecuados mediante la autorización oficial correspondiente (verificar autorización).
- 5) Sobre transporte de materiales
- Vehículos en adecuadas condiciones de operación en emisiones.
 - Carga tapada con lona para evitar pérdidas y contaminación por polvos en localidades por donde pasen estos vehículos.

VI.3.2 Programa de monitoreo de Medidas de Mitigación propuestas

El programa de monitoreo debe acompañar al programa de realización de la obra. No obstante, a estas alturas del proyecto solamente se cuenta con un programa muy general de las actividades del proyecto, por lo que el programa de monitoreo ha debido ser elaborado de forma general y se presenta en el cuadro VI.1. Se incluyen ya en dicho programa las acciones de mitigación de mayor relevancia, que deberán ser programadas y calendarizadas como parte de los conceptos de obra del proyecto, a fin de poder contar con presupuesto y la oportunidad adecuada para su realización.

En el cuadro VI.2 se presenta una descripción detallada de las principales medidas que deberán ser monitoreadas para asegurar un adecuado desempeño ambiental durante la ejecución de este proyecto

Cuadro VI.2.- Programa de Monitoreo de actividades y medidas de mitigación del proyecto

Etapa del Proyecto	Etapa ambiental	No. Actividad	Actividad dentro del Proyecto	ACCIONES DE MONITOREO AMBIENTAL DEL PROYECTO
Construcción del tramo carretero nuevo	Preparación del sitio	Acciones de Mitigación	Elaboración de estudio y proyecto de restauración ecológica de superficies afectadas por la obra	Analizar los planos de obra y los sitios por afectar así como la composición y estructura de la comunidad vegetal en sus inmediaciones para definir un proyecto de restauración ecológica de las superficies afectadas por todo el proyecto.
		Acciones de Mitigación	Instalación de vivero para rescate y propagación de especies vegetales	Seleccionar el (los) sitio(s) adecuados para instalar un vivero provisional donde se rescaten las especies de la zona, se propaguen y se conserven según proyecto de restauración ecológica del sitio. Conservación de especies hasta terminada la restauración ecológica y los 2 años posteriores para seguimiento y reemplazo de individuos.
		1	Desmante de zona entre línea de ceros	Verificar acciones de rescate de especies y creación de vivero para realizar restauración ecológica. Verificar estado adecuado de especies en vivero. Verificar rescate y adecuada disposición en el vivero de especies en la norma NOM-059-SEMARNAT-2001
			Retiro de malezas y árboles	Verificar la inclusión de especies arbustivas entre las plantas que serán propagadas en el vivero. Verificar condiciones de plantas en vivero previas a la restauración ecológica. Verificar rescate y adecuada disposición en el vivero de especies en la norma NOM-059-SEMARNAT-2001
		Acciones de Mitigación	Rescate y ahuyentamiento de fauna	Verificar acciones de ahuyentamiento de fauna y rescate y reubicación por especialistas de aquellos organismos animales durante las obras del proyecto
		2a	Despalme, remoción de capa orgánica de suelo	Verificar acamellonamiento de material orgánico para su reutilización en restauración de taludes y su adecuado cubrimiento y/o su transporte y conservación dentro de la zona de vivero.
		2b	Cortes y generación de residuos de cortes y despalme	Verificar la disposición de residuos en bancos de tiro autorizados y su posterior restauración ecológica
		4b	Generación de residuos urbanos	Verificar colocación de basureros y adecuadas condiciones de operación. Verificar su retiro final.
		4c	Generación de aguas sanitarias	Verificar colocación de sanitarios portátiles y adecuado uso y su retiro final.
	Construcción	5a	Alcantarillas	Verificar colocación en sitios adecuados con dimensiones adecuadas. Verificar el retiro de todo tipo de material y residuo de los cauces.
		5b	Desvío del tránsito	Verificar que no se invadan predios aledaños con desvíos y que existan señalamientos adecuados. Verificar que todos los cruces con caminos rurales cuenten con pasos vehiculares. Verificar restauración ecológica de desvíos cuando proceda.
		6	Terracerías	Verificar movimientos de vehículos dentro del derecho de vía y no afectación a predios aledaños a éste.

Etapa del Proyecto	Etapa ambiental	No. Actividad	Actividad dentro del Proyecto	ACCIONES DE MONITOREO AMBIENTAL DEL PROYECTO
		Acciones de Mitigación	Restauración ecológica de terraplenes, cortes y áreas libres del derecho de vía, así como otros sitios afectados por obras	Verificar el uso de suelo acamellonado y especies en vivero bajo un proyecto de restauración ecológica de superficies afectadas.
		6	Acarreo de material de bancos y residuos	Verificar que los vehículos lleven el material cubierto y su adecuado funcionamiento. Verificar restauración ecológica de bancos cuando competa.
		7	Puentes	Verificar que no se invadan predios aledaños ni se abran caminos nuevos. Verificar restauración ecológica de zonas de base del puente y sus accesos.
		8	Pavimento	Verificar localización de plantas fuera del área, solo en bancos de materiales o plantas existentes
		9	Obras de drenaje complementario	Verificar que se cumplan las medidas referentes a disposición de residuos y movimiento de personal.
		Acciones de Mitigación	Realizar y ejecutar proyecto de restauración ecológica de demás superficies afectadas por las obras	Verificar proyecto, especies seleccionadas por sitio, condiciones de sembrado y conservación posterior a la restauración ecológica
		10	Pintura y señalamiento	Verificar que se cumplan las medidas referentes a disposición de residuos y movimiento de personal.
		12b	Generación de residuos urbanos	Verificar colocación de basureros y adecuadas condiciones de operación
		12c	Generación de aguas sanitarias	Verificar colocación de sanitarios portátiles y adecuado uso
		12d	Presencia del personal en frentes de obra	Verificar existencia de reglamento de protección ambiental, especialmente de flora y fauna
	Operación	Acciones de Mitigación	Ampliación de alcantarillas propuestas para facilitar cruce de fauna	Elaborar propuesta de ubicación de alcantarillas adicionales para paso de fauna a ser avalada por la SEMARNAT. Verificar construcción de alcantarillas y dimensiones según propuesta. Por dos años siguientes a la construcción de la carretera evaluar si dichas alcantarillas están siendo utilizadas como pasos de fauna.
		13	Carretera en operación	Evaluación de desempeño de medidas de mitigación por un año posterior a la conclusión de los trabajos.

VI.3.4 Montos para fianzas de protección ambiental

Resulta de gran importancia el poder considerar adecuadamente el costo de realizar las acciones de mitigación propuestas, a fin de que queden contempladas dentro del catálogo de conceptos del proyecto y se cuente con los recursos suficientes para su adecuada ejecución. Asimismo, el poder contar con un documento (fianza) que ampare el cumplimiento de dichas medidas, dará certidumbre a una mejor conservación del ambiente. A la fecha no se cuenta aún con el proyecto carretero en su estado definitivo; sin embargo, se ha realizado una evaluación de los costos que implica la realización

de dichas acciones, tanto de obra civil como de restauración ecológica, así como de los costos ambientales que podrían derivarse de no llevarse a cabo dichas acciones.

