

## CAPÍTULO 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

**“Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos”**

#### I.1.2. Ubicación (dirección) del proyecto

La Autopista atravesará los municipios de: Jantetelco, Ayala, Jonacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Tepalcingo, todos en el Estado de Morelos, con las siguientes coordenadas:

Cuadro I.1. Coordenadas del inicio y término del proyecto en UTM.

Coordenadas UTM		
	ORIGEN (0+000)	FINAL (61+548)
X	476141.437	524482.795
Y	2053165.059	2068537.817

#### I.1.3 Duración del proyecto

El proyecto de obra se estima que sea concluido en un total de 36 meses, cabe mencionar que dicho lapso es un estimado y puede variar debido a retrasos en la obtención de permisos, licitaciones, liberación del derecho de vía, entre otros.

## I.2 Datos generales del promovente

### I.2.1 Nombre o razón social

**Operador de Carreteras de Cuota del Estado de Morelos.**

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

**Protección de datos LFTAIPG**

### I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

**Protección de datos LFTAIPG**

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

**Protección de datos LFTAIPG**

### I.2.5. Dirección de correo electrónico

**Protección de datos LFTAIPG**

## I.2.6 Datos generales del consultor que elaboró el estudio

### I.2.1 Nombre o razón social

**INE S.A DE C.V**

### I.2.2 RFC

**Protección de datos LFTAIPG**

### I.2.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

**Protección de datos LFTAIPG**

I.2.4. Número de cédula profesional del responsable de la elaboración del estudio

**Protección de datos LFTAIPG**

I.2.5 Dirección del responsable del estudio

**Protección de datos LFTAIPG**

I.2.6 Teléfono

**Protección de datos LFTAIPG**

I.2.6 Correo electrónico

**Protección de datos LFTAIPG**

## Índice de contenido

2. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo .....	6
2.1 Información general del proyecto.....	6
2.1.1 Naturaleza del proyecto.....	8
2.1.2 Justificación.....	10
2.1.3 Ubicación física.....	14
2.1.4 Inversión requerida.....	17
2.2 Características particulares del proyecto, plan o programa .....	18
2.2.1 Programa de trabajo.....	52
2.2.2 Representación gráfica regional .....	54
2.2.3 Representación gráfica local .....	55
2.2.4 Preparación del sitio y construcción.....	59
2.2.5 Operación y mantenimiento.....	91
2.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	96
2.2.7 Residuos.....	96



### Índice de tablas

Tabla 2-1 . Coordenadas geográficas y UTM donde se ubicará el proyecto .....	15
Tabla 2-2 Origen de los recursos .....	17
Tabla 2-3 Inversión del proyecto por etapas.....	18
Tabla 2-4 Características técnicas del proyecto. ....	19
Tabla 2-5 Obras complementarias del proyecto. ....	21
Tabla 2-6 Entronques y puentes del trazo carretero.....	36
Tabla 2-7 Áreas de proyecto de plaza de cobro y parador .....	40
Tabla 2-8 Personal requerido por etapas.....	48
Tabla 2-9. Dimensiones generales del proyecto denominado “Autopista Siglo XXI, Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)- Jantetelco” .....	49
Tabla 2-10. Tipo de vegetación afectada por el trazo .....	50
Tabla 2-11. Uso de suelo sobre el derecho de vía del proyecto.....	51
Tabla 2-12. Diagrama de Gantt. Programa general de trabajo.....	53
Tabla 2-13. Puntos de inflexión de la Autopista. ....	56
Tabla 2-14 Generación per cápita diaria de residuos sólidos urbanos por zona geográfica, 2000 a 2011 (Kilogramos por habitante por día).....	97
Tabla 2-15. Sitios de disposición final de residuos sólidos en el Estado de Morelos que cumplen con la normatividad en la materia.....	99

### Índice de figuras

Figura 2-1 Localización del proyecto .....	7
Figura 2-2 Inicio y final del trazo.....	16
Figura 2-3 Sección tipo de la carretera y conformación de pavimentos.....	20
Figura 2-4 Croquis de ubicación del proyecto.....	52
Figura 2-5 Representación gráfica regional del proyecto.....	55

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

### 2.1 Información general del proyecto

El proyecto denominado “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco”, plantea la construcción de una carretera con una longitud total de 61.8 Km en el Estado de Morelos, cuya trayectoria inicia en el entronque con la Autopista del Sol (aproximadamente en el km 137+200) y concluye en el Municipio de Jantetelco.

Las características geométricas del proyecto obedecen a una Autopista tipo A2, de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con una velocidad de proyecto de 110 Km/h, una pendiente gobernadora de 4% y una pendiente máxima de 6%. El proyecto se desarrollará dentro de un ancho de derecho de vía de 60 metros, con un ancho de corona de 12.00m, alojando una calzada de 7m, con carriles de 3.50m por cada sentido; además de dos acotamientos de 2.5m a cada lado.

La carretera atravesará los municipios de: Jantetelco, Ayala, Jonacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Tepalcingo, todos en el Estado de Morelos.

Capítulo II

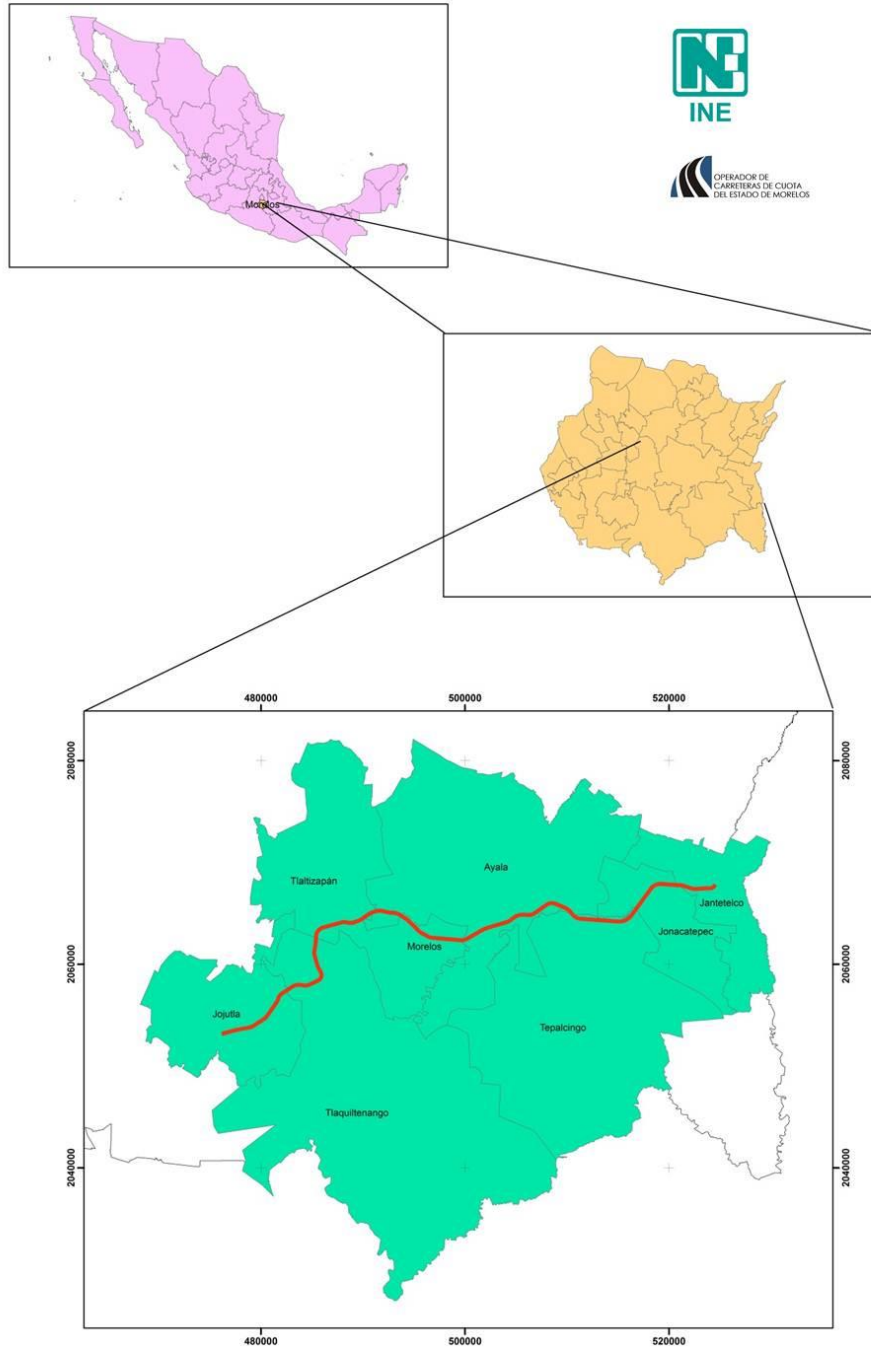


Figura 2-1 Localización del proyecto

### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto carretero se enmarca en el inciso IV del artículo 11 del Reglamento en materia de impacto ambiental de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, que establece los: *Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.*

La construcción del proyecto permitirá dar continuidad de la comunicación entre la zona del Golfo y el Pacífico logrando con ella una plena integración e interacción entre las comunidades aledañas y los grandes centros urbanos. Además de permitir y promover el libre tránsito a las zonas turísticas establecidas y las que se desarrollen en el área, contribuyendo así, en el establecimiento de una política de competitividad económica. Actualmente el acceso a dichas zonas es limitado por la escasa infraestructura vial, por lo que es de suma importancia que se operen vías de comunicación con altas especificaciones, satisfaciendo con ello las necesidades en cuanto a la reducción de tiempo y costo de traslado.

En los últimos años la red carretera ha cobrado gran importancia en el país, ya que constituye un instrumento de enlace entre los sectores económicos, por lo que las actividades económicas de producción de bienes o servicios, dependen en gran medida del desplazamiento de sus insumos, así como del traslado de la misma población.

Contar con una adecuada red de carreteras permite, alcanzar el máximo potencial de producción de la energía, de recursos humanos y materiales, reducir los costos que implican el recorrido de las distancias, la transportación de bienes y recursos en

regiones distantes y de difícil acceso, facilita el desarrollo de la producción en gran escala, además de permitir la expansión de las zonas de mercado y el abastecimiento de las empresas, y en general, propicia y promueve actividades económicas relativas al comercio.

Por su parte el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, considera en su objetivo 4.9, *Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica*, así como la estrategia 4.9.1 *Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia*. Las líneas de acción correspondientes al sector carretero que se relacionan con el proyecto son las siguientes:

- *Consolidar y/o modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales estratégicos, y concluir aquellos que se encuentren pendientes.*
- *Ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento.*
- *Realizar obras de conexión y accesos a nodos logísticos que favorezcan el tránsito intermodal.*

Lo anterior, se ajusta a los objetivos del presente proyecto, correspondiente al sector económico de servicios, ya que pretende establecer la conectividad entre el Golfo y el Pacífico. Este proyecto carretero estará a cargo del Organismo Operador de Carreteras de Cuota del Estado de Morelos, posteriormente el proyecto será transferido mediante convenio a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y los recursos necesarios para su ejecución son de origen federal.

Es importante resaltar que dado que la construcción de la carretera puede impactar algún componente del medio ambiente, se ajustará a las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI del presente estudio, así como aquellas que señale la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en términos de lo que señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Reglamento.

### 2.1.2 Justificación

Como se mencionó anteriormente, la construcción del proyecto “**Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)- Jantetelco**”, tiene por objeto satisfacer la necesidad de comunicación entre dos regiones con potencial turístico, de ahí la importancia de implementar nuevas vías de comunicación, propiciando con ello un mayor desarrollo económico en la región. Se pretende así, satisfacer la demanda creciente para el desplazamiento de los vehículos automotores, principalmente en la zona centro-occidente del país, disminuyendo el riesgo de accidentes y mejorando el tiempo y costo de traslado.

Cabe señalar también que este proyecto carretero ha sido proyectado desde hace varios años debido a los beneficios sociales y económicos que traería su construcción, por tal motivo existe el antecedente de que dicho proyecto ya fue autorizado con anterioridad por la SEMARNAT con fecha 30 de octubre de 2009 mediante el oficio S.G.P.A./DGIRA.DG.6677.09, habiendo sido ingresado a la dependencia en el mes de agosto del mismo año por el Organismo Público Descentralizado Operador de Carreteras de Cuotas del Estado de Morelos y unos días antes de salir dictaminado el proyecto. El proyecto sometido en 2009 es bastante similar al que se somete a evaluación en esta ocasión y la principal razón por la que se solicita nuevamente dictamen a la SEMARNAT es porque la autorización en materia de impacto ambiental

## Capítulo II

referida anteriormente perdió su vigencia sin que se llevara a cabo el proyecto carretero.

El estado de Morelos, está ubicado estratégicamente en el centro del país, constituyendo un paso obligado para la zona turística del oriente de la República Mexicana. Sin embargo, no existe actualmente una conectividad vial adecuada que permita un tránsito ágil y seguro, por lo que al ejecutarse el presente proyecto se mejorará el sistema vial de Morelos, además de propiciar el desarrollo socioeconómico de sus habitantes.

La ejecución del proyecto se justifica y ajusta desde la perspectiva ambiental, al considerarse en el presente estudio medidas de prevención y mitigación de los impactos potenciales que la obra llegue a generar. Es importante considerar que la zona donde se desarrollará la autopista carece de una cobertura forestal abundante, por el contrario gran parte del trazo se ubica en áreas cuyas actividades antropocéntricas ya han generado un cambio de uso de suelo y en la actualidad se encuentran ociosas o destinadas para uso agropecuario.

Adicional a lo anterior, con la reducción de las distancias en los recorridos de los vehículos que requieren desplazarse entre el Golfo y el Pacífico de la República Mexicana en la zona de influencia del proyecto, se disminuirán las emisiones a la atmosfera provenientes de vehículos automotores, como: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Con lo anterior se contribuye al cumplimiento de las acciones definidas en el “Pacto por México”, para transitar a una economía baja en carbono.

### Objetivos del proyecto:

- Establecer conectividad vial desde el municipio de Jantetelco Morelos, hasta la Autopista del Sol.
- Disminuir el tiempo de traslado para reducir costos de transporte y promover un mayor desarrollo socioeconómico de los municipios de Jantetelco, Ayala, Jonacatepec, Jojutla, Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Tepalcingo, en el estado de Morelos, así como de la zona de influencia del proyecto.
- Reducir las emisiones de gases a la atmosfera, generadas por el tránsito de vehículos automotores que requieren desplazarse entre el Golfo y el Pacífico de la República Mexicana en la zona de influencia del proyecto.

#### 2.1.2.1 Selección del sitio o trayectorias

La selección de la ruta fue realizada a través de un proceso que implica diversas actividades, que van, desde el acopio de datos, examen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar a este nivel los costos y ventajas del trazo propuesto y su conveniencia, con respecto a las ventajas económicas, sociales y ambientales que ofrece el trazo propuesto.

Entre los diferentes aspectos empleados para determinar la ruta del proyecto, se realizó la recopilación y análisis de información de los siguientes tópicos:

- Comunicaciones e Infraestructura existentes.
- Usos de suelo y vegetación.
- Geología y Geomorfología.
- Hidrología.
- Economía.
- Política.



## Capítulo II

Como resultado de lo anterior, se obtuvo un conjunto de datos que fueron empleados en el diseño de la trayectoria que seguirá la carretera. Resultando en un trazo óptimo, entendiéndose como aquel que se adapta a las características topográficas del terreno. Sin embargo, la sección de una línea y su adaptabilidad a éste dependieron de los criterios adoptados, mismos que dependen del tipo y volumen de tránsito previsto durante la vida útil del camino, así como de la velocidad de proyecto.

Por consiguiente, una vez que se clasificó la vía y fijaron las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se buscó una combinación de alineamientos que se adaptan al terreno, planimétrica y altimétricamente, tomando en consideración aspectos tales, como: requerimientos del derecho de vía, la división de propiedades, el efecto de la vía proyectada sobre otras existentes, el uso de suelo y vegetación, los cruces con ríos, las intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, las previsiones para lograr un buen drenaje y la naturaleza geológica de los terrenos donde se alojará la carretera, entre otros factores. Todo lo anterior, influyó en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical del proyecto lo que permite realizar la construcción del mismo con el menor movimiento de terracerías y con el mejor balance entre los volúmenes que se produzcan entre excavación y terraplén.

Lo antes expuesto, colocó la ruta del proyecto en zonas con una topografía caracterizada por terrenos sensiblemente planos a lomeríos suaves y medios, en su mayoría desprovistos de vegetación y/o dedicados a actividades agrícolas, esto se traduce en:

- Fácil acceso al trazo del proyecto, reduciendo la distancia de traslados y las emisiones a la atmósfera generadas por dicha actividad.
- Menor generación de residuos provenientes del desmonte y despalme.
- Menor afectación sobre los ecosistemas existentes.

## Capítulo II

- Reducir el espesor de la capa niveladora, requiriendo menos volumen de material de préstamo.
- Reducir la cantidad de cortes y la altura de los mismos.
- Mejor planeación de las obras complementarias de drenaje, con el propósito de no afectar el escurrimiento natural del agua y evitar almacenamiento de agua debido a la construcción de la autopista.

Adicionalmente, se buscó que el trazo se encontrara lo más cercano posible a los bancos de préstamo de materiales existentes en el área, reduciendo la cantidad y distancia de los acarrees, disminuyendo las afectaciones al ambiente, así como de caminos de acceso y brechas a los mismos, aunado a la reducción de la contaminación atmosférica generada por las emisiones vehiculares, ruido y levantamiento de polvo consecuente de la reducción de la distancia de los acarrees.

A partir de lo anterior se determinó la ubicación óptima del trazo del proyecto, misma que se describe en el siguiente apartado.

### 2.1.3 Ubicación física

El proyecto se ubicará físicamente en el Estado de Morelos, particularmente atravesará por siete municipios: Ayala, Jantetelco, Jojutla, Tepalcingo, Jonacatepec, Tlaltizapan y Tlaquiltenango, atravesando además cerca de las siguientes localidades:

- Higuierón
- Jojutla
- Pedro Amaro
- Colonia Alfredo B. Bonfil
- Tlaquiltenango
- Tlaltizapan
- San Rafael Zaragoza
- Huitzilla
- Tecomalco
- Los Amates
- San Gabriel
- El Salitre
- Amacuitapilco
- Chalcatzingo
- Jantetelco

A continuación se presentan las coordenadas geográficas y UTM iniciales y finales del trazo del proyecto:

Tabla 2-1 . Coordenadas geográficas y UTM donde se ubicará el proyecto

<b>Coordenadas geográficas y UTM donde se ubicará el proyecto</b>		
<b>Xicatlacotla (El Higuierón)-Jantetelco</b>		
	<b>Origen( 0+000)</b>	<b>Final(61+548)</b>
<b>Coordenadas UTM</b>		
<b>X</b>	476141.437	524482.795
<b>Y</b>	2053165.059	2068537.817
<b>Coordenadas Geográficas</b>		
<b>Latitud</b>	18°34'08.69"	18°42'06.04"
<b>Longitud</b>	99°13'33.80"	98°46'02.39"

Capítulo II

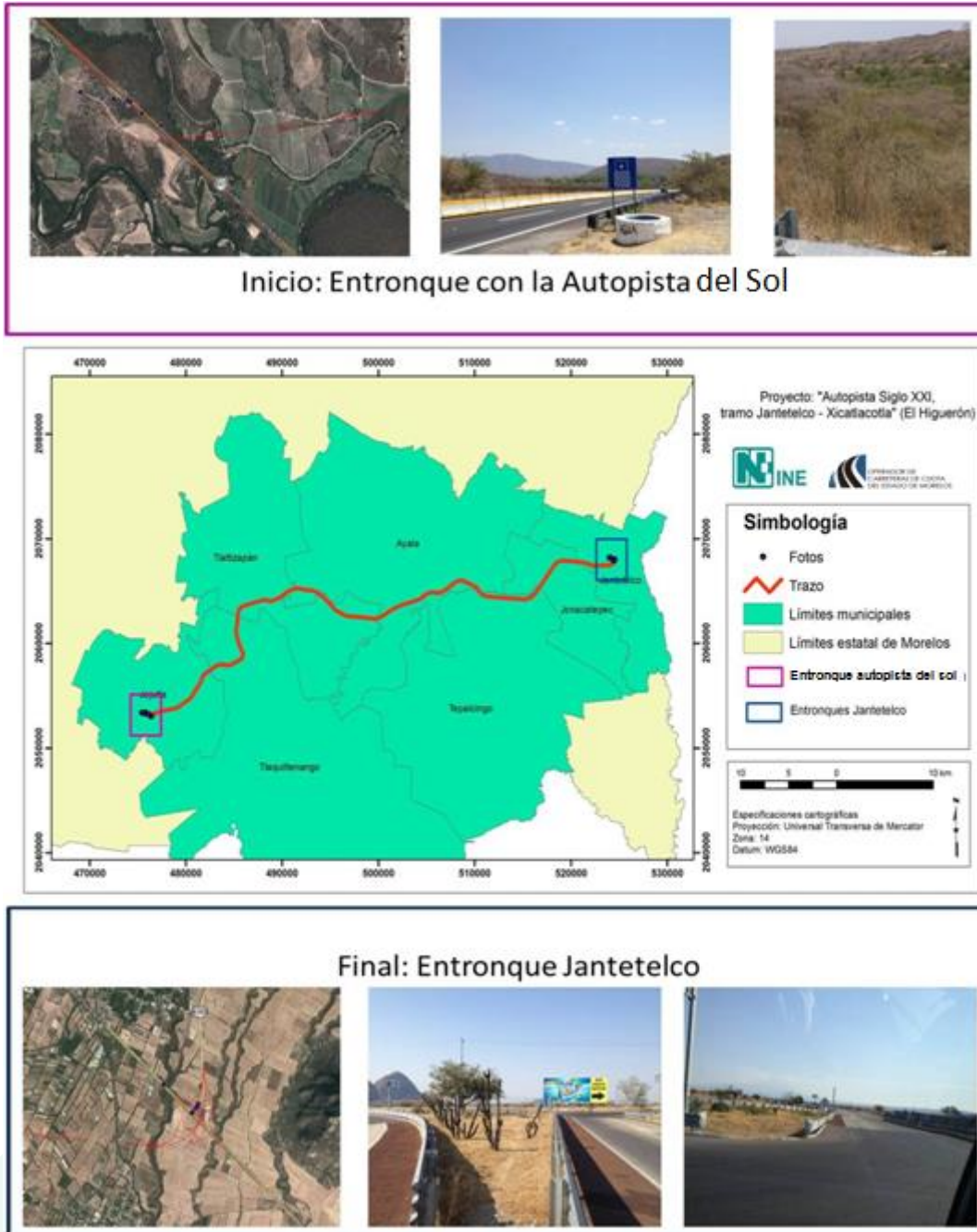


Figura 2-2 Inicio y final del trazo

### 2.1.4 Inversión requerida

Se estima que el costo de la inversión del proyecto, asciende aproximadamente a \$3,638,000,000.00 (Tres mil seiscientos treinta y ocho millones de pesos 00/00 M.N.) pesos mexicanos, en el momento de la realización del estudio.

El origen de los recursos se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 2-2 Origen de los recursos

Origen de los recursos		
Inversión	MDP	Observaciones
Subvención	1,150	Aportación Federal FONADIN
Inversión privada del Concesionario	1,400	(25% capital de riesgo equivalentes a 350MDP) (75% Créditos a bancos 1050 MDP)
Inversión privada del Concesionario	1.088	Costo de la operación y mantenimiento que realizará el concesionario

Del monto total de inversión se estima se invierta en medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental 22 millones de pesos aproximadamente, de acuerdo a lo establecido en el presente estudio de impacto ambiental

La aplicación de los recursos en las distintas fases del proyecto se realizará de la siguiente manera:

Tabla 2-3 Inversión del proyecto por etapas.

Inversión del proyecto por etapas	
Etapas	Inversión (millones de pesos)
Preparación del sitio	810
Construcción	1,711
Medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental	22
Gastos menores	7
Operación y mantenimiento	1,088
<b>Total</b>	<b>3,638</b>

## 2.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

Como ya se mencionó anteriormente, el proyecto consiste en la construcción de una carretera tipo A2, con una longitud total de 61.8 Km (considerando los entronques), contemplando un ancho de derecho de vía de 60 m, con un ancho de corona de 12.00 m, alojando una calzada de 7 m, con carriles de 3.50 m por cada sentido; además de dos acotamientos de 2.5 m a cada lado.

El tránsito diario promedio anual y la composición vehicular por sentido de circulación, son los siguientes:

Tabla 2-4 Características técnicas del proyecto.

Características técnicas del proyecto	
Concepto	Valor
Automóvil y pick-up (A)	69.00%
Autobuses (B)	8.90%
Camión (C2)	8.20%
Camión (C3)	6.30%
Camión (T3-S1)	7.3%
Camión (T3-S2)	0.3%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>
TDPA por sentido de circulación	3,327
No. de carriles de circulación por sentido	1
Coef. de distribución en el carril de proyecto	1.0
Tasa de crecimiento anual	4.5%
Horizonte de proyecto	50 años

Capítulo II

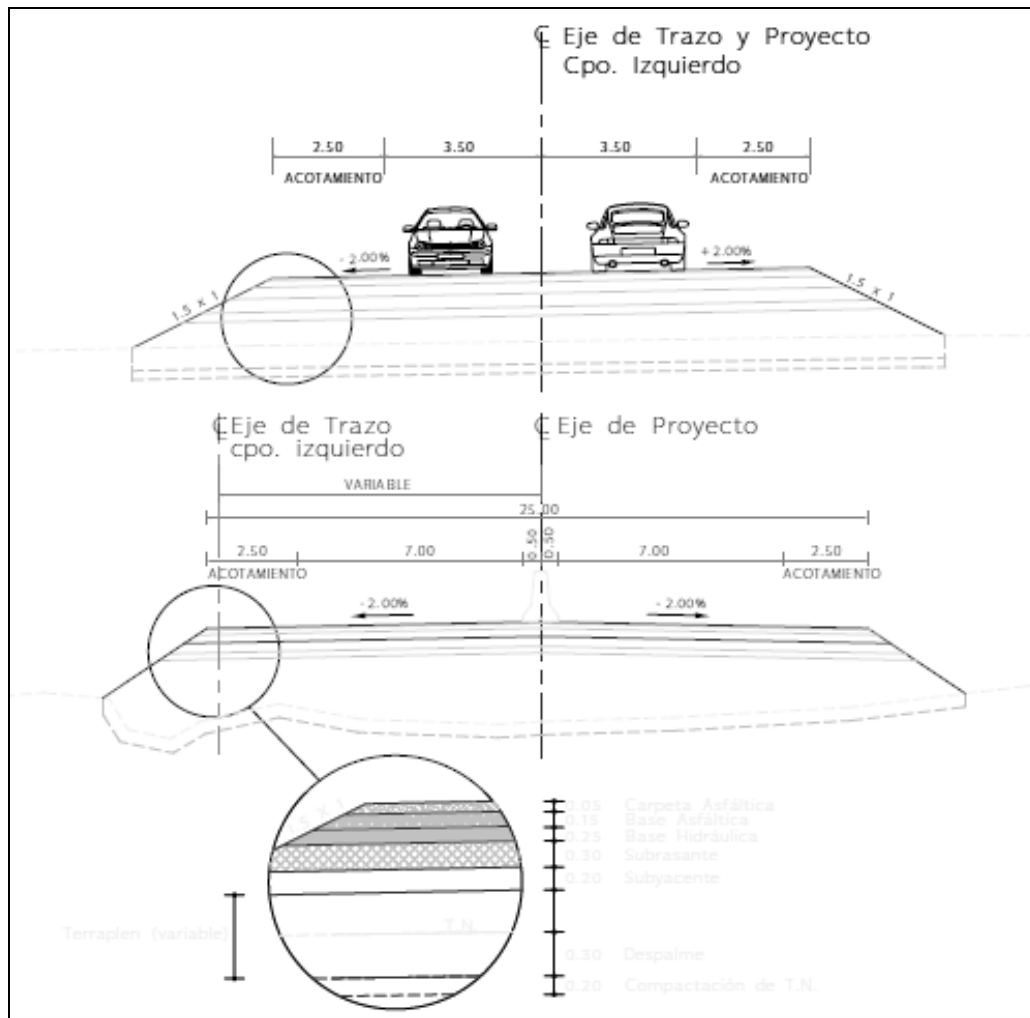


Figura 2-3 Sección tipo de la carretera y conformación de pavimentos.

Como parte de las obras adicionales se construirán 235 obras hidráulicas para el correcto funcionamiento de la carretera, así como para evitar alteraciones de los actuales escurrimientos superficiales y evitar así modificar el patrón hidrológico superficial de las cuencas. Para ello además de las obras necesarias como lavaderos, cunetas, bordillos, entre otros, se construirán obras de mayor tamaño como Alcantarillas de Lámina, de Tubo de Lámina y Mampostería, Pasos Inferiores Vehiculares y Pasos Superiores Vehiculares.



Como resultados del presente estudio de impacto ambiental se presentan algunas de las estructuras consideradas en el proyecto, incluyendo los puentes y pasos superiores vehiculares, serán adecuadas como pasos de fauna. Las obras complementarias del proyecto son las siguientes:

Tabla 2-5 Obras complementarias del proyecto.

Obras complementarias del proyecto			
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento
1	0+319.53	M-5.0x1.0 m	Canal de riego
2	0+571.03	M-3.0x2.0 m	Canal de riego
3	0+745.64	M-2-0x1.0 m	Canal de riego
4	0+848.43	M-1.5x1.0 m	Canal de riego
5	0+929.55	M-2.5x1.0 m	Canal de riego
6	1+164.50	M-1.5x1.0 m	Canal de riego
7	1+353.10	M-1.0x1.0 m	Canal de riego
8	1+435.65	M-2-0x1.0 m	Canal de riego
9	1+454.82	M-1.5x1.0 m	Canal de riego
10	1+600.00	L-2.0x1.5 m	Arroyo intermitente sin nombre
11	1+815.00	Puente	Arroyo intermitente sin nombre
12	2+036.71	M-1.5x1.0 m	Canal de riego
13	2+162.95	M-5.0x2.0 m	Canal de riego
14	2+475.01	M-6.0x2.0 m	Canal de riego

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
15	2+620.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
16	2+765.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
17	2+807.30	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
18	2+955.65	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
19	3+153.75	M-3.0x1.0 m	Canal de riego		
20	3+300.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
21	3+508.51	M-3.5x1.2 m	Canal de riego		
22	3+633.80	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
23	3+707.10	M-1.5x1.0 m	Canal de riego		
24	3+834.00	Puente	Río Cuautla		
25	4+009.99	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		
26	4+160.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
27	4+275.83	M-4.5x1.0 m	Canal de riego		
28	4+401.63	M-0.5x1.0 m	Canal de riego		
29	4+600.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
30	4+796.16	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
31	4+877.08	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
32	5+071.92	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
33	5+072.60	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
34	5+317.70	M-3.5x1.0 m	Canal de riego		
35	5+440.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
36	5+632.04	M-4.0x1.3 m	Canal de riego		
37	5+811.03	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
38	5+835.00	TL-3.96 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
39	5+906.97	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
40	5+985.06	M-6.0x2.0 m	Canal de riego		
41	6+286.16	M-3.5x1.5 m	Canal de riego		
42	6+510.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
43	7+220.00	P.S.V.	Arroyo	intermitente	sin nombre
44	7+360.00	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
45	7+554.70	M-1.5x1.0 m	Canal de riego		
46	7+610.73	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		
47	7+686.21	M-3.0x1.5 m	Canal de riego		
48	7+780.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
49	7+838.77	M-3.5x1.0 m	Canal de riego		
50	7+897.88	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
51	8+140.00	TL-6.10 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
52	8+450.03	M-3.5x1.5 m	Canal de riego		
53	8+460.00	P.S.V.	Arroyo	intermitente	sin nombre
54	8+780.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
55	8+880.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
56	9+120.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
57	9+320.00	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
58	9+468.69	M-3.0x1.5 m	Canal de riego		
59	9+493.11	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
60	9+760.00	P.S.V.	Arroyo	intermitente	sin nombre
61	9+960.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
62	11+400.00	TL-1.52 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
63	11+680.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
64	12+031.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
65	12+223.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
66	12+623.00	TL-3.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
67	12+654.69	TL-2.59 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
68	12+824.64	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
69	12+912.03	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
70	12+983.33	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
71	13+128.97	TL-2.13 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
72	13+463.10	TL-2.59 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
73	13+920.00	TL-2.59 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
74	14+048.80	TL-2.59 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
75	14+563.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
76	14+700.00	TL-1.52 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
77	14+800.00	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
78	15+125.5	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
79	15+226.5	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
80	15+342.70	TL-3.81 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
81	15+531.6	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
82	15+640.00	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
83	15+750.00	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
84	15+874.35	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
85	15+991.9	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
86	16+060.0	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
87	16+137.7	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
88	16+824.7	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
89	17+360.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
90	17+480.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
91	17+648.1	TL-1.52 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
92	17+720.0	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
93	18+450.0	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
94	18+771.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
95	19+107.35	TL-3.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
96	19+420.0	2L-6.0x2.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
97	19+800.0	2L-6.0x2.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
98	20+220.0	L-2.5x1.5 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
99	20+353.9	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
100	20+353.900	M-1.5x1.0 m	Canal de riego		
101	20+573.83	TL-1.07 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
102	21+871.0	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
103	24+204.94	TL-1.22 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
104	24+760.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
105	25+078.19	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
106	25+160.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
107	25+340.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
108	25+652.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
109	25+860.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
			nombre		
110	26+006.00	TL-1.2 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
111	26+214.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
112	26+488.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
113	26+640.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
114	26+900.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
115	27+020.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
116	27+120.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
117	27+488.00	TL-1.5 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
118	27+640.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
119	27+880.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
120	28+100.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
121	28+350.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
122	28+760.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
123	28+840.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre



Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
124	28+990.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
125	29+090.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
126	29+300.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
127	29+361.81	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
128	29+534.50	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
129	29+640.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
130	30+440.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
131	30+920.00	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
132	31+320.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
133	31+594.661	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
134	31+720.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
135	32+187.24	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
136	32+364.940	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
137	32+580.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
138	33+058.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
139	33+200.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
140	33+420.00	Puente	Río Cuautla		
141	33+600.000	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		
142	33+772.230	M-1.5x1.0 m	Canal de riego		
143	33+900.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
144	34+200.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
145	35+151.10	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
146	35+420.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
147	35+690.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
148	36+154.22	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
149	36+243.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
150	36+320.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
151	36+840.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
152	37+100.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
153	37+460.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
154	37+932.81	2TL-2.74 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
155	38+101.700	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
156	38+486.66	TL-Abov.	Arroyo	intermitente	sin nombre
157	38+840.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
158	39+068.493	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		
159	39+460.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
160	39+680.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
161	39+855.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
162	40+550.00	Puente	Arroyo	intermitente	sin nombre
163	40+740.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
164	40+995.660	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
165	41+220.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
166	41+420.00	TL-1.05 m Ø	Arroyo	intermitente	sin nombre
167	41+469.721	M-2-0x1.0 m	Canal de riego		
168	41+560.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo	intermitente	sin nombre
169	41+580.000	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
170	41+930.433	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto				
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento	
171	42+028.000	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
172	42+190.00	TL-Abov.	Arroyo intermitente	sin nombre
173	42+322.200	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
174	42+491.430	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
175	42+610.670	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
176	42+910.00	Puente	Arroyo intermitente	sin nombre
177	43+329,040	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
178	43+512.912	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
179	43+850.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente	sin nombre
180	44+025.510	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
181	44+220.00	TL-1.2 m Ø	Arroyo intermitente	sin nombre
182	44+625.00	Puente	Arroyo intermitente	sin nombre
183	45+154.300	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
184	45+323.500	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
185	45+330.00	P.I.V. Dos Vías	Arroyo intermitente	sin nombre
186	45+756.880	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
187	46+328,048	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	
188	46+651.290	M-1.0x1.0 m	Canal de riego	

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
189	46+882.870	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
190	47+160.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
191	47+340.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
192	47+520.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
193	47+770.84	L-4.0x2.5 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
194	47+980.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
195	48+080.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
196	48+324.95	L-4.0x2.5 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
197	48+743.80	P.S.V	Arroyo	intermitente	sin nombre
198	49+260.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
199	49+420.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
200	49+760.00	TL-1.05 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
201	50+260.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
202	50+600.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
203	51+400.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
			nombre		
204	51+761.03	TL-2.44 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
205	51+986.48	L-2.0x1.5 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
206	52+118.42	TL-1.83 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
207	52+140.00	Puente	Río Yautepec		
208	52+500.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
209	52+680.00	TL-1.07 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
210	53+000.00	TL-1.07 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
211	53+116.15	TL-1.07 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
212	53+722.08	TL-4.27 m	Río Yautepec		
213	53+940.00	TL-1.07 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
214	54+325.12	TL-3.81 m	Río Yautepec		
215	54+476.05	TL-1.83 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
216	54+700.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
217	54+980.00	TL-2.44 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
218	55+174.09	TL-1.83 m	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto					
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento		
219	55+380.00	TL-1.07 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
220	55+751.48	TL-1.83 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
221	55+948.00	Puente	Río Yautepec		
222	56+420.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
223	56+784.83	TL-2.44 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
224	57+402.00	TL-1.83 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
225	57+402.780	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
226	57+630,500	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
227	57+660.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
228	57+773.460	M-2.5x1.0 m	Canal de riego		
229	58+180.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
230	58+660.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
231	58+814.350	M-1.0x1.0 m	Canal de riego		
232	59+200.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
233	59+705.00	TL-3.51 m	Arroyo	intermitente	sin nombre
234	59+920.00	L-1.5x1.0 m	Arroyo	intermitente	sin nombre

Capítulo II

Obras complementarias del proyecto			
Número de Obra	Cadenamiento	Tipo de Obra	Cruzamiento
235	60+033	Puente	Río Yautepec

Simbología: L – Alcantarilla de lámina, TL – Alcantarilla de tubo de lámina, M- Alcantarilla de mampostería, P.I.V. – Paso Inferior Vehicular, P.S.V. – Paso Superior Vehicular

Tabla 2-6 Entronques y puentes del trazo carretero.

Entronques y puentes del trazo carretero						
ID	Tipo de estructura	Cadenamiento		Longitud	Ancho	Altura
		Inicial	Final			
1	PSV Entronque del Sol	0+025	0+025	50	8.8	5.5
2	Puente "Entronque del Sol"	0+265	0+290	35	12.8	8
3	PIV	1+350		30	8.8	7
4	PIV	3+149		30	8.8	7
5	Puente	3+803	3+859	55.24	12.8	6.35
6	PIV	6+390		30	8.8	7
7	PSV El Higuierón	7+220		30	12.8	5.5
8	Entronque Jojutla	8+460		30	12.8	5.5
9	PSV La Mezquitera	9+760		30	12.8	5.5
10	PIV Jesús Cerillo	10+490		30	8.8	7
11	PSV	11+185	11+261	75.92	12.8	5.95
12	Puente	14+520	14+670	60	12.8	15
13	Puente	15+289	15+381	91.28	12.8	16



Capítulo II

<b>Entronques y puentes del trazo carretero</b>						
<b>ID</b>	<b>Tipo de estructura</b>	<b>Cadenamiento</b>	<b>Longitud</b>	<b>Ancho</b>	<b>Altura</b>	
14	Puente	16+370 16+676	306.3	13.1	24	
15	Puente	17+120 17+160	91	12.8	16	
16	Puente	17+960 18+000	91	12.8	16	
17	PSV	19+010	30	12.8	5.5	
18	PSV	20+538	30	12.8	5.5	
19	Puente	21+548 21+776	228.36	13.5	19	
20	Puente	22+171 22+324	152.56	13.5	13	
21	Puente	22+457 22+578	121.68	13.5	29	
22	PIV	26+650	30	8.8	7	
23	PIV	27+850	30	8.8	7	
24	Puente	27+982 28+196	214.2	13.5	18.7	
25	Puente	28+300 28+391	100	12.8	16	
26	Puente	28+840	91.28	13.5	21	
27	Puente	29+060 29+140	91	20		
28	PIV	29+960	30	8.8	7	
29	PIV Entronque San Rafael	32+580	30	13.3	5.5	
30	Puente	33+284 33+569	285.04	12.8	44	
31	PIV Tecomalco	33+900	30	8.8	7	
32	Puente	35+646 35+748	102.56	13.1	12	
33	Puente	36+680 36+970	153.35	12.8	13	
34	Puente	37+035 37+157	122.52	12.8	17	

Capítulo II

Entronques y puentes del trazo carretero					
ID	Tipo de estructura	Cadenamiento	Longitud	Ancho	Altura
35	PIV	37+460	30	8.8	7
36	Puente	39+830 39+870	60	12.8	15
37	Puente	40+480 40+620	60	12.8	15
38	Puente La cuera	42+818 42+996	178.36	13.2	34.3
39	PIV	43+510	30	8.8	7
40	PIV	43+850	30	8.8	7
41	Puente	44+588 44+678	90.84	12.8	37
42	PIV	45+630	30	8.8	7
43	Puente	45+930 46+115	184.2	12.8	12.35
44	PSFC	48+743	40	12.8	7.5
45	Puente	51+749 51+774	25	12.8	14.8
46	Puente	52+100 52+170	35.5	12.8	16.2
47	PIV	52+400	30	8.8	7
48	PIV	53+750	30	8.8	7
49	PIV	54+650	30	8.8	7
50	PIV	55+585	30	8.8	7
51	Puente Larga	Barranca 55+928 55+968	40	12.8	23
52	PIV	56+300	30	8.8	7
53	PSV	57+085	10	12.8	5.5
54	PIV	57+770	30	8.8	7
55	PIV	59+160	30	8.8	7

Entronques y puentes del trazo carretero					
ID	Tipo de estructura	Cadenamiento	Longitud	Ancho	Altura
56	PIV Chacalzingo	59+700	30	8.8	7
57	Puente	60+075    60+228	152.56	13.3	25.6
58	PSV    Entronque Jantetelco	61+850	30	20.8	5.5

Como parte de las obras adicionales, se considera la construcción de instalaciones deportivas en Jonacatepec y Jojutla, en donde se habilitará parte del derecho de vía adyacente al trazo del proyecto para la operación de canchas deportivas.

Además se ha considerado la implementación de un sistema de cobro que constará de una plaza de cobro proyectada en el Km. 32+500, y 4 casetas auxiliares que se localizarán en el kilómetro 8+500. La plaza de cobro estará integrada por casetas integradas por una plataforma con carriles de cobro, cada carril con su respectiva cabina de cobro o de entrada (donde se registran los vehículos), también se construirá un conjunto de edificios administrativos y de servicios. El derecho de vía adicional necesario será de 100 m de largo por 25 de fondo, es decir, 2,500 m<sup>2</sup>, para la zona del conjunto de edificios administrativos y de servicios.

En el conjunto de administrativo y de servicios contará con áreas de administración como lo son: vestíbulo, esclusa de valores, área de mantenimiento de equipos de informáticos, área de auditoría, área de telemática, área de descanso de la administración, área de almacén e insumos, área común, área de sanitarios para empleados, área de planta de emergencia, vestidores, área de equipo neumático y garita de vigilancia.

Adicionalmente en la plaza de cobro se contará con los siguientes elementos:

- Asta bandera
- Subestación eléctrica
- Planta de emergencia
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Equipos hidroneumáticos
- Equipo clorador
- Equipos contra incendios
- Equipos de aire acondicionado
- Equipos de conteo y control de tránsito
- Equipos de comunicaciones
- Sistemas de iluminación
- Sistemas de pararrayos

Además de los elementos enlistados, se consideran obras y equipamiento para interiores y exteriores que requiere la plaza de cobro para su correcto y completo funcionamiento, tales como: conexiones a los servicios públicos disponibles, bardas, cercos, guarniciones, banquetas, jardinería, pavimentos especiales, vibradores, áreas para estacionamiento y maniobras cotidianas y de emergencia, ductos, registros, intercomunicación, depósitos para agua potable y de riego, calentadores de agua, pozos de absorción, señalamiento vertical y horizontal necesario, barreras separadoras y canalizaciones necesarias.

Tabla 2-7 Áreas de proyecto de plaza de cobro y parador

Áreas de proyecto de plaza de cobro y parador		
Componente	área	ubicación
Parador de servicios	12,968	
Plaza de cobro	2,500	8+500( auxiliar) y 32+500 (principal)
Antena de telecomunicaciones	n/a	32+500 (dentro de la zona de cobro)

Otra de las obras complementarias del proyecto será la construcción de un par de paradores integrales para brindar un mejor servicio a los usuarios de la carretera, constituido por instalaciones y construcciones adyacentes al derecho de vía,

localizadas a ambos lados del camino. Los servicios obligatorios que tendrá el par serán los siguientes:

En ambos lados del Camino:

- Gasolinera con áreas divididas para gasolina (2 tipos) y diesel.
- Módulo con tiendas de conveniencia, que cuenten además con sanitarios gratuitos, teléfonos públicos y fax, (L.D.), módulo de información turística.
- Áreas de descanso.
- Zonas de estacionamiento separadas para vehículos ligeros y camiones.
- Paradero de Autobuses.
- Caseta para seguridad.
- Señalamiento vial.
- Iluminación exterior.

En un solo lado del Camino:

- Módulo con taller mecánico para emergencias, vulcanizadora y refaccionaria.
- Servicio de arrastre (grúas).
- Servicio médico y de ambulancia.
- Módulo para la Policía Federal Preventiva.

Adicionalmente se considera la construcción dentro del derecho de vía del proyecto, de miradores integrados al SOS, en superficies al aire libre delimitadas y acondicionadas para el descanso momentáneo de usuarios de la autopista; en estas zonas existirán espacios destinados a estacionamiento de vehículos, un área de información y se proporcionarán servicios complementarios a éstos.

La instalación del mirador constará de lo siguiente:

## Capítulo II

- Plataforma pavimentada de 4.50 m de ancho medidos en forma normal, a partir del hombro del camino, por 15 m de largo.
- Aparato telefónico S.O.S. montado sobre un poste anclado a la plataforma, con su fuente de poder, conectado al sistema de fibra óptica.
- Depósito para basura, con capacidad mínima de 200 litros, pintado y montado sobre una estructura que permita bascularlo y/o desmontarlo para su limpieza.
- Depósito para agua, con capacidad mínima de 200 litros, pintado y con letrero de advertencia de que el agua no es apta para consumo humano, el depósito debe poder drenarse para su limpieza periódica.
- Señales de tránsito vehiculares e informativas.
- Área complementaria de parqueo para vehículos.
- Área de información a usuarios.
- Sanitarios.
- Señalización.
- Equipamiento en general.

Como parte de las obras complementarias del proyecto, se construirán rampas de emergencia para frenado, para disipar la energía cinética de los vehículos que queden fuera de control por fallas mecánicas, principalmente en sus sistemas de frenos, desacelerándolos en forma controlada y segura, mediante el uso de materiales granulares sueltos y aprovechando, en su caso, la acción de la gravedad. De acuerdo al diseño geométrico del trazo del proyecto las rampas que se construirán podrán ser de montículo, descendentes o ascendentes, para lo que se extenderá el pavimento de la por el acceso hasta el sitio donde inicie la cama de frenado de cada rampa, con el fin de que los vehículos puedan entrar de manera expedita. Cada rampa contará con un

adecuado sistema de drenaje y subdrenaje que evite el deterioro de las características del material que forme la cama de frenado.

### *Obras asociadas*

Las obras asociadas que se requerirán para el desarrollo del proyecto serán bodegas, patios de maquinaria y habilitado de materiales (acero principalmente), así como campamentos, mismas que dependerán de los programas y procedimientos constructivos de la obra.

Para la ejecución del proyecto será necesario emplear bancos de materiales, considerados como excavaciones a cielo abierto consignadas a extraer material que se destinará a la formación de cuerpos de terraplenes, ampliaciones de coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes y subrasantes, terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contigua a estructuras; capas de pavimento; protección de obras y trabajos de restauración ecológica; así como, para la de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos.

Con la finalidad de reducir las afectaciones por la extracción de estos materiales, se emplearán bancos que actualmente se encuentran en explotación, y cuenten con las autorizaciones en materia ambiental aplicables al tipo de actividad.

Entre los bancos de materiales que se emplearán para el proyecto se encuentran los siguientes:

1. Banco Caminos y Pavimentos del Sur, S.A: Se ubica a 9.5 km a la izquierda de la estación 8+500 correspondiente al camino: Entre Galeana-Jojutla-

## Capítulo II

Tequesquitengo, en la zona sur poniente del Cerro El Venado. En este lugar se encuentra roca sedimentaria caliza color café grisáceo. El banco es explotado por una empresa particular y dispone de materiales para producir material para terracerías y pavimento. Para la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica los fragmentos de roca caliza se trituran totalmente y criban a los tamaños especificados.

2. Banco Explo Querétaro: Se ubica a 8.5 Km a la izquierda de la estación 8+500 correspondiente al camino: Entre Galeana-Jojutla- Tequesquitengo, en la zona sur poniente del Cerro El Venado. En este lugar se encuentra una roca sedimentaria caliza color café grisáceo. El banco lo explota una empresa particular y cuenta con materiales para la formación de las terracerías y el pavimento. Para la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica los fragmentos de roca caliza se trituran totalmente y criban a los tamaños especificados.
3. Banco Los Caballos: Se ubica a 8 Km a la izquierda de la estación 19+000 correspondiente al camino: Entre Tlaltizapan-Zacatepec de Hidalgo-Acamilpa, cerca del poblado de Acamilpa. En este banco de propiedad particular, se encuentra material sedimentado, arenisca poco cementada color gris.
4. Banco Km 24: Se ubica a 200 metros a la izquierda de la estación 24+000, en el kilómetro 22+200 del camino a Temilpa Viejo. En este lugar se encuentra una roca sedimentaria caliza color café grisáceo. El banco es explotado por un particular y dispone de materiales para la formación de las terracerías y el pavimento. Para la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica los fragmentos de roca caliza se trituran totalmente y criban a los tamaños especificados.



5. Banco Coachi: Se ubica a 100m a la izquierda de la estación 52+900 correspondiente al camino: Las Animas-Jantetelco en el Cerro Coachi. En este lugar se encuentra una roca sedimentaria caliza color café grisáceo. El Cerro es de régimen Ejidal y dispone de materiales para la formación de las terracerías y el pavimento. Para la formación de la base hidráulica y la carpeta asfáltica los fragmentos de roca caliza se trituran totalmente y criban a los tamaños especificados.
6. Banco Chiquihuite: En el km 25+500 del Camino Chacanpalco-San Rafael Zaragoza a 2,500 metros a la izquierda se encuentra un banco de préstamo de material ígneo clasificado como piroclástico, tezontle, color rojo, actualmente en explotación. De este se obtendrá material para sub-base hidráulica mediante cribado.
7. Banco KM 4+500. Se ubica a 4,000 metros de la localidad de El Higuierón, accediendo por la derecha de la estación 4+500, en el camino Entre El Higuierón-Xicatlacota-Nexpa. En este lugar se encuentra una arcilla de alta plasticidad color gris oscuro con arena, grava y materia orgánica fisurada blanda y poco húmeda. Así como roca sedimentaria Lutita y arenisca color café grisáceo, fracturada y alterada. El banco es explotado por un particular.

De igual forma, se requerirán bancos de tiro para el material de desperdicio que se cortará en la zona, resultando necesario analizar si el material de corte es apto para la construcción de terraplenes para aplicarse en la obra. En caso de que el material carezca de las características aptas para su aprovechamiento, se depositará en bancos de tiro, seleccionados con criterios ambientales a fin de disminuir las afectaciones ambientales, cumpliendo así con lo establecido en el Reglamento de la Ley del

Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental.

Otro de los requerimientos por el tipo de obra son los caminos de acceso y/o ampliación de brechas, al respecto se destaca que el trazo se encuentra bien comunicado y al momento no se han determinado afectaciones por este concepto. Por último, se establece en el presente estudio la recomendación de situar las áreas destinadas a obras provisionales dentro del derecho de vía y/o en zonas perturbadas o con menor densidad de vegetación, realizándose para ello una evaluación cualitativa de las afectaciones en el presente estudio; sin embargo, la ubicación precisa de los sitios será determinada en etapas posteriores del proyecto tomando en consideración en todo momento, los criterios ambientales aplicables que permitan evitar afectaciones significativas sobre el ambiente.

### ***Servicios requeridos***

La construcción de la carretera, implica el requerimiento de ciertos servicios durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mismos que serán principalmente:

- Agua: Agua cruda
- Combustibles: Diesel y gasolina
- Servicios sanitarios: Sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores.

Unos de los insumos con mayor relevancia dentro del proyecto, será la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de equipos a emplear en las actividades de soldadura, alumbrado de la obra y áreas de uso común. Ésta será abastecida a través de plantas de energía portátiles de combustión interna, que proporcionarán un voltaje de 220 voltios.

## Capítulo II

El agua potable para consumo humano será a través de bidones de plástico con una capacidad de 20 litros cada uno para el suministro a los trabajadores del proyecto, contratando los servicios de una empresa local para el suministro. En lo que respecta al agua cruda, será suministrada por pipas según se vaya requiriendo, enviándose a los frentes de trabajo. Se estima un requerimiento de este insumo del orden de 40 m<sup>3</sup> al día, dichos insumos serán abastecidos en las localidades ubicadas en sitios aledaños al proyecto y deberán contar con la concesión correspondiente para la explotación del recurso hídrico.

El diesel y la gasolina que se requerirá para la operación del equipo, maquinaria y vehículos automotores se estiman en 865,200L de diesel y 100,100L de gasolina. Estos insumos se obtendrán en los centros de venta de las ciudades de Cuernavaca, Cuautla, y localidades intermedias que cuenten con estación de servicio como es el caso de Tlaltizapán y Tlaquiltenango.

En cuanto al servicio de sanitarios portátiles, éstos se arrendarán a empresas especializadas, las cuales se encargarán del manejo y disposición adecuada de los residuos provenientes de los sanitarios. Se estima la utilización de un sanitario por cada 20 trabajadores, por lo que se tendrán que rentar un total de 30 sanitarios portátiles, los cuales se distribuirán en los diferentes frentes de trabajo.

A la fecha no es posible determinar la cantidad exacta de personal necesario para realizar el proyecto, ya que depende de la empresa constructora y del tiempo de contratación; sin embargo, de acuerdo a experiencias anteriores se estima que sea una plantilla total aproximada de 592 personas para la etapa de construcción, mientras que la etapa de operación consistirá en 57 personas, las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 2-8 Personal requerido por etapas.

Personal requerido por etapas		
Etapa	Tipo de personal	Número de elementos
<b>Construcción</b>	Ingenieros de mando	5
	Ingenieros generales (civiles y topógrafos)	15
	Personal técnico especializado	30
	Personal capacitado (operadores)	42
	Mano de obra calificado	150
	Peones generales	350
	<b>Total en la etapa de construcción</b>	<b>592</b>
<b>Operación</b>	Jefe de caseta	7
	Colectores de peaje	24
	Intendencia	6
	Oficina	4
	Vigilancia	12
	Mantenimiento	4
	<b>Total en la etapa de operación</b>	<b>57</b>

### *Superficie total requerida*

La superficie total requerida de acuerdo a las dimensiones del proyecto será de 422.97 ha contemplado un derecho de vía de 60.00 m de ancho y una longitud de 61.8 km.

Tabla 2-9. Dimensiones generales del proyecto denominado “Autopista Siglo XXI, Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)- Jantetelco”.

Datos de proyecto		
Características	Datos	Observaciones
Longitud Total	61.8 Km	Considera los entronques
Ancho de Derecho De Vía	60m y 40m(55+260 al 60+200)	
Ancho de Corona	12	
Ancho de Calzada	7m	
Ancho de Acotamiento	2.5 m	
Velocidad de Operación	90 - 110 Km/hr	
Superficie PIV'S	240,240	21 PIV's en m <sup>2</sup>
Entronques	724,260	m <sup>2</sup>
Superficie Troncal	3,265,200	m <sup>2</sup>
<b>Superficie Total</b>	<b>4,229,700</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

La realización del proyecto implica la afectación de espacios que serán ocupados por las actividades relacionadas a las obras que se efectuarán. Actualmente el uso de suelo presente en el área donde se pretende ubicar el proyecto corresponde a zonas empleadas para actividades agrícolas, de igual forma se presentan áreas con acahual de selva baja caducifolia que se desarrollaron como consecuencia de actividades de remoción de la cobertura arbórea original sobre el trazo del proyecto en años anteriores.

Capítulo II

En la siguiente tabla se presentan los tipos de vegetación por kilometraje:

Tabla 2-10. Tipo de vegetación afectada por el trazo

Tipo de vegetación afectado por el trazo			Tipo de vegetación afectado por el trazo		
Tipo de vegetación	Kilometraje		Tipo de vegetación	Kilometraje	
	Desde	Hasta		Desde	Hasta
Agricultura	0+000.00	0+176.00	Selva Baja Caducifolia	30+571.00	30+891.32
Selva Baja Caducifolia	0+176.00	0+345.00	Agricultura	30+891.32	32+200.00
Agricultura	0+345.00	11+983.00	Selva Baja Caducifolia	32+200.00	32+800.00
Selva Baja Caducifolia	11+983.00	12+557.13	Agricultura	32+800.00	33+732.00
Agricultura	12+557.13	12+594.00	Selva Baja Caducifolia	33+732.00	34+298.46
Selva Baja Caducifolia	12+594.00	18+540.00	Agricultura	34+298.46	35+000.00
Agricultura	18+540.00	18+610.00	Selva Baja Caducifolia	35+000.00	37+400.00
Selva Baja Caducifolia	18+610.00	19+669.98	Agricultura	37+400.00	39+884.39
Agricultura	19+669.98	19+800.00	Selva Baja Caducifolia	39+884.39	39+987.25
Selva Baja Caducifolia	19+800.00	19+947.30	Agricultura	39+987.25	51+056.34
Agricultura	19+947.30	20+000.00	Selva Baja Caducifolia	51+056.34	51+494.06
Selva Baja Caducifolia	20+000.00	20+127.05	Agricultura	51+494.06	52+085.54
Agricultura	20+127.05	21.311.47	Agricultura	52+085.54	52+255.65
Selva Baja Caducifolia	21.311.47	26.367.83	Agricultura	52+255.65	59+096.90
Agricultura	26.367.83	26+970.00	Selva Baja Caducifolia	59+096.90	59+323.19
Selva Baja Caducifolia	26+970.00	28+316.38	Agricultura	59+323.19	59+420.13
Agricultura	28+316.38	30+571.00	Selva Baja Caducifolia	59+420.13	59+557.09

El uso del suelo de la superficie en la que se desarrollará el proyecto (considerando el DDV y entronques), es la siguiente:

Tabla 2-11. Uso de suelo sobre el derecho de vía del proyecto.

Uso del suelo sobre el derecho de vía		
Uso de suelo	Ha	%
Agrícola	288.95	68.31%
Forestal	134.02	31.68%
<b>Total</b>	<b>422.97</b>	<b>100.00%</b>

*Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra*

El sitio de proyecto se localiza en la parte central del estado de Morelos. Las vías de acceso son, por su sección Poniente por la Autopista del Sol (Carretera No. 96); por la parte Norte se encuentra la Carretera Federal No. 160 que proviene de la ciudad de Cuautla y por el Oriente se encuentra el camino estatal que viene de Tetela del Volcán y va a Jonacatepec. Ver figura 2-4. Aunado a ello, se utilizarán los caminos de terracería ya existentes que se encuentran en el área circundante del proyecto.

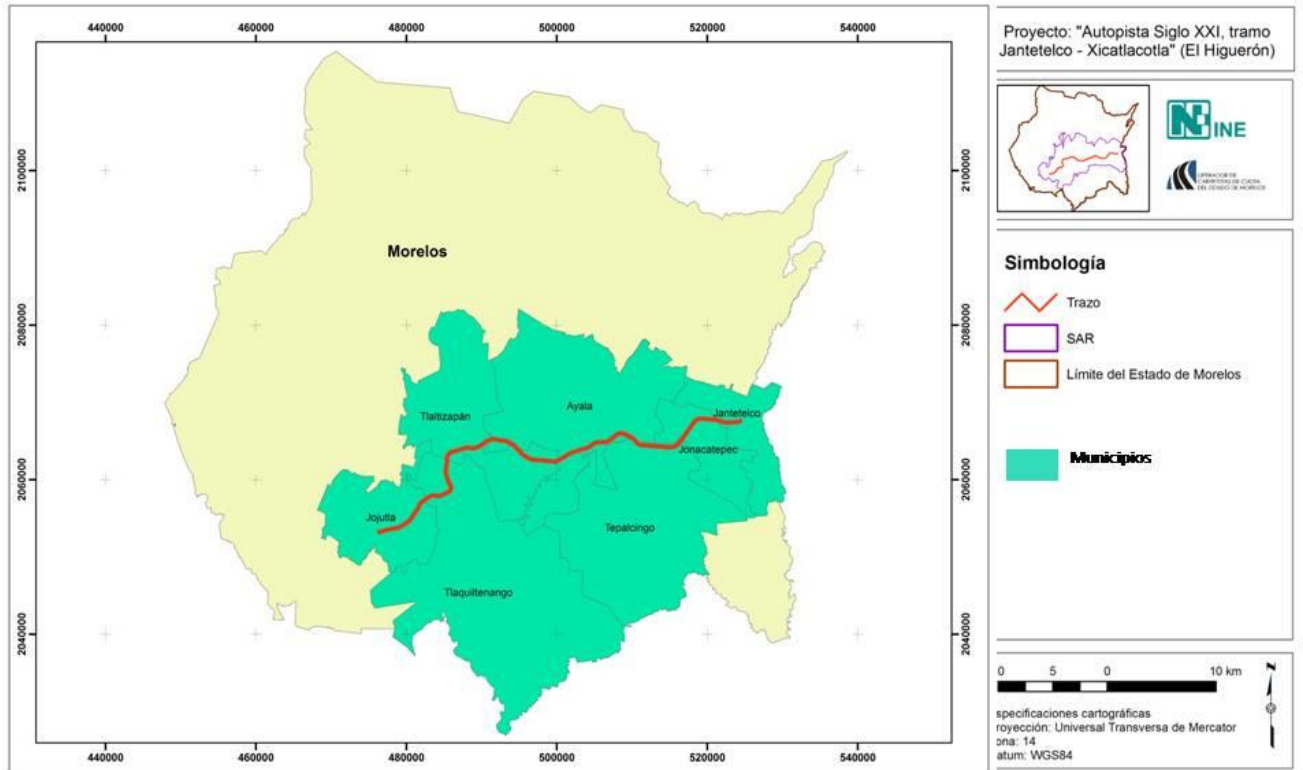


Figura 2-4 Croquis de ubicación del proyecto

### 2.2.1 Programa de trabajo

La construcción de la carretera tendrá una duración de 36 meses y se pretende iniciar con las obras en cuanto se tengan todas las autorizaciones correspondientes. Las actividades que implican la realización del proyecto se describen a continuación, se incluyen además la ejecución de prevención, mitigación y recuperación ambiental, mismas que se desarrollan en el Capítulo 6



Tabla 2-12. Diagrama de Gantt. Programa general de trabajo.

Diagrama de Gantt. Programa de Trabajo								
Actividad / Acciones	Semestres							
	Estudios previos		Realización de la obra (semestres)					
	1	2	1	2	3	4	5	6
Estudios de factibilidad técnica económica y financiera, proyecto ejecutivo y adquisición del derecho de vía	■	■						
Licitación y adjudicación de la obra		■						
Capacitación e implementación de lineamientos durante la estadía del personal en la obra		■	■	■	■	■	■	■
Programa de reforestación		■	■	■	■	■	■	■
Programa de conservación y mejoramiento del hábitat de los corredores biológicos		■	■	■	■	■	■	■
Programa de conservación y mejoramiento de los fragmentos de selva baja caducifolia		■	■	■	■	■	■	■
Programa de rescate y reubicación de flora y fauna		■						
Programa de restauración y estabilización de suelos		■	■	■	■	■	■	■
Implementación de medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental		■	■	■	■	■	■	■
Desmonte y despalme			■	■				
Excavaciones			■	■				
Rellenos				■	■			
Nivelaciones					■	■		

Diagrama de Gantt. Programa de Trabajo								
Actividad / Acciones	Semestres							
	Estudios previos		Realización de la obra (semestres)					
	1	2	1	2	3	4	5	6
Terracería								
Pavimentación								
Señalización								
Operación y mantenimiento	Se realizarán durante toda la vida útil del proyecto (28 años).							

### 2.2.2 Representación gráfica regional

Se presenta a continuación el trazo del proyecto a escala regional, con lo que es posible observar las dimensiones del mismo, respecto al sistema ambiental definido en el Capítulo 4 del presente estudio de impacto ambiental.

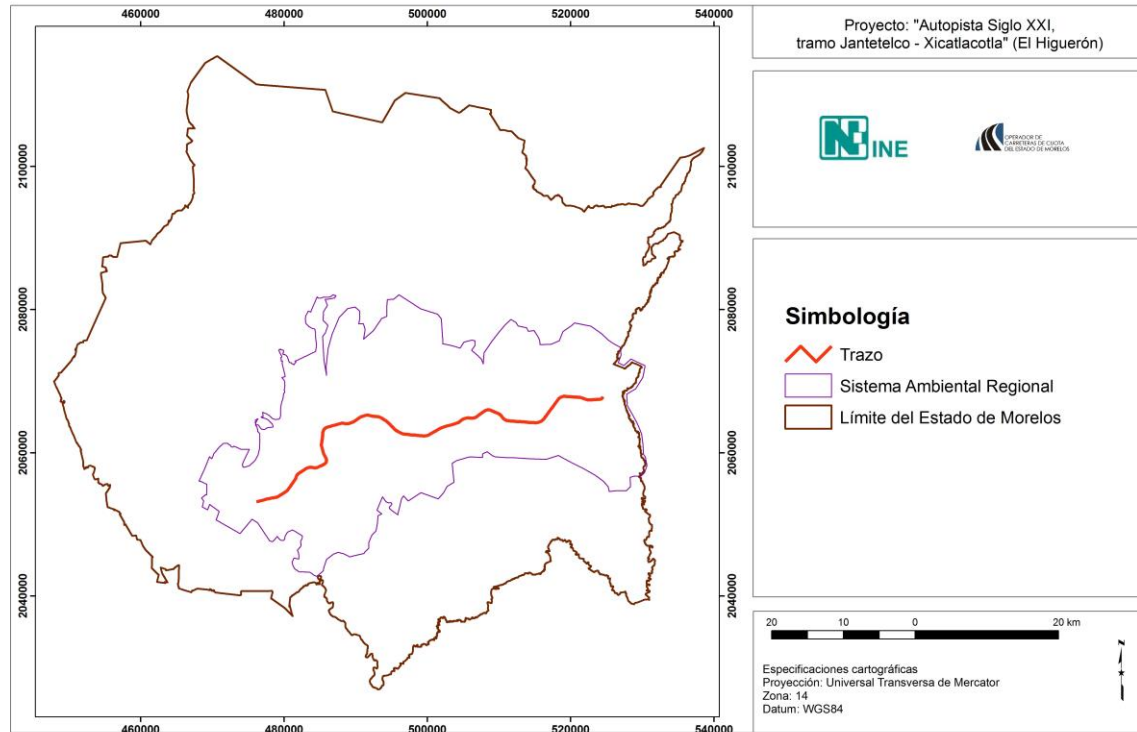


Figura 2-5 Representación gráfica regional del proyecto

### 2.2.3 Representación gráfica local

Se presentan a continuación representaciones gráficas del trazado del proyecto y de las obras que por sus efectos ambientales resultan relevantes.

En la siguiente tabla se indican los puntos de inflexión del trazado del proyecto.

Capítulo II

Tabla 2-13. Puntos de inflexión de la Autopista.

Puntos de inflexión de la Autopista			Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM		Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	476141.437	2053165.06	16	482062.95	2057143.38
2	477551.683	2053543.23	17	483049.712	2057795.52
3	477643.7	2053567.91	18	483410.856	2058034.2
4	477737.448	2053584.86	19	483839.606	2057974.49
5	478836.801	2053783.67	20	484218.802	2057921.67
6	479064.329	2053824.82	21	484494.99	2057883.2
7	479258.1	2053950.98	22	484745.816	2058005.04
8	480284.552	2054619.25	23	485552.882	2058397.07
9	480451.389	2054727.87	24	486142.269	2058683.37
10	480565.796	2054890.79	25	485841.345	2059265.42
11	481526.823	2056259.35	26	485572.398	2059785.62
12	481612.26	2056381.02	27	485529.347	2059868.89
13	481654.867	2056523.45	28	485504.041	2059959.15
14	481690.124	2056641.31	29	485259.449	2060831.5
15	481785.453	2056959.98	30	485190.615	2061077
			31	485232.371	2061328.53

Capítulo II

Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
32	485359.724	2062095.69
33	485375.07	2062188.12
34	485379.005	2062281.74
35	485391.945	2062589.62
36	485399.347	2062765.76
37	485427.325	2063431.41
38	486069.097	2063610.33
39	487871.171	2064112.71
40	488121.427	2064182.48
41	488121.427	2552251.46
42	488375.878	2064130.03
43	488600.356	2064083.76
44	488854.474	2064031.39
45	489098.35	2064119.95
46	489592.252	2064299.32
47	489735.029	2064351.17

Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
48	489859.366	2064438.43
49	490582	2064945.58
50	490741.653	2065057.62
51	490929.385	2065110.54
52	491325.375	2065222.16
53	491609.866	2065302.35
54	491897.651	2065234.93
55	492311.622	2065137.94
56	492501.059	2065093.56
57	492695.268	2065081.75
58	493022.922	2065061.82
59	493318.661	2065043.83
60	493568.618	2064884.75
61	494213.763	2064474.16
62	494311.057	2064412.24
63	494394.061	2064332.18

Capítulo II

Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
64	495130.932	2063621.39
65	495206.402	2063548.59
66	495274.908	2063469.2
67	495369.992	2063359.02
68	495509.133	2063197.78
69	495696.916	2063097.3
70	496362.336	2062741.26
71	496567.845	2062631.29
72	496799.98	2062610.35
73	499524.212	2062364.54
74	499884.427	2062332.03
75	500198.034	2062512.21
76	501465.777	2063240.54
77	501944.707	2063515.69
78	502475.291	2063669.2
79	504040.848	2064122.13

Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
80	504320.494	2064203.03
81	504539.299	2064395.05
82	504657.433	2064498.73
83	505151.352	2064932.18
84	505805.714	2064871.76
85	506089.637	2064845.55
86	506510.516	2064806.69
87	506855.824	2065050.43
88	507985.351	2065847.74
89	508404.892	2066143.89
90	508876.56	2065940.8
91	509856.823	2065518.71
92	510113.576	2065408.16
93	510290.578	2065191.8
94	510533.639	2064894.68
95	510845.372	2064513.62

Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
96	511336.365	2064477.45
97	514976.266	2064209.23
98	515821.693	2064146.94
99	516321.986	2064831.28
100	518227.035	2067437.2
101	518603.282	2067951.86
102	519238.976	2067903.54
103	521194.014	2067754.91
104	521338.437	2067743.93

Puntos de inflexión de la Autopista		
Puntos de inflexión	Coordenadas UTM	
	X	Y
105	521475.585	2067697.37
106	522209.823	2067448.06
107	522376.737	2067391.38
108	522552.768	2067400.65
109	523985.246	2067476.06
110	524683.922	2067512.85
111	524549.202	2068199.4
112	524482.795	2068537.82

## 2.2.4 Preparación del sitio y construcción

### 2.2.4.1 Preparación del sitio

En la etapa de preparación del sitio, se llevarán a cabo las actividades necesarias para dejar el terreno en condiciones apropiadas para el inicio de la construcción del tramo carretero. Dichas acciones se describen a continuación:

1.- Desmante. Esta actividad corresponde a la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía; específicamente en el área en la que quedará alojado el cuerpo del proyecto y en las áreas que se destinen para instalaciones fijas y provisionales, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obras y mejorar la visibilidad. El desmante comprende:

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

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección al sitio para programarlos y determinar el tipo de equipo que se requiere de acuerdo con las características de la vegetación.

Será delimitada la zona de desmante en el área determinada dentro del derecho de vía (línea de ceros), según lo establecido en el proyecto. En canales y contracunetas, el desmante se hará en la superficie limitada por las líneas trazadas a lo largo de los ceros de éstas. Este trabajo se realizará asegurando que toda materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto.

El desenraice se limitará a las superficies limitadas por las líneas trazadas a lo largo de los ceros de cortes, terraplenes, canales, contracunetas, entre otras. Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerías, serán cortadas.



En cualquier caso, se respetarán los árboles y la vegetación adyacente a cuerpos de agua.

2.- Despalme: Implica la remoción de material superficial del terreno, necesario para la construcción de la obra de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Previo al inicio de los trabajos, se realizará una visita de inspección para programar y determinar el tipo de equipo requerido de acuerdo con las características del sitio.

Previo al inicio del despalme y una vez ejecutado el desmonte, se delimitará la zona de despalme de acuerdo con lo indicado en proyecto. El espesor del despalme será de acuerdo al material existente en el lugar, de acuerdo con la estratigrafía del terreno o con la existencia de rellenos artificiales.

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como los pisos y fondo de excavaciones, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impidan el drenaje o que no invadan cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de la vegetación, se le adicionarán semillas de pasto o de vegetación propia de la zona, adecuada al paisaje sin afectar la buena visibilidad.

#### 2.2.4.2 Construcción

Durante la etapa de construcción del proyecto, se llevarán a cabo obras y actividades, como:

## Capítulo II

- Cortes
- Excavación para canales
- Excavación para estructuras
- Terraplenes
- Rellenos
- Acarreos
- Abatimiento de taludes
- Bermas
- Mampostería de piedra
- Zampeado
- Estructuras de concreto reforzado
- Alcantarillas de lámina corrugada.
- Cunetas
- Contracunetas
- Lavaderos
- Bordillos
- Subdrenes
- Revestimientos
- Subbases y bases
- Riegos de impregnación
- Riegos de liga
- Carpetas por el sistema de riegos
- Rampas de emergencia para frenado
- Señalamiento y colocación de dispositivos de seguridad

Es importante recalcar que no se requerirá de la utilización de explosivos en esta etapa. A continuación se describen las acciones que implican la realización de dichas actividades.

*1.- Cortes:* Son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra.

Para el inicio de los trabajos, la zona por cortar estará debidamente desmontada, delimitando entonces la zona de corte mediante estacas en las líneas de ceros, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Si el producto del corte se destina a la

formación de terraplenes, previo al inicio de los trabajos, es importante que la zona delimitada este también debidamente despalmada.

Los cortes se ejecutarán de acuerdo a las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites de la construcción, indicados por las líneas de ceros y de manera que se permita el drenaje natural del mismo, considerando siempre el talud establecido en el proyecto.

Los materiales producto del corte se utilizarán para construir terraplenes o arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes. Los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos recientes se retirarán del sitio para aprovecharse en el abatimiento de taludes o se depositarán, al igual que el material sobrante de los cortes, en el sitio y forma que indique el proyecto, siempre evitando alteraciones a cuerpos de agua, al paisaje y la obstaculización del drenaje natural; favoreciendo siempre la permanencia y desarrollo de la vegetación. En caso de que los materiales de los taludes resulten fragmentados o la superficie sea irregular o inestable, serán removidos.

*2.- Excavación para Canales:* Los canales son excavaciones ejecutadas a cielo abierto, con objeto de formar la sección de cauces artificiales o para la rectificación de cauces naturales, que capten los escurrimientos y desalojen el agua hacia las alcantarillas, a una cañada inmediata o a una parte baja del terreno, en un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

Previo al inicio de las excavaciones, la zona estará debidamente desmontada. Una vez terminado el desmonte se delimitará la zona de excavación mediante estacas, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Cuando el producto de la excavación se utilice en obras de terracería, se realizará el despalme de la zona delimitada. Si así lo indica el

proyecto se llevará a cabo las desviaciones necesarias para evitar que el agua afecte los trabajos de excavación.

La excavación para formar el canal se efectuará de acuerdo a las secciones y niveles establecidos en el proyecto. Se ejecutará de aguas abajo hacia aguas arriba, de tal manera que se permita el drenaje natural de la misma, efectuando las obras auxiliares necesarias para realizar, dentro de los límites económicos, la excavación en seco. En el caso en que no pueda drenarse la excavación por gravedad, el drenaje se ejecutará por bombeo.

El material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal, se removerá para asegurar la estabilidad de la excavación y preservar las secciones. Cuando el material se deposite lateralmente se dejará una berma entre la excavación y el depósito, con un ancho mínimo igual a la mitad de la altura de depósito y en ningún caso menor a un metro.

En el caso de contracunetas y canales en ladera, el desperdicio se depositará formando un bordo de sección sensiblemente uniforme, paralelo a la excavación, siempre de lado aguas abajo.

El material sobrante resultado de los cortes será transportado a los sitios de tiro que establezca la autoridad local competente y que cuenten con autorización para tal efecto o bien, se distribuirá uniformemente en áreas en las que no se obstruya el drenaje natural del terreno o que no invada cuerpos de agua, favoreciendo siempre, el desarrollo de la vegetación.

Una vez terminada la excavación, los taludes y el fondo de los canales serán afinados de acuerdo con la sección y la pendiente establecidas en el proyecto.

*3.- Excavación para Estructuras:* Las excavaciones para estructuras son aquellas que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje entre otras.

Previo al inicio de los trabajos, la zona por excavar deberá estar debidamente desmontada, delimitándola entonces de acuerdo a lo indicado en el proyecto. En concordancia con este, se realizarán de ser necesarias las desviaciones requeridas para evitar que el agua afecte los trabajos de excavación.

Es importante recalcar que con el fin de proteger la excavación, en caso de que la estructura para la cual se ejecutó, no inicie de manera inmediata y su fondo está formado por materiales altamente erosionables o que pueden ser afectados rápidamente por el intemperismo, se suspenderá dicha excavación arriba del nivel de desplante, hasta que este por iniciarse la construcción de la estructura.

Durante la ejecución de la excavación, se protegerá de inundaciones y se asegurará su estabilidad, para evitar derrumbes, drenando toda el agua que pudiese afectarla; además de remover el material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal.

Cuando se requiera que las paredes de la excavación sirvan de molde a un colado, sus dimensiones no deberán excederse en más de diez centímetros respecto a las fijadas en el proyecto, en caso de exceder dicho límite, se deberán poner moldes.

Una vez construida la estructura en la excavación, se rellenará con los materiales producto de la misma. El material sobrante se depositará en el sitio, en el banco de desperdicios o bien se distribuirá uniformemente en áreas del sitio, sin obstaculizar el drenaje natural del terreno, ni invadir cuerpos de agua.

Sobre el fondo de la excavación, se construirá un firme nivelado de concreto hidráulico, como desplante de la estructura. Las grietas y oquedades que se encuentren en dicho fondo, se rellenarán con concreto hidráulico u otro material.

*4.- Terraplenes:* Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel subrasante que indique el proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes. Se delimitará la zona de desplante del terraplén mediante estacas u otras referencias, previo al inicio de los trabajos, la zona de desplante del terraplén estará debidamente desmontada. Antes de iniciar la construcción de los terraplenes se rellenarán los huecos resultantes del desmonte y despalmado con material compactado; asimismo, se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante, en un espesor mínimo de veinte centímetros y a una compactación similar a la del terreno natural.

En el caso del material resultante de los cortes, si éste cumple con las especificaciones del proyecto, se utilizará en la construcción del cuerpo del terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes. El material faltante podrá ser adquirido en los bancos de materiales comerciales existentes en la región, y que cuenten con la autorización en materia de impacto ambiental para tal efecto.

Los materiales para cada capa deben cumplir con los requisitos de calidad señalados en las normas vigentes N-CMT-1-02 y N-CMT-1-03, y se deberán aplicar los procedimientos de ejecución y tolerancias que se señalan en la norma N-CTR-CAR-1-01-009.

## Capítulo II

En caso de obtener material que no cumpla con los requisitos de calidad señalados, será sustituido por otro de mejor calidad, para lo cual se abrirá una caja de profundidad necesaria como parte del despalme. El proyecto indicará si es necesaria la compactación del fondo de la caja, de acuerdo a las características del material. La caja se rellenará con capas compactadas con el material y la compactación que indique el proyecto.

En la ampliación de la corona o tendido de taludes en los que no se vaya a modificar el ancho de corona de terraplenes existentes o en trabajos para la elevación de la subrasante, se excavarán escalones de liga.

El material proveniente de cortes y bancos se descargarán sobre la superficie donde se extenderá, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que se puedan tender, acomodar, conformar y compactar en un turno de trabajo.

En caso del material compactable, este se preparará hasta alcanzar el contenido de agua de compactación y la homogeneidad en granulometría y humedad, extendiéndolo parcialmente e incorporándole el agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, o eliminado el agua excedente. Siempre que la topografía del terreno lo permita el material se extenderá en capas sucesivas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección.

Si así lo indica el proyecto, cuando la topografía del terreno presente lugares inaccesibles donde no sea posible la construcción por capas compactadas o acomodadas utilizando equipo mayor, se rellenarán a volteo para formar una plantilla en la que se pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas compactadas de ese nivel en adelante.

Cuando el nivel de desplante coincida sensiblemente con el nivel freático, se evitará desplantar el terraplén directamente sobre la superficie saturada, procediendo al abatimiento del nivel freático o a la colocación de una primera capa a volteo de espesor suficiente para que soporte al equipo.

Cuando el proyecto indique que se deba asegurar la compactación de los hombros de los terraplenes, estos se construirán con una sección más ancha que la teórica de proyecto, respetando la inclinación de los taludes señalada. En la etapa final de la constitución de los terraplenes, se construirán la capa subyacente, y la capa subrasante, con los espesores, materiales y grados de compactación que establezca el proyecto.

Cuando la construcción de la capa subrasante se ejecute directamente bajo el nivel del piso de un corte y los materiales del sitio satisfagan las características requeridas, dicha capa se formara sin necesidad de una excavación adicional, escarificando y compactando la cama de corte, con el espesor y grado de compactación establecido. Cada capa de material compactable, tendida y conformada, se compactará longitudinalmente, de las orillas hacia al centro de las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada, hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto.

Cada capa de material no compactable, tendida y conformada, se acomodará mediante bandeado, roseando un tractor montado sobre orugas, que tendrá una masa mínima de treinta y seis toneladas, de forma que pase cuando menos tres veces por cada sitio. El número de pasadas podrá ser ajustado en la obra, dependiendo del equipo que se utilice.



5.- *Rellenos*: El relleno es la colocación de materiales seleccionados o no, en excavaciones hechas para estructuras, obras de drenaje y subdrenaje, cuñas de terraplenes contiguos a estructuras, así como trincheras estabilizadoras. Los trabajos de relleno se podrán iniciar tan pronto sea posible, especialmente cuando las condiciones de desplante total o parcial de la estructura requieran protección.

Las capas de material se colocarán con espesores no mayores de los que puedan ser compactados con el equipo seleccionado. La compactación se hará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en toda el área de relleno. Los rellenos se compactarán a un grado de compactación mínimo de noventa por ciento de su masa volumétrica seca máxima, obtenida mediante la prueba AASHTO estándar.

Para el relleno de alcantarillas y estructuras en forma de arco, el material se extenderá en capas de manera simétrica, tanto respecto al eje transversal de la estructura como al eje longitudinal y se compactará también simétricamente, a mano o con equipo manual.

En el caso de los rellenos de excavaciones para estructuras, muros de contención y colchones de protección de la sobras de drenaje se ejecutaran previamente a la construcción de terraplenes.

Los rellenos de filtro se colocarán en capas apisonadas. Cuando se trate de rellenos de filtro para obras de drenaje y subdrenaje, se tendrán los cuidados necesarios para no dañar las paredes de la excavación, los tubos o los geotextiles.

Con respecto a los rellenos de trincheras estabilizadoras, los trabajos se podrán iniciar las condiciones del terreno sean inestables.

Las capas de material se colocarán con espesores no mayores de los que puedan ser compactados con el equipo seleccionado. La compactación se hará de tal forma que se garantice una compactación uniforme en toda el área del relleno.

6.- *Acarreos*: Se refieren al transporte de material producto del aprovechamiento de bancos, cortes, excavaciones, desmontes, despalmes y derrumbes, desde el lugar de extracción, hasta el lugar de utilización, depósito o disposición en banco de desperdicios. Los materiales serán transportados en vehículos cubiertos con lonas o costales húmedos para evitar la dispersión de polvos o partículas durante el trayecto que recorran, se humedecerá la caja de los vehículos y los camiones no rebasarán el 80% de su capacidad de carga.

7.- *Abatimiento de Taludes*: Consisten en el corte y remoción de material para obtener un talud con menor inclinación, por lo que se realizan cuando son necesarios para mejorar la estabilidad de los cortes y terraplenes.

8.- *Bermas*: Se refieren a los trabajos necesarios para formar escalones en cortes y terraplenes para mejorar la estabilidad. Las bermas se formarán escalonando los taludes de los cortes de acuerdo con las dimensiones establecidas.

Las bermas en terraplenes, se formarán extendiendo y compactando un material preferentemente arcilloso, desde el pie de talud por estabilizar, hasta lograr la compactación y sección establecida.

Cuando se prevea que la berma forme parte de una ampliación de corona, previamente a la construcción de la berma, se excavarán escalones de liga. El material de la berma se extenderá por capas, compactándolo hasta alcanzar el grado establecido en el proyecto.

9.- *Mampostería de Piedra:* Son elementos estructurales contruidos con fragmentos de roca acomodados, junteados o no con mortero. Se recurrirá a su construcción, si el proyecto así lo requiere. La mampostería de piedra podrá construirse de acuerdo a las siguientes clasificaciones:

- Mampostería de primera clase.- Aquella que se construye con piedra labrada, acomodada para obtener una forma geométrica regular con acabado a dos caras, formando hiladas regulares y junteada con mortero cemento.
- Mampostería de segunda clase.- Se construye con piedra toscamente labrada para obtener aproximadamente la forma geométrica requerida, con acabado a una sola cara, sin formar hiladas y junteada con mortero cemento.
- Mampostería de tercera clase.- Se construye con piedra sin labrar junteada con mortero de cemento o de cal, sin formar hiladas regulares.
- Mampostería seca.- Aquella que se construye con piedra sin labrar, debidamente acomodada para dejar el menor volumen de vacíos, sin emplear morteros.

Previo al establecimiento de algún tipo de mampostería, la superficie de desplante estará totalmente terminada, nivelada y limpia de materias extrañas. El terreno de la zona de desplante se compactará al grado establecido en el proyecto y se colocará una plantilla de mortero, con la misma dosificación que la que se utilizará para el junteo de la mampostería, con pedacería de piedra o sin ella, con el espesor mínimo necesario para obtener la superficie.

En caso de utilizar mamposterías de primera clase, las piedras se labrarán dándoles la forma adecuada para cumplir con las características establecidas en el proyecto. En el

## Capítulo II

caso de mamposterías de segunda clase, las piedras se labrarán dándoles la forma adecuada al sitio del asiento que les corresponda, seleccionando las de mejor forma y tamaño para las esquinas y extremos de los muros. Cuando las piedras sean de origen sedimentario, el labrado se hará de tal manera que los planos de sedimentación queden horizontales o perpendiculares al esfuerzo principal.

En todos los casos, las piedras se colocarán de manera que las de mayor tamaño se alojen en la parte inferior del elemento en construcción, de forma que la dimensión mayor quede perpendicular al eje longitudinal del parámetro.

En mampostería de primera, segunda y tercera clase, las piedras se saturarán con agua previamente a su colocación y se juntarán con mezcla en la proporción que establezca el proyecto, llenando completamente los huecos entre las piedras contiguas. En mampostería de primera, segunda y tercera clase, antes de asentar las piedras, se humedecerá el mortero del asiento, la plantilla de desplante o las piedras sobre las que se coloque la mezcla. La parte de la mampostería de tercera clase que pudiera quedar cubierta por agua, invariablemente será juntada con mortero de cemento, por lo que no se admitirá el uso de mezclas con cal o cementante para mortero.

En caso de que, como resultado de la falta de uniformidad de la piedra resultan vacíos grandes, estos se llenarán totalmente con mezcla y pedacera de piedra.

El entallado se hará empleando mortero con la misma dosificación que el utilizado en el junteo interior de la piedra, relleno y enrasando la junta vaciada hasta el ras de la cara de la piedra. Se realizará después de que el primer mortero haya endurecido, por lo que será necesario humedecer bien el paramento y la junta antes de repasar esta última con mortero fresco hasta enrasar uniformemente.

El coronamiento o enrase de toda la mampostería que quede expuesto a la intemperie, se cubrirá con un aplanado de mortero de cemento. Cuando la mampostería se destine a muros de contención, estribos o bóvedas, se colocarán drenes.

*10. Zampeado:* Se refiere al recubrimiento de superficies con mampostería de piedra o tabique, concreto hidráulico o suelo-cemento, con el objeto de protegerlas contra la erosión.

Previo a la construcción del zampeado, la superficie por recubrir estará debidamente terminada y libre de materias extrañas. La superficie por cubrir se compactará al grado establecido en el proyecto. En el caso de zampeados de mampostería juntaada con mortero, de concreto hidráulico colado en el lugar o desuelo-cemento, la superficie por recubrir se mantendrá húmeda desde el momento en que se termine la limpieza, hasta que sea recubierta.

Por ningún motivo se permitirá la elaboración de mezclas para zampeado directamente sobre las superficies de rodamiento o acotamientos. El procedimiento que se utilice para el manejo de las mezclas, debe garantizar que durante su fabricación, manipulación y aplicación no se manche el pavimento.

El zampeado se construirá en el lugar, del tipo, con las dimensiones y características establecidas. La mampostería que se utilice en la construcción del zampeado, podrá ser de piedra o tabique, conjuntas de mortero de cemento o seca.

A menos de que se emplee mampostería seca, antes de ser colocadas las piedras o tabiques estarán húmedos, al igual que la superficie de apoyo y las piedras o tabiques contiguos. Las piedras o tabiques se colocarán cuatropeados, sobre una capa de mortero. Las piedras se acomodarán a manera de llenar lo mejor posible el hueco

formado por las piedras contiguas, para finalmente llenar completamente las juntas con mortero y lajas. Antes de que endurezca el mortero de las juntas, este se entallará al ras del paramento.

*11.- Estructuras de Concreto Reforzado:* Se refiere a la combinación de concreto hidráulico y acero de refuerzo, para integrar una estructura con las propiedades que cada uno de ellos aporta. Las estructuras de concreto reforzado pueden ser elementos colados en el sitio o precolados.

Los materiales que se utilicen en la construcción de estructuras de concreto reforzados cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables a los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico*, 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CTM. *Características de los Materiales*.

El equipo que se utilice para la construcción de estructuras de concreto reforzado, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria.

El transporte y almacenamiento de los materiales empleados para la construcción de estructuras de concreto reforzado se realizará conforme a los lineamientos técnicos establecidos en las Normas aplicables a los Títulos 02. *Materiales para Concreto Hidráulico*, 03. *Acero y Productos de Acero* y 04. *Soldadura*, de la Parte 2. *Materiales para Estructuras*, del Libro CTM. *Características de los Materiales*. Dicha actividad se realizará empleando los caminos de accesos determinados y sin rebasar las superficies determinadas, evitando afectaciones fuera de la línea de ceros del proyecto.

En el caso de elementos precolados, los patios de maniobras contarán con accesos adecuados al sitio de fabricación de las piezas, y su adecuada transportación al sitio de la obra.

Los puentes y pasos a desnivel que el proyecto considera, se realizarán de acuerdo a las estructuras tipo y el procedimiento constructivo que considera el proyecto ejecutivo, considerando que éstos servirán además como pasos de fauna.

*12.- Alcantarillas de Lámina Corrugada:* Son estructuras flexibles que se construyen mediante tubos o arcos de lamina corrugada de acero, formadas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén. De acuerdo a su ubicación se clasifican en normal y enviajadas; según su geometría se clasifican en alcantarillas de tubo circular, de tubo abovedado o de bóveda.

La excavación para las alcantarillas se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto. La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta centímetros a cada lado de la alcantarilla para permitir la compactación del material relleno. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita. El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. Se excavarán canales de entrada y de salida con la geometría y longitud establecidas.

La plantilla de apoyo para la alcantarilla se formará con una capa de espesor y con los materiales, el grado de compactación y el nivel indicados en el proyecto. La geometría final de la plantilla será similar a la del tubo. La colocación de las alcantarillas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba.

Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes transversales, el extremo del tubo al que le corresponda la parte exterior del traslape, quede aguas abajo. Los tramos de tubo se colocarán sobre la superficie de desplante, de tal forma que los traslapes longitudinales queden en los costados, nunca en la parte superior e inferior. Los tubos de las alcantarillas se anclarán al terreno únicamente cuando así lo indique el proyecto.

Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos, se hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento.

Cuando se utilicen tubos circulares de ciento veinte centímetros de diámetro o mayores, sobre los que se vaya a colocar el colchón de 7.5m, antes de iniciarse el relleno se aumentará su diámetro vertical en un 5% para tubos anidables y en un 3% para tubos seccionables.

El relleno colocado en los costados y alrededor de los tubos circulares, se compactará simétricamente a mano o con equipo manual, en ambos lados en capas de quince centímetros, con el material y el grado de compactación establecidos.

Los extremos de la alcantarilla se sujetarán con muros de cabeza de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado. A la entrada y a la salida de la alcantarilla, en caso que se requiera, se realizará un zampeado y se evitará dejar obstrucciones a lo largo y a la entrada y salida de las alcantarillas con la finalidad de permitir el flujo de agua y el paso de especies menores.



*13.- Cunetas:* Son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

La conformación de las zanjas para formar las cunetas, se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos. La pendiente de la cuneta será la misma que la del camino, al menos que el proyecto indique lo contrario.

Cuando la sección del camino pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para desfogar el agua en terreno natural, en la obra de drenaje más cercana o hasta donde se establezca. Una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante zampeado para protegerla contra la erosión.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido. El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción suelo-cemento, serán las que establezca el proyecto.

El recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de losas en forma alternada y con una longitud mínima de un metro.

*14.- Contracunetas:* Son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural, conduciéndola a una calada inmediata

o a una parte baja del terreno, para evitar el saturamiento hidráulico de la cuneta y el deslave o erosión del corte. Las zanjas podrán estar recubiertas y los bordos pueden ser de tierra, concreto o suelo-cemento.

La contracuneta se ubicará a una distancia mínima de cinco metros con respecto al cero del corte. Su punto de partida será la parte superior del corte, con un desarrollo sensiblemente paralelo al mismo y transversal al escurrimiento de la ladera. En laderas con pendiente mayor de treinta grados, la cuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel, para evitar que tenga pendientes mayores de veinte por ciento.

La excavación para formar la contracuneta se efectuará de acuerdo a las secciones establecidas en el proyecto. La zanja iniciará con una sección trapezoidal con profundidad mínima de veinte centímetros para obtenerla sección establecida en el proyecto, si esta va a funcionar como canal; si va a funcionar como bordo, la excavación se hará aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte al bordo.

La longitud de la contracuneta será la suficiente para llevar el agua desde el parteaguas hasta la desembocadura, generalmente en el fondo del cauce natural al que descarga.

Cuando así lo indique, una vez terminada la excavación se revestirá la contracuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará finada, humedecida y compactada al grado óptimo.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción suelo-cemento, serán las que establezca el proyecto.

*15.- Lavaderos:* Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas y guarniciones a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos. Si se construyen con mampostería o concreto hidráulico, generalmente tienen sección triangular, con el propósito de lograr una depresión en su intersección con el acotamiento, para facilitar la entrada del agua al lavadero.

Los lavaderos se construirán sobre el talud y en ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte más baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurridero natural que pase arriba de la rasante, que deba continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que así lo requieran.

En taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capten el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo.

*16.- Bordillos:* Son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos, para evitar erosión a los taludes de los terraplenes que estén conformados por material erosionable. Los bordillos pueden ser de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de suelo-cemento. En todos los casos se considerarán obras provisionales en tanto el

talud se veje y se proteja por sí mismo o sea protegido mediante otro procedimiento, momento en que deben ser removidos y retirados.

Los bordillos solo se construirán en los terraplenes mayores de 1.5m de altura, conforme las dimensiones y características establecidas en el proyecto. Se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, solo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón. Se colocaran en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de veinte centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera sin pendiente longitudinal.

*17.- Subdrenes:* Consisten en una red colector de tuberías perforadas o ranuradas, alojadas en zanjas para permitir recolectar el agua subterránea, con objeto de controlarla y retirarla, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento. Según su colocación los subdrenes para carreteras se clasifican en:

- Subdrenes longitudinales. Son aquellos que se colocan paralelos al eje de la carretera, coincidentes en su alineamiento horizontal y vertical.
- Sudrenes transversales. Son aquellos que se construyen perpendiculares al eje del camino o enviajados.