Para tal efecto se realizó la evaluación económica ambiental de este proyecto con base en la experiencia obtenida a partir de proyectos similares. Este análisis arrojó que en promedio el costo de realización de las medidas de mitigación en proyectos como este es de **entre 20 y 30 millones de pesos, lo que equivale aproximadamente entre el 16 y el 25% del monto total de la obra.**

CAPÍTULO VII

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Escenario ambiental tendencial: Sin considerar el Proyecto

Descripción del escenario

La zona de estudio se caracteriza por poseer un paisaje transformado desde hace muchos años debido a un fuerte crecimiento urbano y desarrollo agrícola. La vegetación natural consistía en un matorral subtropical en las partes bajas, como los pies de monte de los cerros y en planicies y valles fluviales, así como un bosque de encino en las laderas bajas de los volcanes y cerros más altos. En las laderas altas y superficies cumbreales se desarrollaban bosques de pino, y entre estos tipos de vegetación era común encontrar ecotonos, donde el matorral subtropical y el bosque de encino se combinaban, así como en partes más altas del terreno, predominaba el pino-encino. Actualmente aún es factible observar remanentes de estos tipos de vegetación, particularmente en las laderas medias y altas de los volcanes escudo y algunos cerros más alejados de Morelia (fotos VII.1 y VII.2).



Foto VII.1.- Remanentes de matorral subtropical en laderas de cerros pequeños como el Cerro Pelón.



Foto VII.2.- Remanentes de bosque de encino y madroño en laderas de volcanes escudo.

Particularmente en los piedemonte y planicies se ha modificado casi en su totalidad, quedando remanentes con cultivos, nopaleras y pastizales para ganado en la mayoría de los casos. Asimismo, la fauna ha sido replegada en su mayoría a las partes más altas de los cerros, a excepción de las aves, ya que al encontrarse el área de estudio dentro de dos AICAs, la de Pátzcuaro y la de Cuitzeo, ambas instaladas para la conservación de las aves acuáticas en estos lagos; el área de estudio tiene una muy alta diversidad de aves.

Dado que en las partes bajas prácticamente toda la superficie ha sido transformada, y que en los pies de monte aún quedan pequeños manchones conservados, se espera que en el mediano y largo plazos, el desarrollo agrícola y pecuario crezca hacia los piedemonte, y eventualmente a las laderas bajas de los cerros, eliminando prácticamente la vegetación natural remanente. Ello en tanto no exista una intensificación de la producción en las actuales superficies agrícolas y pecuarias. De darse esta intensificación, podría evitarse una propagación hacia terrenos muy poco aptos para estas actividades y frenarse el deterioro de sus ecosistemas y suelos (ya que son muy propensos a la erosión, como se evidenció por la presencia de grandes cárcavas en los sitios desmontados).

Evaluación gráfica de la tendencia ambiental

Para tener una visión general del escenario ambiental tendencial dentro de la zona fue necesario lo siguiente.

Se elaboraron una serie de gráficas de las tendencias de comportamiento de los procesos naturales, en las cuales se visualizan los cambios en los aspectos del sistema ambiental más importantes. Para realizar esta representación gráfica, se consideró corto plazo (cinco años); mediano plazo (seis a diez años) y largo plazo (de once a quince años en adelante). Posteriormente se correlacionaron estos escenarios con los impactos actuales para determinar la calidad ambiental del sitio, la cual será representada por valores que van de 0 a 9, donde nueve es un sitio en perfecto estado de conservación y cero es el efecto máximo en el ambiente (sitio muy degradado).

La representación gráfica para los principales factores ambientales en la zona de estudio se presentan a continuación como el escenario actual y tendencial del sistema:

Evaluación categórica del estado actual y tendencial del sistema ambiental regional:

Cuadro VII.1. Calificación del estado actual y tendencial del sistema para cada factor ambiental. (Estado de base SIN proyecto) (9 sin alteración, 0 sumamente alterado) para el corto (1-5 años), mediano (6-10 años) y largo (11-15 años) plazos. En el caso de incursión antrópica se evalúa de menor (cero, a mayor, nueve, penetración antrópica en la zona).

Factor ambiental	Actual	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	6	6	5.5	5.3
Suelos	6	5.5	5	4.5
Escorrentamiento superficial	6	6	5.5	5.5
Infiltración	7	6.5	6	5.5
Microclima	8	8	7.8	7.6
Vegetación	5	4.5	4	3.8
Fauna	5	4	4.5	3
<i>Incursión antrópica</i>	<i>7</i>	<i>7.5</i>	<i>8</i>	<i>8.5</i>

ANÁLISIS DEL ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL POR FACTOR

Geoformas

Las características del relieve permanecerán más o menos similares a las actuales, con excepción de una mayor extracción de materiales en los conos cineríticos, logrando su eventual desaparición (foto VII.3). Asimismo, se modificarán por la introducción de mayor urbanización en toda el área con el crecimiento de la ciudad de Morelia.



Foto VII.3.- Afectación a la geomorfología de un cono cinerítico (cerro La Caja) por extracción de materiales.

Edafología

En el caso de los suelos, los indicadores tomados para reconocer las tendencias a corto, mediano y largo plazo son: la susceptibilidad a la erosión, la fertilidad y la degradación (salinización, compactación, etc.). En las partes altas del área de estudio actualmente no se observan evidencias importantes de erosión sobre las laderas de los volcanes escudo, ya que el suelo en su mayoría se encuentra protegido por la capa orgánica y la cobertura vegetal. Incluso las actividades de pastoreo, no han ocasionado aún una suficiente reducción de la cobertura o erosión por piedevaca en estos volcanes y por tanto aún no se fomenta una mayor erosión. Motivo de ello se espera que de conservarse dicha cobertura vegetal, la tendencia de cambio hacia la degradación por erosión de las superficies que cubren estos suelos será al largo plazo. En contraparte, sobre los piedemonte y partes bajas de las laderas de estos volcanes, cuando la vegetación es removida, se observa la formación de cárcavas, lo que es de esperar ya que el suelo en muchos de estos conos y cerros es de tipo Lixisol crómico, con alta concentración de arcilla y muy fácil de erosionarse y formar grandes cárcavas como las que se observan en el piedemonte del cerro El Aguila (fotos VII.4).



Foto VII.4.- Presencia de grandes cárcavas en dos zonas del piedemonte del cerro El Águila.