Previo al inicio de los trabajos, se efectuará un pre marcado de la zanja. La excavación se realizará con el equipo y procedimientos adecuados para obtener una zanja con las dimensiones y características establecidas.

Durante la excavación se dará a las paredes un talud suficiente que garantice la estabilidad o se incluirá algún elemento o medio de protección equivalente que

garantice la seguridad de las personas que tengan que trabajar dentro de la excavación.

Una vez terminada la excavación y previo a la colocación de la tubería, se tenderá una cama de material de filtro con el espesor y las características establecidas. La tubería se colocará en la zanja con las perforaciones ubicadas en la parte inferior, realizadas simétricamente con respecto al eje longitudinal del subdren. Se colocarán desde aguas abajo hacia aguas arriba, con su terminación de campana hacia aguas arriba.

Las salidas descargarán hacia el exterior mediante tubos de salidas. Las salidas de subdrenes se construirán de manera que no queden sumergidas en agua, ni se regrese el agua a su interior.

*18.- Revestimientos:* Es una capa de materiales pétreos seleccionados, con una composición granulométrica determinada, que se coloca sobre las terracerías con el objeto de servir como superficie de rodamiento. Antes de iniciar la construcción del revestimiento, la superficie sobre la que se colocará, estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.

Los acarreos de los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá el revestimiento, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y por consecuencia, su deterioro.

Se descargará el material sobre las terracerías en cantidad prefijada por estación de 20m, en tramos que no sean mayores a los que en, un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente incorporándole agua por medios de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad de compactación fijada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Inmediatamente después de preparado el material se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de manera que se obtenga una capa de espesor uniforme, misma que se compactará hasta alcanzar el grado indicado. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

#### *19. Subbases y Bases:*

*Subbase.* Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la subrasante, proporciona un apoyo firme a la base de una carpeta asfáltica o a una losa de concreto hidráulico, soporta las cargas que estas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior y previene la migración de finos hacia las capas superiores.

*Base.* Capa de materiales pétreos seleccionados que se construye generalmente sobre la sub base, cuyas funciones principales son: proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que esta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la sub base o la base, la superficie sobre la que se colocará, estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido.

## Capítulo II

El acarreo de los materiales hasta el sitio de su utilización, se hará de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la subbase o la base, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas, y por consecuencia su deterioro.

Se descargará el material sobre la subrasante o la subbase, en cantidad prefijada por estación de veinte metros, en tramos que no sean mayores a los que en un turno de trabajo, se pueda tender, conformar y compactar el material. Si el tendido se realiza con extendedora, la descarga se hará directamente en su tolva.

Se preparará el material extendiéndolo parcialmente e incorporándole agua necesaria para la compactación, por medio de riegos y mezclados sucesivos, hasta alcanzar la humedad adecuada y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Si el tendido se realiza con extendedora, la preparación del material se hará previamente a su transporte.

Una vez preparado el material, se extenderá en todo el ancho de la corona y se conformará de manera que se obtenga una capa de espesor uniforme. Se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado. Una vez compactada la última capa, se tendrán la sección y los niveles establecidos en el proyecto.

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado de compactación de proyecto. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia adentro de las tangentes y del interior al exterior, en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. La capa ya compactada se escarificará superficialmente y se le agregará agua, antes de tender las siguientes capas, con el propósito de ligarlas.

*20.- Riegos de Impregnación:* Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ellas y la carpeta asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación puede omitirse si la capa por construir encima es una carpeta asfáltica con espesor mayor o igual de diez centímetros.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido.

Previamente al riego de impregnación, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras entre otras, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren conservadas.

Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente será necesario un riego de agua previo; sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado la suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecida en el proyecto será aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:



- Las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira y al retirarse esta, no quede un traslape de material asfáltico.
- Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto.
- La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio o dos tercios del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora.

En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado será removido. La penetración del riego de impregnación deberá ser mayor o igual a cuatro milímetros. La construcción de la siguiente capa se iniciará una vez que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado. La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración se encuentre establecida.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y se reanudarán hasta que sean las adecuadas. Entre las condiciones en las que no se aplicarán estos riegos de impregnación están:

- Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
- Cuando exista amenaza de lluvia o este lloviendo.

- Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados este por debajo de los 15°C (Celsius).
- Cuando la temperatura ambiente este por debajo de los 15°C y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente este por arriba de los 10°C y su tendencia sea a la alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

*21.- Riegos de Liga:* Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construye encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta asfáltica que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual a 10cm.

La aplicación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga, se realizará bajo el mismo procedimiento descrito en el Riego de Impregnación.

*22.- Carpetas por el Sistema de Riegos:* Son aquellas que se construyen mediante la aplicación de uno o dos riegos de un material asfáltico, intercalados con una, dos o tres capas sucesivas de material pétreo triturado de una composición granulométrica determinada, con el objeto de hacer resistente el derramamiento y proteger contra el desgaste la superficie de rodamiento. Las carpetas por el sistema de riegos se clasifican en carpetas de uno, de dos y de tres riegos. Las carpetas de un riego o la última capa de las carpetas de dos o tres riegos, podrán ser premezcladas o no.

La aplicación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de liga, se realizará según lo establecido en el procedimiento de aplicación descrito en el Riego de impregnación.

Para el tendido del material pétreo, solo o premezclado, se tomará en cuenta lo siguiente:

*23.- Carpeta de uno o dos riegos.* Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico y solo sobre la superficie regada con la dosificación correcta, se tenderá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.

Entre la aplicación del último riego de material asfáltico y la terminación de la capa correspondiente al material pétreo del riego precedente, es conveniente un lapso no menor a cuatro días.

Inmediatamente después del tendido rastreado el material pétreo de carpetas uno o dos riegos, con el propósito de que quede embebido en el material asfáltico, se acomodará mediante un planchado con un compactador ligero de rodillos metálicos, que se ejecute longitudinalmente, de las orilla de la carpeta hacia su centro en las tangentes y en las curvas, de su lado interior al exterior, efectuando un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada, siempre a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o levante el material pétreo y evitando su deterioro o trituración por exceso de pasadas o por el uso de

compactadores demasiado pesados. El planchado se completará el mismo día de la aplicación del material pétreo, terminándolo cuando haya roto la emulsión asfáltica o fraguado el asfalto rebajado.

Una vez concluido el planchado de la última capa de la carpeta por sistema de riegos transcurrido un tiempo no menor de tres días, durante el cual la carpeta estará cerrada a todo tipo de tránsito, todo el material que no se haya adherido se recolectará dejando la superficie libre de material suelto, depositándolo en la forma y en sitio indicados en el proyecto.

*24.- Rampas de emergencia para frenado.* Para su construcción el pavimento de la carretera se extenderá por el acceso hasta el sitio donde inicie la cama de frenado de cada rampa, con el fin de que los vehículos puedan entrar de manera expedita.

La cama de frenado para rampas con montículo (RE-1), se formará colocando el material a volteo, sobre una terracería horizontal, de forma que la pendiente ascendente del montículo sea menor que dos coma cinco por ciento (2,5%) y una longitud total (L) calculada de acuerdo con lo antes descrito; que sus taludes laterales y final sean como mínimo de tres a uno (3:1) y, para evitar que el material se desplace, que su espesor en el punto de entrada sea cuando menos de diez (10) centímetros.

La cama de frenado para rampas descendentes (RE-2), horizontales (RE-3) y ascendentes (RE-4), tendrá un espesor de sesenta (60) centímetros a un (1) metro y deberá estar colocada a volteo en una caja en la terracería de la rampa, con taludes de dos tercios a uno ( $\frac{2}{3}$ :1) y profundidad igual que el espesor de la cama. Para evitar desaceleraciones excesivas en el vehículo, la cama se deberá construir con un espesor de cuando menos diez (10) centímetros en el punto de entrada, que aumentará uniformemente hasta alcanzar su espesor de diseño. Cuando la cama de frenado se

construya con grava triturada, el espesor de diseño deberá ser de un (1) metro como mínimo.

El sistema de drenaje y sub drenaje de las rampas de emergencia para frenado descendentes (RE-2), horizontales (RE-3) y ascendentes (RE-4) se realizará con una pendiente transversal de dos (2) por ciento como mínimo, en el fondo de la caja que alojará la cama de frenado, para interceptar y recolectar el agua que se infiltre.

En el lado más bajo de la caja que alojará la cama de frenado se construirá un subdrén con una pendiente longitudinal mínima de uno coma cinco (1,5) por ciento, consistente en tubos perforados de concreto o de policloruro de vinilo (PVC), con diámetro interno ( $\phi$ ) mínimo de quince (15) centímetros, dentro de una zanja y sobre una cama de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, formada con el material de filtro que se utilice para el relleno de la zanja.

Las salidas para el agua captada por el subdrén, se realizarán con tubos del mismo tipo que los utilizados en el subdrén, pero sin perforaciones, colocados en una zanja como se indica en el Subinciso anterior. Se deberá ubicar una tubería de salida en la parte más baja del subdrén y otras a lo largo del mismo, a cada cien (100) metros como máximo, de forma que no queden sumergidas en agua, ni se regrese ésta al interior del subdrén. Las bocas de las salidas se deben proteger con rejillas o pantallas pesadas que prevengan actos de vandalismo y la entrada de roedores.

Podrán diseñarse otros subdrenes, como pueden ser entre otros, los denominados geodrenes, que son elementos integrados generalmente por placas separadoras de plástico prensado, con o sin tubos ranurados para la conducción del agua, forrados con una membrana sintética permeable conocida como geotextil, que funciona como filtro.

Para facilitar el rescate de los vehículos detenidos se construirá el camino de servicio adyacente a la cama de frenado, con un ancho mínimo de tres (3) metros y

pavimentado igual que los acotamientos de la carretera para proveer una superficie firme para los equipos de rescate, alejada de la ruta principal y hacia la cual se puedan arrastrar los vehículos atrapados.

Los macizos de anclaje serán de concreto hidráulico, con las dimensiones y la resistencia que permitan el anclaje o apoyo firme de los equipos de rescate y deben estar alojados en el lado del camino de servicio opuesto a la cama de frenado, separados entre sí, en forma equidistante, a no menos de cincuenta (50) ni más de cien (100) metros. El primero se ubicará lo más próximo posible del sitio donde inicie la cama de frenado, para facilitar el rescate de los vehículos que sólo hayan entrado una corta distancia en ella.

*25.- Señalamiento y colocación de dispositivos de seguridad:* En esta etapa se contempla el diseño e instalación del señalamiento necesario que permita regular el uso de la vialidad, facilitando a los usuarios su utilización segura y eficiente, así como para la protección y respeto a la flora y fauna adyacente al proyecto. El proyecto de señalamiento contempla, tanto señales verticales, como horizontales, dentro las cuales se encuentran:

- Marcas en el Pavimento
- Marcas en Guarniciones
- Marcas en Estructuras y Objetos Adyacentes a la Superficie de Rodamiento
- Viales y Botones
- Señales Verticales Bajas
- Señales Verticales Elevadas
- Indicadores de Alineamiento
- Reglas y Tubos Guía para Vados
- Defensas
- Barreras Centrales
- Bordos
- Vibradores
- Guardaganados
- Barreras
- Cercas
- Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras

## 2.2.5 Operación y mantenimiento

### 2.2.5.1 Programa de operación

La operación de la carretera se realizará de acuerdo a la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que establece que se deberá ofrecer a los usuarios todos los servicios necesarios para transitar con seguridad, comodidad y con los dispositivos disponibles y lugares de abastecimiento que satisfagan sus requerimientos respecto al uso de la carretera.

Para lo anterior se contará con un Programa General de Trabajo de Conservación Rutinaria, Periódica y de Reconstrucción, en el cual se definirán las acciones necesarias para la conservación y el mantenimiento del tramo carretero, estructuras, y obras adicionales, mismo que considerará los resultados derivados del presente estudio para la prevención, mitigación y recuperación ambiental.

El programa contará con tres apartados, clasificados de la siguiente forma:

- Trabajos de conservación rutinaria
- Trabajos de conservación periódica
- Trabajos de reconstrucción

### 2.2.5.2 Programa de mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento rutinario de la carretera, se realizará en términos de las normas N-CSV-CAR-2-04-001/01 y N-CSV-CAR-2-04-002/01, y considerarán las siguientes acciones principales:

1. Realizar inspecciones diarias en la vialidad para detectar problemas y corregirlos. Se buscará identificar posibles problemas en la infraestructura

física de la carretera, eventos derivados de accidentes, derrames de sustancias peligrosas, entre otros.

2. Realizar inspecciones semanales y aquellas que resulten necesarias de forma inmediata, para detectar problemas y corregirlos, evitando posibles incidentes.
3. Verificar e investigar los accidentes con mayor frecuencia, para identificar las posibles causas y tratar de corregirlos, si se trata de cuestiones propias de la misma carretera.

Adicionalmente, se implementarán las siguientes actividades:

- Obras de drenaje y sub drenaje
- Limpieza de Cunetas y Contracunetas
- Limpieza de Canales
- Limpieza de Alcantarillas
- Limpieza de Colectores
- Limpieza de Lavaderos
- Limpieza de Registros
- Limpieza de Subdrenes
- Limpieza de Vados
- Limpieza de Obras Especiales de Control y Protección
- Limpieza de pasos de fauna

Pavimentos:

- Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos
- Sellado de Grietas Aisladas en Carpetas Asfálticas
- Bacheo Superficial Aislado
- Bacheo Profundo Aislado
- Sellado de Grietas y Juntas en Losas de Concreto Hidráulico



Puentes:

- Calafeteo de fisura,
- Reparación de grietas,
- Reparación y resanes en elementos de concreto,
- Reposición del sello en juntas de dilatación,
- Reparación de parapetos y banquetas.

Señalamientos y dispositivos de seguridad:

- Reposición parcial de defensas,
- Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico,
- Reposición aislada de violetas y botones,
- Reposición aislada de señales verticales,
- Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados,
- Reposición de indicadores de alineamiento,
- Repintar las líneas divisorias de carriles,
- Limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas,
- Mantenimiento de áreas verdes,
- Reposición y reparación de dispositivos diversos.

Los trabajos de conservación periódica, se realizará en términos de las normas N-CSV-CAR-3-04-001/02 y N-CSV-CAR-3-04-002/02, ejecutándose las siguientes acciones principales:

1. Inspecciones y verificaciones periódicas en el trayecto de las vialidades, accesos y estructuras, con la finalidad de identificar e implementar medidas para abatir posibles eventualidades en el tramo carretero.
2. Realizar y cumplir con todas y cada una de las actividades contenidas en el Programa General de mantenimiento de trabajos de conservación periódica, en el tiempo establecido por el programa.

3. Además se cumplirá con los siguientes trabajos de conservación periódica, establecidos a continuación

Obras de drenaje y sub drenaje:

- Reparación de cunetas y contracunetas,
- Reparación de canales y alcantarillas,
- Reposición de bordillos y reparación de guarniciones,
- Reposición aislada de subdrenes,
- Reparación de registros y vados.

Pavimentos:

- Renivelaciones locales,
- Carpeta de riego y/o asfáltica,
- Fresado de carpeta asfáltica de rodadura,
- Recorte de carpeta asfáltica,
- Recuperación en caliente de carpetas asfálticas,
- Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico,
- Reparación de desconchaduras en losas de concreto hidráulico,
- Estabilización de losas de concreto hidráulico,
- Estabilización o refuerzo de estabilización de revestimientos.

Puentes y estructuras:

- Calafeo de fisuras,
- Reparación de grietas,
- Reparaciones y resanes en elementos de concreto,
- Reposición de sello en juntas de dilatación,
- Reparación de parapetos y banquetas.

Señalamiento y dispositivos de seguridad:

- Reposición parcial de defensas,

## Capítulo II

- Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico,
- Reposición aislada de violetas y botones,
- Reposición aislada de señales verticales,
- Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados,
- Reposición de indicadores de alineamiento,
- Reposición y reparación de dispositivos diversos.

Otro rubro igualmente importante, considerado dentro del Programa General de Mantenimiento serán los trabajos de reconstrucción, estos son de suma importancia, una vez que el proyecto comience a operar. Los trabajos de reconstrucción se realizan debido a la determinación de accidentes, derrumbes o posibles eventualidades, a continuación se hace mención de estos:

### Obras de drenaje y sub drenaje:

- Reparación mayor de cunetas y contracunetas,
- Reparación mayor de canales y alcantarillas,
- Reposición de registros y sub drenaje,
- Reparación de pasos de fauna,

### Pavimentos:

- Recuperación en frío de pavimentos asfálticos,
- Demolición de losas de concreto hidráulico,
- Recorte de Pavimentos,
- Construcción de sub base o bases hidráulicas,
- Construcción de sub base o bases estabilizadoras,
- Construcción de sub base y bases de concreto compactado con rodillo,
- Construcción de carpeta y carpeta ultra delgada de concreto hidráulico,

### Puentes y estructuras:

- Remoción de carpeta asfáltica en puentes,
- Reposición de juntas de dilatación,

Señalamientos y dispositivos de seguridad:

- Reposición total de violetas y botones,
- Reposición total de señalamiento vertical,
- Reposición total de defensas,
- Reposición de barreras centrales de concreto hidráulico.

#### 2.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Por tratarse de una obra de infraestructura civil, no se prevé el abandono del sitio. Este tipo de proyectos tienen una vida útil permanente bajo mantenimiento y operación programada, pero para efecto de establecer el plazo de operación que derive de la eventual emisión de la resolución de impacto ambiental, se proponen 50 años.

#### 2.2.7 Residuos

##### 2.2.7.1 Residuos peligrosos

Con respecto a los Residuos Peligrosos, se realizará su manejo de acuerdo a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos.

Los residuos peligrosos, clasificados de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, derivados del desarrollo del proyecto, serán: solventes gastados, residuos de pinturas, combustibles (gasolinas, diesel, naftas gastadas), estopas o felpas impregnados con aceites, solventes, Se estima un promedio de entre 60 y 70 kg/mes de residuos peligrosos. Los sitios de generación de este tipo de residuos serán en los patios y

talleres de maquinaria, y se dispondrán temporalmente en el sitio identificado por la constructora como almacén temporal de residuos peligrosos, si es necesario serán estabilizados para su posterior recolección, transportación y disposición final por parte de una empresa previamente autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

#### 2.2.7.2 Residuos de sólidos urbanos

Con información de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se cuenta con una estimación de los residuos sólidos urbanos que se generan por persona de acuerdo a la Zona Geográfica del País. Para el proyecto que nos ocupa se tomará como referencia la generación *per cápita* de la Zona Centro a, que corresponde a 0.96 kilogramos por habitante por día.

Tabla 2-14 Generación per cápita diaria de residuos sólidos urbanos por zona geográfica, 2000 a 2011 (Kilogramos por habitante por día).

Generación per cápita diaria de residuos sólidos urbanos por zona geográfica, 2000 a 2011 (Kilogramos por habitante por día)			
Zona geográfica	2009	2010	2011
<b>Promedio nacional</b>	0.9800	0.9800	0.9900
<b>Centro a</b>	0.9500	0.9500	0.9600
<b>Distrito Federal</b>	1.4800	1.5000	1.5000
<b>Norte b</b>	0.8600	0.9900	1.0100
<b>Sur c</b>	0.7500	0.7600	0.7600
<b>Frontera norte d</b>	1.0800	1.0800	1.0900

Nota:

Las cifras para el Distrito Federal la fuente las reporta por separado debido a sus características particulares de concentración de población y gran generación de basura.

Los promedios se obtienen con el número de la población entre el total de residuos sólidos urbanos que se generan por zona geográfica.

Los cálculos de la generación para el año 2004, se hicieron con estricto apego a las proyecciones de población de CONAPO, que resultaron ser ligeramente superiores a los datos de población que se manejaron por la SEDESOL; razón por la que se podrá observar un ligero

**Generación per cápita diaria de residuos sólidos urbanos por zona geográfica, 2000 a 2011  
(Kilogramos por habitante por día)**

Zona geográfica	2009	2010	2011
a	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz de Ignacio de la Llave.		
b	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila de Zaragoza, Durango, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.		
c	Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.		
d	Incluye los municipios de Baja California, Coahuila de Zaragoza, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas, que están dentro de la franja de 100 km, (a partir del 2005 se extiende a 300 Km), al Sur del límite internacional con los Estados Unidos de América.		
<b>Fuente:</b>	SEMARNAT. SNIARN. Base de datos estadísticos, Módulo de consulta temática, Dimensión ambiental, 2012. <a href="http://www.semarnat.gob.mx">www.semarnat.gob.mx</a> . (Consulta: 21 de mayo de 2012).		

Fecha de actualización: Lunes 21 de mayo de 2012

Derivado de la ejecución del proyecto, se generarán por la estancia de los trabajadores, residuos de cartón, orgánicos, latas, plásticos, vidrio y papel, entre otros residuos urbanos. Considerando la estimación de generación percapita, así como el número de personas que laborarán en cada una las etapas de preparación del sitio y construcción, y la duración de la jornada laboral, se generará una cantidad aproximada de 204.59 toneladas de residuos sólidos urbanos. Durante la etapa de operación se prevé una generación estimada de 1,642 kilogramos al mes.

De acuerdo a los reportes que establece la autoridad estatal ambiental en el Estado de Morelos, se han identificado los siguientes sitios de disposición final de residuos sólidos que cumplen con la normatividad en la materia en la Entidad.

Capítulo II

Tabla 2-15. Sitios de disposición final de residuos sólidos en el Estado de Morelos que cumplen con la normatividad en la materia.

<b>Sitios de disposición final de residuos sólidos en el Estado de Morelos que cumplen con la normatividad en la materia.</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Municipio</b>	<b>Generación (Ton/día)</b>	<b>Superficie (Ha)</b>
<b>Relleno Sanitario región Poniente</b>	Coatlán del Río	5.67	7.46
	Mazatepec	7.27	
	Miacatlán	14.79	
	Tetecala	4.76	
	Total regional	32.49	
<b>Relleno Sanitario Nor Oriente</b>	Atlatlahuacan	8.97	24
	Ocuituco	7.88	
	Tetela del Volcán	9.16	
	Yecapixtla	26.8	
	Tlalnepantla	3.56	
	Totolapan	8.2	
	Temoac	6.57	
	Total regional	71.14	
<b>Loma de Mejía</b>	Cuernavaca	553.03	8.51
<b>El Tezontle</b>	Huitzilac	12.26	5.94
<b>La Perseverancia</b>	Cuatla	179.67	12
	Zacualpan	4	
	Jantetelco	8.75	
	Tota regional	192.42	

Derivado de lo anterior, se establecerá la coordinación necesaria con las autoridades municipales para que se recolecten los residuos generados por la ejecución y operación del proyecto y se dispongan en los rellenos sanitarios Nor-Oriente y La Perseverancia, ya que estos cumplen con la normatividad en la materia.

#### 2.2.7.3 Residuos de manejo especial

Durante las etapas de preparación de la obra, se generarán residuos producto del desmonte y despalme (residuos vegetales y suelos), algunos podrán ser obsequiados a los habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos), ó almacenados en bancos de tiro que la autoridad ambiental en la materia autorice. Cabe mencionar que parte de los residuos derivados de cortes se utilizarán para la construcción de terraplenes.

La obra además generarán residuos con materiales producto de la construcción, como lo son escombros, restos de varilla, metales y concretos entre otros, estimándose para el proyecto una generación de 142,036 m<sup>3</sup>. Su disposición se realizará en sitios de tiro que autorice la autoridad en la materia, y se registrará el correspondiente plan de manejo por parte de la empresa que ejecute el proyecto.

#### 2.2.7.4 Residuos líquidos

Se generarán residuos líquidos, en el empleo de agua en las etapas de preparación del sitio y construcción. Esta será utilizada en tres conceptos, el primero utilizado como agua potable para consumo humano (3 litro/día - humano promedio), y las requeridas para la higiene personal y limpieza (100 lt/día-trabajador), la cual será expuesta a fosas de desecación para su manejo y control.

Para el manejo de los residuos líquidos que se generarán como producto de los desechos humanos, serán instalados sanitarios portátiles, el mantenimiento diario correrá a cargo de una empresa contratada para dicho servicio.



En la etapa de operación, las aguas residuales se generarán permanentemente por el uso y empleo de los servicios sanitarios instalados a lo largo de la autopista, para dar tratamiento se construirán fosas sépticas y biodigestores, para la recepción de aguas residuales producto de los sanitarios fijos. Así mismo, dentro de las instalaciones del proyecto se contempla la instalación de pendientes para desalojar la mayor cantidad de agua de la superficie de rodamiento de la construcción de la carretera, estas obras también permitirán el flujo de arroyos intermitentes o continuos, cuyos pasos afecten el terraplén del proyecto.

#### 2.2.7.5 Emisiones a la atmósfera

Tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán emisiones provocadas por el empleo de los motores de los vehículos utilizados para las actividades propias del proyecto, estos polvos serán dispersados por el aire y vientos, para ser depositados en los alrededores por donde transiten los vehículos.

Otros vehículos que provocarán emisiones a la atmósfera serán los automotores, aunque en menor escala, comparadas con la etapa de operación del proyecto. Durante la etapa de operación del tramo carretero, se generarán emisiones producto del tránsito vehicular por el tramo carretero, oscilando alrededor de 3,000 vehículos/día; produciendo contaminantes como: óxido de nitrógeno, bióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburo, partículas sólidos suspendidas. Sin embargo no se tiene precisa la cantidad de dichas emisiones, ya que dependerá de diversas condiciones, como: Densidad del flujo vehicular, tipo de combustible, calidad del combustible, condiciones físicas de los motores de los vehículos a transitar, entre otros. Otro parámetro que varía dentro de la determinación es la dispersión atmosférica y de los contaminantes, adicionalmente la temperatura ambiental, humedad relativa,

## Capítulo II

concentración; parámetros importantes en la determinación de la cantidad de emisión de cada contaminante y de cada vehículo que transitará por el proyecto.

Es importante mencionar que el proyecto se realizará a cielo abierto, por lo que las condiciones atmosféricas permitirán a las emisiones no sufrir una congestión, ni una acumulación de los contaminantes.

Como ya se mencionó se generarán emisiones por parte de los vehículos que transportarán los materiales para la construcción de la Autopista, sin embargo, el acortamiento en los tiempos de desplazamiento de los vehículos disminuirá las emisiones a la atmósfera.

## Índice de contenido

3. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables .....	106
3.1 Fundamentos jurídicos .....	106
3.2 Vinculación con Planes y programas Sectoriales .....	106
3.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 .....	106
3.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018 .....	109
3.2.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes .....	111
3.3 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio .....	113
3.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	113
3.3.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y Locales .....	117
3.3.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Jonacatepec....	120
3.4 PROTECCIÓN .....	120
3.5 PRESERVACIÓN. ....	120
3.6 RESTAURACIÓN .....	121
3.7 APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE.....	121
3.7.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Ayala .....	134
3.8 Programas de Desarrollo Urbano .....	143
3.8.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlaquiltenango.....	144
3.8.2 Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tlaltizapan.....	146
3.8.3 Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Tepalcingo, Morelos. 146	
3.8.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Jantetelco. ....	148
3.9 Áreas Naturales Protegidas .....	149
3.10 Regionalización del territorio en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	153
3.10.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	153
3.10.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	160

3.10.3	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	163
3.11	Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los tres niveles de gobierno. ....	164
3.11.1	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) ..	164
3.11.2	Ley General de Vida Silvestre .....	168
3.11.3	Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal .....	170
3.11.4	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable .....	172
3.11.5	Reglamento de la Ley .....	173
3.11.6	Normas Oficiales Mexicanas .....	174

Índice de tablas

Tabla 3-1	Unidad Biofísica Sierras y Valles Guerrerences.....	114
Tabla 3-2	Unidad Ambiental Biofísica Sierras del Sur de Puebla.....	116
Tabla 3-3	Descripción de las UGAs por las que atraviesa el proyecto.....	125
Tabla 3-4	Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos del POEL del Municipio de Jonacatepec, Morelos.....	130
Tabla 3-5	Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental por las que cruza el proyecto.....	138
Tabla 3-6	Descripción de las UGAs del Modelo de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala. ....	139
Tabla 3-7	Áreas Naturales Protegidas cercanas al trazo del proyecto. ....	149
Tabla 3-8	Ficha técnica del RTP 120 Sierra de Taxco-Huautla. ....	154
Tabla 3-9	Ficha Técnica de la RHP 67 Río Amacuzac-Lagunas de Zempoala .....	160
Tabla 3-10	Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vinculadas al proyecto.....	175

Índice de figuras

Figura 3-1	Unidades Ambientales Biofísicas en las que se ubica el proyecto.....	114
Figura 3-2	Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Jonacatepec, Morelos.....	123
Figura 3-3	Acercamiento de las UGA's que atraviesa el trazo carretero, mismo que incorpora en la selección de la ruta criterios ambientales, de tal modo que se evita el afectar áreas conservadas o sujetas a protección en concordancia al Programa de	

Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Jonacatepec, como resultado se atraviesan únicamente áreas con política de aprovechamiento y/o restauración. ....	124
Figura 3-4 Uso de suelo y vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal (CONAFOR 2000), a lo largo del subtramo que se ubica dentro del POEL Municipio de Jonacatepec, corresponde a Agricultura de temporal, y Agricultura de Riego, es decir vegetación inducida por las actividades económicas .....	133
Figura 3-5 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala, Morelos.....	135
Figura 3-6 Uso de suelo y vegetación a lo largo del subtramo que se localiza dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala, corresponde a agricultura de riego, límites con selva baja caducifolia y agricultura de temporal (CONAFOR, 2000).....	136
Figura 3-7 Ubicación del proyecto respecto al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Jojutla, Morelos. ....	144
Figura 3-8 Ubicación del proyecto respecto al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlaquiltenango, Morelos.....	145
Figura 3-9 Ubicación del proyecto respecto al PDUCP de Tlaltizapan, Morelos.....	146
Figura 3-10 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tepalcingo, Morelos.....	147
Figura 3-11 Programa municipal de desarrollo urbano de Jantetelco .....	148
Figura 3-12 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal. ....	151
Figura 3-13 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal.....	152
Figura 3-14 Ubicación del proyecto respecto a los sitios Ramsar. ....	153
Figura 3-15 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.....	159
Figura 3-16 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias..	163
Figura 3-17 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).....	164

### 3. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

#### 3.1 Fundamentos jurídicos

El objetivo del presente capítulo es establecer la congruencia del proyecto denominado “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos” con las disposiciones de los instrumentos normativos y de planeación vigentes en el área donde se desarrollará el mismo.

El presente proyecto se desarrollará en el estado de Morelos, en los municipios de Jojutla, Tlaltizapán, Ayala, Jantetelco, Tlaquiltenango, Tepalcingo y Jonacatepec; por lo que se emplearon fuentes de información de los ámbitos federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de intervención del proyecto, a fin de realizar el análisis jurídico correspondiente para asegurar que no existe interferencia o contraposición con planes y programas en materia ambiental y demás disposiciones que resulten aplicables.

#### 3.2 Vinculación con Planes y programas Sectoriales

##### 3.2.1 *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*

El Artículo 26, inciso A de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece lo siguiente:

*“El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación.”*

Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática. Mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

En cumplimiento del artículo 26 de la Constitución el gobierno federal elaboró el **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018**, publicado el lunes 20 de mayo del año 2013 en la segunda sección del Diario Oficial de la Federación, tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante dicha administración deberán regir la acción del gobierno y será la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales.

Se destaca además que **la construcción de la obra motivo del presente Estudio de Impacto Ambiental, quedó establecida como el compromiso número 217 del Lic. Enrique Peña Nieto, Presidente de la República**, por lo que la obra será considerada en el Programa Sectorial en la materia.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) establece los objetivos y estrategias nacionales que serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que emanan del mismo. En el diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo establece que *“Una economía que quiere competir a nivel mundial necesita contar con una infraestructura que facilite el flujo de productos,*

*servicios y el tránsito de personas de una manera ágil, eficiente y a un bajo costo. Una infraestructura adecuada potencia la capacidad productiva del país y abre nuevas oportunidades de desarrollo para la población.”*

En el Eje 4: *México prospero*, en su objetivo 4.9 establece: “*Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica*”, así como la estrategia 4.9.1: “*Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia*”. Las líneas de acción correspondientes al sector carretero que se relacionan con el proyecto son las siguientes:

- *Consolidar y/o modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales estratégicos, y concluir aquellos que se encuentren pendientes.*
- *Ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento.*
- *Realizar obras de conexión y accesos a nodos logísticos que favorezcan el tránsito intermodal.*

El mismo eje del PND, considera la estrategia 4.2.5: “*Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía. Una de las líneas de acción de este objetivo establece la necesidad de Apoyar el desarrollo de infraestructura con una visión de largo plazo basada en tres ejes rectores: i) desarrollo regional equilibrado, ii) desarrollo urbano y iii) conectividad logística.*”



El PND considera en el enfoque transversal del eje México Prospero, como una estrategia el Democratizar la productividad, estableciendo como una de las líneas de acción: *“Desarrollar una infraestructura logística que integre a todas las regiones del país con los mercados nacionales e internacionales, de forma que las empresas y actividades productivas puedan expandirse en todo el territorio nacional.”*

Derivado de lo anterior, se visualiza que el proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos”, se encuentra dentro de las estrategias propuestas por el ejecutivo federal, ya que resulta primordial el incremento y la modernización de la infraestructura, servicios de transporte y comunicaciones en la zona centro de Morelos que beneficiará tanto al Estado de Morelos como a ciudades y localidades colindantes, brindando una vía de comunicación lo más corta posible con las menores afectaciones ambientales, que permitirá el desarrollo económico del estado y atenderá la demanda de la población de una vialidad ágil y segura para los automovilistas.

### *3.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018*

Es el instrumento que permite planear responsablemente el desarrollo de la entidad. Es el resultado de un proceso participativo de planeación democrática que no sólo se sujeta a la ley de la materia sino que responde al empeño permanente del Gobierno Progresista de la Nueva Visión orientado a promover la participación social en todos los ámbitos de Gobierno.

El Poder Ejecutivo del Estado de Morelos publicó en el Periódico Oficial Tierra y Libertad No, 5080 de fecha 27 de marzo de 2013, el Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018 (PED), instrumento de planeación considerado en el artículo 70, fracción XVIII

de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos, así como en lo establecido en el artículo 23 de la Ley Estatal de Planeación del Estado de Morelos.

**En el Eje 3: Morelos atractivo, competitivo e innovador, contempla la creación de políticas públicas dirigidas a un crecimiento sostenido, participativo e incluyente del Estado de Morelos, refiere la importancia de privilegiar la ampliación y modernización Autopista,** a fin de facilitar la comunicación entre las diferentes regiones del estado e incrementar así los polos de desarrollo económico.

En lo referente a Obras Públicas, el diagnóstico incluido en el PED señala que el estado de Morelos está en constante crecimiento, lo cual genera el incremento de necesidades en materia de obra pública. Esta situación se deriva del aumento de la población y el desarrollo de nuevas comunidades. Dicha situación crea la necesidad de modernizar e incrementar el equipamiento urbano, así como la construcción de redes de infraestructura para el mejoramiento del desarrollo estatal. Con el fortalecimiento de la obra pública en los diferentes sectores de la sociedad y la construcción, ampliación y rehabilitación de edificios y espacios públicos, se mejorarán las redes de electrificación, así como las de carretera estatal y la de cuota con la ampliación de la **Autopista Siglo XXI.**

El incremento y mejora de la conectividad en Morelos beneficiará a los distintos sectores de la población, teniendo como principales resultados: La reducción de tiempos de traslado, mayor seguridad al viajar, acercamiento de las zonas rurales y alejadas a los centros urbanos, construcción y modernización de obra pública de salud y educación que garanticen los derechos básicos de la población, entre otros. Actualmente, la cobertura de kilómetros en buen estado en la red carretera representa el 25.5% de toda la red carretera, por lo que es necesario no sólo incrementar la conectividad, sino también la densidad de esta.

Para cumplir con lo anterior, se estableció como objetivo estratégico 3.14 *Consolidar la infraestructura física del estado a través de obra pública* la Estrategia 3.14.2 *Identificar y construir las obras prioritarias y de alto impacto necesarias para mejorar la conectividad y desarrollo de Morelos*. Dicha estrategia se implementará a través de la Línea de acción 3.14.2.5 *Construir el Segundo piso Libramiento Cuernavaca, Autopista Siglo XXI, Autopista de Miacatlán a Toluca, Autopista La pera-Cuatla, Carretera Cuautla-Valle de Chalco, Eje Transversal Autopista del Sol-Aeropuerto y sistema Integridad de Movilidad y Transporte Morelos XXI*.

### 3.2.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes

Del Plan Nacional de Desarrollo se desprende el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012 que estipula que el Sector comunicaciones y transportes es motor de la actividad económica, política y social del país. Lo anterior, en virtud de que promueve la integración de regiones y mercados; incrementa la productividad economía al reducir costos de producción y distribución; impulsa la competitividad de sectores estratégicos para México como el turismo y el comercio, al mismo tiempo que es un generador directo de empleos.

Este programa en su Sección IV *Estrategias y Líneas de acción* en lo referente a Infraestructura Carretera, establece como su Estrategia 1.2.1 *Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país, a través de las siguientes líneas de acción:*

### Capítulo III

- Modernizar los corredores troncales transversales y longitudinales que comunican a las principales ciudades, puertos, fronteras y centros turísticos del país con carreteras de altas especificaciones.
- Desarrollar ejes interestatales, que mejoren las comunicaciones entre regiones y la conectividad de la red carretera.
- Llevar a cabo un amplio programa de construcción de libramientos y accesos carreteros a ciudades principales a fin de mejorar la conexión de la infraestructura carretera con la infraestructura urbana, contribuyendo al reordenamiento urbano y a la disminución de emisiones contaminantes por la descongestión de vialidades.

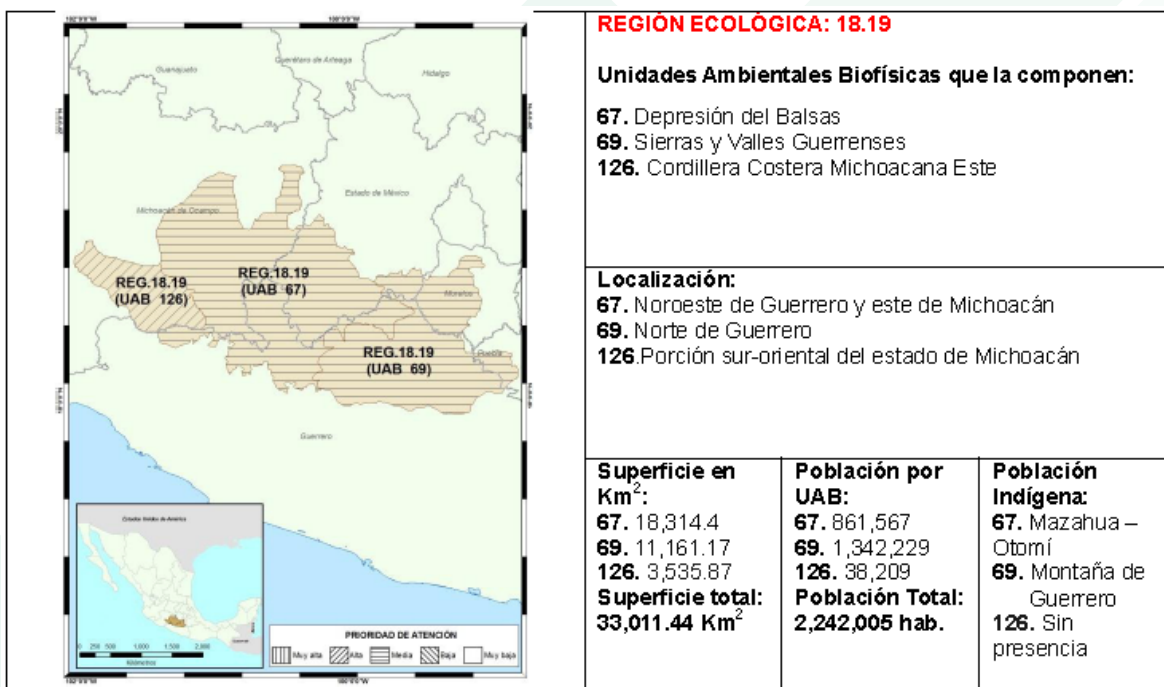
El proyecto busca modernizar las vías de comunicaciones en el región donde se ubica, mejorará la calidad y seguridad de los servicios en la zona, fortalecer el desarrollo turístico, el comercio y el traslado de productos, servicios y personas tanto en los municipios donde se ubica como en el Estado, por lo que se alinea con los objetivos, estrategias y líneas de acción del programa sectorial de comunicaciones y Transportes.

### 3.3 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

#### 3.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El artículo segundo del Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, publicado el 13 de agosto de 2012, establece que dicho programa será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

De acuerdo con la Regionalización Ecológica del OEG, el área del proyecto se ubica en las Regiones Ecológicas 18.19 y 18.9, en las Unidades Ambientales Biofísicas 69 y 61 respectivamente (figura 3-1).



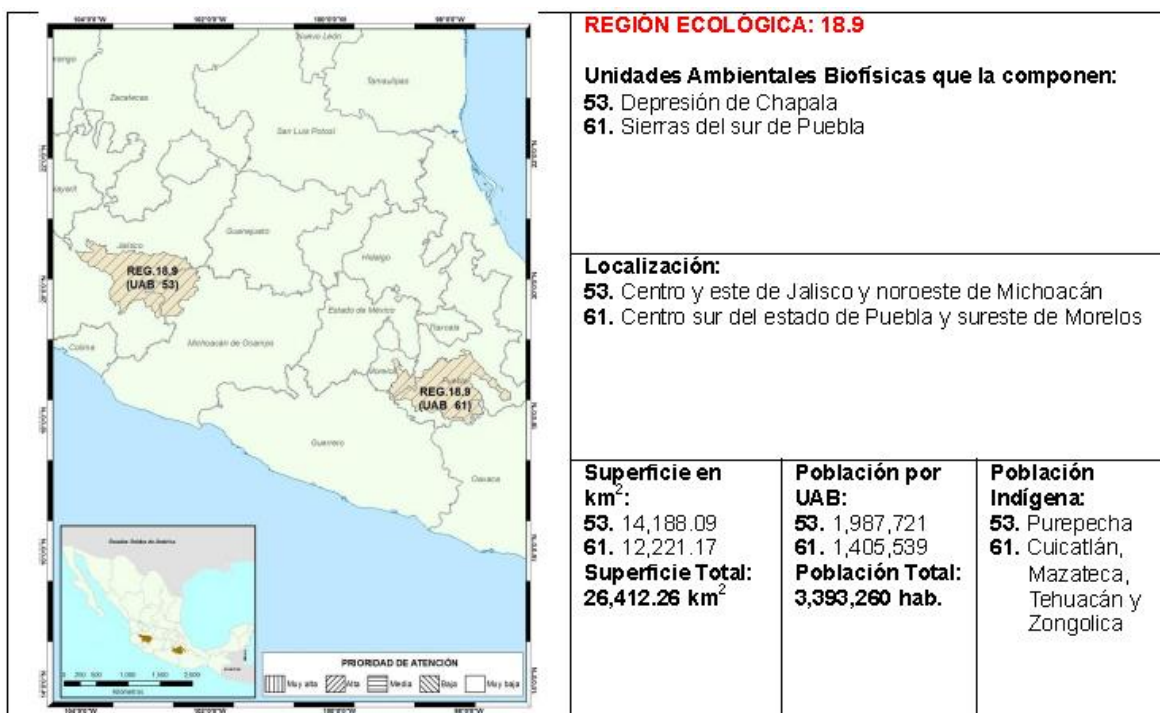


Figura 3-1 Unidades Ambientales Biofísicas en las que se ubica el proyecto.

La descripción de las UAB se resume en las tablas siguientes:

Tabla 3-1 Unidad Biofísica Sierras y Valles Guerrerences.

Unidad Ambiental Biofísica	
UAB	69 Sierras y Valles Guerrerences
<b>Estado actual del medio ambiente 2008</b>	<b>Inestable. Conflicto sectorial Nulo.</b> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 16.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad

Capítulo III

	ganadera.			
<b>Escenario al 2033</b>	Inestable a crítico			
<b>Política Ambiental</b>	Restauración y Aprovechamiento Sustentable			
<b>Prioridad de Atención</b>	Medio			
<b>Rectores del desarrollo</b>	<b>Coadyuvantes del desarrollo</b>	<b>Asociados del desarrollo</b>	<b>Otros sectores de interés</b>	<b>Estrategias</b>
<b>Forestal-Minería</b>	Agricultura-Ganadería	Desarrollo Social	Pueblos Indígenas-SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44
<b>Estrategias</b>				
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>				
<b>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</b>	<p><b>30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</b></p> <p><b>31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p><b>32.</b> Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>			



Tabla 3-2 Unidad Ambiental Biofísica Sierras del Sur de Puebla.

Unidad Ambiental Biofísica				
UAB	61 Sierras del sur de Puebla			
<b>Estado actual del medio ambiente 2008</b>	<b>Crítico. Conflicto Sectorial Nulo.</b> Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Media. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 34.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.			
<b>Escenario al 2033</b>	Muy crítico			
<b>Política Ambiental</b>	Restauración y Aprovechamiento Sustentable			
<b>Prioridad de Atención</b>	Alta			
<b>Rectores del desarrollo</b>	<b>Coadyuvantes del desarrollo</b>	<b>Asociados del desarrollo</b>	<b>Otros sectores de interés</b>	<b>Estrategias</b>
<b>Desarrollo Social</b>	Forestal	Agricultura-Ganadería-Minería	SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
<b>Estrategias</b>				
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>				
<b>D) Infraestructura y equipamiento urbano y</b>	<b>31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien			



<p><b>regional</b></p>	<p>estructuradas y menos costosas.</p> <p><b>32.</b> Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>
------------------------	---

De acuerdo con la información anterior, uno de los sectores de interés en la zona es la SCT por lo que las estrategias establecidas en las UAB en las que se ubica el proyecto tienen que ver con la infraestructura y el equipamiento urbano y regional, concretamente, con la construcción y modernización de la red carretera y el desarrollo regional.

La construcción del proyecto carretero “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos”, forma parte de las estrategias ya referidas, por lo que se considera congruente con lo que establece el OEG, ya que su puesta en marcha permitirá el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas con mayor seguridad y accesibilidad a la población y contribuirá a la integración regional.

### *3.3.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y Locales*

Actualmente el Estado de Morelos no cuenta con un programa de Ordenamiento Ecológico Estatal que permita hacer la vinculación del proyecto con el mismo. Sin embargo, es importante mencionar que el estudio para el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Morelos se encuentra en elaboración.

En el año 2006 se publicó el documento denominado “Caracterización y análisis de ocupación del territorio”, que aun cuando no corresponde a un instrumento legal, se considera importante relacionar el proyecto con los resultados presentados en el estudio.

El documento en mención cuenta con un apartado que se refiere a las áreas de fragilidad y criterios de calidad ambiental, en el que se menciona que la vegetación natural en el estado de Morelos ha sido altamente fragmentada y transformada, al punto de que apenas un 27% de la superficie es vegetación original, destacando que los dos tipos de vegetación más importantes en el estado son la selva baja caducifolia y los bosques de coníferas y encinos. Dicho documento presenta una definición de áreas de alta y muy alta fragilidad divididas en unidades que se refieren a fragmentos de los tipos de vegetación presentes en el estado.

Como unidades de alta fragilidad se encuentran los fragmentos de selva baja caducifolia localizados en los municipios de Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo que presentan una calidad ambiental entre media y alta, con algunos fragmentos con calidad ambiental muy alta. Otra unidad con fragmentos de selva baja se ubica en la porción central del estado en los municipios de Ayala y Tlaltizapán y se consideran de alta fragilidad.

El SAR del proyecto se ubica en las zonas antes mencionadas y aun cuando la mayor parte del área que ocupará el trazo del proyecto posee áreas de cultivo, cruza por algunos fragmentos de selva baja caducifolia que actualmente se encuentran muy alterados. Es por ello que para evitar que algunas de las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto afecten las condiciones presentes en el área se propone la realización de medidas de prevención y mitigación para evitar una mayor degradación, entre las que se encuentran el evitar la remoción de vegetación fuera del derecho de vía del proyecto, prohibir la captura de animales silvestres, evitar la obstrucción de cuerpos de agua, entre otras; asimismo, se propone la elaboración e implementación de programas de manejo y disposición de residuos sólidos; un programa de reforestación; un programa de rescate y reubicación de flora y fauna; conservación y mejoramiento del hábitat de los corredores biológicos; conservación y

mejoramiento de los corredores biológicos de selva baja caducifolia; y restauración y estabilización de suelos.