Por su parte, los suelos en las partes bajas de lomeríos y planicies se encuentran fuertemente alterados por el desmonte y la introducción de ganado y cultivos. Se espera que la actual tendencia de los suelos en la región del área del proyecto para los próximos 15 años sea a irse empeorando la calidad general de la zona de forma gradual con el incremento paulatino de la actividad ganadera, agrícola y el crecimiento urbano. Se espera mayor sellamiento de superficies por urbanización, mayor aparición de cárcavas por desmonte de terrenos muy sencibles a la pérdida de la cobertura vegetal conforme avancen las actividades agrícolas y ganaderas sobre los piedemonte.

Recurso hídrico

El principal escurrimiento en el área de estudio lo constituye el Río San Marcos, siendo abundantes pequeños arroyitos a lo largo de cauces y cañadas que bajan de los cerros y volcanes hacia los valles. Estos escurrimientos constituyen un importante suministro de agua para la fauna y las poblaciones cercanas, así como para el pastoreo de ganado. El consumo es bajo y en tanto las poblaciones aledañas no crezcan de forma importante, las condiciones de escurrimiento permanecerán muy similares a las actuales. La esorrentía por cañadas es muy importante en el mantenimiento de la dinámica de esta zona, por lo que su conservación es importante. La tendencia al largo plazo, sin la entrada de proyectos de desarrollo o un mayor consumo para riego se espera que sea muy similar a la existente.

En lo referente a agua subterránea, la infiltración y recarga de acuíferos en la zona esta fuertemente ligada a la conservación de la cobertura vegetal en las partes altas de los volcanes y los piedemonte y a la preservación de sus suelos. En la medida en que aumente la penetración antrópica hacia las partes más inclinadas y ocurran desmontes y ramoneo del terreno, este recurso podrá verse afectado. El ganado puede ser un elemento fuertemente destructor de la cobertura

vegetal (sotobosque) y su incremento y penetración hacia las partes más altas podrán tener un fuerte impacto en la capacidad de infiltración de los suelos en los próximos 5 a 10 años.

Microclima

El clima en el área de estudio responde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, lo que denota la presencia de encinares y matorral subtropical. Este clima es determinado por la conjunción de diversos factores altitudinales, vientos, posición latitudinal, insolación, etc.; factores que no van a cambiar en los próximos 10 a 15 años, por lo que se espera que las condiciones climáticas de la región se mantengan muy similares a las actuales, siempre y cuando no se observen importantes cambios climáticos a nivel global.

Vegetación

Este factor se encuentra fuertemente modificado en la zona debido a la introducción de agricultura y ganadería desde hace varias décadas. La tendencia esperada es a la desaparición de los remanentes de bosque de encino, ecotono bosque de encino y matorral subtropical, y matorral subtropical por extracción de leña (muy intensa en esta zona; foto VII.5), apertura de campos agrícolas de temporal y pastizales para ganado. Ello tendrá importantes repercusiones en otros factores como ya se mencionó, así como un mayor detrimento del paisaje actual.



Foto VII.5.- Extracción de leña por pobladores locales para mitigar el efecto del frío invernal.

Fauna

En estrecha asociación con la vegetación y desplazado por el crecimiento urbano y las actividades antrópicas, la fauna ha sido desplazada hacia los sitios más altos y se estima que sus números poblacionales han ido reduciéndose gradualmente. Los animales necesitan alimento y agua para sobrevivir, y los principales arroyos, ríos y canales de agua permanentes fluyen por las partes bajas del terreno, con lo que muchos animales se ven obligados a desplazarse fuera de sus sitios de protección en las partes altas y hacia las zonas de cultivo y cuerpos de agua en las partes bajas, cercanas a los asentamientos humanos, quedando vulnerables a ser afectados por las diferentes actividades humanas e incluso cazados por su carne y su piel. Motivo de ello la fauna silvestre tenderá a una importante reducción al largo plazo.

Consideraciones generales

Como se señaló anteriormente, el cambio del uso del suelo en el SAR es muy importante en la determinación del escenario tendencial del sistema para los próximos 10 a 15 años. Este cambio se encuentra muy fuertemente ligado al acceso y la pendiente existente en las zonas bien conservadas y al mantenimiento de un crecimiento de la actividad agrícola y ganaderas, así como al crecimiento de la mancha urbana de Morelia y demás localidades. Por ello se espera un detrimento en la calidad ambiental de toda la zona al mediano y largo plazos de no existir intensificación de la agricultura o ganadería existentes.

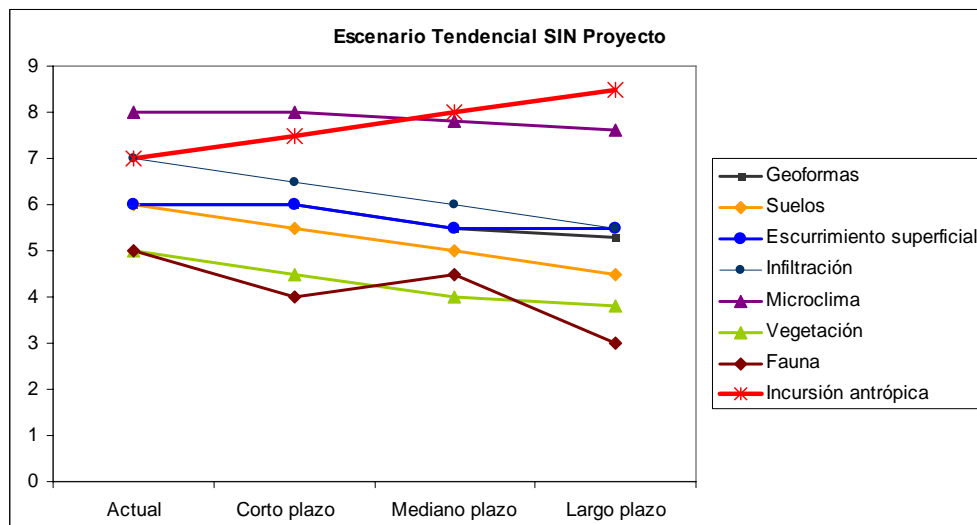


Figura VII.1.- Representación gráfica de la tendencia esperada en la evolución de los principales factores ambientales al corto, mediano y largo plazos sin la construcción del proyecto carretero.

VII.2. Escenario ambiental considerando el proyecto sin mitigación (figura VII.2)

Evaluación categórica del estado esperado en el sistema ambiental regional con la construcción de un proyecto sin considerar medidas de mitigación:

Cuadro VII.2. Calificación del estado actual y tendencial del sistema para cada factor ambiental. (Estado de base SIN proyecto) (9 sin alteración, 0 sumamente alterado) para el corto (1-5 años), mediano (6-10 años) y largo (11-15 años) plazos. En el caso de incursión antrópica se evalúa de menor (cero, a mayor, nueve, penetración antrópica en la zona).

Factor ambiental	Actual	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	6	5	5	5
Suelos	6	5.5	5	4.5
Escurrimiento superficial	6	5	4	3
Infiltración	7	6.5	6	5.5
Microclima	8	7	7	7.8
Vegetación	5	4.5	4	3.8
Fauna	5	4	3	2
<i>Incursión antrópica</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>8.5</i>	<i>9</i>

ANÁLISIS DEL ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL POR FACTOR

Geoformas

Con la construcción de este proyecto sin mitigación se espera que las características del relieve se modifiquen al quedar expuestas las superficies de los bancos de materiales ocupados y la propia presencia de cortes y rellenos en los terraplenes del proyecto. Asimismo, la presencia del libramiento fomentará la introducción de mayor urbanización a lo largo del mismo, de no tomarse medidas restrictivas sobre la urbanización dentro del derecho de vía y el libre acceso de esta carretera a cualquier sitio a lo largo de su trazo.

Edafología

Se espera que la construcción del proyecto remueva la cobertura vegetal, incrementando la tendencia hacia la degradación por erosión de las superficies que cubren estos suelos al corto plazo. En contraparte, cuando la vegetación sea removida sobre los piedemonte y partes bajas de las laderas de estos volcanes sin un programa de restauración ecológica promoverá la formación de cárcavas, lo que es de esperar ya que el suelo en muchos de estos conos y cerros es de tipo Lixisol

crómico, con alta concentración de arcilla y muy fácil de erosionarse y formar grandes cárcavas como las que se observan en el piedemonte del cerro El Aguila.

Recurso hídrico

El principal escurrimiento en el área de estudio lo constituye el Río San Marcos, siendo abundantes pequeños arroyitos a lo largo de cauces y cañadas que bajan de los cerros y volcanes hacia los valles. Estos escurrimientos constituyen un importante suministro de agua para la fauna y las poblaciones cercanas, así como para el pastoreo de ganado. De construirse el proyecto sin considerar adecuados pasos para el agua o escorrentías se esperan fuertes impactos sobre la vegetación, fauna y actividades humanas aguas debajo del terraplén de la carretera.

En lo referente a agua subterránea, la infiltración y recarga de acuíferos en la zona esta fuertemente ligada a la conservación de la cobertura vegetal en las partes altas de los volcanes y los piedemonte y a la preservación de sus suelos. Al construir la carretera sin un programa de restauración ecológica del derecho de vía, se promoverá la erosión de éste y con ella se perderá su capacidad infiltradora. Además de que la propia carpeta asfáltica impedirá la infiltración a lo largo de todo su recorrido.

Microclima

No se esperan importantes cambios climáticos por efecto de la construcción del proyecto, aún sin mitigación. No obstante, si no se reforesta la superficie desmontada dentro del derecho de vía, aunado a la presencia de la carpeta asfáltica, se espera que las condiciones de confort climático sobre este mismo derecho de vía y la propia carretera se vuelvan más calientes y secas, por el incremento en la reflectancia de la luz solar por el suelo descubierto, y la mayor absorción por la carpeta oscura.

Vegetación

Este factor se encuentra fuertemente modificado en la zona debido a la introducción de agricultura y ganadería desde hace varias décadas. La construcción de la carretera sin un programa de restauración ecológica ocasionará que la recuperación de la cobertura vegetal en las superficies desmontadas por vía natural, requiera de varios años, incluso décadas.

Fauna

Los animales necesitan desplazarse fuera de sus sitios de protección en las partes altas y hacia las zonas de cultivo y cuerpos de agua en las partes bajas, cercanas a los asentamientos humanos, quedando vulnerables a ser afectados por las diferentes actividades humanas e incluso cazados por su carne y su piel. Principalmente, y como se observó, son muy frecuentemente atropellados por vehículos sobre caminos y carreteras existentes. De no contemplarse pasos para estos organismos, al aumentar el número de vialidades grandes con la construcción de este libramiento, y aumentar la velocidad de proyecto con respecto a las vialidades existentes, se esperaría un mucho mayor número de organismos atropellados, con una importante reducción gradual en sus números poblacionales.

Consideraciones generales

La zona lleva una inercia hacia el deterioro producto de una mayor actividad urbana, agrícola y ganadera. La construcción del libramiento sin medidas de mitigación acelerará dicho deterioro considerablemente.

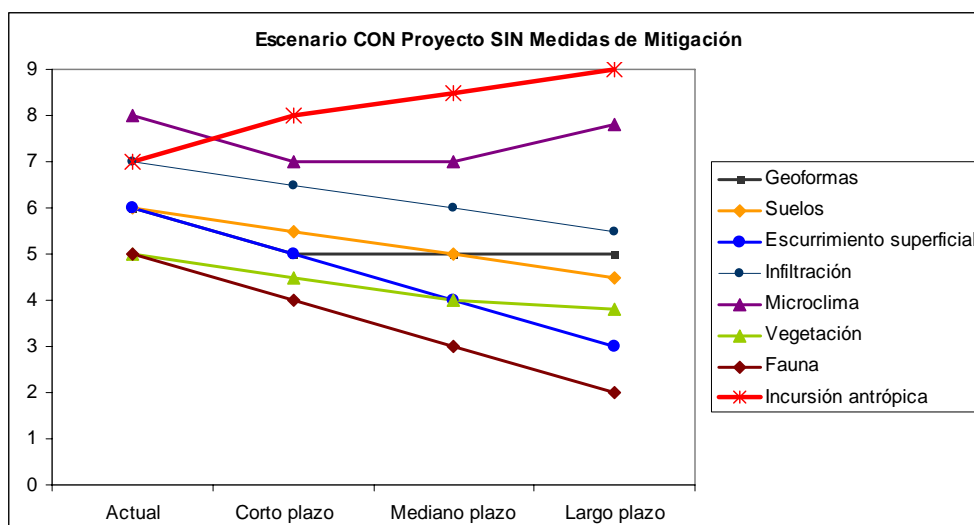


Figura VII.2.- Representación gráfica de la tendencia esperada en la evolución de los principales factores ambientales al corto, mediano y largo plazos con la construcción del proyecto carretero sin mitigación.

VII.3. Escenario ambiental considerando el proyecto con mitigación (figura VII.3)

Evaluación categórica del estado esperado en el sistema ambiental regional con la construcción de un proyecto considerando todas las medidas de mitigación:

Cuadro VII.3. Calificación del estado actual y tendencial del sistema para cada factor ambiental. (Estado de base SIN proyecto) (9 sin alteración, 0 sumamente alterado) para el corto (1-5 años), mediano (6-10 años) y largo (11-15 años) plazos. En el caso de incursión antrópica se evalúa de menor (cero, a mayor, nueve, penetración antrópica en la zona).