Los programas de Ordenamiento Ecológico decretados en el estado de Morelos corresponden a Programas de Ordenamiento Ecológico Local para 7 municipios (Cuautla, Huitzilac, Tepoztlán, Jonacatepec, Cuernavaca, Ayala y Jiutepec) y un Programa de Ordenamiento Regional correspondiente al del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia.

Por la ubicación del proyecto, existen dos Programas de Ordenamiento Ecológico Local que le son aplicables: el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Ayala y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Jonacatepec.

De acuerdo con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los Programas de Ordenamiento Ecológico Local, son expedidos por las autoridades municipales, con el objetivo de determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área de que se trate; regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos; y establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

### *3.3.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Jonacatepec.*

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del Municipio de Jonacatepec, Morelos, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Morelos el 26 de octubre de 2011. El Modelo de Ordenamiento consta de 50 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con diferentes usos predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles y sus respectivas políticas lineamientos y criterios ecológicos.

Para las políticas aplicables a las UGA's se entenderá lo siguiente:

#### 3.4 PROTECCIÓN

Busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. Se trata de proteger áreas de flora y fauna importantes dadas sus características, biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación o presencia de especies con algún status en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para lograr este objetivo **se requiere que el aprovechamiento sea prohibido**, evitando el deterioro de los ecosistemas y asegurar así su permanencia. Con la finalidad de garantizar un rédito a los dueños o poseedores de los terrenos, en estas áreas se permite, con ciertas condiciones, el uso con fines recreativos, científicos o ecológicos. **Quedan prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados.**

#### 3.5 PRESERVACIÓN.

La política de preservación se aplica a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos. Tiene como

objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos. Se propone cuando, al igual que en la política de protección, un área tiene valores importantes de biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación, etc., pero se encuentra actualmente bajo algún tipo de aprovechamiento. De esta forma **se intenta reorientar la actividad productiva a fin de hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos naturales, pero de una manera sustentable**, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre estos.

### 3.6 RESTAURACIÓN

Es una política transitoria dirigida a zonas que por la presión de diversas actividades antropogénicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. De esta manera, una vez lograda la restauración es posible asignar otra política, de protección o de preservación. También la restauración puede ser dirigida a la **recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro o al restablecimiento de su funcionalidad para un futuro aprovechamiento sustentable**.

### 3.7 APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE.

**Esta política promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de unidad de gestión ambiental (UGA) donde se aplica.** Se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano y los sectores agrícola,

pecuario, comercial e industrial. Se tiene que especificar el tipo e intensidad del aprovechamiento, ya que de ello dependen las necesidades de infraestructura, servicios y áreas de crecimiento. Por lo tanto es importante definir los usos compatibles, condicionados e incompatibles, además de especificar los criterios que regulan las actividades productivas con un enfoque de desarrollo sustentable. Es importante proponer la reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que propicie la **diversificación y sustentabilidad y que no impacte negativamente el medio ambiente.**

El trazo para la construcción de la Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, atraviesa las siguientes unidades de gestión ambiental:

- UGA 1, con política de Aprovechamiento-Restauración, uso de suelo predominante: áreas agrícolas de temporal con barrancas perturbadas, la infraestructura es un uso condicionado.
- UGA 11, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: áreas agrícolas de temporal, la infraestructura es un uso condicionado.
- UGA 12, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: centro urbano de Jonacatepec, la infraestructura es un uso compatible.
- UGA 13, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: áreas agrícolas de riego, la infraestructura se considera un uso compatible.
- UGA 14, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: zona de influencia urbana, la infraestructura es un uso condicionado.
- UGA 16, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: zona de influencia urbana, la infraestructura es un uso condicionado (Tabla 3.3).

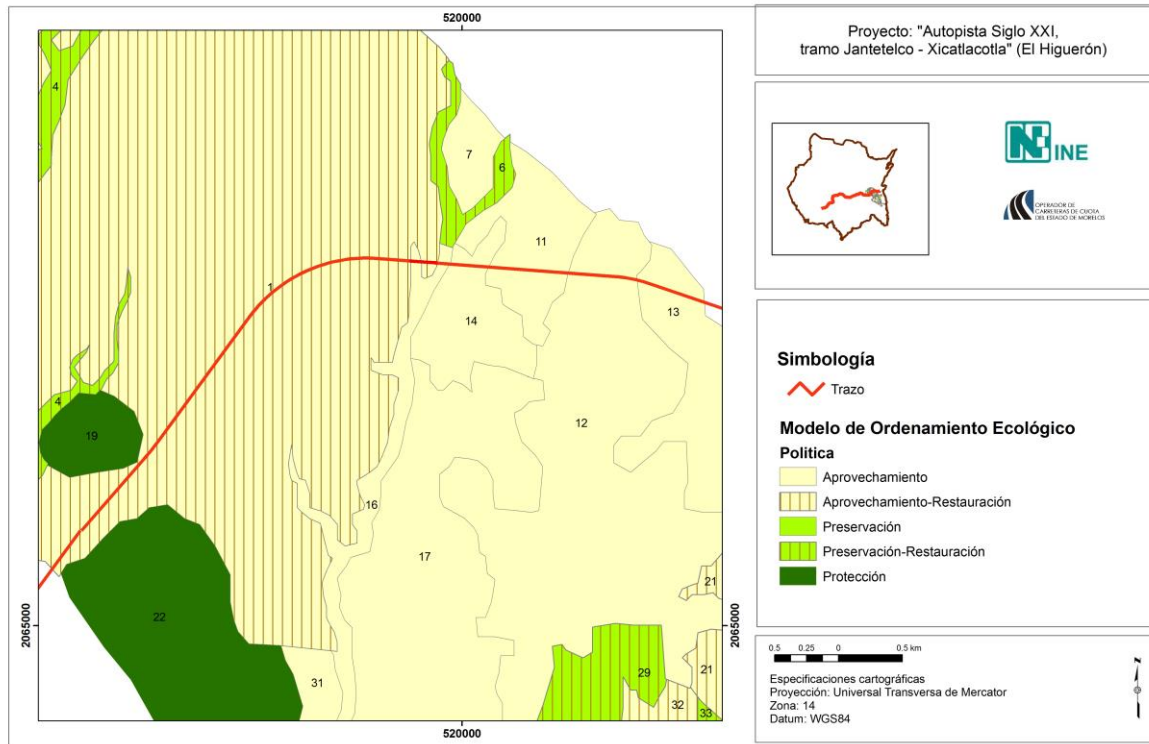


Figura 3-2 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Joncatepec, Morelos.



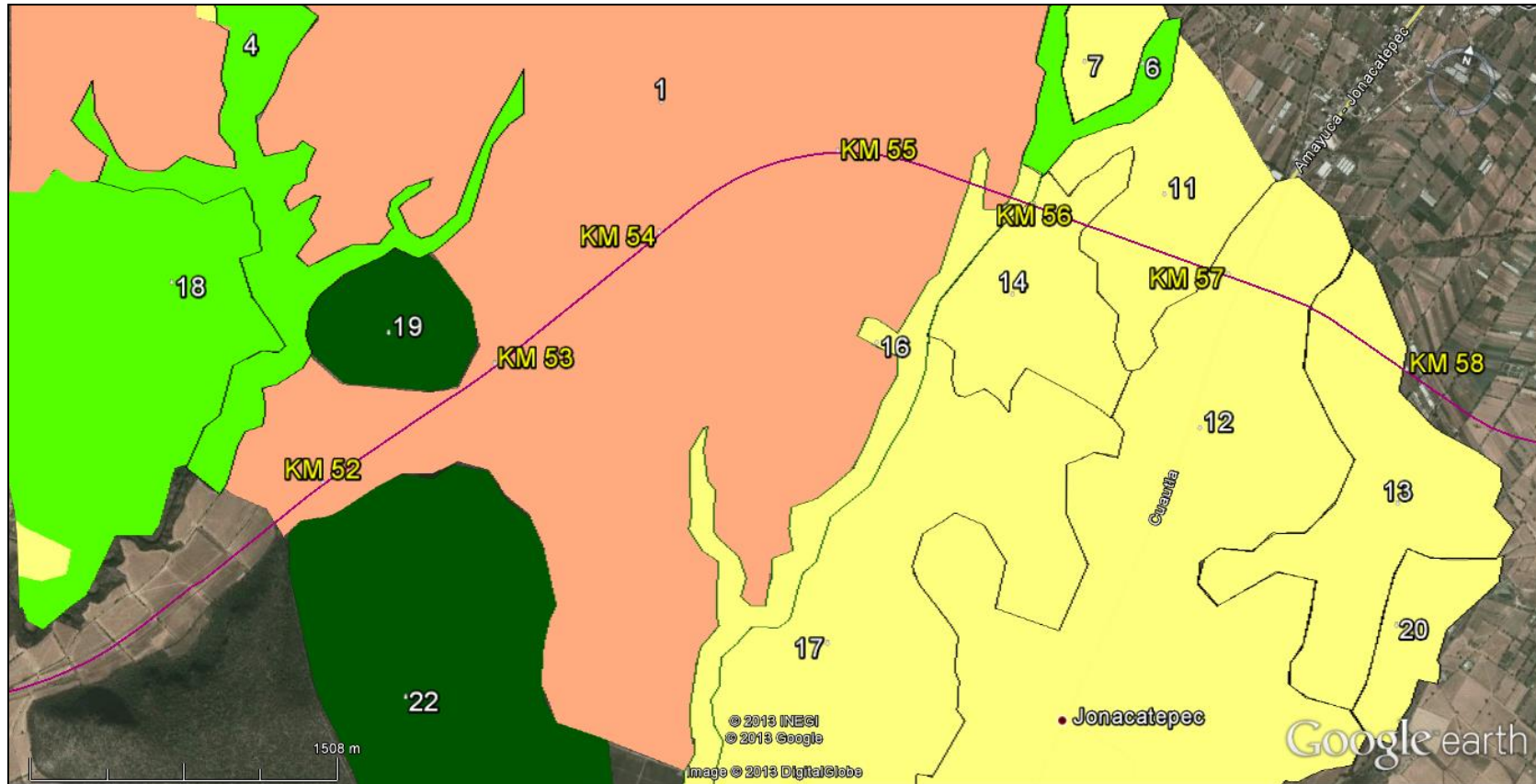


Figura 3-3 Acercamiento de las UGA's que atraviesa el trazo carretero, mismo que incorpora en la selección de la ruta criterios ambientales, de tal modo que se evita el afectar áreas conservadas o sujetas a protección en concordancia al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Jonacatepec, como resultado se atraviesan únicamente áreas con política de aprovechamiento y/o restauración.



Tabla 3-3 Descripción de las UGAs por las que atraviesa el proyecto

Unidades de Gestión Ambiental									
UGA	Longitud dentro del POEL	Política	Lineamiento (indicador)	Uso predominante	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles	Criterios	VINCULACIÓN
1	2.8 km aprox. 51+075 - 52+019 52+265 - 55+054 55+132 - 55+268	Aprovechamiento y Restauración	Desarrollar las actividades agropecuarias para que sean económicamente rentables y ambientalmente sustentables (productividad y monitoreo de la calidad de suelo y agua). Garantizar los servicios ambientales brindados por las barrancas (biodiversidad).	Áreas agrícolas de temporal con barrancas perturbadas	Investigación Ecoturismo, UMA's	Agrícola (sin crecimiento sobre las áreas de restauración)  Pecuario (promoviendo su intensificación y que no afecte las acciones de restauración en las barrancas).  <u>Infraestructura.</u>	Asentamientos humanos, Avicultura, Equipamiento urbano, Industria, Invernaderos, turismo convencional	AD, AG, AT, GA, RS	La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos.

Capítulo III

11	0.63 km aprox. 55+674 - 56+298	Aprovechamiento	Desarrollar las actividades agropecuarias para que sean económicamente rentables y ambientalmente sustentables (productividad y monitoreo de la calidad de suelo y agua)	Áreas agrícolas de temporal	Agrícola, Ecoturismo, Investigación Pecuaria, UMA's	Asentamientos humanos (respetando la zona federal y sin descargas a la barranca)  Equipamiento urbano (respetando la zona federal y sin descargas a la barranca)  <u>Infraestructura</u> (sin descargas a la barranca)  Turismo convencional	Avicultura, Industria Invernaderos Minería	AD, AG, AH, AT, ED, GA, TU	La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos.
12	0.54 km aprox. 56+298 - 56+836	Aprovechamiento	Mejorar la imagen urbana del centro histórico (número de turistas) Impulsar el aprovechamiento racional de los espacios del centro poblacional, consolidando la función habitacional, promoviendo las actividades económicas, mitigando los impactos	Centro Urbano de Jonacatepec	Asentamientos humanos Equipamiento urbano <u>Infraestructura</u> Turismo convencional		UMA's, Ecoturismo Agrícola Pecuaria Acuicultura Avicultura Minería Invernaderos	VI, AH, ED, AD	La infraestructura está considerada como un uso compatible. El presente cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos.

Capítulo III

			ambientales y mejorando la calidad de vida de la población (indicadores de calidad de vida y de gestión urbana)						
13	0.56 km aprox.  56+836 - 57+394	Aprovechamiento	Fomentar la creación de un parque industrial que aglomere las industrias de la zona y que no tenga impactos sobre los asentamientos humanos de las UGA's colindantes	Áreas agrícolas de riego	Industria <u>Infraestructura</u> Invernaderos	Asentamientos humanos (únicamente viviendas indispensables para el funcionamiento de las industrias y la vigilancia) Agrícola (fomentando su sustitución por un área de desarrollo industrial para el municipio)	Acuicultura Avicultura Equipamiento urbano Minería Pecuario Turismo Turismo convencional Ecoturismo UMA's	AG, AT, VI, ED, AD, IN	La infraestructura está considerada como un uso compatible. El presente proyecto cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos
14	0.3 km aprox.  55+369 - 55+674	Aprovechamiento	Impulsar el aprovechamiento racional de los espacios del centro poblacional, consolidando la función habitacional, promoviendo las actividades económicas, mitigando los impactos	Zona de influencia urbana		Asentamientos humanos (respetándola zona federal y sin descargas a la barranca)  Equipamiento urbano (respetando la zona federal y sin descargas a la	UMA's Ecoturismo Agrícola Pecuario Acuicultura Avicultura Industria Invernaderos Minería Turismo Turismo convencional	AH, ED, AD	La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que

Capítulo III

			ambientales y mejorando la calidad de vida de la población (indicadores de calidad de vida y de gestión urbana)			barranca)  <b>Infraestructura</b> (sin descargas a la barranca)			compensarán los impactos
16	55+054 - 55+132  55+268 - 55+369	Aprovechamiento	Impulsar el aprovechamiento racional de los espacios del centro poblacional, consolidando la función habitacional, promoviendo las actividades económicas, mitigando los impactos ambientales y mejorando la calidad de vida de la población (indicadores de calidad de vida y de gestión urbana)	Zona de influencia urbana		Asentamientos humanos (respetándola zona federal y sin descargas a la barranca) Equipamiento urbano (respetando la zona federal y sin descargas a la barranca)  <b>Infraestructura</b> (respetando la zona federal y sin descargas a la barranca)	UMA's Ecoturismo Agrícola Pecuario Acuicultura Avicultura Industria Invernaderos Minería Turismo convencional	<b>AH, ED, AD</b>	La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos

Los criterios de regulación ambiental que aplican a las UGAs se refieren a lo siguiente:

AG.- Criterios para actividades agrícolas. Se refieren a las acciones que se implementarán para el desarrollo del sector agrícola en el municipio y la normatividad con la que deberá cumplir dicha actividad.

AT.- Criterios para actividades agrícolas de temporal. Se refieren a las acciones que se implementarán para el desarrollo del sector agrícola de temporal en el municipio y la normatividad con la que deberá cumplir dicha actividad.

GA.- Criterios para ganadería. Se refieren a las acciones que se implementarán para el desarrollo del sector pecuario en el municipio y la normatividad con la que deberá cumplir dicha actividad.

AH.- Criterios para asentamientos humanos. Se refieren a las acciones de promoción del desarrollo de los asentamientos humanos y la normatividad a la que se ajustará el crecimiento de los mismos.

ED.- Criterios de educación ambiental. Se refieren al programa de capacitación y difusión de la cultura ambiental dirigidas a las comunidades del municipio de Jonacatepec.

AD.- Criterios administrativos. Incluye los criterios referentes a la verificación de los límites municipales y la regularización de la tenencia de la tierra.

RS.- Criterios para restauración ecológica

TU.- Criterios para turismo. Son criterios que regulan la actividad turística en el municipio que establecen el tipo de turismo a desarrollar y a las disposiciones que dicte el ayuntamiento para tal fin, por lo que ninguno de ellos es vinculante con el proyecto.

IN.- Criterios para industria. Se incluye la normatividad con la que deberán cumplir las industrias actuales y futuras en el municipio.

Los criterios con clave VI y PR no son descritos en el decreto.

De los criterios establecidos en el programa de ordenamiento ecológico local a continuación se vinculan aquellos que son aplicables al proyecto carretero (Tabla 3-4). Los criterios que regulan las actividades agrícolas (AG), actividades agrícolas de temporal (AT), ganadería (GA), industria (IN) y turismo (TU), no son vinculantes puesto que no tienen relación alguna con las obras y actividades que se pretenden.

Tabla 3-4 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos del POEL del Municipio de Jonacatepec, Morelos.

Unidades de Gestión Ambiental			
UGA	Criterio	Descripción	Vinculación
<b>Criterios para restauración ecológica</b>			
1	RS1	<i>La UGA deberá restaurarse con vegetación preferentemente nativa.</i>	Se contemplan acciones de reforestación de especies arbustivas y arbóreas (Programa de Reforestación de Especies Nativas, Anexo 1), mismo que incluye aquellos trabajos necesarios, para prevenir o mitigar impactos ambientales tanto en la zona de afectación o de influencia directa, como en el Sistema Ambiental Regional del presente proyecto carretero.
	RS2	<i>No se permite la remoción de la vegetación nativa de la UGA</i>	No se contraviene este criterio, porque el subtramo que se ubica dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Jonacatepec (del km. 51+700 al km. 58+000 aproximadamente), se desarrolla en áreas agrícolas y urbanas, la escasa vegetación corresponde a individuos aislados de vegetación secundaria arbustiva (información corroborada en campo que se presenta en el Capítulo 8: Sitios de muestreo, vistas selectas del trazo y cartografía de uso de suelo y vegetación). Derivado de lo cual no se afectará vegetación nativa de la UGA que

Capítulo III

			manifiesta un uso de suelo predominante de agricultura de temporal. El uso de suelo y vegetación de acuerdo a CONAFOR (2000), en dicho subtramo corresponde a Agricultura de Temporal (Figura 3-4).
	RS3	<i>Se restaurará la vegetación riparia</i>	No se removerá la vegetación riparia, sin embargo, en el programa de reforestación se incluyen especies de este tipo de vegetación.
	RS4	<i>Se realizarán estudios para definir las estrategias de restauración de la UGA a través de la repoblación artificial.</i>	El criterio no es aplicable al proyecto, sin embargo, con el programa de reforestación se favorecerá la restauración de los sitios.
	RS5	<i>Se identificarán las áreas críticas o severamente alteradas con la finalidad de establecerlos programas de restauración</i>  <i>Se iniciará un proceso de reintroducción de fauna nativa en aquellas áreas donde haya sido desplazada</i>	El subtramo comprendido dentro del ordenamiento ecológico del municipio de Jonacatepec, no atraviesa unidades de protección. En las cercanías del km. 50 al km. 53 (aprox.), se encuentran las UGAS 18, 19 y 22 con política de protección y uso de suelo de Selva baja caducifolia, si bien estas no son interceptadas por el trazo del proyecto, mediante el Programa de Reforestación de especies Nativas y el Programa de conservación y mejoramiento del hábitat en las zonas prioritarias de conservación y conectividad identificadas en el SAR (Anexo1) se promoverá la conexión de los sitios y la protección en el desplazamiento de la fauna silvestre.
<b>Criterios para asentamientos humanos</b>			
11 12 14 16	AH3	<i>Las vialidades y espacios abiertos deberán reforestarse con especies nativas.</i>	Se contemplan acciones de reforestación de especies arbustivas y arbóreas (Programa de Reforestación de especies Nativas), que actúen como cercos vivos a lo largo del trazo de la carretera.
	AH8	<i>No se permitirá la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desecho sólido en ríos, canales, barrancas o en cualquier tipo de cuerpo natural</i>	Las obras y actividades necesarias para la construcción de la carretera, se deberán realizar exclusivamente en las áreas aquí especificadas. Así también quedará prohibido verter o descargar materiales o residuos líquidos o sólidos en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósito de agua, y desarrollar actividades contaminantes para los mismos.

<b>Criterios de educación ambiental</b>			
11 12 13 14 16	ED2	<i>Se fomentará la sustitución gradual de la flora no nativa a través de programas de información sobre los daños generados por las especies exóticas</i>	Las acciones de reforestación de especies arbustivas y arbóreas para la restauración de los sitios y en su caso para la compensación de los impactos que generará el proyecto, se realizarán exclusivamente con especies nativas locales.
	ED6	<i>Se deberán establecerse programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, drenajes, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos para las condiciones de la cuenca.</i>	Se llevarán a cabo actividades de difusión ambiental que se dirigirán hacia los trabajadores involucrados en la obra. Se deberán ofrecer pláticas y talleres abordando temas sobre: residuos, agua, suelo, la flora y la fauna, y en general las características ecológicas e la importancia del área.
<b>Criterios administrativos</b>			
13 14 16	AD3	<i>En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico, arqueológico o ecológico</i>	Se cumplirá cabalmente con la elaboración del presente documento que evalúa la afectación de las zonas con valor histórico, arqueológico y ecológico.

De acuerdo con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Jonacatepec, el proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos”, es congruente con el mismo ya que la infraestructura se considera un uso compatible en dos de las UGAs y como condicionado en 4 de ellas, unidades con política de Aprovechamiento/Restauración y uso de suelo predominante de agricultura y zona urbana; y en las que se dará cumplimiento a los criterios ecológicos aplicables, así mismo se considera la aplicación de las diferentes medidas preventivas y de mitigación para la obtención de un proyecto sustentable y en beneficio para la localidades urbanas de esta región.



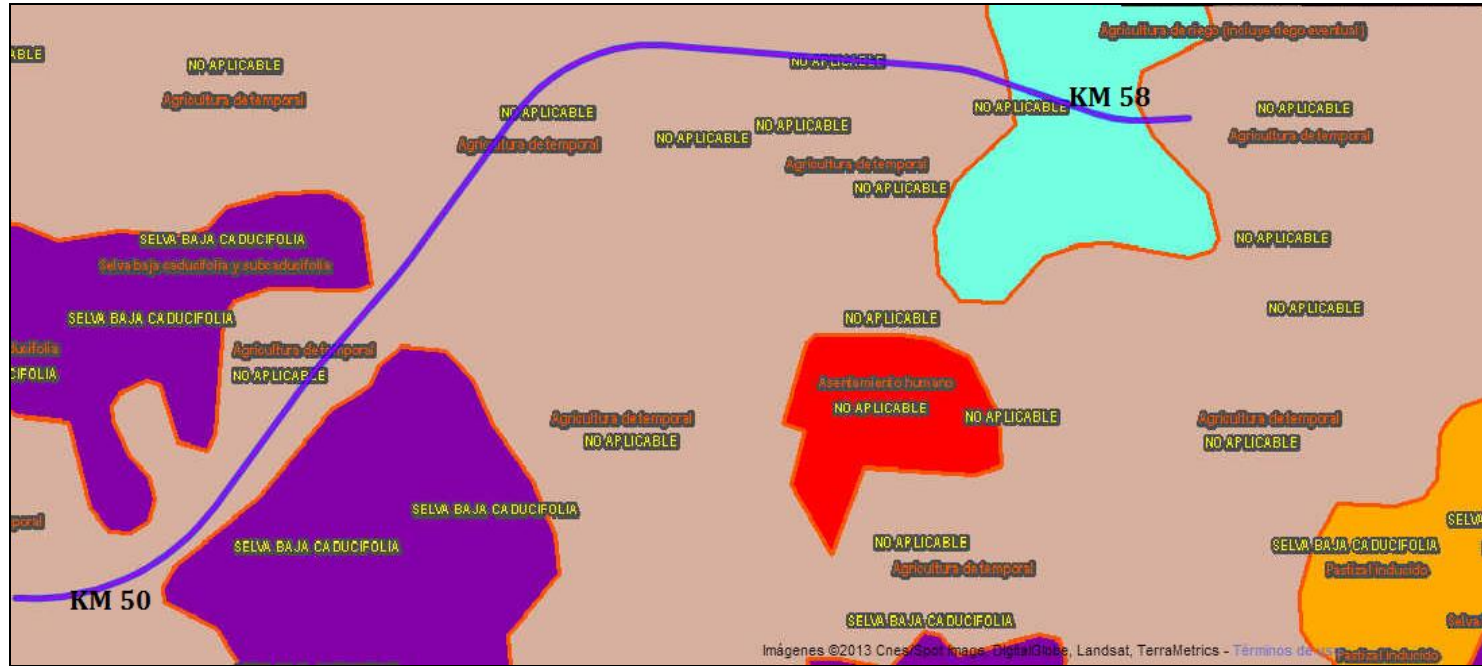


Figura 3-4 Uso de suelo y vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal (CONAFOR 2000), a lo largo del subtramo que se ubica dentro del POEL Municipio de Joncatepec, corresponde a Agricultura de temporal, y Agricultura de Riego, es decir vegetación inducida por las actividades económicas

### *3.7.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Ayala*

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Ayala fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Morelos el 28 de marzo de 2012. El modelo de ordenamiento ecológico está conformado por 68 UGA's, y 4 políticas de manejo: aprovechamiento, restauración, protección y preservación. El trazo del proyecto cruza 5 unidades de gestión ambiental, que son las siguientes:

- UGA 52, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: agricultura de riego, la infraestructura es un uso condicionado.
- UGA 47, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: pastizal, la infraestructura es un uso condicionado.
- UGA 56, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: agricultura de temporal, la infraestructura se considera un uso condicionado.
- UGA 27, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: agricultura de riego, la infraestructura se considera un uso condicionado.
- UGA 58, política de Aprovechamiento, uso de suelo predominante: agricultura de riego, la infraestructura se considera un uso condicionado (Tabla 3-6).

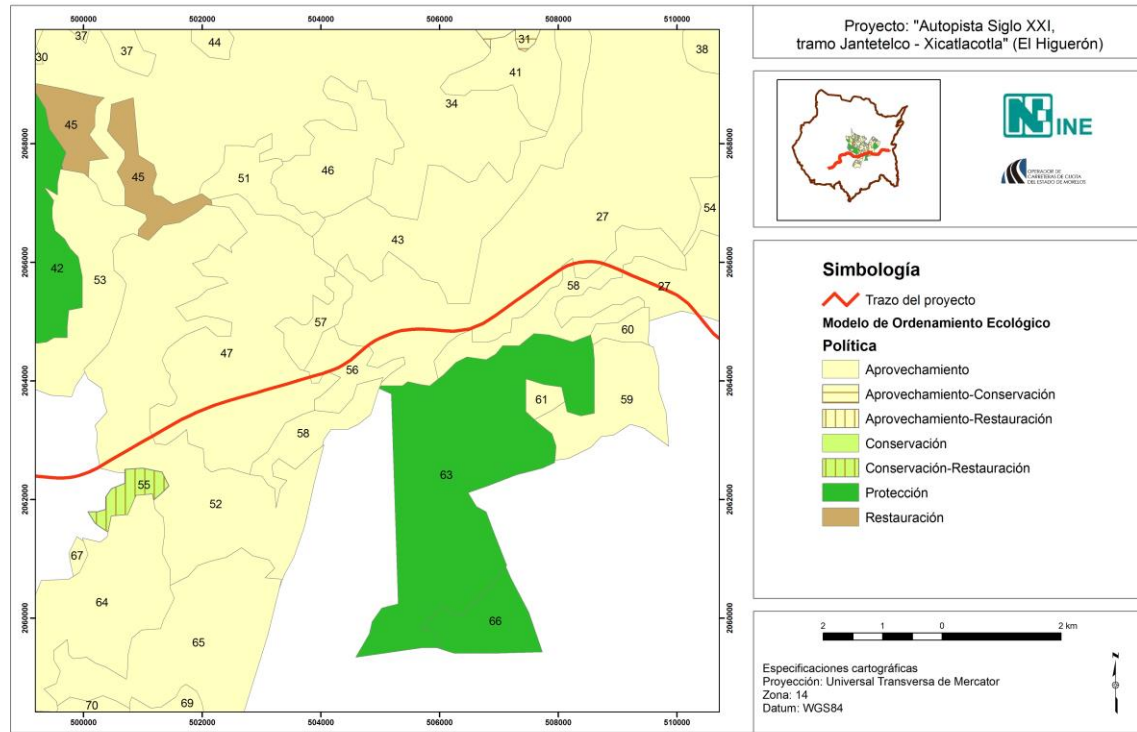


Figura 3-5 Ubicación del proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala, Morelos.

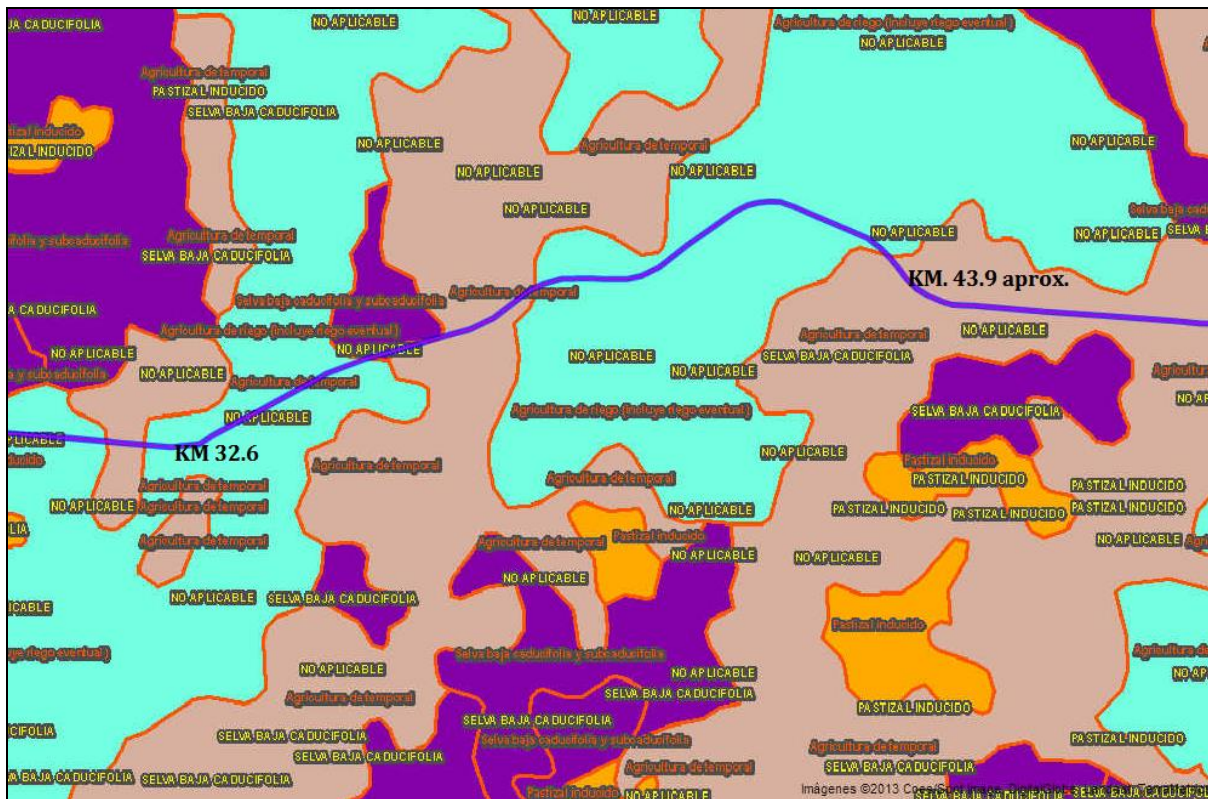


Figura 3-6 Uso de suelo y vegetación a lo largo del subtramo que se localiza dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala, corresponde a agricultura de riego, límites con selva baja caducifolia y agricultura de temporal (CONAFOR, 2000).

El uso de Infraestructura está considerado como condicionado en las 5 UGAs, por lo que el proyecto deberá cumplir con los criterios ambientales establecidos en cada una de ellas. Los criterios ambientales se refieren a cada uno de los usos que pueden o no desarrollarse dentro de las mismas, como son:

DS.- Desarrollo sustentable. Criterios establecidos respecto a la conservación de los recursos naturales a través del uso sustentable, rescatando el conocimiento tradicional de los habitantes locales y el desarrollo de alternativas productivas.

AG.- Agricultura. Se refieren a las acciones que se implementarán para el desarrollo del sector agrícola en el municipio y la normatividad con la que deberá cumplir dicha actividad.

AC.- Acuicultura. Se aplican únicamente al desarrollo de proyectos acuícolas regulando sus actividades.

VI.- Viveros. Criterios instituidos para el establecimiento de viveros.

GA.- Asentamientos humanos. Se refieren a las acciones de promoción del desarrollo de los asentamientos humanos y la normatividad a la que se ajustará el crecimiento de los mismos.

ED.- Educación Ambiental. Se refieren al programa de capacitación y difusión de la cultura ambiental dirigidas a las comunidades del municipio de Ayala.

FF.- Flora y fauna. Se refieren al manejo de la flora y fauna en el municipio, así como las acciones para su protección y/o restauración.

Los criterios ambientales establecidos para cada UGA se establecieron con base a los usos posibles de realizar dentro de cada una de ellas, así como los usos que se consideran como incompatibles. Debido a que el uso predominante en dichas UGAs es agrícola de temporal o pastizal los criterios ambientales en su mayoría se refieren a la manera en la que se deberán llevar a cabo dichos usos y las condicionantes para algunos de los usos considerados compatibles, condicionados o incompatibles. Específicamente para el uso de Infraestructura no se definieron criterios ambientales, por lo que en la tabla 3-5, se vincula el proyecto únicamente a los criterios que se enlazan con las actividades propias del desarrollo del proyecto.

Tabla 3-5 Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental por las que cruza el proyecto.

Unidades de Gestión Ambiental			
UGA en la que aplica	Criterio	Descripción	Vinculación
52	<b>FF9</b>	Se deberá establecer un programa de saneamiento a corto y mediano plazo del río Cuautla	En el cruce del trazo del proyecto sobre el río Cuautla (a la altura del km 3+834 y km 33+420) se construirán unos puentes cuyas características geométricas responden a razones hidráulicas que permitirán proteger el cauce de agua y se respetará la vegetación riparia. Así también se ejecutará el Programa de Restauración y Mejoramiento de Suelos y Manejo de Residuos (Anexo1), a fin de evitar el inadecuado manejo y disposición de dichos residuos en el área del proyecto.
52	<b>FF10</b>	Se gestionarán los apoyos técnicos y financieros, tendientes a repoblar las áreas arboladas en las diversas localidades del municipio.	El proyecto implementará un programa de reforestación con especies nativas (Anexo 1) de la zona, con una densidad aproximada de 1250 individuos por hectárea.



Capítulo III

Tabla 3-6 Descripción de las UGAs del Modelo de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala.

Descripción de las Unidades de Gestión Ambiental									
UGA	Longitud dentro del POEL	Política	Lineamiento	Uso predominante	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles	Criterios aplicables al proyecto	VINCULACIÓN
27	5.66 km aprox. 37+656 – 41+326 41+545 – 42+052 42+406 – 43+890	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas, garantizando la restauración y conservación de cuerpos de agua y barrancas	Agricultura de riego	Acuicultura	Ganadería (que no interfiera con las actividades agrícolas)  <u>Infraestructura</u>	Asentamientos humanos Comercio Industria Turismo		La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente proyecto cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos. Así como programas

Capítulo III

									ambientales específicos que permitirán la restauración y conservación de cuerpos de agua y barrancas en el área de influencia del proyecto.
47	2.86 km aprox.  33+712 – 36+565  36+808 – 36+877	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable pecuario y de agroecosistemas	Pastizal	Ganadería UMAs Ecoturismo	<b>Infraestructura</b>	Asentamientos humanos Comercio Industria Turismo		La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente proyecto cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos
52	1.02 km aprox.  32+696 – 33+712	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas	Agricultura de riego	Viveros Acuicultura	Asentamientos humanos (donde se encuentran delimitados por el programa de desarrollo vigente)	Asentamientos humanos Industria Ganadería	FF9 y FF10	La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente



Capítulo III

						<u>Infraestructura</u>			proyecto cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos
56	1 km aprox. 36+565 - 36+808 36+877 - 37+656	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas	Agricultura de temporal		Ganadería (que no interfiera con las actividades agrícolas) <u>Infraestructura</u>	Asentamientos humanos Comercio industria Turismo		La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente proyecto cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos
58	0.58 km aprox. 41+326 - 41+545 42+052 -	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas	Agricultura de riego	Acuicultura Ecoturismo UMAs	Ganadería (que no interfiera con las actividades agrícolas y acuícolas) <u>Infraestructura</u>	Asentamientos humanos Comercio Industria Turismo		La infraestructura está considerada como un uso condicionado. El presente

Capítulo III

	42+406								proyecto cumple con los criterios que establece la normatividad ambiental y contempla las medidas de mitigación que compensarán los impactos
--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

De lo anterior se concluye que el proyecto puede llevarse a cabo en congruencia con los criterios de regulación ecológica que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Ayala, en las Unidades 52, 47, 56, 27 y 58, áreas con política de Aprovechamiento y uso de suelo predominante de agricultura y pastizal. El promovente del presente proyecto, es responsable de aplicar las medidas necesarias para la protección ambiental y para el cumplimiento de los criterios y lineamientos de regulación ecológica aquí especificados.

### 3.8 Programas de Desarrollo Urbano

De acuerdo con la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Morelos, el Programa de Desarrollo Urbano se define como el conjunto de principios, objetivos, políticas, estrategias, programas operativos e instrumentos, normas técnicas y disposiciones relativas que regularán el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos su fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, a fin de determinar, organizar y mejorar los espacios urbanizados y establecer la estrategia de desarrollo urbano ordenado y sustentable de la entidad, observando otras disposiciones jurídicas aplicables, y que actúa como un ordenamiento normativo de observancia obligatoria.

Los programas de desarrollo urbano vigentes en el área del proyecto se refieren en su mayoría a Programas Municipales y un Programa de Centro de Población.

Los programas de desarrollo urbano municipales, definen las estrategias de desarrollo de los centro de población, en cuanto al crecimiento de los asentamientos urbanos y en el área rural la definición de reservas territoriales para el crecimiento a futuro y la cobertura de infraestructura y equipamiento para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Se sobrepuso el trazo del proyecto a los programas de desarrollo urbano vigentes en el área encontrando que en su mayor parte se ubica en zonas de cultivo y forestales. La vinculación con cada uno de los programas de desarrollo urbano se presenta a continuación a partir del kilómetro 0+000 al kilómetro 64+000, es decir en el sentido Oeste-Este, respecto a la localización de los municipios.

Capítulo III

Para el caso del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Jojutla, el trazo del proyecto se ubica en las zonas rurales que presentan un uso agrícola (figura 3-7), que no se consideran áreas aptas para el desarrollo urbano, áreas urbanas para consolidación o para usos especiales, por lo que dicho proyecto no contraviene lo establecido en dicho programa.

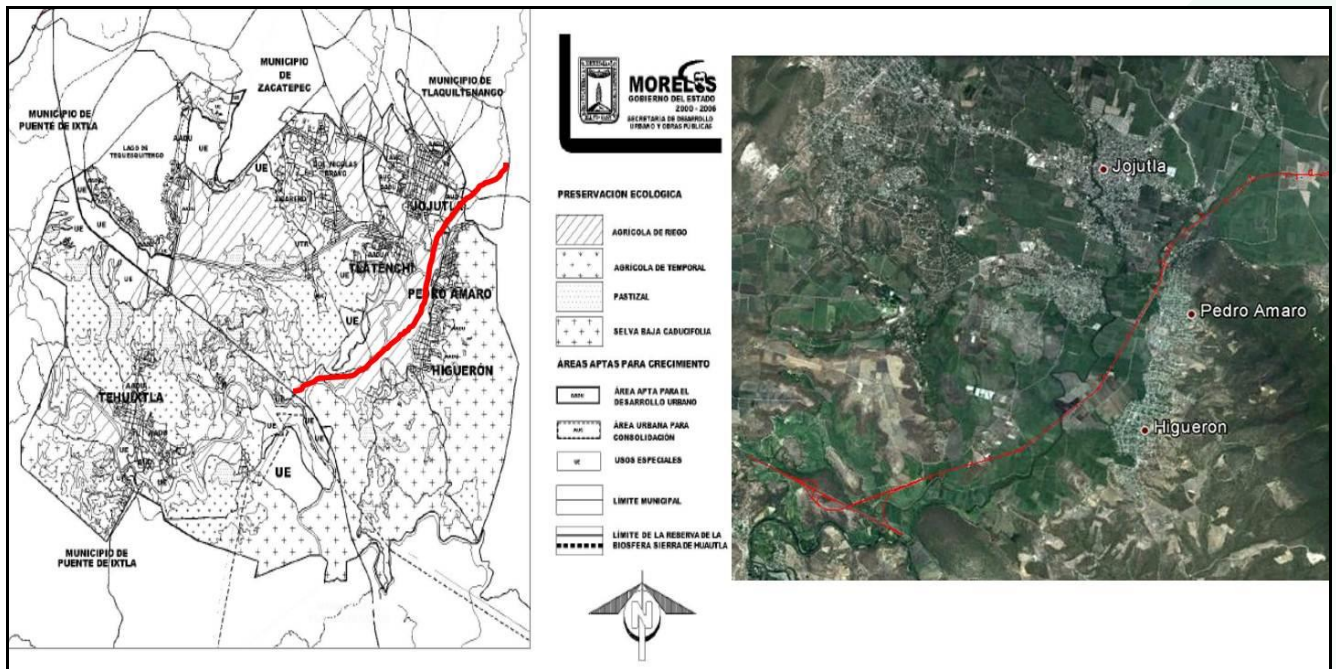


Figura 3-7 Ubicación del proyecto respecto al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Jojutla, Morelos.

### 3.8.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlaquiltenango

Respecto al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlaquiltenango, Morelos, el área por donde cruzará el trazo del proyecto, se ubica en áreas que están consideradas para el uso de agricultura de riego y forestal, fuera de los sitios de usos especiales.

Capítulo III

En el área forestal de este municipio y del resto de las áreas forestales por las que atraviesa el trazo del proyecto se realizará el Estudio Técnico Justificativo para obtener la autorización de cambio de uso de suelo por parte de las autoridades federales y se compensará la extracción de especies arbóreas con el programa de reforestación con especies nativas de la región en las zonas aledañas al proyecto.

Por lo anterior, se considera que el trazo del proyecto es congruente con lo que establece el programa de desarrollo urbano.

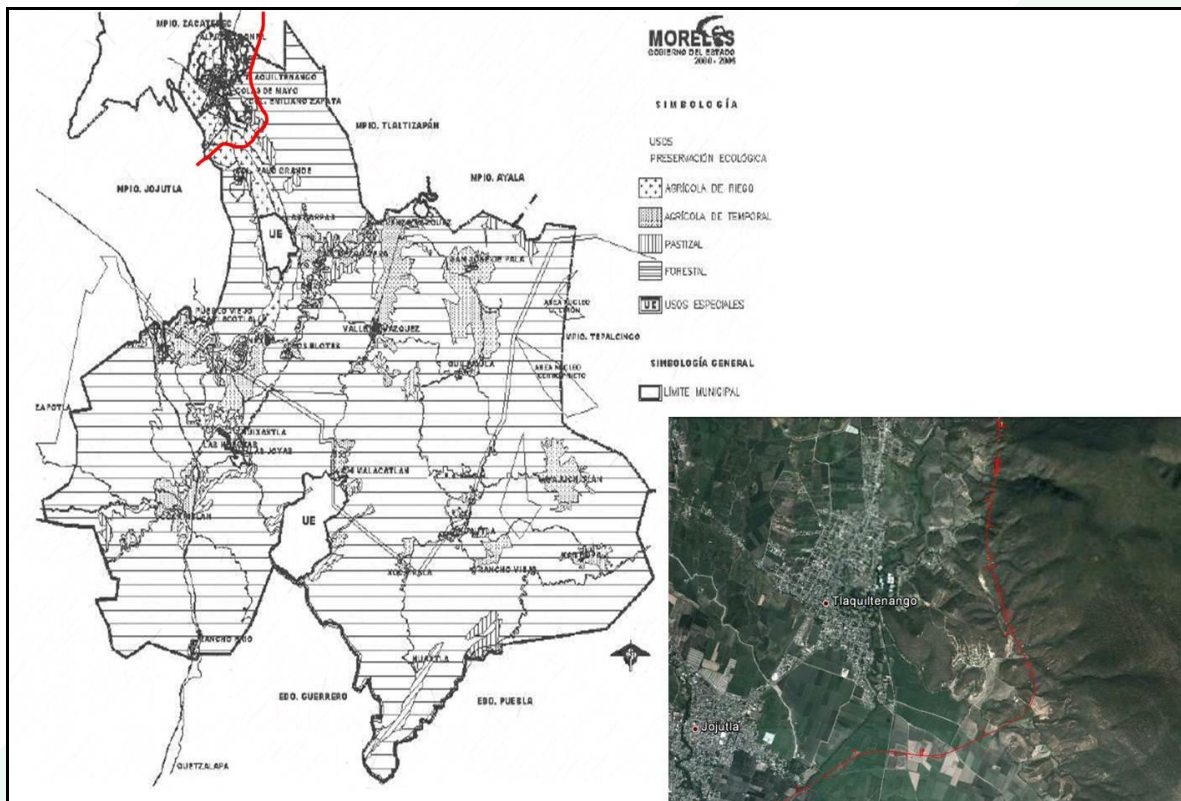


Figura 3-8 Ubicación del proyecto respecto al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tlaquiltenango, Morelos.



Capítulo III

3.8.2 Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Tlaltizapan.

El municipio de Tlaltizapan, cuenta con un Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de la cabecera municipal, que cuenta con un polígono que delimita el ámbito de aplicación del mismo.

La sobreposición del trazo del proyecto respecto al PDUCP de Tlaltizapan nos indica que el proyecto se ubica fuera de su ámbito de aplicación, por lo que no existen disposiciones de regulación de uso de suelo en el área donde se llevará a cabo el mismo.

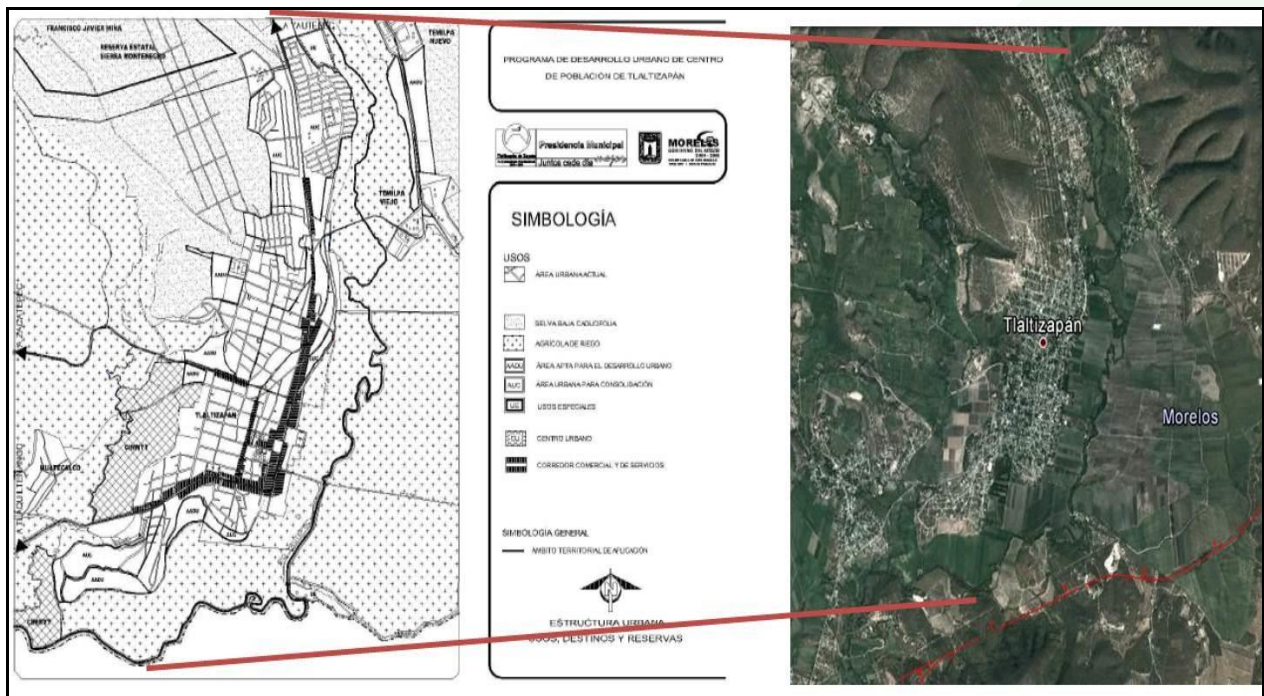


Figura 3-9 Ubicación del proyecto respecto al PDUCP de Tlaltizapan, Morelos.