Factor ambiental	Actual	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Geoformas	6	5.6	5.8	5.8
Suelos	6	5.8	5.5	5.3
Escurrimiento superficial	6	5.8	5.8	5.8
Infiltración	7	6.8	6.8	6.8
Microclima	8	7.3	7.5	7.8
Vegetación	5	4.5	4.5	4.5
Fauna	5	4	4	4
<i>Incursión antrópica</i>	<i>7</i>	<i>7.5</i>	<i>7.8</i>	<i>8</i>

Geoformas

Con la construcción de este proyecto con mitigación se espera que las características del relieve se modifiquen al quedar expuestas las superficies de los bancos de materiales ocupados y la propia presencia de cortes y rellenos en los terraplenes del proyecto. No obstante, la restauración de los bancos y superficies frenará este cambio. Asimismo, la presencia del libramiento podría llegar a fomentar la introducción de mayor urbanización a lo largo del mismo, no obstante, las restricciones en este tipo de carreteras no permiten establecimientos urbanos dentro del derecho de vía ni la apertura de accesos hacia lotes o comunidades que no sean los previstos por el proyecto, por lo que no se espera que ocurra una urbanización del derecho de vía.

Edafología

Se espera que la construcción del proyecto remueva la cobertura vegetal, incrementando la tendencia hacia la degradación por erosión de las superficies que cubren estos suelos al corto plazo. Asimismo, cuando la vegetación sea removida sobre los piedemonte y partes bajas de las laderas de estos volcanes sin un programa de restauración ecológica promoverá la formación de cárcavas,

Por ello el proyecto contempla la estabilización de cortes y terraplenes para reducir los posibles efectos de esta degradación, así como un programa de restauración ecológica.

Recurso hídrico

El principal escurrimiento en el área de estudio lo constituye el Río San Marcos. De construirse el proyecto sin considerar adecuados pasos para el agua o escorrentías se esperan fuertes impactos sobre la vegetación, fauna y actividades humanas aguas debajo del terraplén de la carretera. No obstante, no es el caso ya que el proyecto contempla varias alcantarillas y dos puentes para permitir el libre flujo de agua.

En lo referente a agua subterránea, la infiltración y recarga de acuíferos en la zona esta fuertemente ligada a la conservación de la cobertura vegetal, al construir la carretera con un programa de restauración ecológica del derecho de vía, se protegerá al suelo de la erosión y con ella se conservará su capacidad infiltradora. Pese a que la propia carpeta asfáltica impedirá la infiltración a lo largo de todo su recorrido, esta es una franja estrecha que en buenaparte corre por zonas planas con suelos (vertisoles) e incluso inundables, que normalmente no facilitan la infiltración.

Microclima

No se esperan importantes cambios climáticos por efecto de la construcción del proyecto, aún sin mitigación. No obstante, al reforestar la superficie desmontada dentro del derecho de vía, las condiciones de confort climático sobre este mismo derecho de vía no se espera que sean modificadas perceptiblemente por los usuarios de la vialidad.

Vegetación

La construcción de la carretera con un programa de restauración ecológica del derecho de vía y cualquier superficie desmontada (p.e. bancos de préstamo o tiro de materiales) ocasionará que la recuperación de la cobertura vegetal en dichas superficies sea más rápida y eficiente, regresando el sistema a una condición de cobertura vegetal similar a la existente previa a la carretera.

Fauna

Al contemplarse pasos para fauna con un incremento en el número de alcantarillas en los puntos más críticos, se reduce el riesgo de atropellamientos para conservar una menor intensidad en la tendencia a la pérdida de organismos de diferentes especies.

Consideraciones generales

La zona lleva una inercia hacia el deterioro producto de una mayor actividad urbana, agrícola y ganadera. La construcción del libramiento con medidas de mitigación evitará que se acelere dicho deterioro considerablemente.

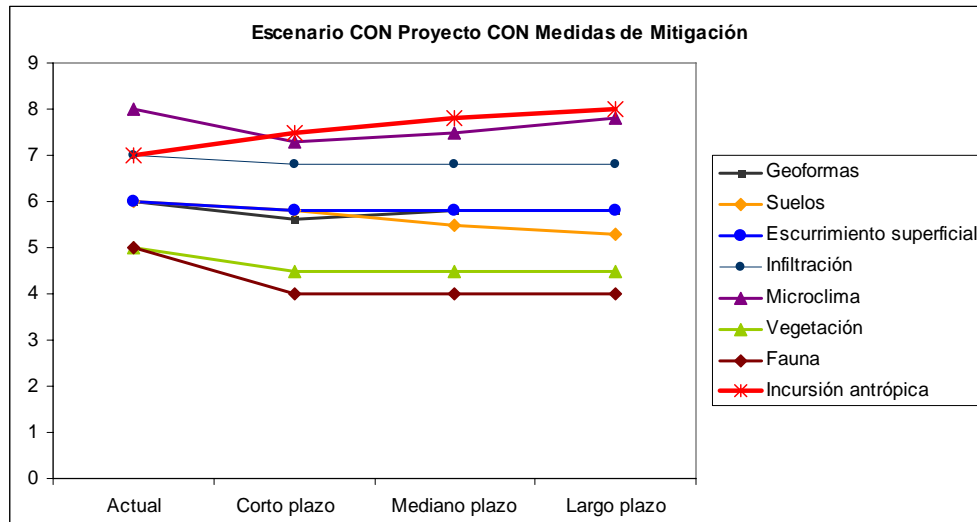


Figura VII.3.- Representación gráfica de la tendencia esperada en la evolución de los principales factores ambientales al corto, mediano y largo plazos con la construcción del proyecto carretero considerando medidas de mitigación.

VII.4. Evaluación de alternativas

Dado que se trata de un tramo carretero muy importante para evitar la circulación de vehículos pesados, autobuses y automóviles que no requieren paso por la ciudad de Morelia, reduciendo la contaminación, problemas de tránsito y circulación vial que actualmente existe en esta ciudad, se considera que no existen alternativas al proyecto, de ahí la importancia de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

VII.5 Conclusiones

La construcción de este libramiento se estima que es un proyecto necesario que brindará un desahogo del tránsito en la ciudad de Morelia y localidades conurbadas, además de impactos benéficos en lo referente a conectividad urbana y el desarrollo de actividades turísticas, por lo que se estima que es un proyecto viable y necesario. No obstante, con el fin de frenar el importante grado de degradación de por sí existente en la región, se requiere dar cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas en este estudio.

CAPÍTULO VIII

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII. 1 Metodología utilizadas

En los siguientes incisos se describen las metodologías empleadas en este estudio.

CAPÍTULO III

Para la elaboración de este capítulo se consideraron y analizaron diferentes planes y programas de desarrollo a nivel estatal y municipal, así como la legislación competente en materia ambiental y las normas que aplican a este proyecto.

CAPÍTULO IV

VIII. 1.1. Para la delimitación del área de estudio.

A) Método para delimitar el Sistema Ambiental Regional

Utilizando como herramienta los sistema de información geográfica SIG (ArcView 3.2) y la evaluación mediante la técnica de sobreposición de mapas temáticos e imágenes. Se consideraron las cartas INEGI en formato digital a escalas 1:50,000 y 1:250,000. El procedimiento y los criterios considerados se presentan a continuación:

1. Se hizo una delimitación preliminar, con base en un análisis espacial de la zona realizado sobre imágenes de satélite y cartas topográficas.
2. La delimitación definitiva del Sistema Ambiental Regional (SAR) se realizó con base en la uniformidad y continuidad de sus componentes ambientales, particularmente las

geoformas, escorrentías, suelo, flora, fauna, población, infraestructura y condiciones paisajísticas. Apoyado en imágenes de satélite y en Sistemas de Información Geográfica. También se tomaron en cuenta los conceptos establecidos por López Blanco y Villers-Ruiz, 1998. La demarcación del SAR incluyó el espacio afectado por la obra proyectada así como también la identificación de los impactos.

Para la delimitación definitiva del SAR se requirió de lo siguiente.

Regionalización.- consistió en la selección de una determinada área, conservando unidades espacialmente homogéneas en lo referente a parámetros del medio ambiente abiótico y biótico. En cada una de estas unidades ambientales se analizó su estructura y funcionamiento y ser diferente de las demás, con el fin de permitir caracterizar los efectos que un proyecto como el que nos ocupa puede ocasionar en ellas, así como sus beneficios. En la definición del sistema ambiental regional, fue necesario utilizar de forma jerarquizada, criterios geomorfológicos, hidrológicos, florísticos, distribución de fauna y sociales, así como la delimitación sociopolítica de la zona, con la intención de identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como su función.

3. Criterios establecidos para la delimitación en función de su nivel de generalización, desde lo más general, hasta lo más particular.

1er. Nivel: Cuencas Hidrológicas y subcuencas.

Regiones Terrestres Prioritarias

Áreas Naturales Protegidas

2do. Nivel. Unidades Geomorfológicas.

3er. Nivel Distribución de los principales tipos de vegetación y usos del suelo, así como fauna.

B) Para caracterizar el medio físico

La metodología aplicada para realizar el diagnóstico del medio físico fue la siguiente:

- Se recabó información de fuentes bibliográficas para establecer un marco de referencia sobre los diferentes componentes del medio físico en la zona.
- Mediante el uso de mapas: topográfico, geológico y vegetación, de INEGI escala 1:50,000 y 1:250,000. Se delimitaron las unidades geomorfológicas y de vegetación así como la red hidrológica, caminos y posibles unidades de suelo.
- Con la delimitación de unidades geomorfológicas se creó un mapa base y se identificaron sitios de muestreo y verificación para recabar la información requerida para el trabajo en campo. Se analizaron perfiles de suelo y bases de datos edáficas para generar un mapa morfoedafológico del área de estudio.

C) Para caracterizar el medio biótico

Vegetación

- Se recabó información de fuentes bibliográficas para establecer un marco de referencia sobre los diferentes tipos de vegetación en la zona.
- Mediante el uso de mapas: topográfico y vegetación de INEGI escala 1:250,000, y con el apoyo del Inventario Nacional Forestal 2000, se delimitaron las diferentes coberturas de vegetación y uso del suelo.
- Con la delimitación de unidades se creó un mapa base y se identificaron sitios de muestreo y verificación para recabar la información requerida para el trabajo en campo.

Fauna

- Se recabó información de fuentes bibliográficas para establecer un marco de referencia sobre los diferentes componentes faunísticos en la zona.
- Mediante el uso de mapas topográfico y vegetación, escala 1:50,000. se delimitaron las unidades geomorfológicas y de vegetación así como la red hidrológica y caminos, con la finalidad de conocer los distintos ecosistemas establecidos dentro de la zona.

- Con los ecosistemas o micrositios establecidos se determinó de forma preliminar el tipo de fauna que posiblemente existe en la zona y los sitios de desplazamiento a lo largo de cañadas y zonas de vegetación poco perturbadas.

Toda la anterior información se conjuntó para generar los criterios y establecer los límites de una superficie funcionalmente homogénea en lo referente a la interacción de sus componentes y con relación al proyecto, la que se definió como Sistema Ambiental Regional.

VIII. 1.2. Para realizar el levantamiento de datos en campo

Factores abióticos

El levantamiento de los recursos abióticos se llevó a cabo mediante el reconocimiento de la zona de estudio. La delimitación del sistema se llevó a cabo mediante la interpretación de los mapas topográfico a escala 1:50,000 y 1:250,000, e imágenes de satélite, que fueron visualizadas mediante el programa GoogleEarth ver 1.0. El análisis geomorfológico se llevó a cabo por medio de una separación de las principales unidades y posteriormente obteniendo las subunidades con sus respectivos relieves. La identificación se basó en el manual de campo para la descripción y muestreo de suelo (Siebe et al., 1996).

Además se tomó en cuenta la información fisiográfica, geológica e hidrológica superficial del INEGI. En el caso de la información de clima se obtuvo a partir de las estaciones meteorológicas más cercanas. La información hidrológica se obtuvo a partir de diversas fuentes bibliográficas y cartografía.

Las unidades geomorfológicas fueron identificadas mediante observaciones y se tomaron en cuenta la vulnerabilidad del material geológico y edáfico a derrumbes en función de las fuertes pendientes existentes. En el caso de la determinación de los principales grupos y unidades de suelo, para su clasificación de acuerdo con WRB (FAO, ISRIC & ISSS 2006), se llevó a cabo el muestreo de suelos en las principales unidades geomorfológicas. Para esto se realizó un perfil de suelo (unidad mínima de muestreo) donde se llevó a cabo la interpretación morfológica de los horizontes del suelo, esto se llevó empleando el "Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelo en el campo" (Siebe, et al., 1996). Además se obtuvo, con base al manual, la estimación de erosionabilidad del suelo como parte de la evaluación edafocológica.

Factores bióticos

Vegetación

Previo al trabajo de campo se recopiló la bibliografía a nivel regional principalmente los trabajos sobre vegetación y florística. Se realizó un recorrido en el área circundante al sitio de construcción de la carretera analizando la vegetación en función de las características litológicas, edáficas y de relieve. Se elaboró una lista florística de las especies presentes en los principales tipos de vegetación; se definió el sistema ambiental regional y las subunidades y las unidades o subdivisiones de éste.

Fauna

Para determinar el tipo de fauna que posiblemente se encuentra en la zona fue necesario tomar en cuenta los datos reportados bibliográficamente a nivel local y regional.