3.8.3 Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Tepalcingo, Morelos.

El trazo del proyecto cruzará en las cercanías del límite norte del municipio de Tepalcingo sobre terrenos de uso agrícola de temporal y una porción mínima de uso forestal.

Capítulo III

El programa municipal publicado en el año 2004, consideraba la construcción del proyecto Autopista Siglo XXI, al sur del área que actualmente está considerada para tal fin y que suponía una longitud mayor a la actual, igualmente el uso de suelo en ambos trazos son de agrícola de riego y se encuentran fuera de las áreas determinadas para el crecimiento urbano.

Considerando que para las zonas que presentan cobertura forestal se elaborará el estudio técnico justificativo para obtener la autorización del cambio de uso de suelo, se considera que el proyecto no contraviene lo establecido en dicho programa.

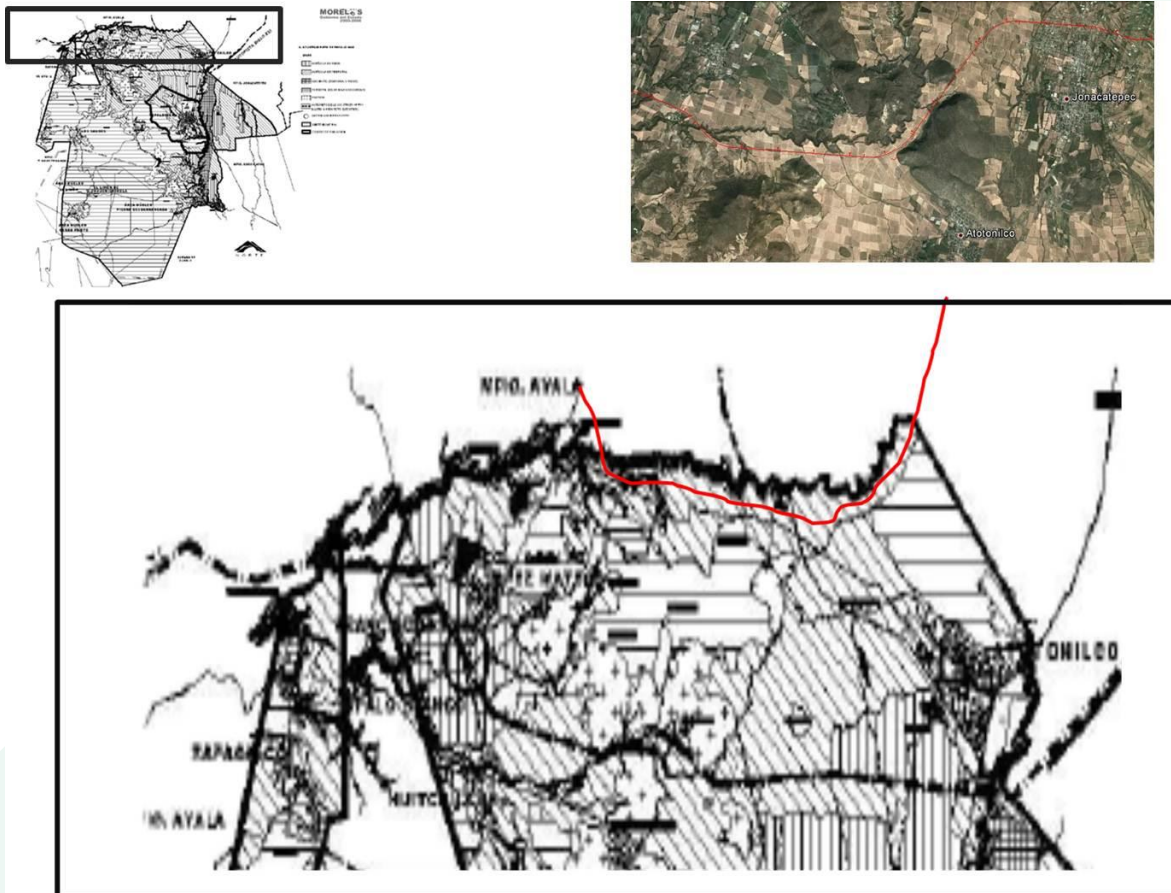


Figura 3-10 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tepalcingo, Morelos

### 3.8.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Jantetelco.

El trazo del proyecto cruza en la parte centro-norte del municipio, al sur de la cabecera municipal y fuera del área considerada para el desarrollo urbano de dicho asentamiento humano. El 100% del trazo que se ubica dentro de este municipio cruza sobre terrenos de uso agrícola de temporal (figura 3-11).

Debido a lo anterior, el proyecto es congruente con lo que establece el programa de desarrollo urbano.

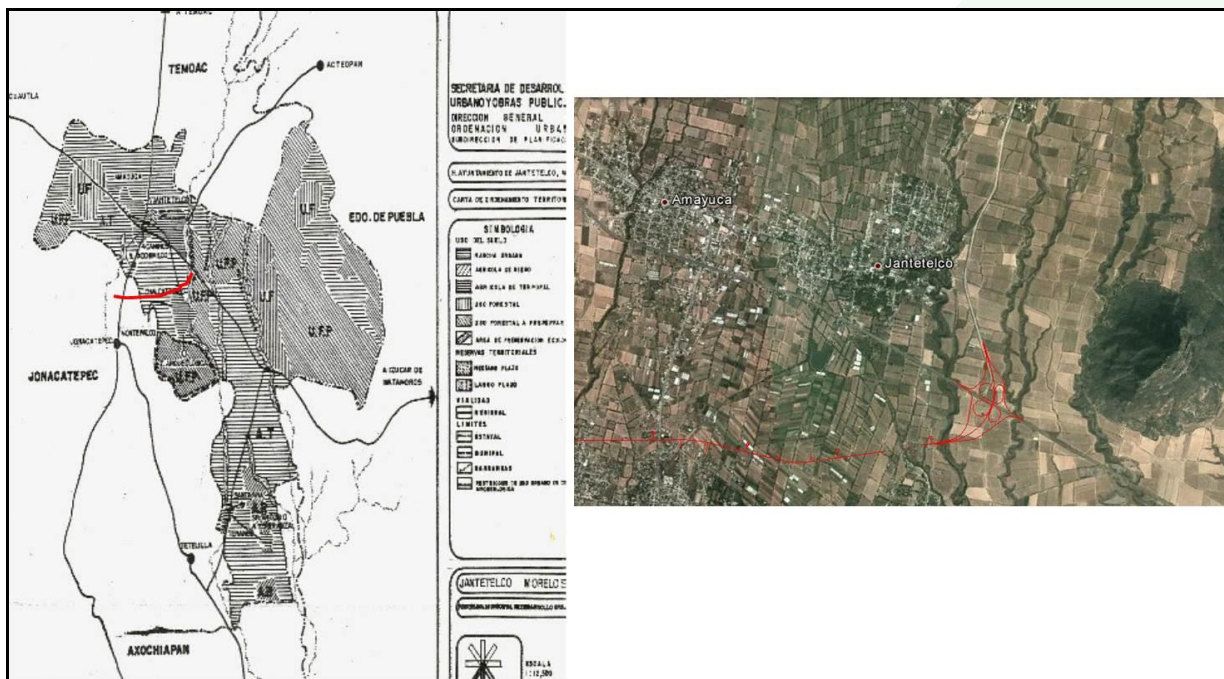


Figura 3-11 Programa municipal de desarrollo urbano de Jantetelco



### 3.9 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados.

Se crean mediante un decreto emitido por el ejecutivo de cualquiera de los tres órdenes de gobierno y existen diversas categorías que definen las leyes ambientales federales o locales.

El Estado de Morelos cuenta con 6 áreas naturales protegidas y un sitio Ramsar, 2 de competencia federal y 4 de competencia estatal.

La revisión de los decretos de las áreas naturales protegidas del estado de Morelos y la ubicación de los polígonos respectivos, permitió corroborar que aledañas a la zona del proyecto se encuentran algunas ANPs y un sitio Ramsar, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-7 Áreas Naturales Protegidas cercanas al trazo del proyecto.

Áreas Naturales Protegidas				
Nombre	Categoría	Competencia	Fecha de decreto	Distancia aproximada del trazo
Sierra de Huautla	Reserva de la Biósfera	Federal	8 de septiembre de 1999	0.7 km
Laguna de Hueyapan (El Texcal)	Sitio Ramsar	Federal	2 de febrero de 2010	24.5 km
		México, D.F.		Xalapa, Veracruz

Áreas Naturales Protegidas				
Nombre	Categoría	Competencia	Fecha de decreto	Distancia aproximada del trazo
<b>Sierra de Montenegro</b>	Reserva Estatal	Estatal	30 de mayo de 1998	4.4 km
<b>Las Estacas</b>	Reserva Estatal	Estatal	30 de mayo de 1998	4.1 km
<b>Los Sabinos - Santa Rosa - San Cristóbal (Río Cuautla)</b>	Zona sujeta a Conservación Ecológica	Estatal	31 de marzo de 1993	13.0 km
<b>Sierra de Huautla</b>	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estatal	1991	13.2 km

De las áreas antes señaladas la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla es la más cercana al área del proyecto ubicándose a 0.7 km del km 0+000, el resto de las áreas se ubican a distancias que van de los 23 a 45 km del mismo aproximadamente. El proyecto no influirá en las condiciones ambientales que se presentan en dichas ANP's, dado que éste no atraviesa la poligonal de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, por lo que no se contraponen con los objetivos, metas y resultados esperados en el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales contenidos en el Plan de Conservación y Manejo de Reserva de la Biosfera, sin embargo, en todo momento se buscará proteger las áreas que presenten una mejor calidad ecológica con el fin de no contribuir en la degradación de los ecosistemas, asimismo, se tiene planteado establecer las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias para minimizar en lo posible los impactos ambientales que se generen con la construcción e implementación del mismo

Capítulo III

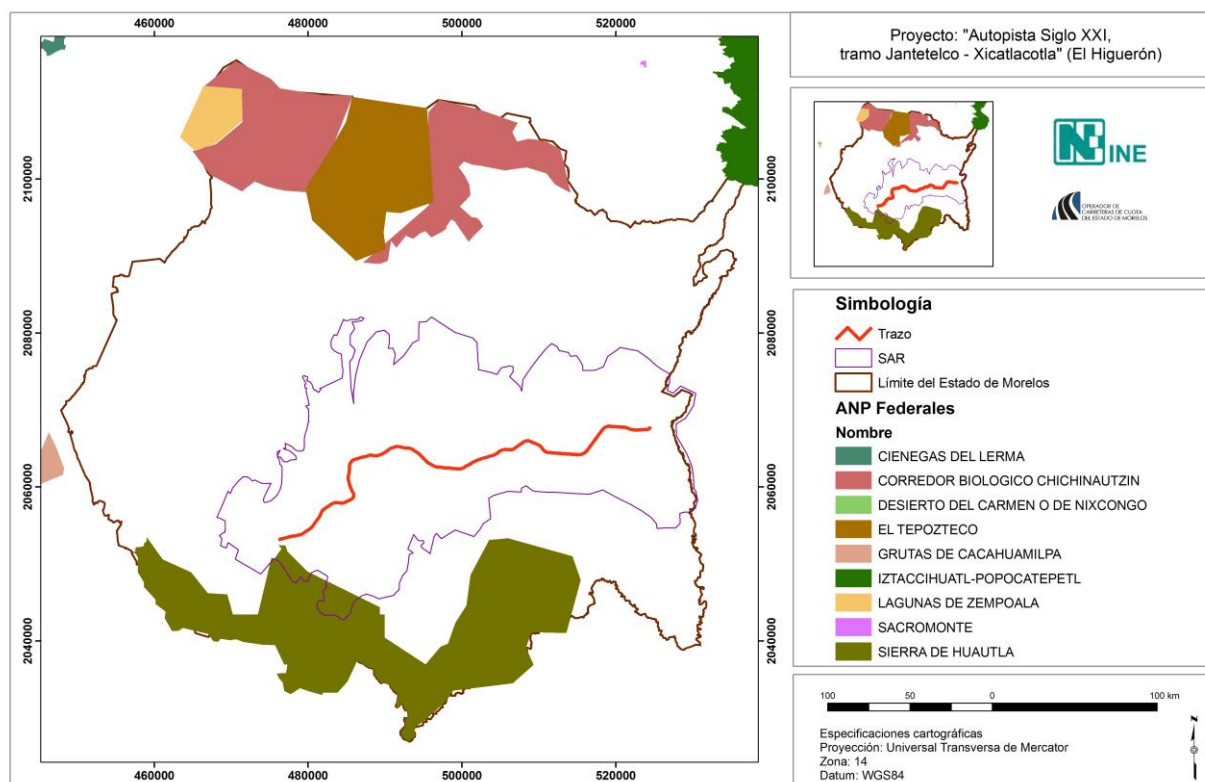


Figura 3-12 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.

Respecto a las áreas naturales protegidas de carácter estatal, el proyecto se ubica a 4.3 km de la Sierra de Montenegro y a 4.2 km de La Estacas (figura 3-13), por lo que las afectaciones que se generarán con el desarrollo de las actividades inherentes al proyecto no tendrán incidencia directa sobre dichas áreas.

Capítulo III

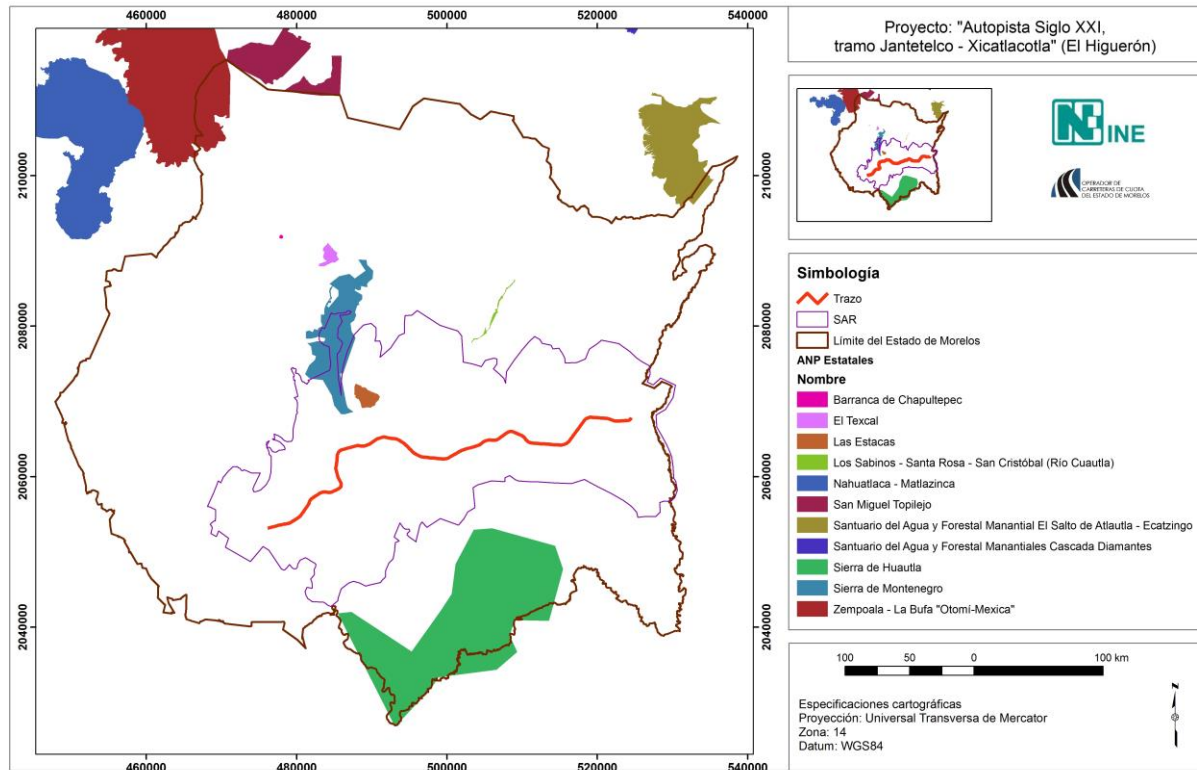


Figura 3-13 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal.

El Sitio Ramsar que se localiza en el estado de Morelos, es el correspondiente a la laguna de Hueyapan (El Texcal) que se encuentra aproximadamente a 4.5 km del trazo del proyecto, fuera del SAR (figura 3-14).

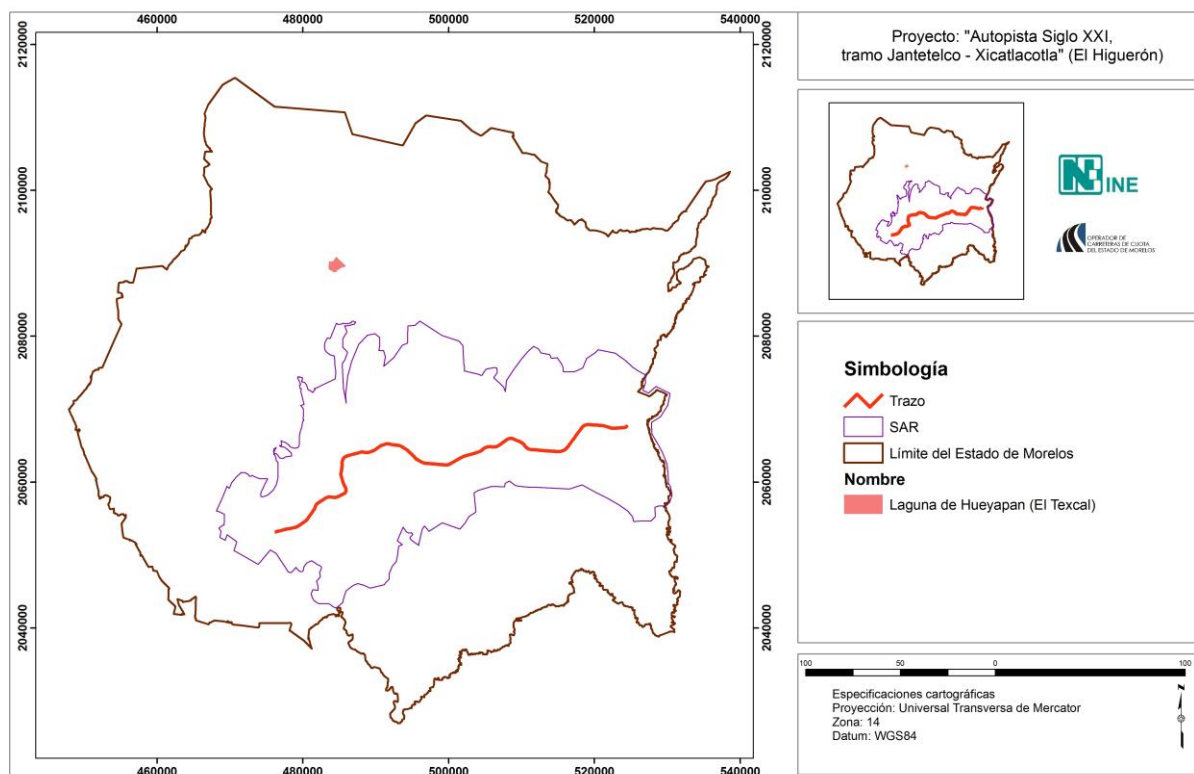


Figura 3-14 Ubicación del proyecto respecto a los sitios Ramsar.

3.10 Regionalización del territorio en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

### 3.10.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se orienta en la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas.

### Capítulo III

La delimitación de las regiones prioritarias no tiene la facultad de regular el uso de suelo, ni existe algún marco de regulación acerca de las mismas, por lo que no existen restricciones de tipo legal que impidan llevar a cabo ningún tipo de actividad dentro de ellas; sin embargo, es importante tomarlas en cuenta a efecto de identificar elementos, factores y fragilidad de los ecosistemas presentes en el área del proyecto y que se ubiquen dentro del SAR.

El SAR delimitado para el presente proyecto se sobrepone con la RTP 120 Sierra de Taxco-Huautla cuyas características se describen en la tabla 3-8. Es importante señalar que el derecho de vía del proyecto se encuentra fuera del área del RTP y no se pretende llevar a cabo obras y/o actividades más allá de la misma, por lo que no influirá de manera negativa en la calidad ambiental que presenta la RTP.

Tabla 3-8 Ficha técnica del RTP 120 Sierra de Taxco-Huautla.

#### A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

**Coordenadas extremas:** Latitud N: 18° 18' 32" a 18° 52' 21"; Longitud W: 98° 48' 49" a 100° 09' 00"

**Entidades:** Edo. de México, Guerrero, Morelos, Puebla.

**Municipios:** Almoloya de Alquisiras, Amacuzac, Amatepec, Atenango del Río, Ayala, Buenavista de Cuellar, Huitzuc de los Figueroa, Iguala de la Independencia, Ixcateopan de Cuauhtémoc, Jojutla, Jolalpan, Pedro Ascencio Alquisiras, Puente de Ixtla, Sultepec, Taxco de Alarcón, Tejupilco, Teloloapan, Teotlalco, Tepalcingo, Tetipac, Tlaquiltenango, Tlatlaya, Zacualpan.

**Localidades de referencia:** Iguala de la Independencia, Gro.; Taxco de Alarcón, Gro.; Zacatepec de Hidalgo, Mor.; Puente de Ixtla, Mor.

#### B. SUPERFICIE

**Superficie:** 2,959 km<sup>2</sup>

**Valor para la conservación:** 3 (mayor a 1,000 km<sup>2</sup>)

#### C. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Su importancia radica en la riqueza biológica de las cañadas y la Sierra de Taxco, así como a la alta integridad ecológica de la Sierra de Huautla, que constituyen un reservorio de especies endémicas y representan una amplia representatividad de ecosistemas, lo que ha permitido el decreto de esta última como un área natural protegida a nivel estatal. Ambos conjuntos de sierras representan un continuo, por lo que se agruparon en una sola RTP. El tipo de vegetación predominante es el de bosque de encino con diferente proporción de asociación con pino, aunque la diversidad de ecosistemas incluye también selva baja caducifolia, así como áreas perturbadas, en que se presenta agricultura de temporal y pastizal inducido. En las cañadas de la sierra de Taxco está reportada una riqueza significativamente alta de mariposas.

#### D. ASPECTOS CLIMÁTICOS (Y PORCENTAJE DE SUPERFICIE)

##### Tipo(s) de clima:

(A)C(w2) Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 25% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Awo Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 21% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Aw1 Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 20% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

(A)C(w1) Semicálido, templado subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, 18% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

C(w2)x' Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes 16% más frío



### Capítulo III

entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

#### E. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

**Geoformas:** Sierra.

#### **Unidades de suelo y porcentaje de superficie:**

Feozem háplicoPHh (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelos con un horizonte A 100% mólico, no muy duro cuando se seca, con grado de saturación de más de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico; tiene una proporción muy baja de bases, por lo que carece de horizontes cálcico (acumulación de carbonato de calcio) y gípsico (acumulación de yeso) y no es calcáreos; posee un grado de saturación del 50% como mínimo en los 125 cm superiores del perfil; asimismo, carece de propiedades sálicas y gleicas (alta saturación con agua) al menos en los 100cm superficiales.

#### F. ASPECTOS BIÓTICOS

**Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación:** 3 (alto)

Sobre todo de encinares, pino, pino-encino, parches pequeños de mesófilo, bosque tropical caducifolio y zacatonal alpino.

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

Selva baja caducifolia Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % 41% de las especies pierden las hojas durante la época de secas. Bosque de encino: bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas 33% templados y en altitudes mayores a los 800 m. Agricultura, pecuario y forestal: Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 16% puede ser permanente o de temporal. Otros 10%

**Valor para la conservación:**

**Integridad ecológica funcional:** 4 (alto) Hay grandes extensiones de áreas perturbadas



### Capítulo III

rodeando áreas en relativo buen estado de conservación.

**Función como corredor biológico:** 2 (medio) Se debe considerar que las partes bajas están muy perturbadas por lo que es difícil que operen como corredor biológico.

**Fenómenos naturales extraordinarios:** 2 (importante) Cabe destacar la presencia de mariposa monarca y de paisaje de alta montaña.

**Presencia de endemismos:** 2 (medio) Para vertebrados terrestres es alto y en plantas no parecer muy importante.

**Riqueza específica:** 3 (alto) Sobre todo en vertebrados y plantas. Existen numerosas especies endémicas de flora de la cuenca del río Balsas, destacando los cuajilotes, copales, copalillos, palo zopilote, órgano de mezcala y amate amarillo. Cuenta con un número importante de especies faunísticas relevantes como mariposa de barón, guacamaya verde, escorpión, primavera del Balsas, leoncillo, falsa coralillo del Balsas, entre otras.

**Función como centro de origen y diversificación natural:** 2 (importante) Sobre vertebrados hay pocas especies endémicas a la zona.

#### G. ASPECTOS ANTROPOGÉNICOS

##### **Problemática ambiental:**

Destacan como problemas en la región el alto grado de fragmentación; existen varias actividades económicas locales como las mueblerías en Taxco e Ixcateopan; crecimiento poblacional en la zona sur; deforestación en el Nevado de Toluca; pastoreo y erosión; extracción de pastos y abatimiento de manantiales. Entre los principales problemas, cabe citar la moderada degradación de la vegetación original para crianza y pastoreo de cabras.

##### **Valor para la conservación:**

**Función como centro de domesticación** 0 (no se conoce)

**mantenimiento de especies útiles:** Información no disponible

**Pérdida de superficie original:** 3 (alto) Sobre todo a causa de la actividad minera y la pequeña industria maderera local en Taxco e Ixcateopan.

**Nivel de fragmentación de la región:** 3 (alto) La fragmentación en la región es muy alta.

**Cambios en la densidad poblacional:** 2 (bajo) La parte norte presenta cambios negativos y aumentos en la zona sur.

**Presión sobre especies clave:** 2 (medio) Sobre todo debido a la explotación por parte de la industria maderera local.

**Concentración de especies en riesgo:** 2 (medio) Debido a la extracción de especies maderables.

**Prácticas de manejo inadecuado:** 3 (alto) Principalmente por la industria maderera, pastoreo, crecimiento urbano.

#### H. CONSERVACIÓN

##### **Valor para la conservación:**

**Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado:** 1 (bajo) Sólo ocurre en los PN Nevado de Toluca y Alejandro Humboldt (cerro del Huixteco).

**Importancia de los servicios ambientales:** 3 (alto) El Nevado de Toluca, en cuanto a la retención de agua. Destaca el Sistema Cutzamala. Esta región proporciona recursos hidrológicos de gran valor; además, su cubierta forestal protege las represas, canales y obras públicas que permiten el florecimiento de actividades productivas en la región.

**Presencia de grupos organizados:** 0 (no se conoce) Información no disponible

**Políticas de conservación:** Al menos en la porción sur del Nevado hay manejo forestal inadecuado. Se desconoce si esto prevalezca para otras zonas.

**Conocimiento:** El grado de conocimiento se considera pobre para la zona norte; la sierra de Taxco es relativamente bien conocida. Cabe destacar que se está iniciando el muestreo florístico y faunístico específicamente para aves y mamíferos.

**Información:** Instituciones: UAEM (México) (U. Aguilera). Es una de las principales instituciones que realizan actividades en la región. Museo de Zoología de la FC-UNAM (A. Navarro, O. Flores, A. Martínez, J. Llorente, P. León). Herbario de la FC-UNAM (S. Valencia, J. Jiménez, J. Cifuentes). UAMI (J. Ramírez).

I. METODOLOGÍA DE DELIMITACIÓN DE LA RTP-120

El límite de la RTP se define a partir de curvas de nivel, cuyo valor disminuye de norte a sureste (de 2,000 a 1,200msnm), de acuerdo a la ruptura de pendiente de los macizos montañosos.

Una de las características del RTP es la riqueza biológica que presenta en las cañadas y su alto grado de fragmentación por las actividades económicas que se desarrollan en las áreas cercanas al proyecto.

Es importante señalar que el proyecto contempla un programa de rescate de flora y fauna (Anexo1), sobre todo de las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y una serie de obras hidráulicas menores que pueden servir de paso de fauna, por los que podrán acceder a otras áreas con mejores condiciones una vez que se encuentre en operación la Autopista.

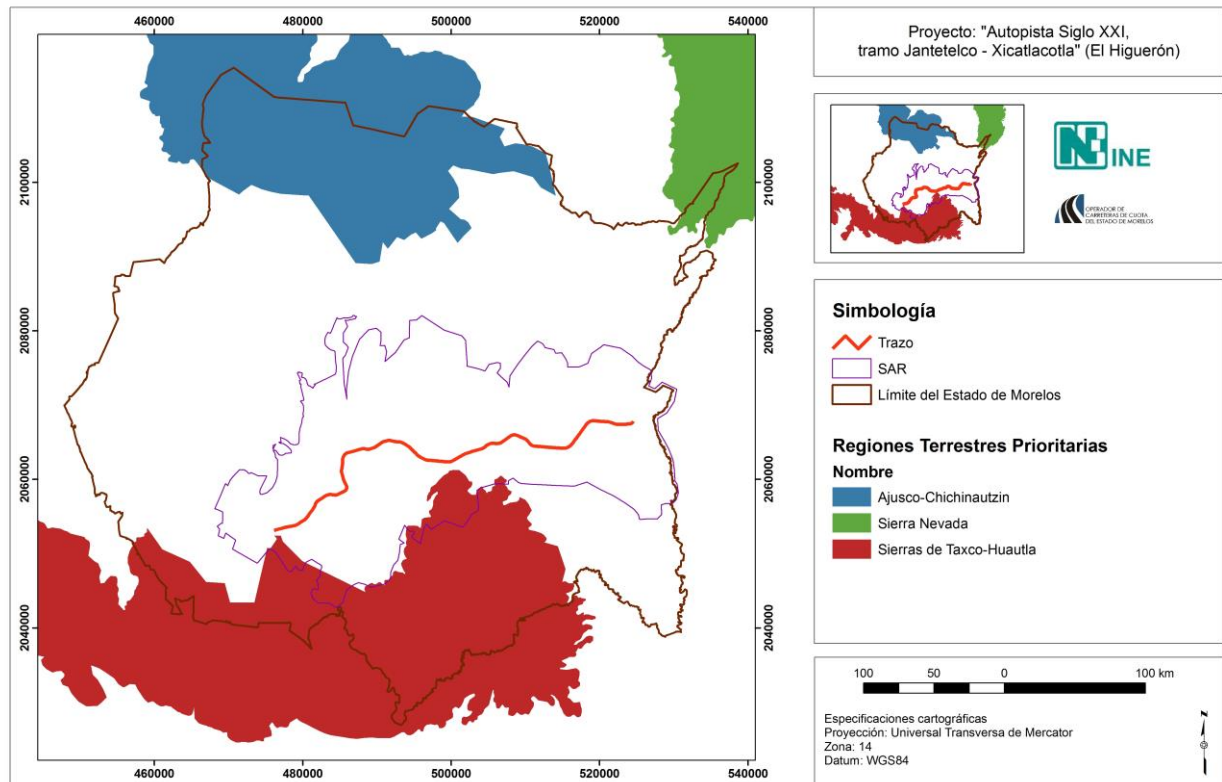


Figura 3-15 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

### 3.10.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo Jantetelco–Xocatlacotla (El Higuierón)” se localiza dentro de la RHP 67 Río Amacuzac–Lagunas de Zempoala, cuya descripción se presenta en la tabla 3-9 siguiente:

Tabla 3-9 Ficha Técnica de la RHP 67 Río Amacuzac-Lagunas de Zempoala

<b>Estado(s):</b> Morelos, Guerrero y Edo. de México <b>Extensión:</b> 7 924.72km <sup>2</sup>	
<b>Polígono:</b>	Latitud 19°13'12" - 17°53'24" N
	Longitud 99°42'36" - 98°37'48" W
<b>Recursos hídricos principales</b>	
<b>lénticos:</b>	lagos Coatetelco, Miacatlán, Zempoala, Tequesquitengo, el Rodeo y manantiales de aguas termales
<b>lóticos:</b>	ríos Amacuzac, Tetecala, Tembembe, San Jerónimo, Tetlama o Yautepec, Jojutla, Chinameca o Cuautla y arroyos
<b>Limnología básica:</b> ND	
<b>Geología/Edafología:</b> Sierra del Chichinautzin, Valle de Cuernavaca; predominan los suelos Feozem, que son oscuros, suaves y ricos en materia orgánica y nutrientes, además de Vertisoles, Castañozem, Andosoles y Rendzinas.	
<b>Características varias:</b> clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano y principios de otoño. Temperatura media anual 8-26 °C. Precipitación total anual 800-2 000 mm.	
Principales poblados: Cuernavaca, Mazatepec, Tetecala, Jojutla, Zacatepec, Puente de Ixtla, Amacuzac, Coatetelco	
Actividad económica principal: comercio, agricultura de riego y de temporal, cultivo de frutales, ganadería y turismo	
Indicadores de calidad de agua: ND	

**Biodiversidad:** tipo de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, de oyamel, de tascate, selva baja caducifolia, pastizal de altura e inducido, matorral xerófilo, vegetación acuática. Fauna característica: de peces *Astyanax fasciatus*, *Cichlasoma manigrofasciatum*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis gracilis*, *Xiphophorus helleri*; de aves el colibrí de berilo *Amazilia beryllina*, *Falco sparverius*, el vencejo *Streptoprocne semicollaris*; de mamíferos *Felis concolor azteca*, el gato montés *Lynx rufus*, el zorrillo *Mephitis macroura*, *Nasua nasua*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* y el conejo *Sylvilagus* spp. Endemismos del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) zempoalensis*; de peces *Cichlasoma maistlanum*, *Girardinichthys multiradiatus*, *Hybopsis boucardi*, *Ictalurus balsanus*, *Ilyodon whitei*, *Poeciliopsis balsas*; del anfibio ajolote *Ambystoma zempoalensis*; de aves *Aimophila humeralis*, *Amaurospiza relictus*, *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Campylorhynchus gularis*, *C. jocosus*, la matraca barrada *C. megalopterus*, *Catharus occidentalis*, *Cyananthus sordidus*, *Dendrortyx macroura*, el chip rojo *Ergaticus ruber*, *Geothlypis nelsoni*, el trepador gorjiblanco *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanerpes chrysogenys*, *M. hypopolius*, *Melospiza kieneri*, el gorrión serrano cachetioscuro *Oriturus superciliosus*, *Ortalis poliocephala*, *Otus seductus*, *Passerina eclancherii*, el carpintero volcánico *Picoides stricklandi*, *Ridgwayia pinicola*, *Streptoprocne semicollaris*, *Toxostoma ocellatum*, *Thryothorus felix*, *Turdus rufopalliatum*, el gorrión serrano *Xenospiza baileyi*, *Xenotriccus mexicanus*; de mamíferos el ratón de los volcanes *Neotoma donalsoni* y el teporingo *Romero lagusdiazii*. Todas estas especies se encuentran amenazadas y son indicadoras de alteraciones en el hábitat junto con el gavilán pechirrufo mayor *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Asio flammeus*, *A. stygius*, *Atthis heloisa*, el gran búho cornado *Bubo virginianus*, *Buteo jamaicensis*, *Buteo gallusanthracinus*, la codorniz arlequín *Cyrtonix montezumae*, *Dendroica virens*, *Falco peregrinus*, *Glaucidium brasilianum*, *Icterus cucullatus*, *I. wagleri*, *Melanotis caerulescens*, *Otus asio*, *Parabuteo unicinctus*.

**Aspectos económicos:** industria, acuicultura, agricultura, ganadería y turismo. Pesquería de crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae* y *Macrobrachium rosenbergii*.

#### Problemática:

- Modificación del entorno: desecación, deforestación, fragmentación del hábitat, construcción de carreteras, crecimiento poblacional, erosión, abatimiento de manantiales, pastoreo y quema.
- Contaminación: por agroquímicos, descargas de ingenios, industrias y aguas residuales.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpa *Cyprinus carpio*, mojarra azul *Lepomis microlophus*, tilapia azul *Oreochromis mossambicus*, el guppy *Poecilia reticulata* y del crustáceo *Macrobrachium rosenbergii*. Agua para uso agrícola, urbano e industrial. Uso de suelo agrícola, industrial y recreativo (balnearios).

**Conservación:** preocupa la reducción y fragmentación de hábitats y la introducción de especies exóticas. Es una zona transicional de las regiones Neártica y Neotropical con una gran riqueza florística y faunística. Representa un área importante para el valle de Cuernavaca debido a su gran permeabilidad edáfica, en donde se recargan los mantos acuíferos que surten al valle. Comprende el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin, así como parte

### Capítulo III

del Parque Nacional Volcanes Iztaccíhuatl – Popocatepetl. Comprende también parte del área natural protegida a nivel estatal Sierra de Huautla.

**Grupos e instituciones:** Universidad Autónoma del Estado de México; Universidad Autónoma de Morelos; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Instituto de Biología, UNAM; Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco; Instituto Nacional de Ecología.

Aun cuando la RHP presenta un entorno con baja calidad ambiental, su importancia radica en la recarga de los mantos acuíferos en las zonas donde los elementos naturales no han sufrido perturbación considerable.

Se debe señalar que el proyecto se ubica en una de las zonas más fragmentadas de la RHP, sin embargo, contempla obras hidráulicas y de reforestación que permitirán contribuir a la recarga de acuíferos, así mismo, los escurrimientos de agua naturales será salvaguardados mediante la colocación de obras hidráulicas (Capítulo II. Apartado 2.2. Características particulares del proyecto, plan o programa, Tabla 2-5 Obras complementarias del proyecto.

Las obras y actividades que contempla el proyecto serán evaluadas respecto a los impactos ambientales que se generarán y en base a ello se propondrán las medidas de mitigación, prevención y/o compensación necesarias para mejorar las condiciones ambientales del área.

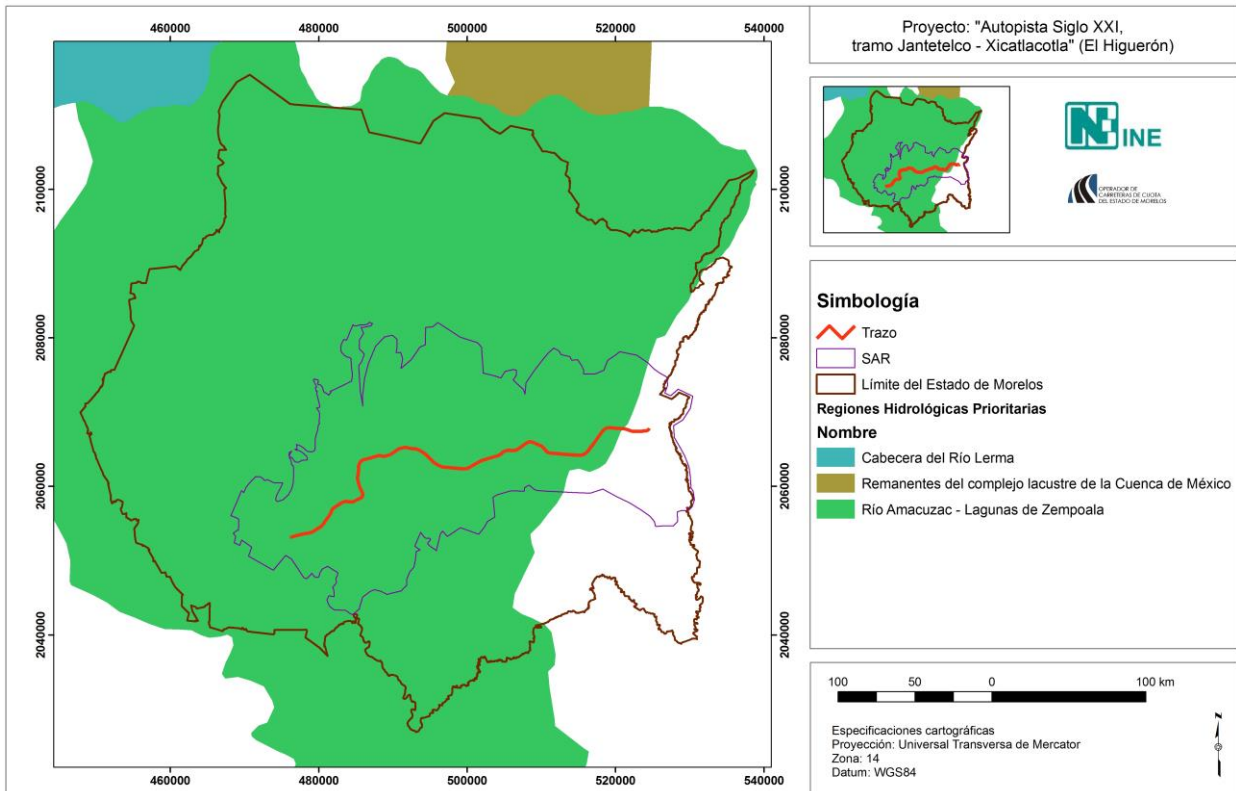


Figura 3-16 Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

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

Cercanas al sitio del proyecto se ubican las AICA de la Sierra de Huautla y Cañón de Los Lobos, el SAR definido para el proyecto se superpone a ambas áreas en pequeñas superficies, por lo que se considera que en el caso de que se pudiera afectar a las especies de aves, especialmente a las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se llevará a cabo un programa de rescate, protección y conservación de especies y se prohibirá la captura, venta y maltrato de cualquiera de estos organismos.



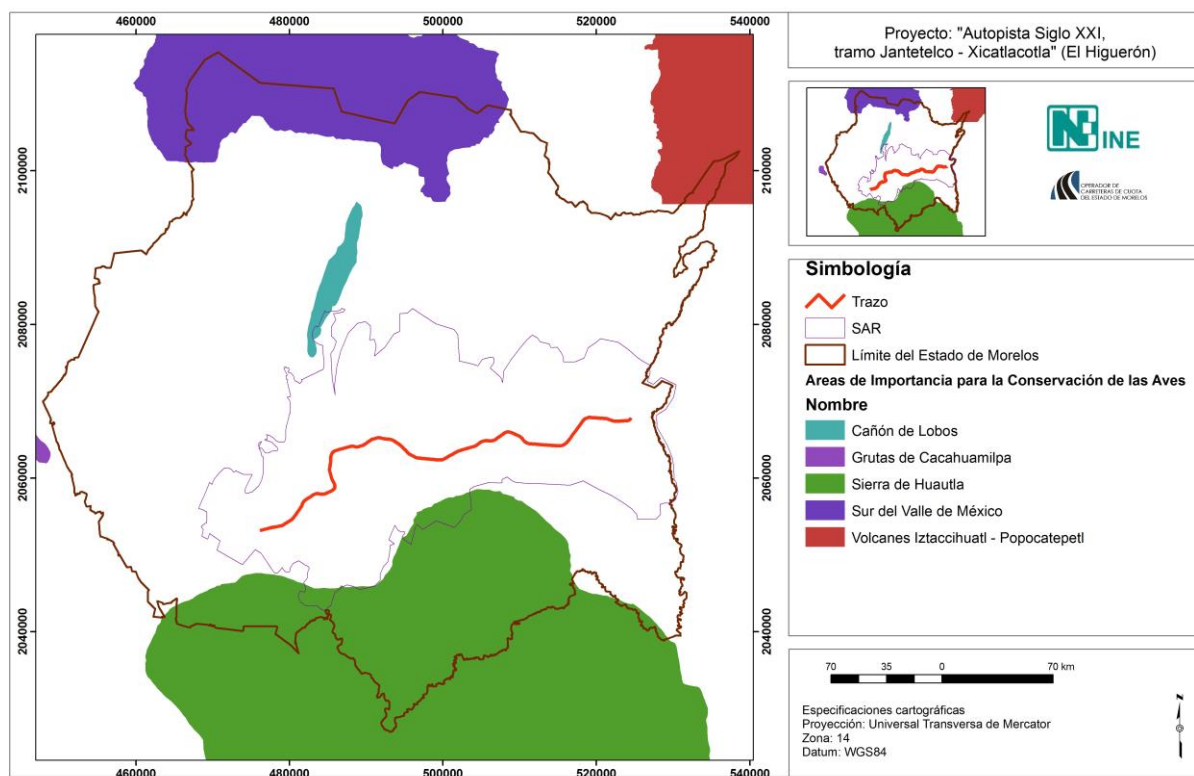


Figura 3-17 Ubicación del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

Fuente de información [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

### 3.11 Cumplimiento de Leyes, Reglamentos o Normas de los tres niveles de gobierno.

#### 3.11.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo de un proyecto como la construcción de la Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco. En el artículo 28 se establece que la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades podría tener sobre el ambiente.



### Capítulo III

Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. En este sentido, para construir el proyecto que nos ocupa se requiere obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

El artículo 28 de la LGEEPA señala que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

Para quienes pretendan llevar a cabo entre otras, las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;...
- VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
- X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;

El artículo 30 señala que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman

### Capítulo III

dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Así mismo, en el artículo 35 se establece que una vez presentada la Manifestación de Impacto Ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente.

En el artículo 98 establece en los párrafos segundo y tercero, que el uso de los suelos debe hacerse de manera que mantengan su integridad física y su capacidad productiva y, que los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos respectivamente.

Por su parte el Reglamento de la LGEEPA en el artículo 5. Señala que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

B) Vías Generales de Comunicación:

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

O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

*“I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, **de vías generales de comunicación** o para el establecimiento de instalaciones comerciales....”*

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

El artículo 11 refiere que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: *“Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, **carreteras** y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.”*

La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, de acuerdo con lo que establece el artículo 13 del reglamento, deberá contener la siguiente información:

- “I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
- II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;*
- III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;*
- IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;*
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*
- VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.”*

De acuerdo con la información anterior, la construcción de la vialidad que nos ocupa requiere de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional por ser una vía general de comunicación, ya que será construida con recursos federales aportados a través de FONADIN y requiere la evaluación de los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo en zonas forestales. Es por ello que se presenta el presente documento para la evaluación por parte de la Secretaría, que incluye la evaluación de los impactos ambientales derivados del cambio de uso de suelo, cumpliendo con las disposiciones antes descritas.

### *3.11.2 Ley General de Vida Silvestre*

Esta Ley tienen como objetivo la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las Zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

### Capítulo III

El artículo 1 de la presente ley establece que su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana, y en el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, quedará excluido de la aplicación de esta Ley y continuará sujeto a las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate especies o poblaciones en riesgo.

Artículo 2. En todo lo no previsto por la presente Ley, se aplicarán las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

De acuerdo con el artículo 18, los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

El artículo 19 señala que las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo

que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

El Capítulo VI en sus artículos 29 al 31 señala que la captura y el manejo de la fauna silvestre debe ser digno y respetuoso que les cause el menor estrés posible.

El presente proyecto no pretende realizar el aprovechamiento de ninguna especie ni recursos forestales, sin embargo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán impactos sobre individuos silvestres. La fauna silvestre será ahuyentada con ruidos y las de lento desplazamiento serán capturadas por el personal calificado implementando técnicas de manejo que minimicen el riesgo de estrés. Posteriormente serán confinadas en bolsas de lona, contenedores de acrílico o las mismas trampas empleadas para su captura y posteriormente serán liberadas en sitios con condiciones apropiadas. Habrá supervisión que verifique y documente el proceso de acuerdo a la medida aplicable. Además, quedará prohibido molestar o capturar fauna silvestre. (Programa de rescate y reubicación de flora y fauna, Anexo1).

### *3.11.3 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal*

Tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los que constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Aun cuando los alcances de la ley no se refieren a regular los aspectos ambientales de las obras, sus disposiciones tienen efecto en algunos elementos del ambiente, lo que incluye el considerar que son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

### Capítulo III

El artículo 1 establece que la presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ello operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

En el Artículo 5 se refiere que es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes, así como el tránsito y los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones:

- 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.