Con los datos bibliográficos obtenidos se elaboraron listados preliminares para posteriormente corroborarlos en campo. Conociendo la composición ambiental de la zona con base en un mapa del sitio y del proyecto se establecieron los sitios de muestreo y observación. Se hicieron recorridos por diversos puntos del área de estudio reconociendo huellas y rastros de los organismos, así como marcas y nidos. Se contó con especialistas en fauna con amplia experiencia en la fauna de la localidad y de toda la región de la zona de Morelia Michoacan. Finalmente se realizó una corroboración y revisión bibliográfica detallada de cada grupo taxonómico; con la finalidad de conocer el hábitat, distribución, hábitos y ambientes que cada especie prefiere para su sobrevivencia.

Para llevar a cabo el muestreo de aves se requirieron binoculares para su observación, cada especie fue corroborada e identificada taxonómicamente por medio de guías ornitológicas Peterson y Chalif, 1994 y Howell y Webb (1995).

Para el caso de los mamíferos se llevaron a cabo muestreos de observación directa e indirecta; en el primero de ellos se registraron todos los organismos observados y se identificaron taxonómicamente por medio de guías de campo Aranda (1981), Aranda (2000) y Medellín, *et. al* 1997; el segundo consistió en registrar a los organismos por medio de madrigueras, rastros, huellas, excretas e indicios con pobladores locales y fotografías propias de otros estudios en la zona.

VIII.1.3 Para la realización del diagnóstico ambiental y unidades ambientales

Se conjuntó toda la información descriptiva del sistema ambiental y se identificaron en reunión de expertos los rasgos de mayor relevancia mediante el análisis de diagramas de flujo. Se presentaron las características generales de los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos. A partir de dicha presentación se generaron diagramas sintetizando el diagnóstico ambiental y se discutieron las tendencias de deterioro.

Para conocer el diagnóstico regional sobre los recursos naturales y el estado de su conservación fue necesario lo siguiente:

- a) Establecer la funcionalidad de los factores ambientales.
- b) Determinar los principales indicadores del SAR
- c) Conocer el estado actual de los factores ambientales más relevantes
- d) Analizar la problemática regional.

CAPÍTULO V

VIII.1.4 Para la identificación y evaluación de impactos ambientales

- a) *Técnica de identificación de impactos ambientales directos e indirectos.*

Una vez que se obtuvo el conocimiento detallado de las características ambientales del sitio y las particularidades del proyecto, en reuniones multidisciplinarias se identificaron los impactos ambientales directos e indirectos derivados de las diferentes actividades utilizando el programa Mind Manager para generación de diagramas de flujo. A partir de dichos diagramas se seleccionaron los factores ambientales y las acciones del proyecto a ser evaluadas de manera semi-cuantitativa utilizando la siguiente metodología:

- b) *Técnicas para evaluar de manera semi-cuantitativa los impactos ambientales*

Se utilizó una matriz de cribado de impactos ambientales como técnica de evaluación de impactos. Esta matriz se diseñó a partir de diagramas y el programa de obra del proyecto, a fin de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental.

El procedimiento de evaluación se describe a continuación:

Se realizó la evaluación de impactos utilizando los criterios propuestos por Bojorquez et al. (1998). De acuerdo a este esquema, los criterios de evaluación se dividieron en básicos y complementarios. Los criterios básicos son 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E) y 3) duración (D); los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A) y 3) controversia (C).

Ambos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con mínimos efectos sobre el ambiente denotados por el cero, y máximos efectos denotados por el 9. Los criterios de calificación de cada impacto se entregaron de forma desglosada y los valores de 0 a 9 fueron asignados considerando valores cuantitativos obtenidos a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio en la medida de lo posible. Ello con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios.

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, esto es, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente. Se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

La definición utilizada para evaluar cada criterio fue la siguiente:

1. Naturaleza del impacto: benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).
2. Magnitud (M): Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizaron criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, listados de especies, clases de suelo, tipos de vegetación, etc.
3. Extensión espacial (E): Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. Esta se obtuvo a partir de los planos de los proyectos en el SIG. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignó la máxima calificación posible.
4. Duración (extensión temporal) (D): Tiempo en que el componente ambiental mostró los efectos de la actividad. Se asignó el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y tomando los demás criterios dentro del marco la vida útil de los proyectos.
5. Sinergismo (S): Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.

6. Efecto acumulativo (A): Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. Controversia (C): Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

Con los valores obtenidos se calcularon los índices básicos (IB) y los complementarios (IC) y, con ellos, el Índice Cuantitativo de Impacto (I) siguiendo el procedimiento descrito por Bojórquez et al. (1998), modificado por Sánchez-Colón y Flores-Martínez (en preparación) mediante la siguiente expresión:

$$I = IB^{(1-IC)}$$

donde: $IB = \frac{\sqrt[3]{(M * E * D)}}{9}$, $IC = (S+A+C) / 27$

La clasificación del índice de impacto fue la siguiente:

Valor del índice de Impacto	Calificación del Impacto
0.111 - 0.280	Muy bajo
0.281 – 0.460	Bajo
0.461 – 0.640	Moderado
0.641 – 0.820	Alto
0.821 – 1.000	Muy alto

La matriz de evaluación de impacto estuvo constituida por los diferentes valores del índice cuantitativo de impacto calculados para cada interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. Asimismo, la integración de la evaluación en función de los índices cuantitativos de impacto a lo largo del tiempo de duración de las obras y la operación de la carretera se presentaron en una gráfica escenario para facilitar su interpretación y la toma de medidas clave en los tiempos de mayor incidencia de impactos.

CAPÍTULO VI

Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales

Las medidas que son agrupadas dentro de la “Mitigación” de los impactos ambientales generados por un proyecto, buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Su función es maximizar la compatibilidad e integración del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico. Asimismo, la adecuada planeación de la realización de estas medidas dentro del cronograma de ejecución de los trabajos propios de la obra, permitirá una mejor realización de la misma.

CAPÍTULO VII

Construcción y análisis de escenarios y, en su caso, de alternativas del proyecto.

La proyección de escenarios con y sin proyecto y con y sin medidas de mitigación se generó a partir del análisis matricial de la calificación de impactos anteriormente descrita.

Para tener una visión general del escenario ambiental tendencial dentro de la zona fue necesario lo siguiente.

Se elaboraron una serie de gráficas de las tendencias de comportamiento de los procesos naturales, en las cuales se visualizan los cambios en los aspectos del sistema ambiental más importantes. Para realizar este modelo, se consideró corto plazo (cinco años); mediano plazo (seis a diez años) y largo plazo (quince años en adelante). Posteriormente se correlacionaron estos escenarios con los impactos actuales para determinar la calidad ambiental del sitio, la cual será representada por valores que van de 0 a 9, donde nueve es un sitio en perfecto estado de conservación y cero es el efecto máximo en el ambiente (sitio muy degradado). Para realizar este modelo, los expertos determinaron con base en el trabajo de campo, aquellos INDICADORES ambientales que son esenciales para el funcionamiento del sistema, mismos que fueron empleados en la evaluación del impacto ambiental y se presentan en la matriz de impacto. Una vez establecidos estos factores se agruparon por rubro (p.e. vegetación, geomorfología, etc.) para esta evaluación, y se asignaron valores entre 0 y 9 a cada uno.