El proyecto corresponde a la construcción a de una vía general de comunicaciones, que si bien será promovida por el Operador de Carreteras de Cuota, posteriormente será transferida a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, quien llevará a cabo las labores de inspección durante la construcción para garantizar que se cumpla lo establecido en la ley referida.



#### *3.11.4 Ley de Desarrollo Forestal Sustentable*

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias en materia forestal que correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Entre los objetivos establecidos en el artículo 3, la fracción. II, señala como uno de ellos el regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y recursos forestales, así como la ordenación y el manejo forestal.

El Artículo 24, fracción VIII, establece que la Federación, a través de la Secretaría y de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de los estados y los municipios asuman la función de autorizar el cambio de uso del suelo de los terrenos de uso forestal.

Las fracciones II y XV del artículo 34, mencionan que son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, el desarrollo de infraestructura y que la realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro severo de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes para la regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos.

La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales previa opinión técnica de los miembros del consejo estatal forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se



propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada, como lo señala el artículo 117.

### *3.11.5 Reglamento de la Ley*

Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el artículo 120 refiere que. El interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

La realización del presente proyecto afectará una superficie de 134.02 ha de vegetación forestal, por lo que se presentará un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) ante la autoridad federal competente con el fin de que se autorice el cambio de usos de suelo. Durante la ejecución del cambio de uso de suelo se aplicarán las directrices que se establezcan en el resolutivo que se obtenga en esta materia y se realizarán las medidas compensatorias que serán evaluadas por a autoridad competente.

### *3.11.6 Normas Oficiales Mexicanas.*

El título Cuarto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente prohíbe la descarga de contaminantes que alteren la atmósfera o que provoquen degradación o molestias en perjuicio del ecosistema.

En su artículo 5° la Ley faculta a la SEMARNAT para que elabore Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y vigile su cumplimiento en los términos de la misma Ley, con el auxilio de la Secretaría de Salud, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las demás autoridades competentes, de acuerdo con lo que establece la Sección IX de la LGEEPA. En este sentido, la Concesionaria cumplirá su función previniendo cualquier tipo de deterioro ambiental relacionado con el proyecto. Todo tipo de contaminantes que se depositen o se infiltren en el suelo o subsuelo, deberá contar con previo tratamiento a efecto de reunir las condiciones necesarias para evitar: la contaminación del suelo; las alteraciones en las características físicas de los suelos; alteraciones en el aprovechamiento; uso o explotación del suelo y la contaminación de cuerpos de agua.

En las Medidas de Mitigación del proyecto, descritas en el Capítulo VI de este documento, se presenta una serie de acciones para evitar este tipo de contaminación cuyas regulaciones emanan de NOM específicas.

Existen diversas normas que están relacionadas con la construcción y operación del proyecto, o con la protección de los ecosistemas de la región en que se ubica. A continuación, se presenta el análisis de cumplimiento con las normas vigentes en materia de contaminación del agua, contaminación del aire, residuos peligrosos, contaminación por ruido, contaminación del suelo, recursos naturales y especies en riesgo (tabla 3-10).

Tabla 3-10 Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vinculadas al proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas		
Nomenclatura	Contenido	Vinculación
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>	Establece el listado de especies terrestres y Acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, especificaciones para su protección	En la región en estudio se identificaron especies de flora y fauna enlistadas en dicha norma.  Durante el desmonte y despalde del derecho de vía deberán rescatarse los especímenes de flora susceptibles de trasplante y reubicar los individuos de fauna. Esta acción se realizará conforme a lo que establezca el programa de reubicación y rescate flora y fauna (Anexo1).
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel	La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo cual no aplican los límites a este equipo, sin embargo, se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones, para evitar que se rebasen los 98 dB
<b>NOM-081-SEMARNAT-2003</b>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	En el caso de que el proyecto requiera el empleo de maquinaria y/o equipo que sea considerado como fuente fija, se deberá cumplir con lo establecido dentro de la norma, a fin de evitar y/o minimizar cualquier afectación al ambiente

Capítulo III

Normas Oficiales Mexicanas		
Nomenclatura	Contenido	Vinculación
<b>NOM-045-SEMARNAT-1996</b>	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Se excluyen de la aplicación de la presente norma oficial, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de construcción y de la minería	La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo cual no aplican los límites a este equipo, sin embargo, se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones
<b>NOM-041-SEMARNAT-1999</b>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, así como la maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minería	Como el proyecto se trata precisamente de la construcción de una Autopista, los vehículos dedicados a la construcción que se utilicen para esta obra, quedan exentos, por lo que esta norma no es de observancia obligatoria. No obstante se exigirá el mantenimiento periódico de la maquinaria automotor.
<b>NOM-050-SEMARNAT-1993</b>	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. No se aplica a vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas o maquinaria para la construcción.	La propia NOM exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las actividades de construcción, por lo cual no aplican los límites a este equipo, sin embargo, se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones
<b>NOM-001-</b>	Que establece los límites máximos	El proyecto no prevé descargas de aguas

Capítulo III

Normas Oficiales Mexicanas		
Nomenclatura	Contenido	Vinculación
<b>SEMARNAT-1996</b>	permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (Aclaración 30-abril-1997)	residuales durante las etapas de preparación de sitio y construcción. Se usarán sanitarios portátiles en el frente de obra. El concepto se incluye, como medida preventiva, en el Capítulo 6 de este estudio.
<b>NOM-002-SEMARNAT-1996</b>	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	El proyecto no generará descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado. No obstante, en cada frente de trabajo se colocarán sanitarios portátiles en el frente de obra, para evitar el fecalismo al aire libre.
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b>	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	<p>El promovente del proyecto será responsable de vigilar que el contratista que ejecute la obra, establezca los procedimientos necesarios para dar cumplimiento a esta norma y los reglamentos correspondientes para el manejo de residuos peligrosos de acuerdo a lo indicado en las medidas de mitigación establecidas en el Capítulo 4 de este estudio.</p> <p>Los residuos se entregarán periódicamente al recolector autorizado para su correcto manejo y disposición final.</p> <p>En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138- SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será el contratista, bajo la supervisión del promovente, el responsable de su manejo y la actuación deberá de ser inmediata bajo los</p>

Capítulo III

Normas Oficiales Mexicanas		
Nomenclatura	Contenido	Vinculación
		<p>lineamientos del Programa de conservación y restauración de suelos.</p> <p>La supervisión ambiental en el frente de obra incluirá personal capacitado para reconocer los residuos peligrosos, y que observe que en todo caso se separen los residuos y sean depositados adecuadamente en contenedores específicos.</p>
<b>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</b>	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y especificaciones para su caracterización y remediación.	<p>Esta norma será de observancia obligatoria. Las mezclas asfálticas necesarias para la construcción serán compradas a un proveedor autorizado de la región, quien tendrá que presentar ante el promovente los permisos vigentes y será responsable del suministro y transporte del producto. El promovente verificará que los transportes utilizados para el trasvase no tengan fuga y, en caso de derrame accidental fuera de la línea de ceros, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS- 2003.</p> <p>El contratista, bajo supervisión del promovente, será el responsable de determinar los mecanismos necesarios para el manejo adecuado de los residuos peligrosos considerando las medidas específicas establecidas en el Capítulo VI del presente estudio.</p> <p>En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburos, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la</p>

Capítulo III

Normas Oficiales Mexicanas		
Nomenclatura	Contenido	Vinculación
		NOM-138- SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será el contratista (bajo la supervisión del promovente) el responsable de su manejo, y la actuación deberá ser inmediata bajo los lineamientos indicados en el Programa de conservación y restauración de suelos.
<b>NOM-005- SEMARNAT- 1997</b>	Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para llevar a cabo el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal	Los productos vegetales y suelos derivados del desmonte y despalme podrán ser obsequiados a los habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o matorrales leñosos), o almacenados en bancos de tiro que al autoridad ambiental en la materia autorice por lo que no se pretende un aprovechamiento
<b>NOM-007- SEMARNAT- 1997</b>	Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para llevar a cabo el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas	En el presente proyecto no se realizará el aprovechamiento ni comercialización de plantas completas o sus partes.  En lo que corresponde al manejo de semillas, durante las actividades de reforestación, se seguirá lo establecido en la sección 4.1.6 de la Norma en comento; aunque ésta no resulta obligatoria para este proyecto.

## Índice de contenido

<b>4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.</b>	<b>183</b>
<b>4.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)</b>	<b>183</b>
<b>4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional</b>	<b>190</b>
4.2.1 Medio físico	190
4.2.1.1 Clima	190
4.2.1.1.1 Tipo de clima	190
4.2.1.1.2 Temperaturas promedio, mensuales, anuales y extremas	195
4.2.1.1.3 Precipitación promedio, mensual, anual y extrema (mm)	195
4.2.1.1.4 Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes entre otros eventos climáticos extremos	201
4.2.1.1.5 Radiación o incidencia solar	201
4.2.1.2 Aire	202
4.2.1.2.1 Calidad del aire	202
4.2.1.3 Geología y geomorfología	203
4.2.1.3.1 Características litológicas del área	204
4.2.1.3.2 Características geomorfológicas más importantes	209
4.2.1.3.3 Características del relieve	211
4.2.1.3.4 Presencia de fallas y fracturamientos	213
4.2.1.3.5 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra y posible actividad volcánica.	214
4.2.1.4 Suelos	216
4.2.1.4.1 Tipos de suelos en el SAR	216
4.2.1.4.2 Grado de erosión del suelo	221
4.2.1.5 Recursos hídricos localizados en el SAR	222
4.2.1.6 Hidrología superficial	227
4.2.1.6.1 Embalses y cuerpos de agua cercanos	227



4.2.1.6.2	Corrientes intermitentes o perennes	228
4.2.1.6.3	Usos principales	230
4.2.1.6.4	Calidad del agua	230
4.2.1.7	Hidrología subterránea	232
4.2.1.7.1	Localización del recurso	232
4.2.1.7.2	Usos principales	233
4.2.1.7.3	Calidad del agua	234
4.2.2	Medio biótico	236
4.2.2.1	Vegetación terrestre y/o acuática	236
4.2.2.1.1	Tipos de vegetación y distribución	239
4.2.2.1.2	Usos de vegetación en la zona	252
4.2.2.1.3	Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES, 2007)	257
4.2.2.2	Fauna	258
4.2.2.2.1	Anfibios y reptiles	258
4.2.2.2.2	Mamíferos	270
4.2.2.2.3	Aves	295
4.2.2.3	Paisaje y corredores biológicos	302
4.2.3	Aspectos socioeconómicos	308

### Índice de tablas

Tabla 4-1	Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental Regional.....	190
Tabla 4-2	Estaciones meteorológicas ubicadas dentro del SAR.....	194
Tabla 4-3	Geomorfología del SAR del proyecto .....	211
Tabla 4-4	Tipos de suelo dentro del SAR .....	217
Tabla 4-5	Superficies que ocupan los tipos de vegetación y usos del suelo dentro del SAR .....	236
Tabla 4-6	Usos de la vegetación reportados por pobladores locales durante los recorridos de campo .....	256

Tabla 4-7Listado de los anfibios registrados en los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos.	260
Tabla 4-8Tabla de anfibios con categoría de riesgo. N = No endémica, E = Endémica a México, LC = Least Concern (preocupación menor), Pr = Sujeta a protección especial.	260
Tabla 4-9Listado de los reptiles registrados en los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos.	261
Tabla 4-10Tabla de anfibios con categoría de riesgo. N = No endémica, E = Endémica a México, LC = Least Concern (preocupación menor), Pr = Sujeta a protección especial A=Amenazada.	262
Tabla 4-11Especies registradas en los diferentes tipos de vegetación muestreados.	263
Tabla 4-12Número total de órdenes y especies del listado taxonómico de las especies de mamíferos registradas para la zona de influencia.	275
Tabla 4-13Especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010	276
Tabla 4-14Número de órdenes y especies registradas por detección de rastros y entrevista para el área	277
Tabla 4-15Especies de mamíferos registrados relacionados con el tipo de vegetación y forma de registro para el área de influencia.	279
Tabla 4-16Categorías de abundancia de acuerdo a las especies registradas y tipo de vegetación en el área de estudio.	283
Tabla 4-17Ejemplos de los diferentes usos e importancia ecológica de la mastofauna silvestres que se le da en el área de influencia.	285
Tabla 4-18Especies registradas únicamente en la vegetación determinada como secundaria.	296

Tabla 4-19Especies registradas únicamente en los campos de cultivo y áreas aledañas. .....	297
Tabla 4-20Especies registradas únicamente en la vegetación definida como selva seca. .....	299
Tabla 4-25Métricas de fragmentación de los remanentes de SBC dentro del SAR....	305
Tabla 4-21Principales núcleos de población cercanos al área del proyecto. ....	310
Tabla 4-22Número y densidad de habitantes a nivel municipal. ....	311
Tabla 4-23Índice de pobreza en los municipios del SAR, Fuente: CONEVAL con base en INEGI 2010 y el MCS-ENIGH 2010 .....	313
Tabla 4-24Tasas de crecimiento en los municipios del SAR.....	315

#### Índice de figuras

Figura 4-1Definición del área de influencia del proyecto.....	185
Figura 4-2Sobreposición del área de influencia con las subcuencas hidrográficas... ..	186
Figura 4-3Sobreposición del área de influencia con las geoformas. ....	187
Figura 4-4Intersección del área de influencia con las geoformas y los límites municipales.....	187
Figura 4-5Intersección del área de influencia con los modelos de ordenamiento ecológico locales de los municipios de Ayala y Jantetelco. ....	188
Figura 4-6Delimitación del SAR.....	189
Figura 4-7Tipos de clima dentro del SAR, se muestra también la ubicación de las 16 estaciones meteorológicas dentro del SAR .....	193
Figura 4-8 Distribución anual de la precipitación en la estación de Jojutla (17031), representativa de la parte inicial del trazo y el SAR.....	197
Figura 4-9 Promedio diario de temperatura y precipitación por mes en la estación de Jojutla (17031), representativa de la parte inicial del trazo y el SAR.....	197
Figura 4-10Distribución anual de la precipitación en la estación de Tecomalco (17064), representativa de la parte intermedia del trazo y el SAR. ....	198

Figura 4-11 Promedio diario de temperatura y precipitación por mes en la estación de Tecomalco (17064), representativa de la parte intermedia del trazo y el SAR.....	198
Figura 4-12 Distribución anual de la precipitación en la estación de Jonacatepec (17028), representativa de la parte final del trazo y el SAR. ....	199
Figura 4-13 Promedio diario de temperatura y precipitación por mes en la estación de Jonacatepec (17028), representativa de la parte final del trazo y el SAR. ....	199
Figura 4-14 Geología del SAR del proyecto .....	204
Figura 4-15 Geomorfología del SAR .....	212
Figura 4-16 Edafología del SAR del proyecto .....	217
Figura 4-17 Subcuencas del SAR .....	222
Figura 4-18 Principales ríos dentro del SAR .....	227
Figura 4-19 Paisaje frecuente dentro del SAR: en las zonas planas existen asentamientos humanos rodeados por numerosos campos de cultivo y adyacente a estos existen fragmentos de selva baja caducifolia con notable grado de perturbación. ....	237
Figura 4-20 La selva baja caducifolia restringida a los sitios menos aptos para actividades productivas, mientras que en las partes planas los cultivos son dominantes. ....	238
Figura 4-21 Zonas de pastizales inducidos para ganado, difíciles de cartografiar y cuantificar por su elevada fragmentación y reducida extensión. Coexisten con zonas de selva baja desmontada parcialmente. ....	238
Figura 4-22 Zonas de vegetación secundaria con abundancia de leguminosas arbustivas .....	239
Figura 4-23 Tipos de vegetación y cobertura existentes en el SAR .....	240
Figura 4-24 Estructura de la vegetación en fragmentos de selva baja caducifolia conservada en el municipio de Tlaquiltenango (km 14+900) .....	248
Figura 4-25 Estructura de la vegetación en fragmentos de selva baja caducifolia perturbada (km 16+300). ....	249

Figura 4-26 Estructura de la vegetación en fragmentos de vegetación secundaria (km 37+200).	250
Figura 4-27 Riqueza de especies por tipo de vegetación SBC= selva baja caducifolia, VR= vegetación riparia, C= cultivo y VS= Vegetación secundaria.	265
Figura 4-28 La víbora de cascabel ( <i>Crotalus simus</i> ) Figura 4-29 la flechilla ( <i>Oxybelis aeneus</i> ).	267
Figura 4-30 La culebra ranera ( <i>Leptophis diplotropis</i> ) y Figura 4-31 La jaquimilla ( <i>Agkistrodon bilineatus</i> ).	268
Figura 4-32 Mazacuata ( <i>Boa constrictor</i> ), y Figura 4-33 Tapayatzin ( <i>Phrynosoma taurus</i> ).	268
Figura 4-34 La rana verde ( <i>Pachymedusa dacnicolor</i> ), y Figura 4-35 la Rana de árbol ( <i>Smilisca baudini</i> ).	268
Figura 4-36 Huellas de <i>Didelphis virginiana</i> registradas en selva baja Figura 4-37 vegetación riparia.	286
Figura 4-38 Restos de <i>Mephitis macrura</i> pata delantera encontrada en selva baja caducifolia Figura 4-39 Caparazón <i>Dasyopus novemcinctus</i> vegetación secundaria.	286
Figura 4-40 Huellas de <i>Sylvilagus floridanus</i> registradas en cultivo de caña. Figura 4-41 Selva baja caducifolia 4.40.	286
Figura 4-42 Excretas de <i>Sylvilagus floridanus</i> registradas en cultivo de caña. Figura 4-43 Excretas de <i>Sylvilagus floridanus</i> en selva baja caducifolia.	287
Figura 4-44 Huellas de <i>Urocyon cinereoargenteus</i> registradas en cultivo de caña. Figura 4-45 Huellas de <i>Urocyon cinereoargenteus</i> registradas en selva baja caducifolia.	287
Figura 4-46 Excretas de <i>Urocyon cinereoargenteus</i> registradas en vegetación riparia. Figura 4-47 Excretas de <i>Urocyon cinereoargenteus</i> registradas en selva baja caducifolia.	287
Figura 4-48 Huellas de <i>Canis latrans</i> registradas en vegetación secundaria Figura 4-49 Huellas de <i>Canis latrans</i> registradas en vegetación riparia.	288

Figura 4-50Excretas de <i>Canis latrans</i> registradas en selva baja caducifolia	Figura 4-51Huellas de <i>Canis latrans</i> registradas en vegetación secundaria.....	288
Figura 4-52Huellas de <i>Procyon lotor</i> registradas en cultivo de caña	Figura 4-53Huellas de <i>Procyon lotor</i> registradas en vegetación riparia.....	288
Figura 4-54Huellas de <i>Lynx rufus</i> en el cadenamiento 29+100.	Figura 4-55 Huellas de <i>Odocoileus virginianus</i> registradas en selva baja caducifolia .....	289
Figura 4-56Nidos de ardilla ( <i>Sciurus aureogaster</i> ) entre vegetación riparia.	Figura 4-57Nidos de ardilla ( <i>Sciurus aureogaster</i> )selva baja caducifolia .....	289
Figura 4-58Entrada de madriguera usada por tlacuache ( <i>Didelphis virginiana</i> ) .....		289
Figura 4-67Distribución de los fragmentos de SBC dentro del SAR y zonas identificadas como prioritarias para mantener la conectividad del hábitat.....		303
Figura 4-59Principales localidades dentro del SAR del proyecto. ....		310
Figura 4-60Institución de salud, Jojutla. ....		325
Figura 4-61Cerro Chalcatzingo, sitio donde se desarrollan actividades ecoturísticas, este es el punto de entronque con la autopista a Puebla. ....		333
Figura 4-62Río en Tecomalco.....		340
Figura 4-63Ayala es el municipio con mayor cantidad de producción ganadera. ....		343
Figura 4-64Agricultura de riego. ....		344
Figura 4-65Cultivo de maíz. ....		346
Figura 4-66Cultivo de caña de azúcar. ....		348

#### **4. Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.**

##### 4.1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

En general, los proyectos viales han sido considerados como obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de los habitantes, por tanto, se constituyen en un elemento importante de desarrollo. Sin embargo, la apertura de carreteras, al igual que todas las obras de infraestructura y actividades humanas, causa efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos (Arroyave *et al* 2006).

Para la delimitación del SAR existen diversos criterios y metodologías aplicadas, tales como:

1. Por ecosistemas o unidades homogéneas.
2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental tales como Unidades de Gestión Ambiental de Programas de Ordenamiento Ecológico estatales, regionales o locales.
3. Por los límites de usos de suelo existentes y el avance de la perturbación antrópica.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.
5. Por el alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.

La delimitación del SAR tiene por objeto definir un espacio finito que sea congruente con las dimensiones del proyecto de que se trate, sobre el que sea posible realizar una descripción clara de los elementos económicos, sociales, culturales, físicos y biológicos del sistema.

El método empleado para la delimitación del SAR se basó en un ambiente SIG (empleando el software ARCGIS 9.3) en el que se incorporaron capas de información de carácter ambiental.

En primer lugar se definió el área de influencia del proyecto basados en los factores generales a considerar para efectos de diagnóstico de un proyecto de carreteras, específicamente los límites geográficos que se establecen a través de los puntos más distantes de los usuarios de la red de carreteras, tomando en consideración solamente las posibilidades reales de movimiento de la población y que se recomienda como área máxima de cobertura 5 km de distancia a lo largo de los dos lados del eje de la vialidad (Fernández y López, 2011). Así, mediante un buffer de 5 km quedó definida el área de influencia.



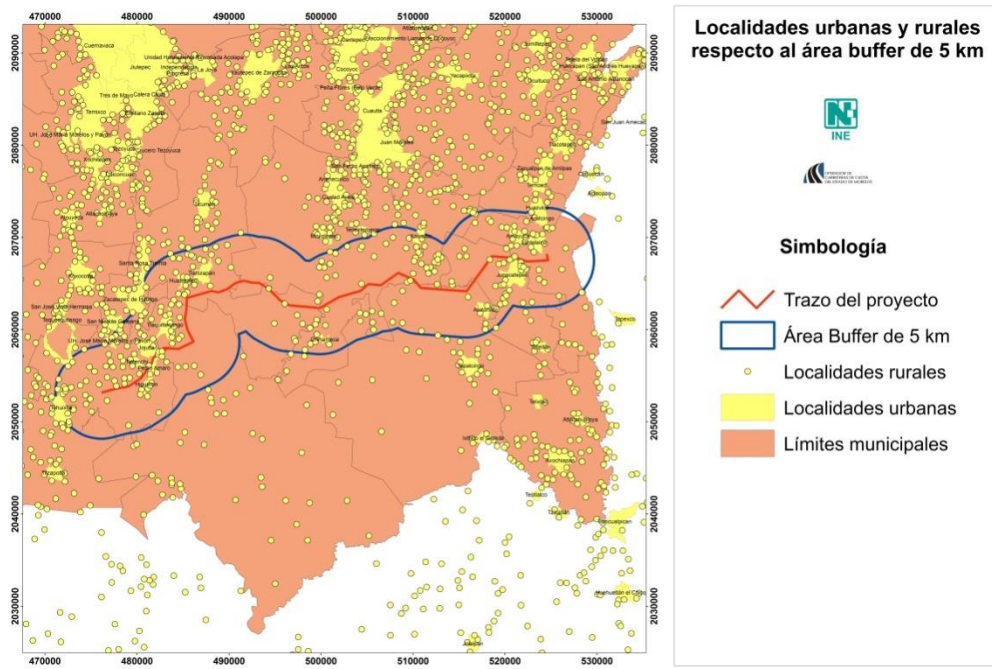


Figura 4-1 Definición del área de influencia del proyecto.

En seguida se llevó a cabo la sobreposición del área de influencia del proyecto (buffer de 5 km) con la capa de subcuencas hidrográficas definidas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a efecto de analizar la compatibilidad de las mismas con el alcance de la obra (figura 4-2).

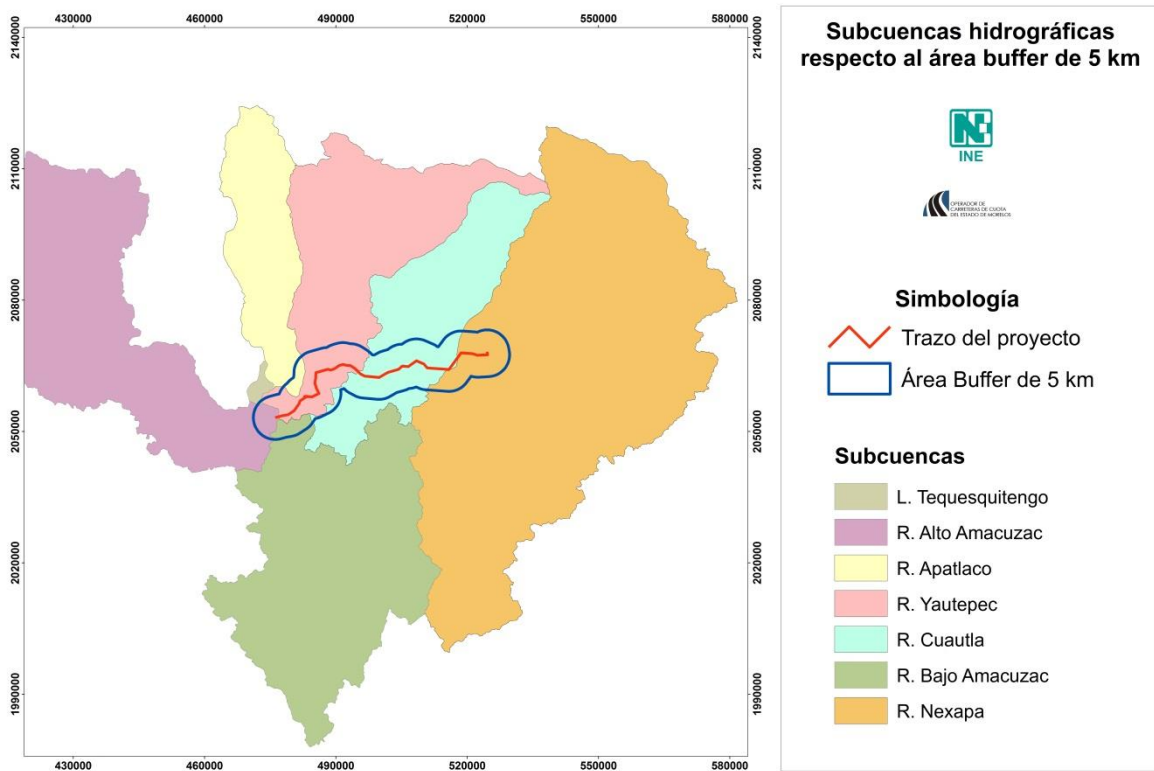


Figura 4-2 Sobreposición del área de influencia con las subcuencas hidrográficas.

Como se puede observar en la figura 4-2, las subcuencas que se sobreponen con el área de influencia del proyecto son: Lago de Tequesquitengo, Río Alto Amacuzac, Río Apatlaco, Río Yautepec, Río Cuautla, Río Bajo Amacuzac y Río Nexapa; sin embargo, la superficie de las subcuencas resulta demasiado extensa para los alcances del proyecto, por lo que fue necesario considerar otros criterios para la definición del SAR.

Posteriormente se utilizaron las unidades geomorfológicas del Estado de Morelos, elaboradas por el Instituto Nacional de Ecología (figura 4-3) y se extrajeron las que intersectan con el área buffer del proyecto. De esta manera se obtuvieron los polígonos correspondientes a: Derrames de lava, Lomerío alto, Meseta, Piedemonte y Sierra, resultando una superficie aun muy extensa.

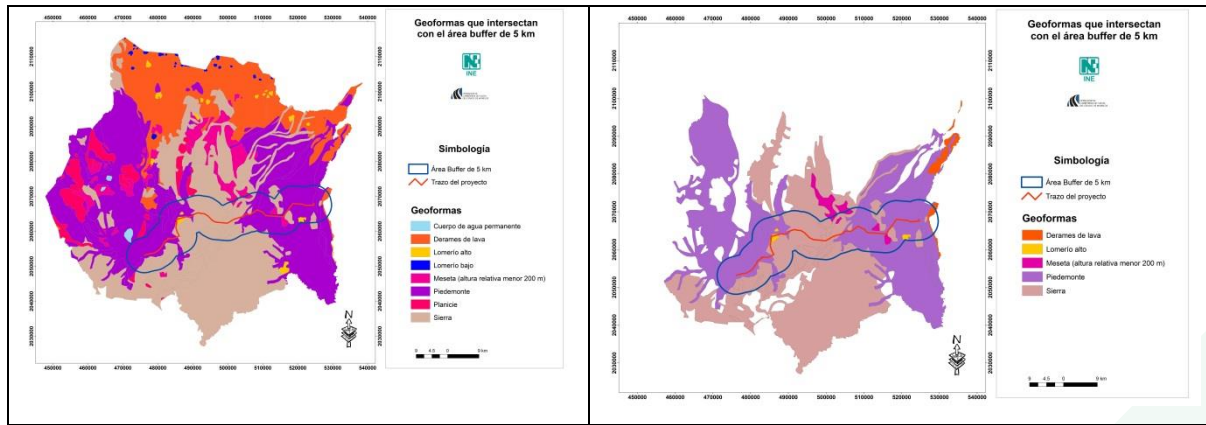


Figura 4-3 Sobreposición del área de influencia con las geoformas.

Con el propósito de delimitar con mayor precisión el SAR, se utilizaron los límites municipales, considerando que el proyecto tiene una aplicación directa en los municipios de Ayala, Jantetelco, Jojutla, Tlaquiltenango, Tlaltizapan, Tepalcingo y Jonacatepec, así se seccionó el área de las geoformas resultando una superficie de 176,921 ha.

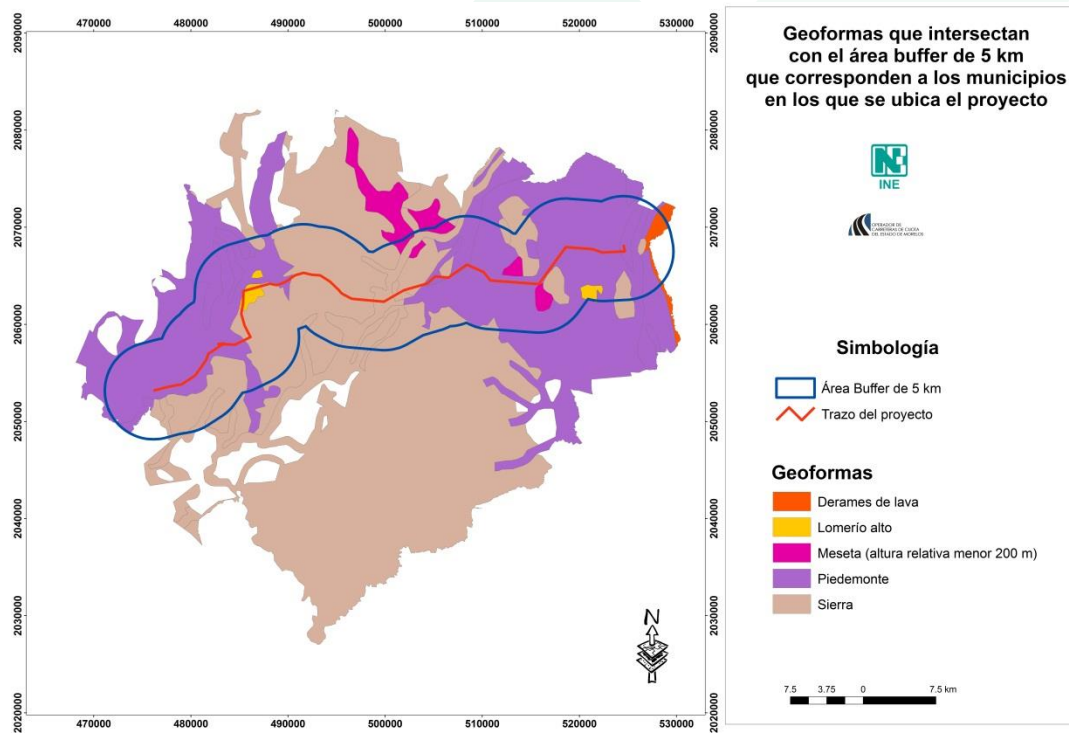


Figura 4-4 Intersección del área de influencia con las geoformas y los límites municipales.

Para el área del proyecto existen dos Programas de Ordenamiento Ecológico Locales vigentes, los que corresponden a los municipios de Ayala y Jantetelco. La delimitación de las unidades de gestión ambiental de estos instrumentos normativos se basan en unidades homogéneas del paisaje, es decir, aquellos sitios que poseen las mismas características de geología, suelo, clima, cobertura, geomorfología, pendiente, etc, y que para los programas referidos fueron elaboradas a una escala de 1:50,000, es decir, una escala más precisa que la utilizada para la delimitación de las geoformas (1:250,000).

Se superpusieron los modelos de ordenamiento ecológico local a el resultado anterior (figura 4-5), para las áreas que intersectan con el área buffer se consideraron las unidades de gestión ambiental correspondientes, con las que se redefinió el límite sur del SAR.

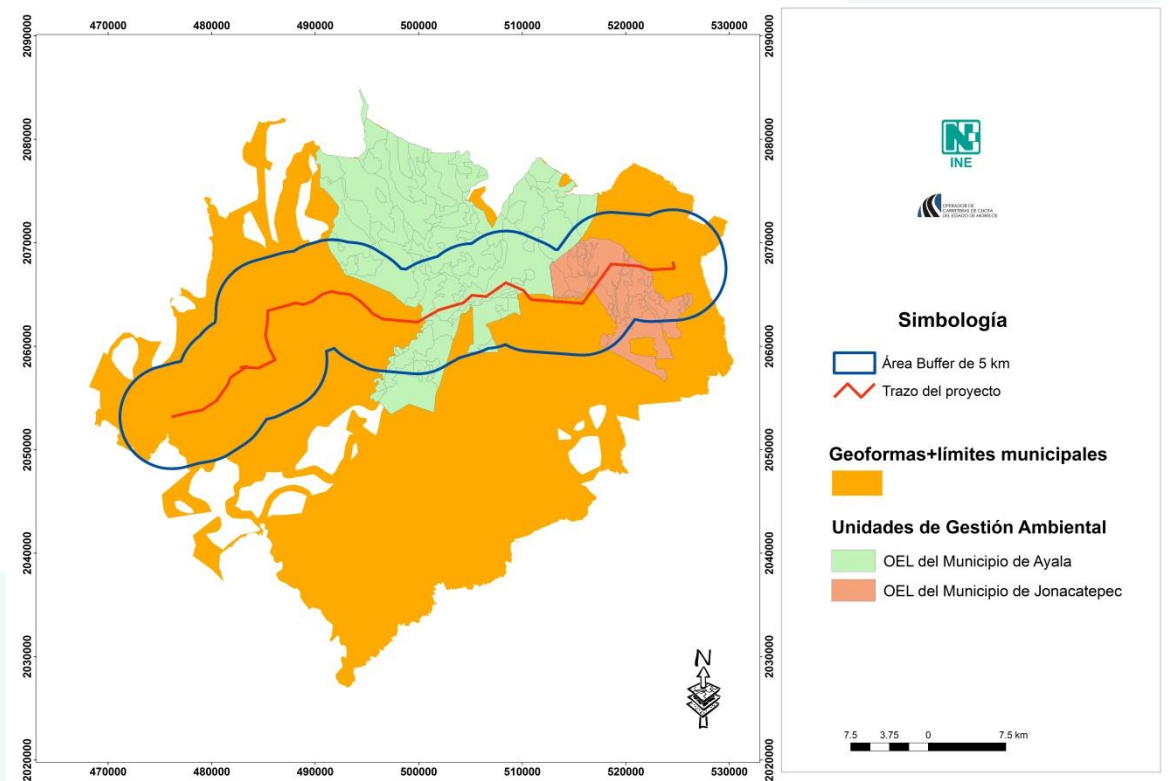


Figura 4-5 Intersección del área de influencia con los modelos de ordenamiento ecológico locales de los municipios de Ayala y Jantetelco.

Debido a que la parte sur del SAR se extiende a más de 20 km de la zona de influencia este se delimitó en la parte Suroeste tomando como referencia el río Cuautla y el parteaguas del cerro Pachón debido a que estos constituyen corredores con efectos de borde que proporcionan funciones de hábitat, filtro, suministro de recursos, etcétera, para plantas y animales (Fernández y López, 2011); en la parte central se circunscribió al valle de la Barranca Las Tinajas y en el sureste se consideró el valle del Río Grande, lo anterior se realizó mediante la utilización del modelo digital de elevaciones y por interpretación de las ortofotos del INEGI para el área de estudio (Horacio, et al. 2011) (figura 4-6.) Con la combinación de la información antes descrita se obtuvo el Sistema Ambiental Regional con una superficie de 127,098 ha, sobre el que se realizará el análisis de sus componentes.

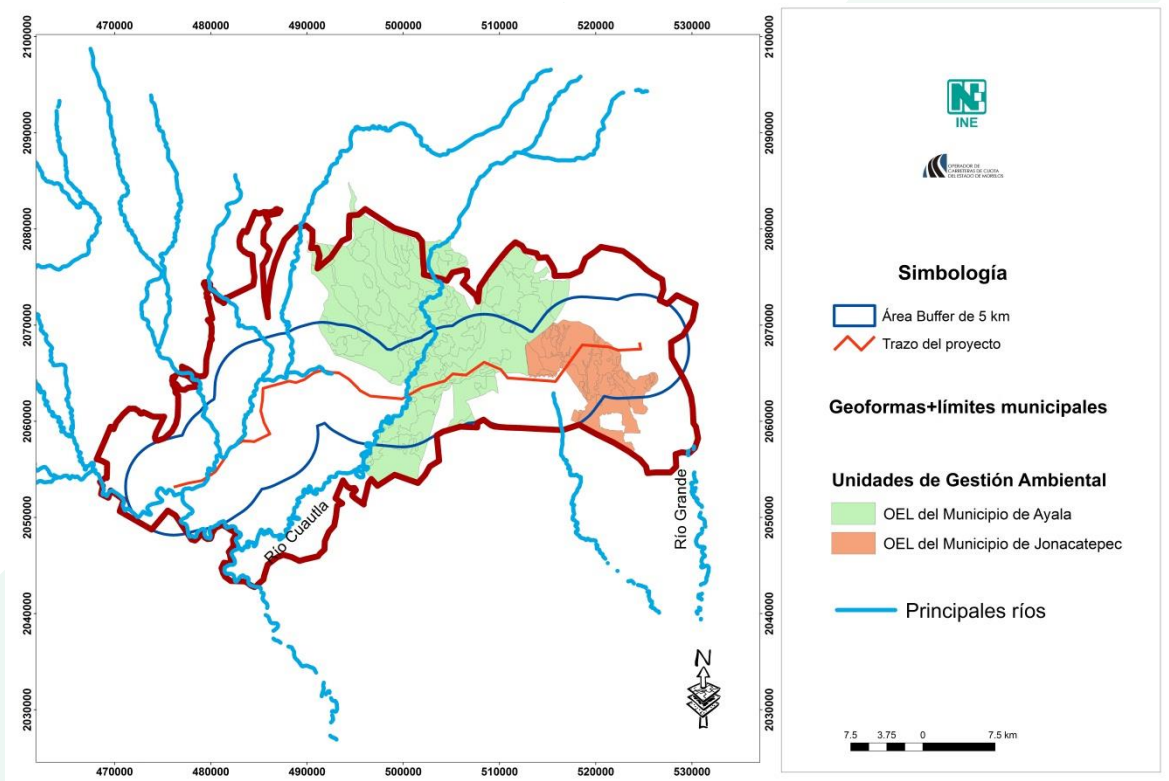


Figura 4-6 Delimitación del SAR.



## 4.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

La descripción de las condiciones físicas del SAR, permitirá establecer las condiciones bióticas que presenta el mismo, dado que los diversos grados altitudinales propician una gran diversidad de climas, los cuales a su vez están influenciados por los demás componentes abióticos como son: la geomorfología y la hidrología, los cuales en conjunto determinan el establecimiento de los tipos de vegetación quienes influyen en la distribución de las especies de fauna.

### 4.2.1 Medio físico

#### 4.2.1.1 Clima

##### 4.2.1.1.1 Tipo de clima

Dentro del Sistema Ambiental Regional se distribuyen tres tipos climáticos de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por E. García (1988), los cuales corresponden a los que se mencionan en la tabla 4-1.

Tabla 4-1 Tipos de clima dentro del Sistema Ambiental Regional

CLIMAS DEL SAR				
Tipo de clima	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Awo	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del	83,900.18	66.54

Capítulo IV

		total anual.		
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.	4,0645.62	32.23
BS1hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	1,552.81	1.23
TOTAL			126,098.61	100.00

Debido a que el clima se encuentra influenciado por la temperatura y la precipitación así como algunos otros factores meteorológicos entre los que destacan la humedad relativa, presencia de heladas, dirección e intensidad del viento, entre otras, se determinaran estos parámetros, para lo cual, se identificaron las estaciones climatológicas que se ubican dentro del SAR, obteniendo dichos parámetros de los datos que reporta el Sistema Meteorológico Nacional.

De manera general, el clima Awo (cálido subhúmedo) es el más extendido en toda la superficie del SAR (porciones este y oeste del SAR), mientras que el semicálido (A) C (w1) se distribuye en un 32% del SAR, sobre todo en la porción central caracterizada

por la presencia de las mayores elevaciones del SAR (Cerros Santa María y temilpa), (tabla 4-1, figura 4-7).

Existen 16 estaciones climatológicas dentro del SAR, siendo las más cercanas al trazo: Jojutla (17031) en la parte inicial del trazo, Jonacatepec (17028) en la parte final del trazo, además de Ticuman, Temilpa, Moyotepec en la parte central, los datos reportados por la primera estación serán representativos de clima cálido subhúmedo, mientras que los datos reportados por la estación Jonacatepec serán representativos de climas semicálidos subhúmedos del grupo C.

El municipio de Tlaltizapan está totalmente localizado en el área de clima Awo (w), cálido de baja humedad y precipitaciones en verano, clima que domina la mayor parte del estado. Acorde con las isotermas e isoyetas, la temperatura media anual es superior a 22.0°C y la precipitación es menor a 1 000 mm.

Este municipio es uno de los diez de esta entidad con dos estaciones meteorológicas, localizadas en Temilpa y Ticumán, cuyos datos permiten corroborar y detallar el clima antes considerado, tal como se aprecia en las siguientes descripciones (tabla 4-2).

**Temilpa:** ubicada a 3 km al norte del trazo (947 msnm). Clima Awo (w) (i')gw"; —A—, clima cálido, con temperatura media anual de 23.2°C; temperaturas medias mensuales: mínima 20.2°C en enero, máxima 26.5°C en mayo; —wo—, subhúmedo de baja humedad (relación precipitación/temperatura 39.4); —(w)—, precipitaciones en verano 59.2% de la media anual (912.4 mm), escasas en invierno 1.9% de la media anual; —(i')—, oscilación térmica entre las medias mensuales baja 6.3°C; —g— evolución de las temperaturas medias mensuales tipo Ganges, máxima antes de junio (25.3°C), en mayo 26.5°C, —w"— sequía interestival (junio 177.9 mm, agosto 181.8 mm).



**Estación Ticumán** a 9.7 km al noroeste del trazo, (961 msnm). Clima Awo(w) (e)g w”; —A— clima cálido con temperatura media anual de 23.1°C, temperaturas medias mensuales: mínima 19.3°C en diciembre, máxima 26.4°C en mayo; —w°—subhúmedo de baja humedad (relación precipitación/temperatura 34.6) —(w)—, precipitaciones en verano 57.7% de la media anual (802.1 mm), escasas en invierno 2.4% de la media anual; —(e)— oscilación térmica entre las medias mensuales extrema 7.1°C —g—, en mayo 26.4°C, —w—sequía interestival (junio 172.1 mm, julio 151.2 mm, agosto 160.0 mm).

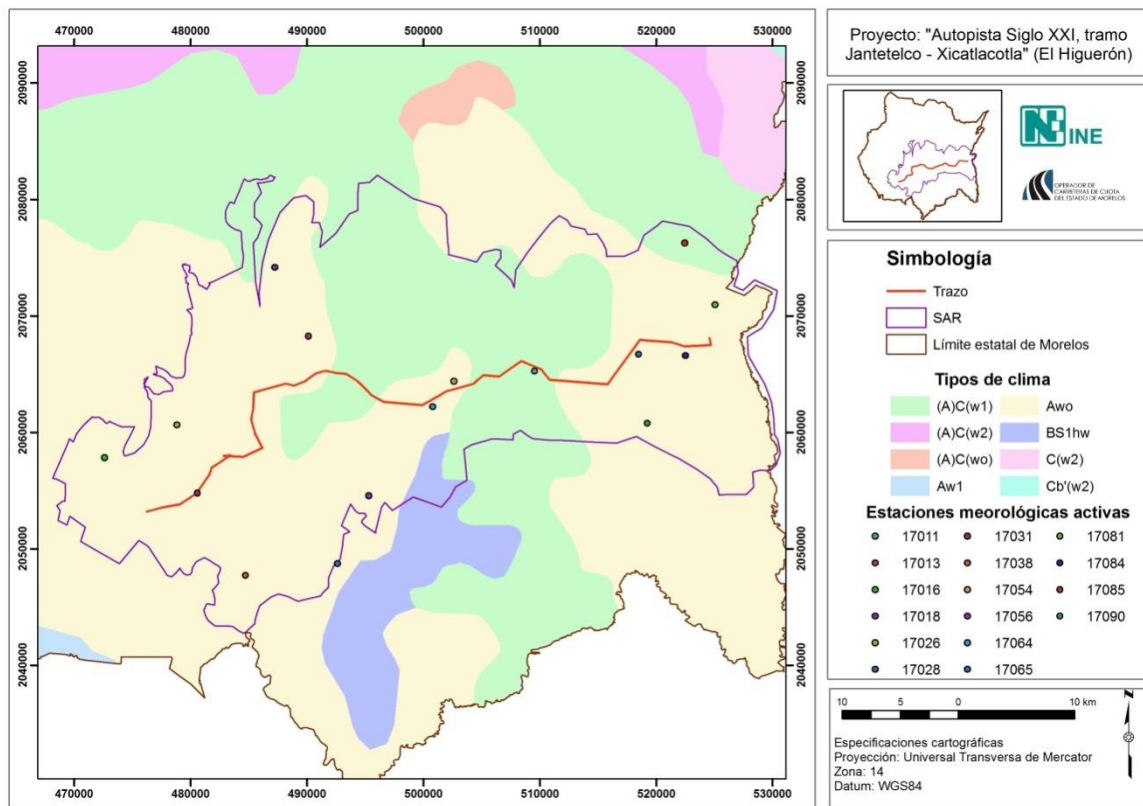


Figura 4-7Tipos de clima dentro del SAR, se muestra también la ubicación de las 16 estaciones meteorológicas dentro del SAR

Capítulo IV

Tabla 4-2 Estaciones meteorológicas ubicadas dentro del SAR.

Estaciones climáticas						
Estación	Localidad	Municipio	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud	Distancia al trazo (km)
17013	Temilpa	Tlaltizapan	1,135	18°42'21.00"	99°05'38.00"	3.4
17018	Ticuman	Tlaltizapan	970	18°45'33.00"	99°07'16.00"	10.2
17026	Zacatepec	Zacatepec	910	18°38'12.00"	99°12'03.00"	4.9
17016	Tequesquitengo	Jojutla	934	18°36'40.11"	99°15'34.99"	6.1
17031	Jojutla	Jojutla	891	18°35'02.30'	99°11'03.05"	0.8
17056	San Pablo Hidalgo	Tlaltizapan	926	18°34'55.00"	99°02'41.00"	8.4
17065	Valle de Vazquez	Tlaquiltenango	967	18°31'45.00"	99°04'12.00"	11.9
17038	Nexpa	Tlaquiltenango	809	18°31'12.00"	99°08'42.00"	7.8
17054	Moyotepec	Ayala	1,155	18°40'15.00"	98°58'31.00"	0.6
17064	Tecomalco	Ayala	1,051	18°39'03.00"	98°59'33.00"	0.5
17011	La cuera	Ayala	1,170	18°40'43.00"	98°54'34.00"	0.3
17090	Tepalcingo	Tepalcingo	1,244	18°38'17.00"	98°04'9.4.00"	2.9
17028	Jonacatepec	Jonacatepec	1,350	18°41'30.00"	98°49'29.00"	0.6
17084	El peñón	Jonacatepec	1,423	18°41'26.00"	98°47'12.00"	0.8
17085	Temoac	Temoac	1,617	18°46'41.00"	98°47'13.00"	8.5
17081	Amilcingo	Temoac	1,486	18°43'48.00"	98°45'45.00"	2.4

#### 4.2.1.1.2 Temperaturas promedio, mensuales, anuales y extremas

A continuación se presentan los datos reportados por el Sistema Meteorológico Nacional durante el periodo de 1971-2000 para algunas de las estaciones.

Para la estación Moyotepec ubicada en el municipio de Ayala, la temperatura promedio anual fue de 23.3°C, la máxima fue de 33.0°C registrada en el mes de Abril y la mínima en el mes de Enero con una temperatura mínima promedio de 13.8°C. La mayor temperatura se presenta en los meses de abril y mayo, en los cuales, en promedio se presenta una temperatura de 25°C, mientras que la menor temperatura promedio se presenta en el mes de abril alcanzando los 21°C.

La temperatura máxima promedio que se registra en la estación Jonacatepec, oscila entre 23.3 a 23.5°C, y se registra para los meses de abril a junio, de igual forma la temperatura mínima promedio es de 17.4°C registrada para el mes de enero.

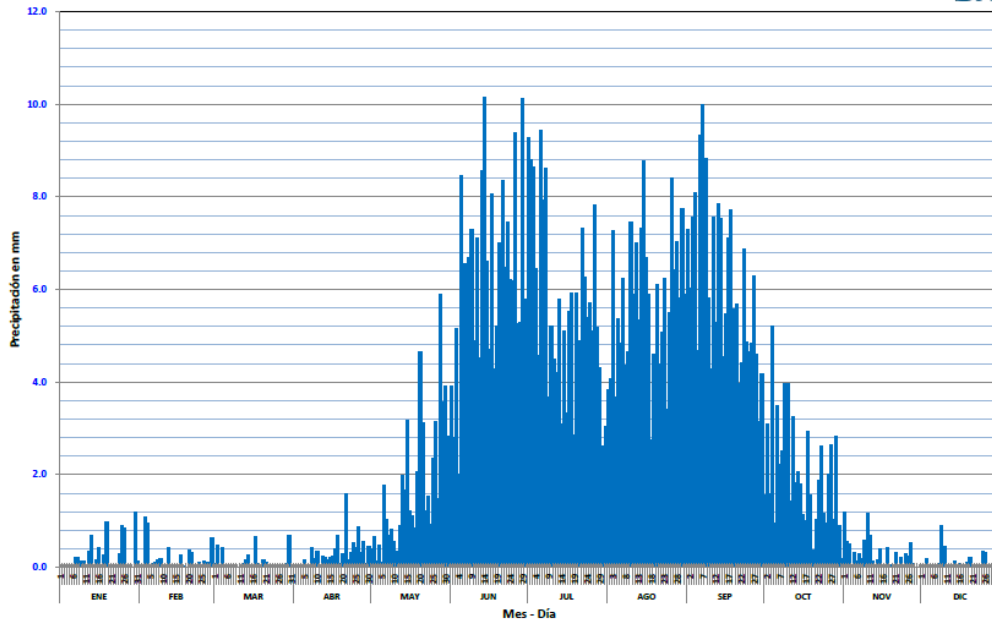
#### 4.2.1.1.3 Precipitación promedio, mensual, anual y extrema (mm)

La temperatura máxima promedio registrada en la estación Moyotepec es de 25.4°C mientras que la temperatura mínima promedio es de 21°C, lo cual es común en climas cálidos, asimismo, la temporada de lluvias se presenta en verano abarcando los meses de julio a septiembre, los cuales presentan precipitaciones máximas de 158 mm, por lo que, aunado a las temperaturas que se registran propician la aparición de un clima cálido subhúmedo, el cual genera condiciones favorables para el desarrollo de fauna Neotropical. Con respecto a la estación Jonacatepec, ésta presenta menores rangos de temperatura, registrando una temperatura máxima promedio de 23.5°C, asimismo, la temperatura mínima promedio está por debajo de los 18°C, lo que caracteriza un clima semicálido, en el caso de la precipitación, ésta sigue un patrón similar al reportado

en la estación Moyotepec, registrando una temporada de lluvias fuertemente marcada, la cual se presenta durante el verano, sin embargo la precipitación no sobrepasa los 200 mm, correspondiendo portanto a un clima subhúmedo.



Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación



Promedio Diario de Precipitación y Temperatura Media por Mes

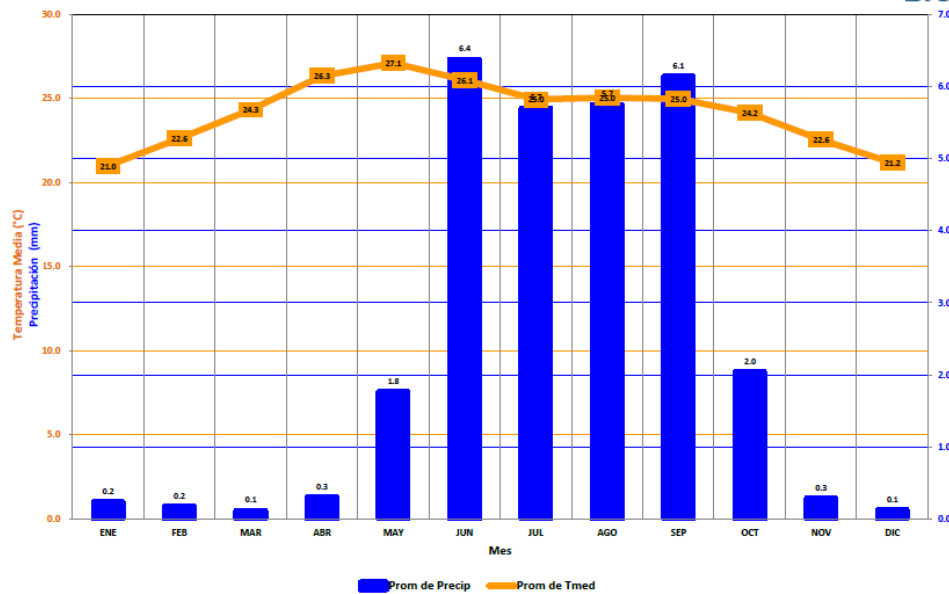
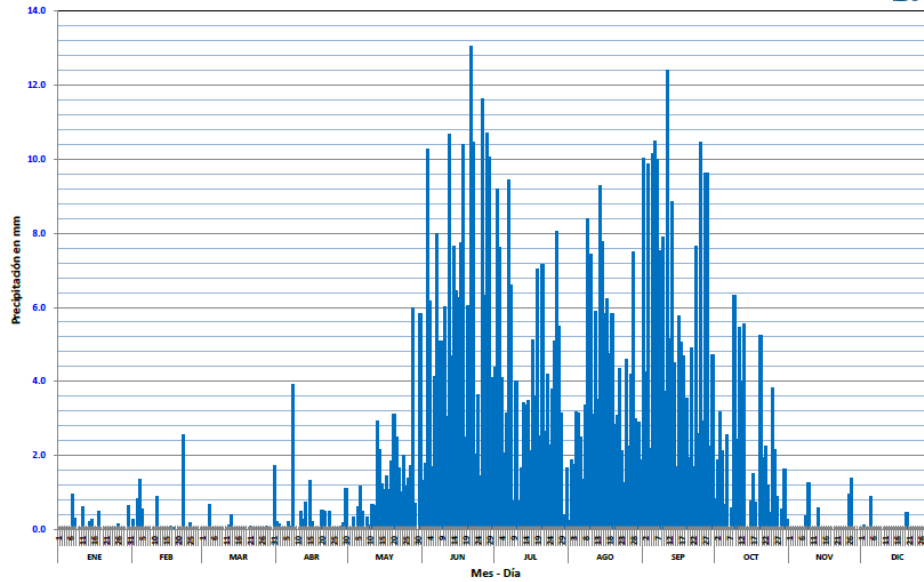


Figura 4-8 Distribución anual de la precipitación en la estación de Jojutla (17031), representativa de la parte inicial del trazo y el SAR

Figura 4-9 Promedio diario de temperatura y precipitación por mes en la estación de Jojutla (17031), representativa de la parte inicial del trazo y el SAR



Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación



Promedio Diario de Precipitación y Temperatura Media por Mes

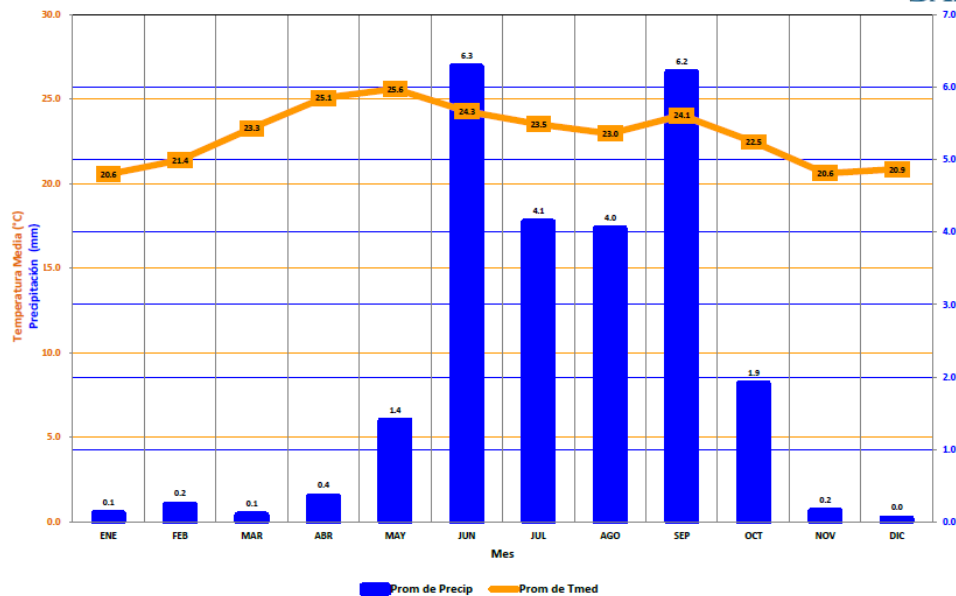
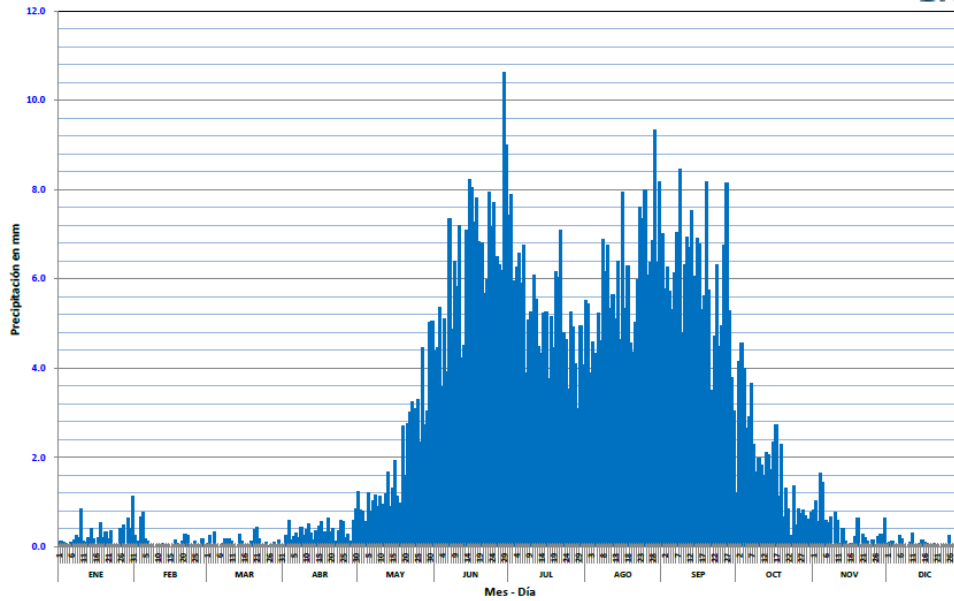


Figura 4-10 Distribución anual de la precipitación en la estación de Tecomalco (17064), representativa de la parte intermedia del trazo y el SAR.

Figura 4-11 Promedio diario de temperatura y precipitación por mes en la estación de Tecomalco (17064), representativa de la parte intermedia del trazo y el SAR.



Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación



Promedio Diario de Precipitación y Temperatura Media por Mes

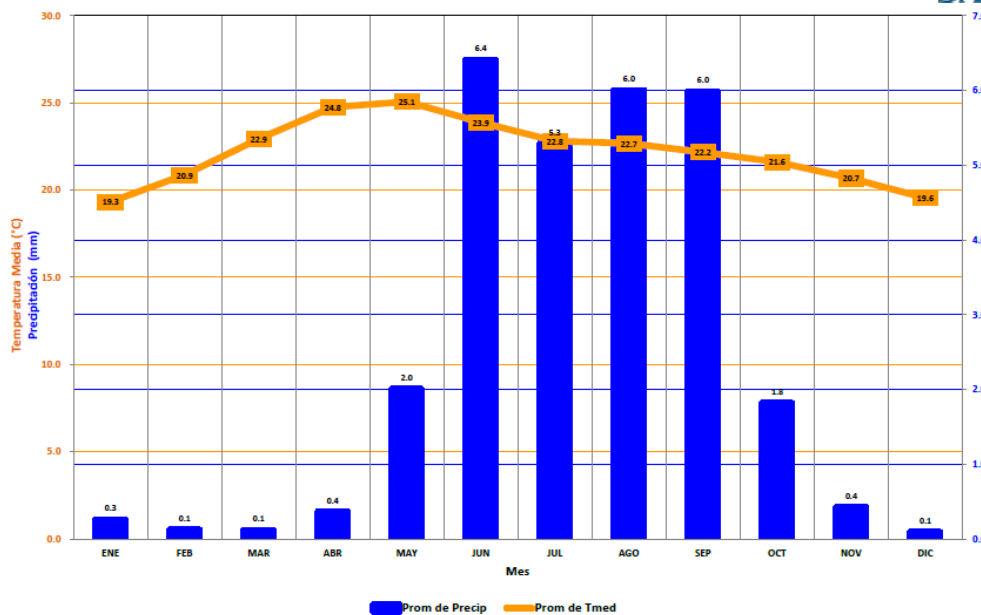


Figura 4-12 Distribución anual de la precipitación en la estación de Joncatepec (17028), representativa de la parte final del trazo y el SAR.

Figura 4-13 Promedio diario de temperatura y precipitación por mes en la estación de Joncatepec (17028), representativa de la parte final del trazo y el SAR.

Como se mencionó anteriormente, en ambas estaciones la precipitación se origina en la temporada de verano, debido a que en dicha temporada se presentan los vientos alisios provenientes del Hemisferio Norte, los cuales atraviesan el Golfo de México, pasando por las aguas cálidas cargándose de humedad, ocasionando lluvias torrenciales que pueden ser superiores a los 600 mm. Lo contrario ocurre en diciembre, el cual es el mes más seco con un promedio de precipitación máximo reportado para la estación de Moyotepec de 9.1 mm y Jonacatepec de 5.7 mm, ya que los vientos alisios se debilitan y se desplazan hacia el sur, dominando los vientos del Oeste, estos vientos son considerablemente menos húmedos que los alisios, por lo que generan una mayor sequedad que predomina durante la época fría del año.

Por lo anterior, los meses anteriores a la época de lluvia (abril y mayo) son los meses que registran mayores temperaturas, mientras que las temperaturas mínimas se registran en enero, precediendo a los meses de estiaje (Aguilar- Benítez, S. 1998).

Por otra parte, la humedad relativa, se relaciona con las altitudes que se presentan dentro del SAR, dado que a mayores altitudes, mayor será la humedad relativa, por lo tanto, la influencia orográfica juega un papel importante en la cantidad de precipitación recibida, dentro del SAR, las áreas más altas presentarán una mayor precipitación, cabe señalar, que la mayor superficie del SAR presenta una precipitación que va de 800 a 1000 mm, mientras que las zonas planas que se encuentran a menores altitudes solo alcanzan precipitaciones que van de los 600 a 800 mm. Asimismo, la orografía que presenta la zona en conjunto con la precipitación proveen al SAR de importantes recursos hidrológicos, sin embargo, de acuerdo al ciclo hidrológico, no toda el agua se infiltra, sino que una parte de ella se evapora, dentro del SAR cerca de 2,500 mm/año se evaporan (ver Tabla 4), esto se debe a las temperaturas que se desarrollan dentro del SAR, por lo tanto es de imaginar que los meses más calurosos (abril y mayo), sean los meses que presentan la mayor



evaporación, en cuanto a la evapotranspiración, dentro del SAR del proyecto se presenta un rango de evapotranspiración de 700 a 900 mm/año.

#### 4.2.1.1.4 Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes entre otros eventos climáticos extremos

En el caso de los fenómenos climatológicos como las lluvias, niebla, granizo y tormentas eléctricas, el Sistema Meteorológico Nacional en las estaciones climatológicas que se ubican dentro del SAR, reporta 76 días con lluvia, en el caso de los días con Niebla, en general, son pocos los días registrados con este fenómeno, asimismo, dadas las características climatológicas que se presentan en el SAR, es poco probable la presencia de días con granizo, lo mismo ocurre con las tormentas eléctricas, las cuales se presentan en un rango de 0.9 a 24.7 días con dicho fenómeno climatológico, cabe señalar que en la estación Jonacatepec es donde se registra el mayor número de días con tormenta eléctrica (ver Tabla 5).

Por lo anterior, es poco factible que se presente algún Huracán o Ciclón dentro del Sistema Ambiental Regional, de igual forma es poco probable que ocurran los fenómenos climatológicos antes descritos.

#### 4.2.1.1.5 Radiación o incidencia solar

En primavera la insolación es escasa; pero la ausencia de nubes propicia aumentos notables de temperatura. En verano es alta la insolación; pero la nubosidad y las precipitaciones la atenúan bastante. En otoño se tiene una mayor insolación, pues se presenta menos nubosidad y precipitaciones. En invierno puede ser aún mayor; pero la presencia de frentes y cierta nubosidad la disminuyen (Aguilar – Benítez, 1998).

#### 4.2.1.2 Aire

##### 4.2.1.2.1 Calidad del aire

En Morelos la contaminación de la atmósfera se debe a fuentes móviles y fijas. Existen dos zonas en el estado que representan las mayores fuentes de contaminación atmosférica:

- a) Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), y
- b) Ingenios Emiliano Zapata y la Abeja

En la CIVAC, la contaminación del aire se torna peligrosa cuando éste es portador de polvos o vapores industriales tóxicos o irritantes. El régimen de lluvias y los vientos influyen en este aspecto. De junio a noviembre, los vientos dominantes en la CIVAC llegan al suroeste, por lo que el aire viciado va a parar a la sierra de Tepoztlán, en un área despoblada. De febrero a mayo, en la época de secas, el viento dominante es del norte y el aire nocivo va hacia los municipios de Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata. La ausencia de lluvias impide que la atmósfera se limpie y, por tanto, la contaminación atmosférica se acentúa.

En el caso del Ingenio Emiliano Zapata, durante los meses de diciembre a mayo las chimeneas ubicadas en el municipio de Cuautla respectivamente, arrojan a la atmósfera humos que son respirados por los habitantes de las áreas urbanas y rurales cercanas al lugar donde se ubican. El bagazo de la vara dulce de la caña de azúcar es usado como combustible y la ceniza que se produce afecta el sistema respiratorio de los seres humanos. Durante los meses indicados en el ingenio Emiliano Zapata de Zacatepec, los vientos dominantes con intensidad débil se dirigen hacia el Sur, afectando la parte de la población de la zona conurbada de Jojutla-Tlaquiltenango-Zacatepec (Aguilar – Benítez, 1998).

Cabe señalar que de acuerdo con Bahena (1995), la contaminación del aire que resulta de la producción de azúcar de caña, es el principal emisor de contaminantes de la atmósfera de la región cañera morelense.

#### *4.2.1.3 Geología y geomorfología*

El SAR del proyecto se ubica en dos provincias fisiográficas: Sierra Madre del Sur ubicada al Oeste del SAR y el Eje Neovolcánico, el cual se ubica hacia la parte Este y centro del SAR, la primera provincia se encuentra representada por la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, mientras que la provincia del Eje Neovolcánico se encuentra representado dentro del SAR por dos subprovincias, Lagos y Volcanes de Anáhuac la cual abarca la parte Este y centro Norte del SAR y Sierras del Sur de Puebla, que se ubica en la parte Centro – Sur del SAR

Específicamente dentro de la Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses se presentan afloramientos de rocas sedimentarias en su mayor proporción, las cuales corresponden al cretácico, de igual forma en esta subprovincia se ubican afloramientos de rocas ígneas extrusivas hacia la parte NW del SAR, los afloramientos señalados pertenecen al terciario, por otra parte, dentro de esta misma subprovincia se presentan depósitos aluviales en los valles pertenecientes al cuaternario. En el caso de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, se presentan afloramientos de rocas sedimentarias ocupando la mayor superficie de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, asimismo, en esta subprovincia se presentan afloramientos de rocas ígneas intrusivas y extrusivas, así como rocas metamórficas todas pertenecientes al cenozoico, así como depósitos aluviales pertenecientes al cuaternario, con respecto a la subprovincia Sierras del Sur de Puebla, las rocas ígneas

extrusivas son los afloramientos más representativos de dicha subprovincia, además de presentar afloramientos sedimentarios

En la siguiente sección se presentan las características litológicas superficiales que presenta el SAR del proyecto.

#### 4.2.1.3.1 Características litológicas del área

Dentro del SAR del proyecto, predominan los afloramientos sedimentarios ya que ocupan el 71.6% de la superficie total del mismo y junto con los depósitos aluviales de las zonas planas (16.1%) son las principales formaciones geológicas del SAR, seguido por las rocas ígneas (11.35%), mientras que las rocas metamórficas solo se presentan en el 0.88% de la superficie del SAR.

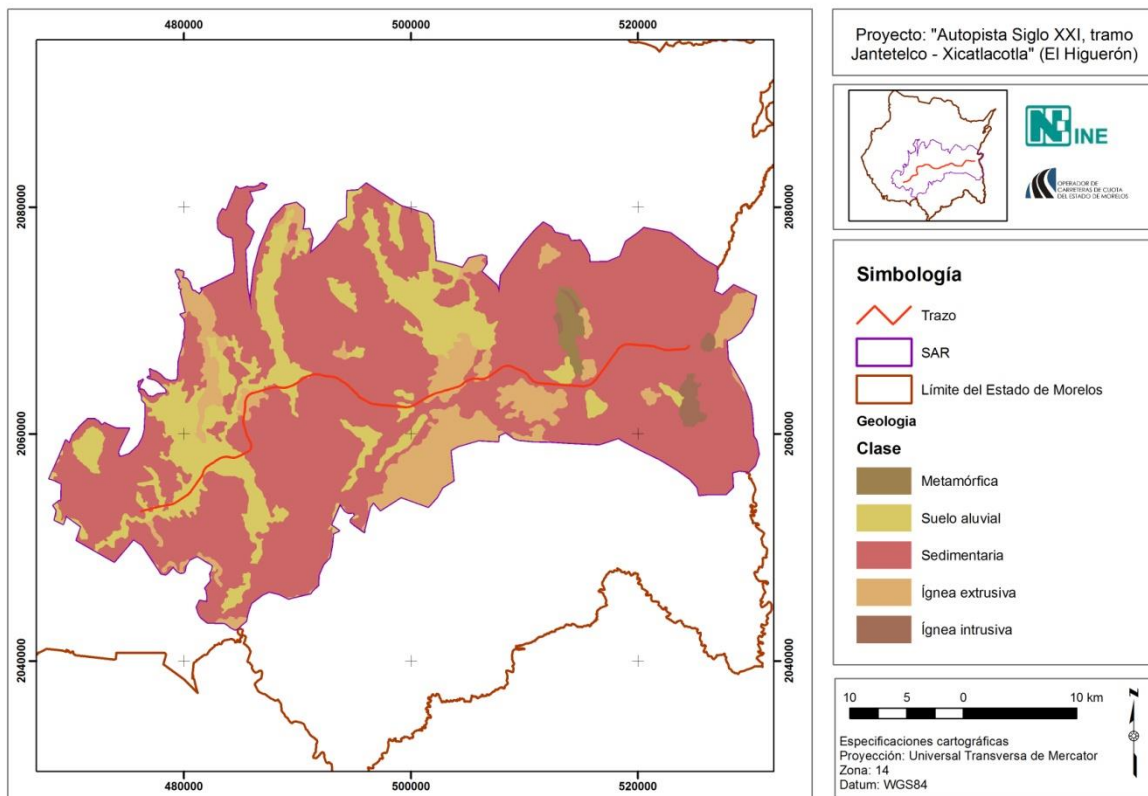


Figura 4-14 Geología del SAR del proyecto

A continuación se describen las características litológicas del SAR

### **Rocas sedimentarias:**

**Arenisca – conglomerado:** Esta composición corresponde al Terciario y abarca el 36.85% del SAR, se encuentra en dos fracciones la más extensa se localiza al Este del SAR, en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, mientras que la otra porción se ubica al Oeste del SAR en la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, en esta zona se observa claramente la asociación de esta composición con la mayor extensión de los suelos aluviales, asimismo, se encuentra fuertemente relacionada con las geoformas Mesetas de aluvión antiguo con cañadas, así como a la Llanura aluvial con lomerío. En términos generales, las areniscas– conglomerados son arenas y gravas intercaladas; las arenas presentan una granulación de mediana gruesa y su grado de redondez varía de subanguloso a subredondeado y está constituida por cuarzos y feldespato.

**Caliza:** Las calizas ocupan el 14.34% de la superficie del SAR, y se ubican en la parte centro – oeste del mismo dentro de la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, en el SAR se encuentran asociadas principalmente a sierras o lomeríos, las calizas se forman por acumulación y sedimento, por lo que son de origen secundario y es el resultado de la precipitación de restos orgánicos, asimismo consisten en granos minerales que se entrelazan, por lo que su textura es granular y puede ir de fina a gruesa. Con frecuencia contienen restos fósiles, y se forma en capas. Las calizas dentro del SAR se encuentran relacionadas con la composición lutita – arenisca.

**Lutita – arenisca:** Esta composición se distribuye al Oeste del SAR, ocupando el 8.26% de la superficie total del mismo, las lutitas son rocas sedimentarias detríticas constituidas de granos menores a 2 micras, compuestas por arcillas como la caolinita, montmorillonita e illita que se forman en el campo sedimentario (de neoformación) y de restos de cuarzo, feldespato y mica. Mientras que la arenisca son también

rocasdetríticas formadas por clastos del tamaño de la arena en más del 75% de granos de cuarzo, así como feldespato y mica clara.

Travertino. El travertino dentro del SAR ocupa una superficie de 134.786 hectáreas, lo que representa el 0.14% de la superficie del SAR, se ubica en la parte centro Norte del mismo, el travertino se forma en zonas kársticas formadas por depósito de carbonato de calcio (roca caliza), en donde el agua disuelve a la roca y por la presencia de condiciones determinadas como las aguas termales o cascadas se forma el travertino, el cual está compuesto de calcita, aragonita y limonita. En el SAR se ubica asociado a topografías de Sierra y Llanura donde es probable la aparición de cascadas y aguas termales.

Conglomerado: Los conglomerados son rocas sedimentarias de tipo detrítico formadas por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento, sus fragmentos constitutivos son mayores a 2 micras. Este tipo de rocas se presentan en la parte central del SAR con dirección Norte - Sur, y cubren una superficie total de 9,840.834 hectáreas, lo que corresponde al 10.21% de la superficie total del SAR.

#### **Rocas ígneas extrusivas:**

Toba basáltica - brecha volcánica básica. Esta asociación se ubica al Norte del SAR, con una superficie de 734.476 hectáreas, la toba basáltica se origina a partir de emisiones volcánicas, las cuales le confieren ciertas características a las rocas, la toba son materiales detríticos expulsados por las chimeneas volcánicas que al llegar a la superficie terrestre la roca se enfría lo que ocasiona la generación de vacuolas, presentan una textura porfídica, observándose numerosos feldespatos y plagioclasa sódica, así como pequeños cristales de cuarzo y texturas vítreas. Por otra parte, la brecha volcánica son materiales sueltos o poco consolidados de origen piroclástico que forman gruesos depósitos con alternancia de capas de granofino con capas de fragmentos de grano grueso de composición púmitica que originan pseudoestratos

biendefinidos y clasificados, se presentan poco alteradas y cubren pendientes suaves y abruptas que delimitanvalles. El espesor varía de unos cuantos centímetros a algunos metros.

Toba ácida. La toba ácida dentro del SAR se distribuye en la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, alcentro del SAR, principalmente sobre la geoforma de Llanura aluvial, ocupa el 3.78% de la superficie del SARlo que corresponde a 3,642.814 hectáreas, de igual forma, esta roca corresponde al terciario.

Andesita, Toba intermedia, Andesíta – Toba intermedia. La andesita es una roca ígnea, magmática de composición intermedia. Su composición mineral comprende generalmente plagioclasa, piroxeno y/uhornblenda. Frecuentemente están asociados a biotita, cuarzo, magnetita y esfena. La roca aparece entorrentes y diques de lava, dentro del SAR se ubica en la parte Noroeste del mismo, ocupando una superficie de 163.647 hectáreas, la toba ácida se ubica en la parte Este del SAR en la subprovincia Lagos y Volcanes deAnáhuac, ocupando una superficie de 411.668 hectáreas, mientras que la composición de andesita – Tobaintermedia ocupa la parte centro – sur del SAR, en la subprovincia Sierras del Sur de Puebla, en la geoformade Sierra volcánica de Laderas Escarpadas y ocupa el 8.27% de la superficie del SAR.

Volcanoclástico. Esta tipo de roca se encuentra en el 0.22% de la superficie del SAR, asociado a la topoformade Llanura aluvial con lomerío, son rocas constituidas por todo tipo de materiales volcánicos clásticos – conindependencia del proceso de fragmentación – dispersados por cualquier agente de transporte y depósitos en cualquier ambiente, o mezclados en proporción significativa con fragmentos no volcánicos.



### **Rocas ígneas intrusivas:**

Pérfido andesítico. Dentro del SAR solo se presenta estas rocas ígneas intrusivas, y se extienden al Este ocupando una superficie de 1,059.579.

### **Rocas metamórficas:**

Skarn. El skarn es un depósito formado en un ambiente de metamorfismo de contacto con roca de caja de carbonatos (calizas). Adicionalmente de los fenómenos del metamorfismo de contacto se puede detectar una fuerte metasomatosis (o alteración) en las rocas calizas. Los depósitos minerales de tipo skarn son yacimientos de reemplazo metasomático caracterizados por la presencia de minerales calco silicatados faneríticos de grano grueso, de Ca, Fe, Mg y Mn. Reemplazan selectivamente a rocas carbonatadas y pueden asociarse con mineralización metálica de W, Cu, Zn, Pb, Sn, Fe – Ca y menor Au – Ag. Dentro del SAR este tipo de rocas se encuentra asociado principalmente a sierras bajas las cuales se ubican al NE del SAR en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, cubriendo una superficie de 1,122.586 hectáreas, asimismo estas rocas pertenecen al terciario.

### **Suelo aluvial**

Los suelos aluviales se encuentran asociados a compuestos de areniscas – conglomerados y calizas principalmente, se desarrollan en llanuras aluviales con lomeríos correspondientes alcuaternario, estos suelos están constituidos por grava, arena, limo y arcillas. De igual forma, este tipo de suelo puede presentar dos tipos de permeabilidad alta y baja permeabilidad lo que se relaciona con la hidrología subterránea de la zona en las que se distribuye.



#### 4.2.1.3.2 Características geomorfológicas más importantes

Como se menciona anteriormente, el SAR del proyecto se ubica en dos provincias fisiográficas, EjeNeovolcánico y Sierra Madre del Sur.

##### **Eje Neovolcánico**

Esta provincia colinda al Norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la MesaCentral, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al Sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el Oeste llega al Océano Pacífico y por el Este al Golfo de México.

Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas.

##### **Provincia de La Sierra Madre Del Sur**

Esta provincia limita al Norte con la del Eje Neovolcánico, al Este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al Sur con el Océano Pacífico. Está considerada como la más completa y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de cocos. Esta es una de las placas móviles que integran la litósfera; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al Suroeste y Oeste de las costas, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado "desubducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra. A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaquenses, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas. Esta relación es la que seguramente ha

determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia depresión del Balsas cordilleras costeras, línea de costa, etc. tengan estricta orientación Este-Oeste, condición que tiene importantes antecedentes en la provincia del Eje Neovolcánico, y que contrasta con la predominante orientación estructural Noroeste-Sureste del Norte del país.

#### 4.2.1.3.3 Características del relieve

Tabla 4-3 Geomorfología del SAR del proyecto

<b>Geoforma</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Superficie (%)</b>
Derrame de lava	963.11	0.76
Piedemonte	59117.26	46.89
Sierra	58619.52	46.50
Meseta	4354.44	3.45
Planicie	1538.20	1.22
Lomerío alto	770.16	0.61
Cuerpo de agua	704.46	0.56
<b>Total</b>	<b>126067.15</b>	<b>100.00</b>

Las características del relieve que se ubica dentro del SAR son las siguientes:

En el municipio de Jojutla se encuentran el cerro de Jojutla o también llamado Xoxotzin. Asimismo, el municipio de Ayala forma parte de los perfiles Valles del Plan de Amilpas, los cerros más importantes son el Matitica, El Aguacate, el Jumil y el Cerro Prieto, que alcanzan alturas de 1,500 msnm. Existe una llanura formada por la cuenca hidrológica del Río Cuautla al Oriente se ubican los cerros de las iglesias vieja de Tlayecac y el llamado de San Juan Jaloxtoc. En el caso del municipio de Jojutla este presenta valles fértiles, las zonas planas abarcan el 65% de la superficie del municipio y se localizan al Norte y Centro del mismo, las zonas semiplanas abarcan el 27% y las accidentadas al Sur de la cabecera municipal y cubren el 8% del territorio. Con respecto al municipio de Tlaltzapán, las zonas accidentadas ocupan el 17% del territorio al Norte de la cabecera municipal y sureste del municipio; las zonas semiplanas abarcan el 37% del territorio municipal, en las faldas de los cerros, y lomeríos al sureste y las zonas planas abarcan el 46% al centro del municipio.

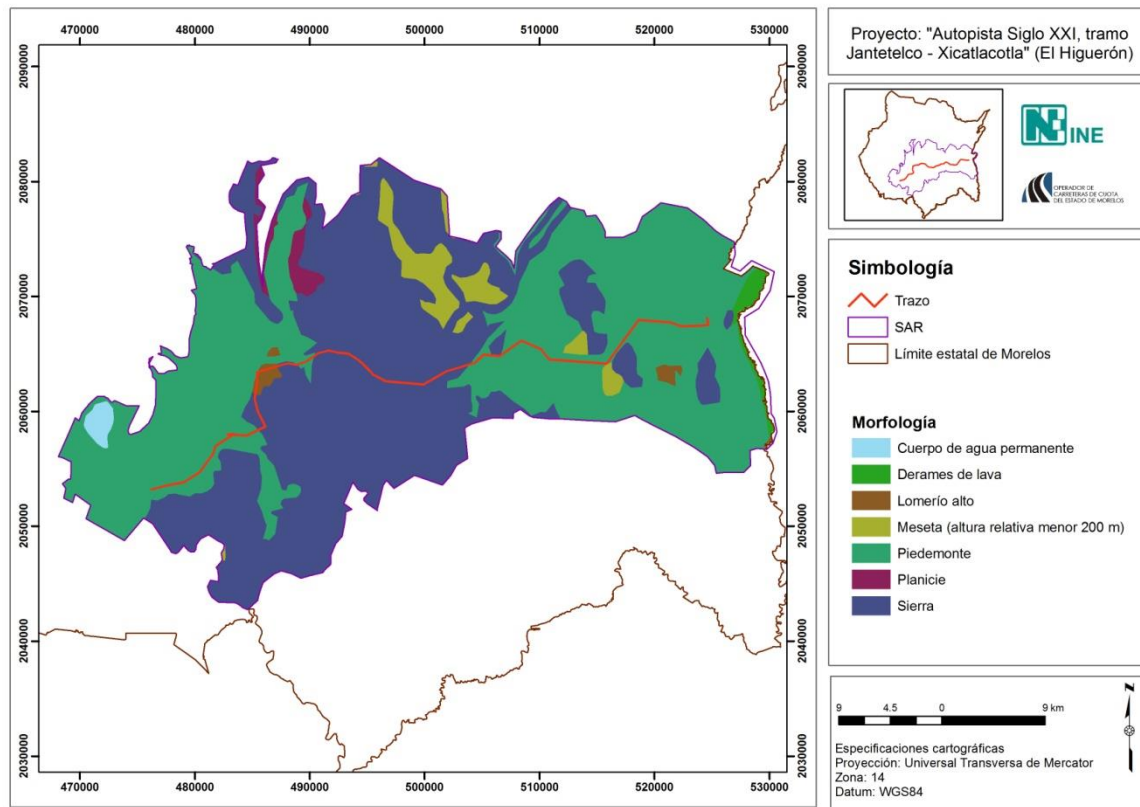


Figura 4-15 Geomorfología del SAR

El municipio de Tlaquiltenango los cerros de mayor altitud son Santa María, Guajolote, Huautla, éste presenta una altura aproximada de 1,642m, Palo Verde, Tierra Verde, Ciénega, Limón y los que limitan con el estado de Puebla y el municipio de Tepalcingo conocidos con los nombres de: Tetillas, Picacho del Encierro, Temascales y Cueva de San Martín. Las zonas accidentadas alcanzan el 44%, al centro y Sur del municipio; las zonas semiplanas ocupan el 38% del territorio; las zonas planas representan el 18% de la superficie.

El municipio de Tepalcingo, tiene zonas accidentadas que abarcan el 50% del territorio, además de tener áreas montañosas, entre las que destacan los cerros del Cacalote, del Jumil y el de Tesquican que llegan a una altura de 1,500 m. Sin embargo,

la elevación más importante es el cerro Frío que tiene una altura de 1,700 m. En la cota de los 1,450 m., se encuentran los cerros Margarita y Melonar, en los 1,400 m. A 1,250m. encontramos a los cerros Olicornio, El Diablo, El Mogote, Papalo, Pericón, La Bolita, Mesa de los Cuilotes, Coachic, La Zapatera, las Pilitas, La Loma Larga de Tlacotzingo y Mozochu. Las Zonas planas se encuentran en la parte central.

El municipio de Jonacatepec se caracteriza por que el 86% del territorio es semiplano y en 5.2% existen zonas accidentadas localizándose en ellas el Cerro de Tenango o El Gordo que mide 1,500 m. Los cerros del Mirador, Colorado y La Playa. El municipio de Jantetelco, se encuentra ubicado entre lomeríos y barrancas de arrastre sedimentarios, en la parte central destacan los cerros de Jantetelco que alcanza una altura de 1,878 m y el de Chalcatzingo con 1,570 m. El resto del territorio está formado por planos sedimentarios.

#### 4.2.1.3.4 Presencia de fallas y fracturamientos

En la carta geológica del estado de Morelos publicada por el Instituto de Geología de la UNAM (1997) se observa que el fracturamiento de la corteza terrestre es mayor en las sierras de Huautla y San Gabriel al Sur de Morelos. También existen fracturas en las sierras y montañas cretácicas plegadas como las de Jojutla, Santa María, Yautepec y Xochicalco, así como en las sierras de Tepetzotlán, Chichinautzin y en las laderas del Popocatepetl. Ramírez (1976) advierte en Morelos una serie de fallas y fracturas que corresponden a distintos períodos geológicos en las diversas formaciones que se presentan en la superficie.

La falla antigua más larga es la de Jojutla, que atraviesa la parte Sur-central de Morelos, con rumbo noroeste-sureste. Otra falla antigua importante es la del Cañón de Lobos, ubicada sobre las rocas cretácicas de las formaciones Morelos, Cuautla y

Mexcala. Cabe destacar que la formación Mexcala se observa un intenso plegamiento, acompañado por fallas de carácter local, ya que los materiales arcillosos, limosos y calcáreos, por su plasticidad, se presentaron más a los esfuerzos compresivos de la orogénesis Laramide.

El grupo de fallas postpliocénicas que rodean el Lago de Tequesquitengo son más recientes que la formación Cuernavaca, la cual formaba una planicie en el sitio de la depresión ocupada ahora por el agua. Estas fallas de carácter local se desarrollaron durante la formación de la dolina de Tequesquitengo, como resultado del hundimiento de la superficie, a medida que las rocas cretácicas subyacentes se disolvían con lentitud.

En el patrón estructural que predomina en el SAR, se destaca una serie de pliegues que representan gran similitud con los plegamientos de la Sierra Madre Oriental. Los anticlinales son de aspecto alargado, generalmente asimétricos, con los ejes orientados Norte - Sur o Noroeste - Sureste. Corresponden a las sierras de constitución calcárea cretácica. Los valles coinciden con los sinclinales alargados, angostos y fuertemente asimétricos.

4.2.1.3.5 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra y posible actividad volcánica.

### **Sismos**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado

grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De acuerdo a lo anterior el estado de Morelos se ubica en dos Zonas Sísmicas B y C, cabe señalar que de acuerdo a los registros sismológicos del Servicio Sismológico Nacional, en el estado se han reportado en un período de diez años (1998 – 2008) un total de cuatro sismos. Es importante señalar que el SAR del proyecto en su mayor parte se ubican dentro de la zona sísmica C, lo que implica que es una zona de transición en la cual es poco frecuente la presencia de sismos, mientras que una pequeña porción del SAR (parte NE) se ubica en la zona sísmica B por lo que también corresponde a una zona de transición.

### **Inundaciones**

De acuerdo con los estudios realizados por la Dirección de Protección Civil del Estado de Morelos, se han identificado 28 zonas susceptibles de inundación, las cuales se concentran en nueve municipios. Los lugares con mayor número de sitios de riesgo son Yautepec y **Tlaltizapán**. En el primer municipio se ubican cinco: puente Oacalco, Galerías de Oacalco, puente Zaragoza, puentes Batea 1 y Batea 2 y El Vado; mientras en Tlaltizapán son cuatro: lado sur del Centro, balneario Santa Isabel, ayudantía y Galerías 1. Le siguen los municipios de Cuautla, Coatlán del Río, Tetecala, con tres zonas, y **Jojutla**, Zacatepec, **Tlaquiltenango** y Ciudad **Ayala** con dos en cada sitio. Las zonas de riesgo de inundaciones en el estado se refieren a zonas en las cuales atraviesan los ríos Yautepec, Cuautla, Apatlaco y Chalma.

### **Actividad volcánica**

Los estados de Puebla, Morelos, Chiapas y Colima son los de mayor riesgo volcánico en el País (Mancilla,1993).

El principal riesgo de actividad volcánica en el estado de Morelos lo constituye el volcán Popocatepetl; ya que en los últimos años se ha registrado una alta actividad presentando explosiones y emisiones de cenizas; sin embargo, los municipios que representan el mayor riesgo dentro del estado son: Tetela del Volcán, Zacualpan, Yecapixtla, Ocuituco y Temoac, siendo este último el que se encuentra parcialmente en el SAR, específicamente al final del trazo, cerca de Jantetelco.

Por lo anterior, dentro del SAR del proyecto el peligro a causa de actividad volcánica es bajo.

#### *4.2.1.4 Suelos*

El sistema de clasificación de Suelos FAO implementado en 1968, fue modificado en 1970 para acoplarlo a los suelos mexicanos por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

##### *4.2.1.4.1 Tipos de suelos en el SAR*

Dentro del SAR del proyecto, los tipos de suelos dominantes que se presentan son: vertisol, castañozem, feozem, litosol, chernozem, regosol, rendzina. Cabe señalar que de acuerdo a la clasificación que modificó el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, éste une a los suelos litosol y rendzina para dar lugar a los leptosoles, cabe destacar, que dentro del SAR los suelos dominantes pueden presentar



diferentes subunidades por lo que, al considerar esto se presentan un total de diez tipos de suelo. El suelo dominante en el SAR es el vertisol, suelos profundos con alto contenido de arcilla ubicados en las zonas planas o valles aluviales (figura 4-16, tabla 4-4).

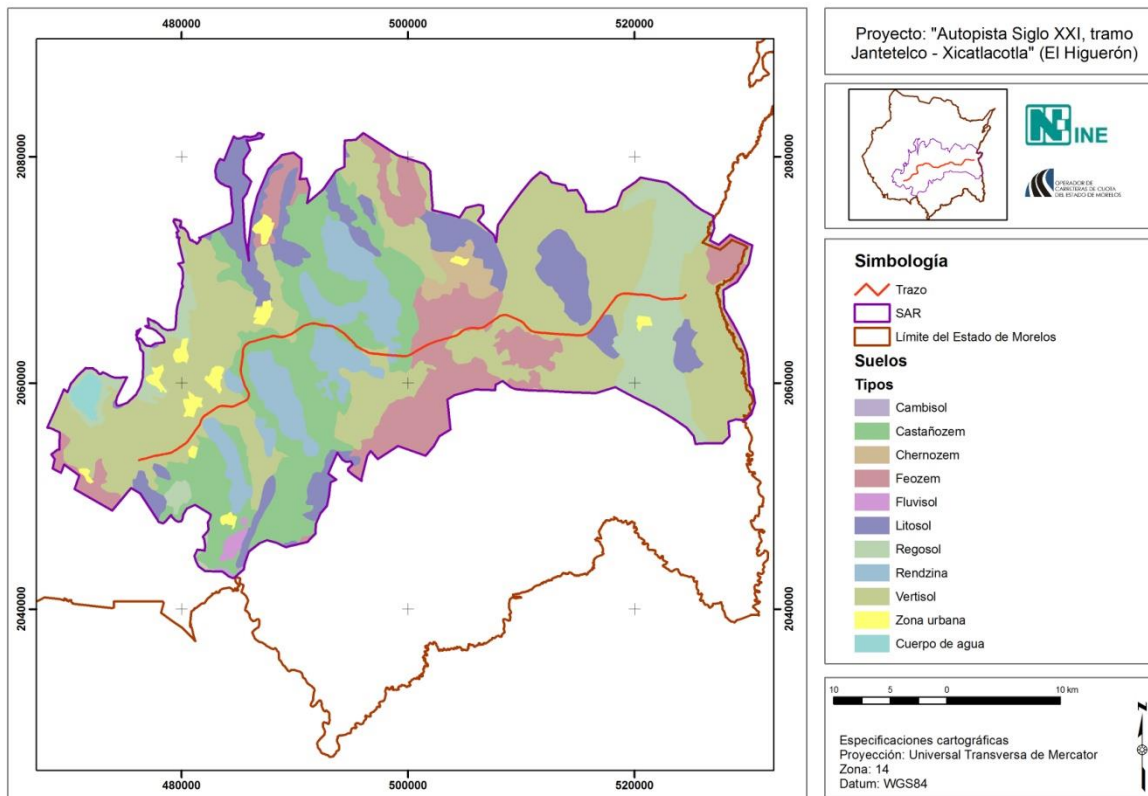


Figura 4-16 Edafología del SAR del proyecto

Tabla 4-4 Tipos de suelo dentro del SAR

Tipo de suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Litosol	13660.76	10.75
Vertisol	48523.66	38.18
Feozem	15549.13	12.23
Regosol	12442.71	9.79
Castañozem	21351.65	16.80
Rendzina	10630.73	8.36
Zona urbana	1889.90	1.49

Chernozem	1812.15	1.43
cuerpo de agua	735.11	0.58
Fluvisol	404.52	0.32
Cambisol	97.71	0.08
total	127098.02	100.00

Así mismo, es importante señalar que los suelos tienen una relación directa con la geomorfología y geología del SAR, tal como se describe más adelante.

Los **vertisoles** son suelos de textura fina; tienen fases rúdica y lítica. Son de color negro, con abundante arcilla cementosa. Se hinchan con humedad y presentan muchas grietas de contracción cuando están secos.

Dichas grietas son de por lo menos un centímetro de ancho, y van desde la superficie hasta cincuenta centímetros de profundidad. En los vertisoles predomina la arcilla montmorillonita, que en tiempo de lluvia se expande, con lo que sus poros se cierran y se vuelve chicoso el suelo. De modo contrario en la época de secas este suelo se endurece y agrieta. Se hallan distribuidos en casi todas las zonas de agricultura de riego y temporal, estableciéndose cultivos de arroz y caña de azúcar. Los períodos repetidos de secado y rehumedecimiento causan levantamientos y producen la presencia de una fase “gligai” que da origen a un microrelieve característico. Dentro del SAR se encuentra ampliamente distribuido ocupando 42.67% del mismo, se localiza en geofomas que van de llanuras a mesetas, pero no dentro de la topoforma de sierra, es por ello que dentro del SAR como se menciono anteriormente el tipo de vegetación que se distribuye es la de origen antrópico, principalmente la agricultura.