VIII.2.2. Resultados de los levantamientos botánicos, faunísticos, edafológicos evaluación de impactos efectuada.

VIII.2.3. Cartografía y planos de proyecto

VIII.2.4. Literatura consultada y referida

- Arriaga, C.,V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:250 000. Segunda edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinosa, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:250 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México..
- Biodiversity and Conservation. 11: 2063 – 2084.
- Birkeland, 1984. Soils and Geomorphology. Oxford University Press. U.K. 233 p.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO; Instituto de Biología, UNAM; Agrupación Sierra Madre, S.C. 847 p.
- CNA, 2004. Situación de los Recursos Hídricos. En: Estadísticas de agua de México. Comisión nacional de agua. Pp 23-50
- Collingham, Y. C. y B. Huntley. 2000. Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates. Ecological Applications, 10(1):130
- CONABIO. 2004. Regionalización. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONABIO. 2006. Monitoreo de Ecosistemas: *Análisis de Cambio de Vegetación, Caso Michoacán.*, en www.conabio.gob.mx.
- CONAFORT. 2006. Ecosistemas Forestales, en www.conafor.gob.mx.
- CONANP. 2005. Áreas Naturales Protegidas.
- CONAPO, 2006. II Censo de Población y Vivienda 2005, Resultados Definitivos.
- FAO, ISRIC & ISSS 2006. World Reference base of soil resources. FAO,ISRIC & ISSS. Report on World Natural Resources No. 84. Rome, Italy. 58 p.
- Fernández, R. y D. Deraga. 1995. La zona occidental en el Clásico. P.p. 175-203, en: Historia Antigua de México (Manzanilla Linda y L. López Lujan, Coord.), Vol. II. INAH-UNAM-Porrúa, 293 pp.
- Fergusquía-Villafranca, J. 1998. Geología de México: una sinopsis. En: Biodiversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Ramamoorthy, T., R. Bye, A, Lot y j. Fa (comps.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. Publicación especial (17)1:16. Carnegie Museum of Natural History Pittsburg.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO-UNAM. México. 439 p.
- Foreman R.T.T. 1995. Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press. N.Y. 632 p.
- García, E. 1988 Modificaciones al sistema de Clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) Offset Larrios 4ª Ed. México pp.220
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of México and northern Central America. Oxford University Press. London. 851.
- INAFED. 2000. Sistema Nacional de Información Municipal. Versión 7 para Windows (www.inafed.gob.mx). Secretaría de Gobernación.
- INEGI (1978). "Carta topográfica Morelia E14-1" Escala 1:250000.
- INEGI Mapa geológico escala 1:250 000. Instituto nacional de estadística, geografía e informática. México
- INEGI, Mapa edafológico escala 1:250 000. Instituto nacional de estadística, geografía e informática. México
- INEGI. 2000. XII Censo general de población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI varios censos. Censos de Población y Vivienda, 1970 a 2000.
- INEGI. 2006a. Sistema Municipal de Base de Datos; Censo Económico de 1989. www.inegi.gob.mx/.../default.asp?c=73 [2006, diciembre 6].
- INEGI. 2006b. Sistema Municipal de Base de Datos; Censo Económico de 1999. www.inegi.gob.mx/.../default.asp?c=73 [2006, diciembre 6].
- INEGI. 2006c. Sistema Municipal de Base de Datos; Censo de Población de 1990. www.inegi.gob.mx/.../default.asp?c=73 [2006, diciembre 2].
- INEGI. 2006d. Sistema Municipal de Base de Datos; Censo de Población de 2000. www.inegi.gob.mx/.../default.asp?c=73 [2006, diciembre 2].
- INEGI. Mapa topográfico escala 1:250 000 Instituto nacional de estadística, geografía e informática. México.
- Janzen, H.H. 1988. Tropical dry forests. The most endangered mayor tropical ecosystem. In: E.O. Wilson (Ed) Biodiversity. National Academy Press, Washington, pp 130-137.
- Medellín, A. R; H. T. Arita y O. H. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México (clave de campo). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México. 83p

- Michelet, Dominique. 1995. La zona occidental en el Posclásico. Pp. 153-188, en: Historia Antigua de México (Manzanilla Linda y L. López Lujan, Coord.), Vol. III. INAH-UNAM-Porrúa, 513 pp.
- Miranda F. y E. Hernández – X 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot, Mex. 28:29-179
- Olive, J.C. y A. Arteaga C. 1988. INAH, una historia. Colección de Divulgación, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 464 pp.
- Pennington, T.D. & J. Sarukhan 1998. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies UNAM. FCE: México 521 pp.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1994. Aves de México. Guía de campo. Diana. México. 473p
- Ramírez-Pulido, J; M. C. Britton; A. Perdomo y A. Castro. 1986: Catálogo de mamíferos terrestres de México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México D. F. 720 p.
- Rzedowski, J 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México D,F. 431 pp.
- Rzedowski, J and R. McVaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. Contr. Mich. Herb. Vol. 9 (1) 1 -123
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies de flora y fauna silvestres de México-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusivo o cambio-Lista de especies en riesgo. SEMARNAT. México. 56p
- SEGOB, 2005a. Enciclopedia de los municipios: Tarimbaro, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEGOB, 2005b. Enciclopedia de los municipios: Morelia, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEGOB, 2005c. Enciclopedia de los municipios: Lagunillas, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEGOB, 2005d. Enciclopedia de los municipios: Quiroga, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEGOB, 2005e. Enciclopedia de los municipios: Tzintzuntzan, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEGOB, 2005f. Enciclopedia de los municipios: Pátzcuaro, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEGOB, 2005g. Enciclopedia de los municipios: Huiramba, Michoacán. Secretaría de Gobernación. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_michoacán [2006, noviembre 6].
- SEMARNAT. 2001. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006.
- SEMARNAT. 2006a. Leyes Federales. Coordinación de Política y Regulación Ambiental.

- SEMARNAT. 2006b. Reglamentos. Coordinación de Política y Regulación Ambiental.
- SEMARNAT. 2006c. Normas Oficiales Mexicanas. Coordinación de Política y Regulación Ambiental.
- Siebe, C., Jahn, R., Stahr, K. 1996. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. Publicación especial 4. Sociedad mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
- SPP (SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO). 1981. *Síntesis geográfica del estado Michoacán*. México D. F. 170 p. + 13 mapas.