Los **leptosoles** son suelos limitados en profundidad por una roca dura continua, o por material calcáreo, o por una capa continua cementada dentro de una profundidad de

30 centímetros a partir de la superficie; o que tiene menos de 20% de tierra fina hasta una profundidad de 75 centímetros; sin otros horizontes de diagnóstico más que un horizonte A mólico, úmbrico u ócrico, con o sin horizonte B cámbico. Son suelos de textura media, poco desarrollados. En ellos persiste la influencia del sedimento superficial. Cabe señalar que los leptosoles han sido empleados con fines agrícolas; sin embargo, estos se erosionan fácilmente.

Dentro del SAR los leptosoles se ubican al NE, SE, NW y SW del mismo, principalmente dentro de geoformas correspondientes a Sierras (Sierra alta compleja, Sierra de laderas escarpadas y Sierra baja), principalmente se desarrollan sobre afloramientos sedimentarios en los que predominan las calizas y conglomerados, sin embargo en menor proporción se presentan en afloramientos de roca ígnea e incluso en afloramientos metamórficos. El tipo de vegetación que se desarrolla en estos tipos de suelo corresponde a selvas bajascaducifolias, las cuales pueden presentarse secas, conservadas o perturbadas, son de textura media y fina. Tienen una fase lítica somera.

Los **feozems** presentan un horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica y nutrientes. Son de clasetextual media, presentan las siguientes fases: lítica, rúdica y petrocálica. La mayoría se localiza en climascálidos con lluvias veraniegas y con un régimen de humedad que va desde el ligeramente húmedo hasta el seco. Dentro del SAR este tipo de suelos ocupan una superficie de 13,217.625 hectáreas correspondiente al 13.72% de la superficie del SAR, ubicándose en la parte central del mismo, se encuentran asociados a afloramientos de ígnea extrusiva en los que predominan la toba y la andesita, en cuanto a su asociación con la geoforma, estas se asocian a zonas planas (Valles de laderas tendidas con lomerío y llanura aluvial con lomerío), así como zonas con pendientes más pronunciadas como Sierra volcánica de laderas escarpadas, es importante señalar que los feozems son suelos empleados

principalmente para la agricultura, por lo que dentro del SAR, el principal tipo de vegetación que se desarrolla es la agricultura, aunque en las zonas con pendientes más pronunciadas todavía se encuentran remanentes de selva baja caducifolia. Dentro del SAR el feozem presenta dos subunidades calcárico y háplico

Los **regosoles** son suelos poco desarrollados, formados por materiales no consolidados y blancos, exceptuando los aluviones recientes y las arenas ferrosas. Presentan muy poco contenido de materia orgánica en el horizonte A, que se sitúa sobre el material inicial, por lo que se consideran poco evolucionados hasta que no se constituya una estructura estable característica de un horizonte B. se caracteriza por no presentar capas distintas. En general son claros, y se parece bastante a la roca que subyace en ellos, cuando no son profundos. En su mayoría dentro del SAR se localizan en una franja dentro de la geoforma de Llanura aluvial con lomerío que se extiende en la parte NE y SE del SAR, y otro manchón aunque de menor extensión se ubica al SW del SAR sobre la geoforma de Meseta de Aluvión antiguo con cañadas. Este tipo de suelo en la parte NE y SE del SAR se encuentran asociados con agricultura de temporal, en áreas que anteriormente fueron selvas bajas caducifolias. En NW se asocian con baja caducifolia conservada o que presenta poco grado de perturbación. Dentro del SAR ocupan una superficie de 7,071.347 hectáreas correspondiente a 7.34% de la superficie total del SAR. Son de textura media y presentan fases dúricas, líticas y gravosas.

Los **castañozem** tienen un perfil A, C. Presentan como característica una capa superior de color pardo orojizo oscura, rica en materia orgánica y nutrientes, así como una acumulación de caliche suelto oligeramente cementoso en el subsuelo. Tienen fases rúdicas y líticas. Son de textura media. Se encuentran en climas tropicales secos, con una corta estación húmeda. La vegetación asociada es de selva baja caducifolia y matorrales. Se localizan en las laderas bajas de las sierras cretácicas, sobre

afloramientos de rocas sedimentaria, este tipo de suelo en el SAR se ubica en parte W del mismo, ocupando una gran extensión dentro de la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses, de igual ocupa el 16.56% de la superficie del SAR.

#### 4.2.1.4.2 Grado de erosión del suelo

De acuerdo con Elton (1992), la apertura de nuevas tierras destinadas a la agricultura ha provocado el desmonte de áreas forestales, cuya consecuencia directa es el arrastre de 24,000 toneladas de suelo fértil. Asimismo, otro tipo de erosión que se presenta dentro del SAR, es la erosión eólica, la cual adquiere ímpetu final de la época de secas durante febrero, marzo y abril. En estos meses precedentes a la época de lluvias el viento levanta tolvaneras en los suelos que han perdido su cubierta forestal y que están dedicados a labores agropecuarias de temporal.

Silva (1991) señala que los vertisoles y regosoles son los suelos más propensos a la erosión, ya que son los que se drenan con mayor rapidez, cuando al no considerar su aptitud natural, son despojados de su cubierta vegetal y son dedicados a actividades agrícolas deteriorantes.

En cuanto a la erosión fluvial, ésta se manifiesta en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, sobre pendientes deforestadas, surcos agrícolas descuidados y terraplenes de vías de comunicación no protegidas, donde se concentra agua en la temporada de lluvias.

#### 4.2.1.5 Recursos hídricos localizados en el SAR

El SAR del proyecto se ubica en la región hidrológica RH-18 denominada “Río Balsas”, específicamente dentro de las cuencas F y A denominadas R. Grande de Amacuzac y R. Atoyac respectivamente (Figura 4-17).

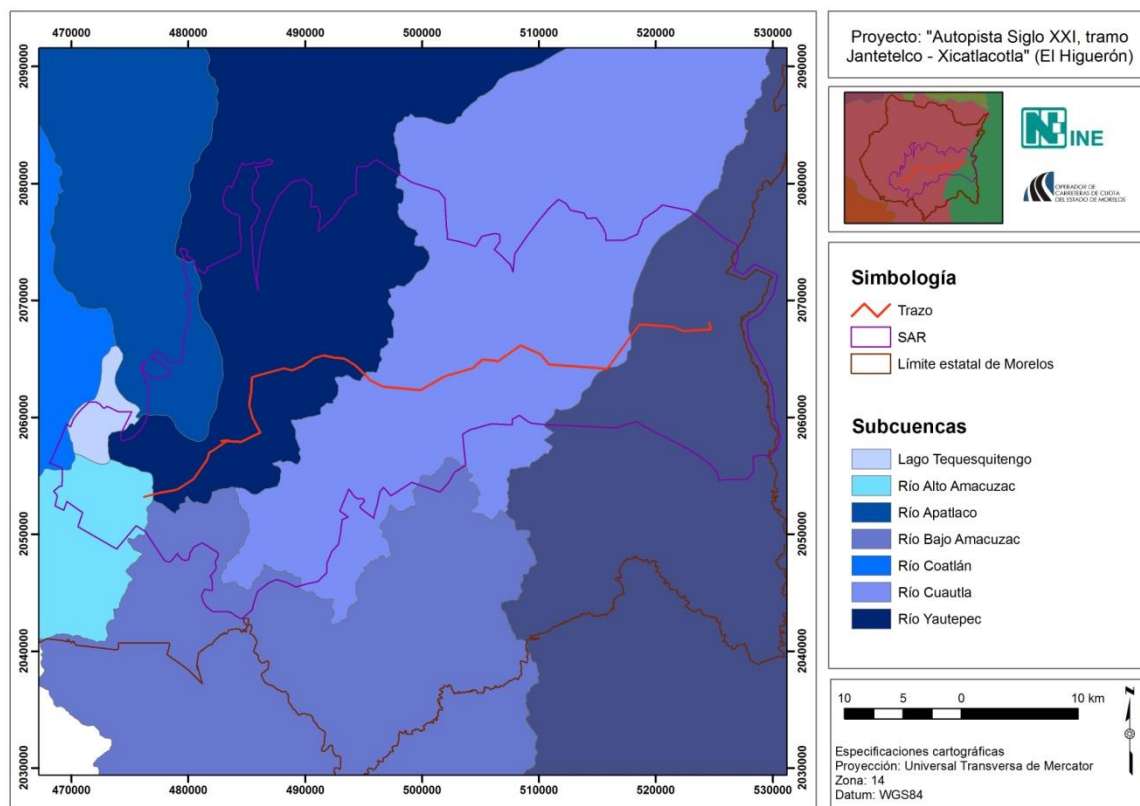


Figura 4-17 Subcuencas del SAR

Las subcuencas intermedias del Amacuzac corresponden a los ríos Cautla, Yautepec, Apatlaco, Tembembe, Alto Amacuzac y Bajo Amacuzac. La única subcuena intermedia del Atoyac, es la del río Nexapa. Cabe destacar que la mayoría de las subcuencas intermedias que se presentan en el Estado de Morelos se ubican dentro del SAR del proyecto, excepto la correspondiente al Río Tembembe.



Para efectos de la descripción de la hidrología superficial del Sistema Ambiental, conviene dividir a este en tres regiones: 1) Región Este; 2) Región Centro y 3) Región Oeste. A continuación se presenta una descripción de la red hidrográfica del SAR:

*Región Este.* Las principales corrientes son los Ríos Amacuzac (Cuenca Alta del Amacuzac), Río Apatlaco y El Río Yautepec. El **río Apatlaco** nace en los manantiales de Chapultepec; recibe las aguas de las barrancas del Centro y Occidente de Cuernavaca. Entre ellas se destacan el Túnel, El Pollo, Pilcaya, Amanalco, El Limón, Tlazala y Los Sabinos. En la planicie de la cuenca, el Apatlaco aumenta su gasto con las contribuciones del Río Cuentepec y de los arroyos Salado, Fría, Agua del Salto, Colotepec y Poza Honda, entre otros. La barranca de Chalchiuapan es el afluente morelense más septentrional del Apatlaco. Se alimenta de manantiales ubicados en el bosque mesófilo de montaña al noroeste de Cuernavaca y de un lugar tupido de vegetación conocido como Tepeite. Recibe también las aguas de las barrancas de Ahutlán, Zempantele y Atzingo; cambia de nominación a Barranca San Antón, en la colonia del mismo nombre. Continúa hacia el Sur y, luego de recorrer el caudal de la barranca El Mango, varía su nombre por Barranca del Pollo. Prosigue su curso para desembocar en el Apatlaco, a la altura de Temixco. El límite del sistema de erosión fluvial en cuestión se sitúa al Sur de Jojutla y al Oriente de Tlatenchi, donde el Apatlaco se junta con el Yautepec. La cabecera del sistema fluvial del Río Apatlaco no tiene una red de drenaje establecida debido a la litología permeable.

El sistema fluvial del **río Yautepec** tiene forma de triángulo isósceles, cuya base ubicada en su cabecera, presenta suelos leptosoles. Este escurrimiento se forma, por la confluencia de varias barrancas, en los municipios de Atlatlahuacan, Totolapan, Tlalnepantla, Tepetzotlán y Tayacapan. Su caudal se incrementa en forma progresiva con los manantiales del bosque, Oaxtepec, Itzamatitlán y el Recreo ubicados en el municipio de Yautepec. Vuelve a incrementar su volumen con las aguas del río

Tepoztlán (o Apantezalco), que baja de la sierra del mismo nombre. Continúa su camino por Barranca Honda y Valle de Ticumán. Recibe más líquido del manantial de las Estacas, cerca de Tlaltizapán con lo que aumenta en forma considerable su gasto.

Prosigue su curso rodeando el pliegue de Santa María. Pasa al Oriente de Tlaquiltenango. Luego atraviesa y rodea la ciudad y el plegamiento de Jojutla respectivamente, para desembocar en el río Amacuzac, en un lugar de belleza singular llamado los Lagartos. El sistema de drenaje del río Yautepec presenta una configuración subdendrítica en su parte superior y paralela en la inferior, que se inicia en el Cañón de Lobos.

En las partes Central y Oriental de la cabecera, no hay red de drenaje establecida, a causa de la litología permeable que ocasiona que el agua se infiltre con lo que se evita la formación de corrientes superficiales.

El **río Amacuzac**, nace en Dos Bocas al Sur de la Sierra de Cacahuamilpa en el municipio de Coatlán del Río. Se dirige hacia el sureste y atraviesa las poblaciones de Huajintlán y Amacuzac. El sistema de drenaje del **Alto Amacuzac** es de configuración dendrítica. Predominan rocas sedimentarias clásticas del Terciario. En la parte Sur hay ígneas extrusivas e intrusivas terciarias y, en la Norte, calizas del cretácico.

El principal escurrimiento de la red hidrográfica morelense es el Amacuzac, que en algunos tramos alcanza una anchura de 60 metros. Su curso es sinuoso. El caudal crece sin cesar, al recibir en forma progresiva aportes de sus afluentes. Entre ellos se destaca el río Chiquito, que recoge las aguas del Tembembe y el Chalma. Luego de recibir el caudal del río Chiquito, al noreste del cerro El Clarín, pasa de la cuenca del Alto al Bajo Amacuzac; prosigue su sinuoso camino rumbo al sureste, cruza varias localidades como El Estudiante, Tehuixtla, Vicente Aranda, Chisco y Xicatlacotla, continúa hacia el Norte de la mesa El Capire; después de escurrir hacia el suroeste de Nexpa, sirve de límite natural entre Morelos y Guerrero, hasta llegar al paraje Balseadero, punto



límite de las entidades mencionadas y Puebla. En ese lugar recoge las aguas del Río Grande y se encamina hacia el Suroeste, fuera del estado de Morelos.

*Región Centro.* Las dos principales corrientes son el Río Cuautla y el Bajo Amacuzac. El **río Cuautla** denominado Chinameca en su curso inferior, se forma con parte de los escurrimientos del Popocatepetl y de los manantiales del Pazulco. Junto con sus tributarios, atraviesa los municipios de Tetela del Volcán, Yecapixtla, Atlatlahuacan, Ocuituco, Cuautla, Ayala y Tlaltzapán, para desembocar en el Amacuzac, al suroeste de la población de Mexía. El sistema de drenaje del río Cuautla presenta una configuración subdendrítica en su curso superior y anastomosada en el inferior, que se inicia al Oeste de la población de Tecomalco, donde recibe los aportes de la barranca de la Cuera.

El Sistema de Drenaje del Río **Bajo Amacuzac** presenta una configuración dendrítica en su margen Oriental, y rectangular en la Occidental. Los principales afluentes morelenses del Amacuzac llegan por su margen izquierda, y son los ríos Tembembe, Apatlaco, Yautepec y Cuautla. Entre sus tributarios meridionales, que bajan de la sierra de San Gabriel, se destacan los arroyos Rancho Viejo, Panchotas (Procedente de la presa Emiliano Zapata), las Anomias y Agua Salada. En este sistema de erosión fluvial predominan las rocas ígneas extrusivas oligomiocénicas, que integran una geoforma endógena volcánica acumulativa de la dera volcánica con erosión de moderada a fuerte. Al Sur de Tequesquitengo, en la parte noroccidental de la cuenca, en rocas sedimentarias clásticas terciarias, se ubica el relieve exógeno acumulativo de planicie aluvial (figura 4-18).

*Región Este.* Los principales cuerpos de agua están asociados a la cuenca del Río **Nexapa** la cual que drena hacia el Atoyac Poblano. En el límite suroriental de Morelos con Puebla, el río Nexapa recibe los escurrimientos de sus principales afluentes: el

Tepalcingo y la barranca de Amatzinac. El primero se origina en los manantiales ubicados en el municipio de Temoac. La segunda tiene su origen en las laderas del Popocatepetl, y es alimentado por el deshielo del mismo. Las características geográficas de esta cuenca son variadas, por ocupar un territorio que se extiende a todo lo largo de Morelos en su región Oriental. Los recursos hidráulicos escurren siguiendo la pendiente de Norte a Sur y de Suroeste a Sur.

Conducen aguas que se originan en las regiones montañosas de las laderas australes del Popocatepetl y de la porción oriental de la Sierra de Huautla. Las condiciones climáticas, geológicas e hidrológicas determinan que casi todas sus corrientes sean intermitentes. La permeabilidad de dichas estructuras explica en parte la inexistencia de corrientes perennes y, por lo tanto, la escasez de agua superficial en el talud y planicie del sistema fluvial. En la parte septentrional de la cuenca del Nexapa, la combinación del relieve escarpado con la perenne red hidrográfica proveniente del deshielo del Popocatepetl, origina la existencia de espectaculares caídas de agua, como las que pueden apreciarse a ocho kilómetros al norte de Tetela del Volcán.

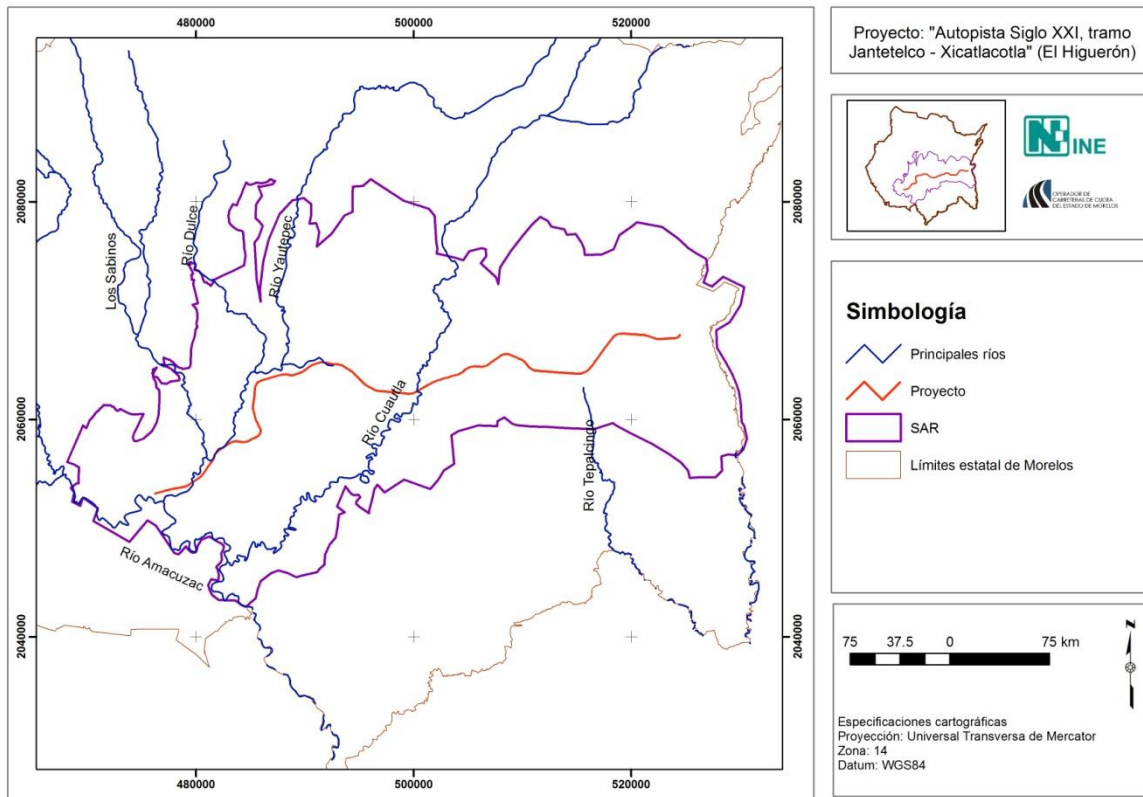


Figura 4-18 Principales ríos dentro del SAR

#### 4.2.1.6 Hidrología superficial

##### 4.2.1.6.1 Embalses y cuerpos de agua cercanos

Morelos es una de las entidades de la república mexicana con más manantiales, en proporción a su territorio. Esto se debe en parte a que son una manifestación secundaria del vulcanismo y a que la entidad está casi totalmente rodeada por relieves endógenos volcánicos acumulativos, que favorecen la condensación y precipitación del agua atmosférica, que procede del Golfo de México transportada por los vientos alisios enverano.

La riqueza hidromineral destaca por su belleza escénica y por sus características termominerales, que permiten su uso terapéutico como el balneario de ISSSTE

HUIXTLA, ubicado en el municipio de Jojutla, el de Atotonilco en Tepalcingo y Agua Hedionda en Cuautla. Los manantiales termales que cuentan con balnearios rústicos y alejados de zonas urbanas, están ubicados en el municipio de Tlaquiltenango, denominados las Huertas y los Manantiales.

#### 4.2.1.6.2 Corrientes intermitentes o perennes

En cuanto a las corrientes de agua que atraviesan por el SAR, a continuación se describen:

La región Este del SAR, dentro del municipio de Ayala, es atravesada por: 1) El río Cuautla, que nace en los manantiales de Pazulco y riega las tierras de los pueblos de Apatlaco, a la altura de villa de Ayala es donde recibe el nombre de río Cuautla, el único afluente de importancia es el río Ayala, éste nace en los ojos de agua de Casasano y en la barranca de Xochimilcatzingo y recibe los derrames del hospital de Calderón, de Anenecuilco, y se junta con el río Cuautla, sigue hacia el sur y atraviesa el pueblo de Olintepepec, y más abajo de Moyotepec recibe las aguas de la barranca de Ahuehuevo; 2) Los escurrimientos de la barranca de Amayuca, que se transforma en el río Tepalcingo, abajo de la cabecera municipal de Tepalcingo, recibe las aguas de los manantiales de Atotonilco, pasa cerca de Ixtlilco el Grande y sirve de límite con el municipio de Axochiapan, unos kilómetros más abajo reciben las aguas del arroyo texcaltepec. Existen pequeñas presas, 6 bordos y 63 pozos; 3) El Río Amatzinac y es cruzado en la parte media por una corriente que nace arriba del pueblo de Amayuca y que va a formar el río Tepalcingo, existen además de tres pozos de temporal localizados junto a la localidad de Jonacatepec y una pequeña presa. El municipio de Jantetelco está atravesado por los ríos Amatzinac, Tenango, los santos y Tepalcingo; existen 8 pozos para riego; 4) La parte oriental de este municipio lo cruza el río la barranca de la Cuera que pasa por el poblado de Tlayecac, sigue hacia el sur, pasando por el poblado de Jaloxtoc, y aguas abajo se une con el río Cuautla, este río tiene

carácter de temporal, pero cubre una amplia hidrografía, pues trae aguas desde Tetela del Volcán y se le unea las corrientes de las barrancas de Malpaso, de Tezongo y la de Ortiz; donde se une esta con el río Cuautla en Tecomalco. Las zonas de captación de mantos acuíferos se localizan en las sierras bajas presentes en la región, como el Cerro Ancho, Cerro Gordo, Cerro El Tecolote, Cerro Coachi.

En el centro de SAR, la única corriente superficial de importancia es: 1) El Río Cuautla, el cual se localiza hacia la parte norte y atraviesa los poblados de La Mezquitera, Lorenzo Cruz, San Pablo Hidalgo y San Rafael Zaragoza. La geoforma dominante en la región centro del SAR son las Sierras de ladera escarpadas y lomeríos típicos, esto ha favorecido la proliferación de una gran cantidad de escurrimientos, cuyo flujo laminar contribuye a mantener los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, como sucede con los Cerros Temilpa-Palo Grande, Santa María-El Mirador, Corralillo y Aguacate.

Por consiguiente, dentro del SAR, se trata de la mayor zona de captación de mantos acuíferos. La región W del SAR, es atravesado por: 1) El Río Alpuyeca que es alimentado por derrames de las cercanías de Xoxocotla, recibiendo el nombre del río Apatlaco. El río Amacuzac atraviesa los poblados de: Chisco, Tehuixtla, río Seco y Vicente Aranda en el lugar denominado Tenayuca, recibe al río Higuierón o Yautepec, otros recursos acuíferos son: los manantiales de Tehuixtla y 98 pozos profundos; 2) el Río Yautepec después de la comunidad de Bonifacio García, también conocida como Colemia Alejandra, toma el nombre de río Verde; recoge las aguas de los manantiales de Las Estacas. Este río recibe las aguas del río dulce, cuenta con el río salado de Temilpa de gran caudal y 2 Km. de recorrido. 3) el río Cuautla o Chinameca, que se une al Amacuzac. Se cuentan con los manantiales: El Rollo, Nexpa, los Elotes, Valle de Vázquez y las Huertas. Además cuenta con 22 pozos profundos.

#### 4.2.1.6.3 Usos principales

Los principales usos que tienen los cuerpos y corrientes de agua superficiales a lo largo del SAR del proyecto, son principalmente para uso domestico, asimismo, son empleados en actividades productivas como es el riego de áreas agrícolas, así como atractivos turísticos como es el caso de los balnearios que se presentan en la región, por otro lado también son empleadas en actividades como las granjas piscícolas.

#### 4.2.1.6.4 Calidad del agua

Entre los cuatro lugares de mayor contaminación del agua están: 1) El Río Apatlaco entre Zacatepec y Jojutla y hasta su unión con el Río Amacuzac, principalmente por las descargas de los municipios señalados y del Ingenio Emiliano Zapata; 2) La conurbación urbana de Jiutepec, Tejalpa y Tlahuapan, que recibe las aguas de desecho de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), que al infiltrarse han incorporado a los acuíferos diversos tipos de contaminantes; 3) La Barranca del Pollo, que transporta parte de las aguas residuales de los municipios de Cuernavaca y Temixco y las deposita en el Río Apatlaco y 4) El Lago de Tequesquitengo, por los desechos que arrojan las lanchas, las casas que lo rodean y los residuos de los agroquímicos utilizadas en las áreas agrícolas más cercanas.

Con respecto a la contaminación del Río Apatlaco, se presenta lo siguiente: Las aguas provenientes del Ingenio Emiliano Zapata, así como las aguas residuales domésticas del área conurbada de Jojutla, han contaminado parte del río Apatlaco y porciones de los suelos aluviales cañeros y arroceros de los municipios de Jojutla, Tlaquiltenango y Zacatepec. En uno de los puntos críticos, el río Apatlaco también recibe las descargas de algunas colonias como Zacatepac, Galeana, Tetelpa y Jojutla. Los asentamientos

humanos irregulares no cuentan con drenaje ni mucho menos con sistema de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo las colonias unidas que se ubican alrededor del ingenio de Zacatepec.

En la llanura agrícola del higuierón se unen las aguas residuales de la zona conurbada de Jojutla y del Ingenio Emiliano Zapata que conducen al Río Apatlaco, con el líquido del río Yautepec que transporta las descargas urbanas de Tlaltizapán y Tlaquiltenango. Según García Jesús (1991) en Morelos los cultivos que consumen mayor cantidad de plaguicidas son maíz, sorgo y jitomate, y los municipios más afectados por la contaminación del agua de retorno agrícola con tales sustancias son: Yautepec, Villa de Ayala, Cuautla, Jantetelco, Tepalcingo, Zacualpan, Axichiapan, Jojutla, Miacatlán, Emiliano Zapata, Jonacatepec, Ocituco, Tlaltizapan, Totolapan y Puente de Ixtla.

En relación con el lago de Tequesquitengo del 18 de diciembre al 1º de enero es mayor la contaminación, ya que en ese lapso las oscilaciones térmicas son mayores y generan un proceso de movimiento del agua en forma de celdas, que mezcla las capas superficiales con las profundas del cuerpo lacustre. Salgado et al. (1989) registran entre los contaminantes presentes en el Lago, grasas, aceites, hidrocarburos fósiles, heces fecales, microorganismos de tracto intestinal y detergentes.

Otro factor de contaminación para las aguas residuales es la descarga de forma directa en barrancas y pozos de absorción; por ejemplo en la barranca los Guayabos al Sur de Cuautla, se encuentra un tiradero de basura sobre el cauce del escurrimiento, que afecta a las poblaciones aguas abajo como Nueva Olinitepec y Moyotepec del municipio de Ayala.

De los estudios realizados para conocer la calidad del agua, se encuentra el de Valadez et al. (1996), los cuales mencionan algunas especies de algas típicas de ambientes acuáticos poco contaminados, por ejemplo los que se localizan en la fuente termal llamada "Los Manantiales" en el municipio de Tlaquiltenango, entre las especies que se encontraron en dicho estudio están: *Lyngbya aestuarii*, *Phormidium tenue*,



*Oscillatoriaprinceps, Phormidium retzii, Calothrix braunii, Audouinella pygmaea, Rhizoclonium hieroglyphicum.*

#### 4.2.1.7 Hidrología subterránea

##### 4.2.1.7.1 Localización del recurso

Morelos está casi totalmente rodeado por relieves endógenos volcánicos acumulativos, que como se ha dicho, favorecen la condensación del agua en la atmósfera, así como su precipitación e infiltración. Por la altitud y permeabilidad de las rocas, las principales zonas de recarga de acuíferos se localizan en las sierras del Chichinautzin, Zempoala y Nevada. Otra zona de recarga, menos importante, se ubica en el complejo oligomiocénico volcánico del Sur de Morelos, integrado por rocas ígneas extrusivas que corresponden a las Sierras de San Gabriel, Tilzapotla y Huautla. El Norte y Sur de Morelos son zonas de recarga y el centro de descarga, con la presencia de una depresión relativa en el suroeste de la entidad, hacia la que fluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales y subterráneos.

De acuerdo con la Síntesis Geográfica de Morelos (1981), los recursos hídricos subterráneos de Morelos se han ubicado en cinco unidades geohidrológicas, que se clasifican en dos grupos: consolidado y no consolidado, cada uno con posibilidades altas, medias o bajas de funcionar como acuíferos.

Dentro del SAR, las unidades geohidrológicas que se ubican son:

- Material consolidado con posibilidades bajas
- Material no consolidado con posibilidades altas
- Material no consolidado con posibilidades medias
- Material no consolidado con posibilidades bajas



La unidad geohidrológica de material consolidado con posibilidades bajas corresponde a casi todas las formas endógenas y endógenas modeladas, integradas por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

La unidad geohidrológica de material no consolidado con posibilidades altas, se vincula con el relieve exógeno acumulativo del piedemonte del Plan de Amilpas; el cual está constituido por clastos aluviales de permeabilidad alta, asimismo, también se vincula con el relieve exógeno acumulativo del “glacis” de Buenavista, y al relieve exógeno acarreados y depositados por corrientes fluviales.

La unidad geohidrológica de material no consolidado, con posibilidades medias, abarca una pequeña parte de Morelos, ubicado al Norte del valle Lorenzo Vázquez y al Oriente del poblado de San Juan Chinameca.

La unidad geohidrológica de material no consolidado, con posibilidades bajas, pertenece al relieve endógeno modelado de ladera volcánica con erosión fuerte, integrado por brechas y tobas andesíticas que presentan fracturamiento intenso.

En cuanto a la recarga de mantos acuíferos, aproximadamente un 49% de la superficie del SAR cuenta con una mala recarga, debido a que se trata de suelos con material consolidado con posibilidades bajas, el 45% de la superficie del SAR tiene una buena recarga de mantos acuíferos, debido a la presencia de material no consolidado con posibilidades altas. El derecho de vía del Proyecto atraviesa exclusivamente ambas zonas.

#### 4.2.1.7.2 Usos principales

El aprovechamiento más significativo de aguas subterráneas es del acuífero del valle de Cuernavaca, se encuentran concentrados en la capital de la entidad y en la CIVAC,

asimismo, el uso que se ha dado principalmente de los recursos hídricos subterráneos es para consumo humano, ya que se extrae agua através de pozos o manantiales.

El agua que abastece al valle de Cuernavaca y al valle de Jojutla y Zacatepec, procede principalmente del área de recarga de las sierras de Zempoala y Chichinautzin, este proceso hidráulico ha impedido problemas de agotamiento de los recursos hídricos por la extracción de agua dedicada a irrigar los campos cañeros y arroceros.

*El acuífero de Zacatepec se localiza en los municipios de Amacuzac, Jojutla, Tlaquiltenango y parcialmente en Mazatepec, Puente de Ixtla, Tetecala, Tlaltizapán y Zacatepec, donde la agricultura de riego de caña de azúcar y arroz lo recarga.*

También es importante señalar que el agua que antes llegaba para usos agrícolas y urbanos a poblaciones del talud de la cuenca de Apatlaco como Alpuyeca, ahora es retenida en las cisternas de los asentamientos humanos que han surgido al occidente de Cuernavaca y Temixco.

De acuerdo con la Gerencia Estatal en Morelos de la CNA, en la cuenca del Nexapa, en el acuífero del valle de Tepalcingo-Axochiapan, los niveles freáticos han bajado, decenas de pozos se han inutilizado y el rendimiento de muchos ha decaído, se ha mermado el caudal de manantiales pequeños y el costo de extracción del agua ha aumentado, razón por la cual se estableció una veda rígida.

#### 4.2.1.7.3 Calidad del agua

La gerencia del estado de Morelos de la Comisión Nacional del Agua (1991), determinó cuatro acuíferos alojados en los valles de Axochiapan –Tepalcingo, Cuernavaca, Zacatepec, Cuautla –Yautepec, en los que a excepción del último presentan buena calidad del agua. Sin embargo en el caso del acuífero de Cuernavaca,

este se encuentra deteriorado ya que como lo mencionaron Salgado *et al.* (1989), “las aguas subterráneas del acuífero de Cuernavaca se han deteriorado por la infiltración de aguas domésticas descargadas a través de pozos de absorción y por el tipo de suelo predominante.

De igual forma, el inadecuado manejo y disposición de residuos sólidos a provocado que exista contaminación en los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos, ya que es común que los residuos sólidos sean depositados en barrancas o arroyos intermitentes por donde no pasa agua durante la temporada de secas; sin embargo, durante la temporada de lluvias el agua que pasa por estas zonas arrastra la basura, lo que ocasiona la contaminación de dichos cuerpos de agua, asimismo, al infiltrarse el agua para la recarga de los mantos acuíferos esta ya va contaminada, lo mismo ocurre con las aguas residuales que se descargan a los cuerpos de agua y a pozos de absorción.

## 4.2.2 Medio biótico

### 4.2.2.1 Vegetación terrestre y/o acuática

De acuerdo con la revisión bibliográfica y la sobreposición cartográfica de la superficie que ocupa el SAR con respecto a la carta de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1998), fueron identificados tres tipos generales de vegetación, siendo la Selva Baja Caducifolia y un muy pequeño fragmento de bosque de encino los únicos tipos de vegetación natural, presentándose en su mayor parte comunidades florísticas derivadas del desarrollo de actividades antropogénicas.

El paisaje que compone el SAR es bastante heterogéneo y lo que más lo caracteriza es la existencia de amplias zonas de cultivo tanto de riego (33,843.62 ha) como de temporal (41,433.05 ha), las cuales en su conjunto representan casi el 60% de la superficie del SAR lo que nos indica el alto grado de perturbación de la zona, destaca también la presencia de comunidades vegetales asociadas a alta perturbación (selvas bajas perturbadas y vegetación secundaria), (figura 4-19). Específicamente, el trazo del proyecto carretero cruza por numerosos campos agrícolas o en su defecto por selvas bajas muy abiertas o zonas de vegetación secundaria (figuras 4-21, 4-22). En la parte sur del SAR, a 5 km al este de la localidad de Nexpa se presenta un pequeño fragmento de bosque de encino de *Quercus magnoliifolia*, el único de este tipo de vegetación en el SAR.

Tabla 4-5 Superficies que ocupan los tipos de vegetación y usos del suelo dentro del SAR

Tipo	superficie (ha)	Porcentaje
cultivo	75,276.67	59.23
selva baja caducifolia	41,975.91	33.03
vegetación secundaria	4,181.33	3.29

asentamiento humano	2,835.11	2.23
zona urbana	1,893.17	1.49
cuerpo de agua	734.97	0.58
bosque de encino	200.87	0.16
<b>Total SAR</b>	<b>127,098.02</b>	<b>100.00</b>



Figura 4-19 Paisaje frecuente dentro del SAR: en las zonas planas existen asentamientos humanos rodeados por numerosos campos de cultivo y adyacente a estos existen fragmentos de selva baja caducifolia con notable grado de perturbación.





Figura 4-20 La selva baja caducifolia restringida a los sitios menos aptos para actividades productivas, mientras que en las partes planas los cultivos son dominantes.



Figura 4-21 Zonas de pastizales inducidos para ganado, difíciles de cartografiar y cuantificar por su elevada fragmentación y reducida extensión. Coexisten con zonas de selva baja desmontada parcialmente.



Figura 4-22. Zonas de vegetación secundaria con abundancia de leguminosas arbustivas

De igual forma, aun y cuando en las cartas de uso de suelo y vegetación no se distingue que dentro del SAR del proyecto exista vegetación riparia o acuática, físicamente durante los muestreos se observó este tipo de vegetación, por lo cual, también se describe.

#### 4.2.2.1.1 Tipos de vegetación y distribución

Con base en los recorridos de campo y la integración de la sobreposición cartográfica se determinaron seis categorías de cobertura vegetal, cabe señalar que en el caso de la vegetación riparia o acuática, no se cuantificó la superficie que esta ocupa dentro del SAR, sin embargo si se llevó a cabo su descripción. Como ya se mencionó anteriormente destaca la selva baja caducifolia entre los tipos de vegetación

originales, aun cuando presenta diferentes grados de conservación en el SAR como consecuencia de la alta incidencia de actividades humanas en la zona.

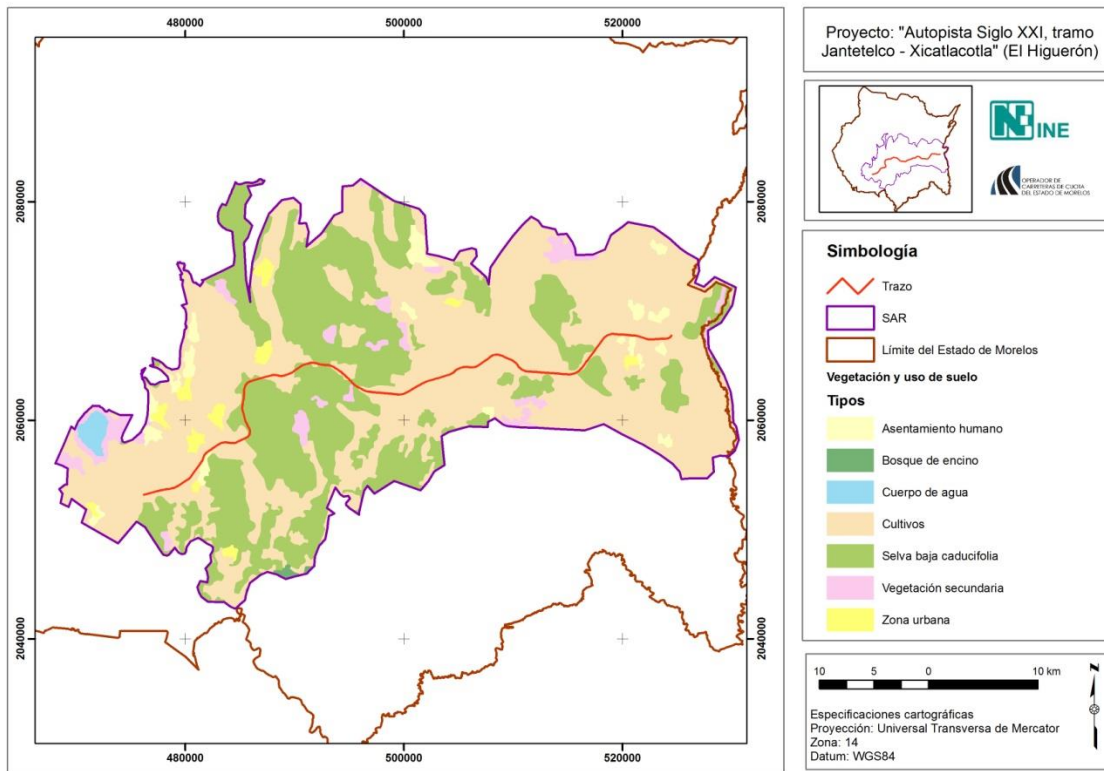


Figura 4-23 Tipos de vegetación y cobertura existentes en el SAR

A continuación se presenta la descripción de los tipos de vegetación registrados en el SAR del Proyecto, producto del trabajo de campo.

El trabajo de campo para generar el inventario de flora del proyecto carretero “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos” implicó el muestreo de 116,000 m<sup>2</sup> sobre los 61.8 km del proyecto. Se invirtieron 1,008 horas hombre en campo con un equipo de 9 personas conformado por: Especialistas en botánica, restauración ecológica, forestal; y dos guías locales. A lo largo de las zonas en las que se tenía liberado el derecho de vía se establecieron 116 parcelas circulares de 17.82 m<sup>2</sup> de radio cada 250 m lineales sobre el trazado (Anexo



capítulo 8), en ellas se cuantificaban el número de individuos, altura y diámetro a la altura del pecho (DAP), así como la especie, nombre común, centífico y usos en la zona, este apartado se realizó mediante entrevistas a los guías como a los habitantes de la zona. Adicionalmente se establecieron puntos de muestreo en sitios conservados para establecer la estructura y composición de la Selva Baja Caducifolia Conservada. La información recabada en el trabajo de campo permitió elaborar el listado de flora y al mismo tiempo generar información complementaria para el ETJ de cambio de uso de suelo, inventarios de fauna; así como para la elaboración de los programas complementarios de la MIA.

### **Selva Baja Caducifolia**

El tipo de vegetación denominada como Selva Baja Caducifolia (SBC) se desarrolla en áreas cálidas y semicálidas, y se encuentra constituido por especies arborescentes, que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, pero por lo general oscila alrededor de seis meses (Rzedowski, J. 1981).

En México es el tipo de vegetación tropical más ampliamente distribuido. En la cuenca del Balsas, la SBC es el tipo de vegetación más extendido, se encuentra limitada entre 0 y 1,600 m de altitud; la temperatura media anual es del orden de 20 - 31° C y la precipitación media anual varía entre los 600 y los 1,200 mm.

La selva baja caducifolia ocupa la mayor parte del Estado de Morelos; tiene como característica que sus árboles pierdan sus hojas durante la estación seca del año. A este tipo de vegetación pertenecen los «cuajiotales» y las «tetlateras» de Miranda, (1941). El «cuajiotal» se localiza principalmente en el Cañón de Lobos, Jonacatepec y en los cerros de Jojutla y Tlaquiltenango. Las especies dominantes son: *Bursera copallifera*, *B. bipinnata*, *B. fagaroides*, *B. bicolor*, *B. glabrifolia*, *Ipomea wolcottiana*, *Pithecellobium*

*acatlense* y *Lonchocarpus rugosus*, asociadas con *Ceiba aesculifolia*, *Cassia skineri*, *Ipomea arborescens* y *Guazuma ulmifolia* (Miranda, 1941).

En la entidad, la selva baja caducifolia se distribuye sobre sustratos de origen volcánico como de origen sedimentario (calizo principalmente) y sobre terrenos de lomeríos como de tipo cerril (COTECOCA, 1979).

En estado natural o de escasa perturbación es una comunidad con un estrato arbustivo muy denso, la altura del estrato arbóreo oscila entre los 5 y 15 m con copas extendidas, la característica más importante de esta comunidad es su pérdida de hojas durante la época de estiaje, comprendido entre diciembre y junio y por lo general florecen a fines de la época seca o bien a principios de la temporada de lluvias, además poseen ordinariamente gran cantidad de bejucos. Una característica de esta vegetación es que muchas especies presentan exudados resinosos o laticíferos y sus hojas despiden olores fragantes o resinosos al estrujarlos.

También dominan las hojas compuestas y/o cubiertas por abundante pubescencia. Cabe resaltar que la SBC contiene una alta diversidad florística (Dirzo, 1992) y un considerable número de endemismos.

Las especies que las constituyen pertenecen a familias como Leguminosae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae, Malphigiaceae y Anacardiaceae entre otras, las cuales comparten la dominancia de estas comunidades. Esto significa que la distribución espacial de la SBC está representada por una matriz heterogénea, sobre todo si se considera que el relieve en el que se asienta es muy irregular.

Dentro de los muestreos realizados a lo largo del trazo (Anexo capítulo 8) se generó un listado de flora de la zona (Anexo capítulo 8), en el cual se observó la recurrente presencia y abundancia de especies arbóreas de selva baja pero relacionadas con la perturbación (*Ipomea wolcottiana*, *Ceiba aesculifolia*, *Guazuma ulmifolia*,

*Pithecellobium dulce*, etc) e inclusive especies típicas de vegetación secundaria como *Acacia bilimekii*, *Eysenhardtia polystachya*, *Acacia cochliacantha* (figura 4-22).

Cuando este tipo de bosque es destruido, generalmente por las practicas de cultivo en el sistema roza, tumba y quema, con el tiempo se genera en su lugar una vegetación secundaria rica en leguminosas arbustivas y arbóreas (Soto, 1987).

Estas asociaciones secundarias tiene una gran importancia alimentaría para el ganado. Por mencionar algunas de las especies tenemos: *Acacia angustissima*, *A. cochliacantha*, *A. farnesiana*, *A. macilenta*, *A. pennatula*, *Haematoxylum brasiletto*, *Gliricidia sepium*, *Cordia curassavica*, *C. elaeagnoides*, *Piptademia flava*, *Mimosa polyantha*, *Senna skinneri*, *Caesalpinia eriostachys*, *C. platyloba*, *C. pulcherrima*, *Pithecellobium acatlense*, *Mimosa egregia*, *M. guatemalensis*, *M. langlassei*, *Guazuma ulmifolia* (Fernández R. et al., 1998).

En general fisonómicamente, las comunidades vegetales que ocupan esta área son más abiertas y la altura de sus componentes principales oscila entre los 4 y 8 metros; su composición florística presenta un alto porcentaje de cactáceas columnares, incluso llegando a dominar en algunas laderas, dando lugar a un matorral crassicaule típico. Otras familias bien representadas en este tipo de bosque son las Burseraceae y Leguminosae.

Una de las regiones del estado de Morelos donde aún se encuentra una selva baja caducifolia bien conservada en las zonas circunvecinas del municipio de Telpalcingo. En esta localidad la selva baja caducifolia está dominada por *Bursera copallifera*, *B. bicolor*, *B. bipinnata*, *B. fagaroides*, *B. glabrifolia*, *B. schlechtendalii*, *Guazuma ulmifolia*, *Ficus cotinifolia*, *F. petiolaris*, *Amphipterygium adstringens*, *Crescentia alata*, *Plumeria rubra*, *Thevetia tevetioides*, *Cordia morelosana*, *Acacia coulteri*, *A. cochliacantha*, *Conzattia multiflora*, *Eysenhardtia polystachya*, *Lysiloma acapulcensis* y *Haematoxylum brasiletto* (Arias, 1986). Dentro del SAR este tipo de vegetación representa el 33.03 % de la superficie total del mismo (tabla 4-5). Sin embargo, es importante aclarar que una parte importante de este tipo de vegetación presenta diferentes grados de

alteración como resultado de las actividades antropogénicas como son la agricultura y la ganadería. Estos tipos de vegetación son una condición degradada de la SBC, se encuentra asociada tanto a pastizales como a infraestructura abandonada de una incipiente zona urbana.

En la SBC la abundancia de las diversas especies del género *Bursera*, sobre todo cuando éstas forman un mosaico en la selva baja, es un indicador de un buen estado de conservación de éste ecosistema.

En el caso de la porción de SBC presente dentro del SAR, se puede decir que presenta un grado de perturbación, prueba de ello que a pesar de que se reportan varias especies de *Bursera* sp., sus índices de valor de importancia no son tan altos. Lo mismo sucede con el resto de especies primarias del ecosistema de SBC.

También existen especies indicadoras de perturbación para la selva baja, aquí las alturas de los árboles, el diámetro y la cobertura no es del todo confiable para medir la conservación, pero si la abundancia o frecuencia de algunas especies de los géneros *Acacia* sp., *Opuntia*, sp., *Mimosa* sp., y *Caesalpinia* sp.

De igual manera, de acuerdo a lo reportado por Macario, O. (2005) la especie *Ceiba aesculifolia*, es una especie que prospera en zonas de SBC afectada por desmontes, debido a que aprovecha los claros dentro de éste ecosistema, siendo así una indicadora de perturbación por desmontes ocasionados por las actividades agropecuarias.

Cuando las especies antes mencionadas como indicadoras de perturbación son dominantes, se trata de un grado de perturbación elevado en la selva baja, de lo contrario si el porcentaje es menor que las especies primarias estamos frente a una perturbación ligera.

Los cambios de uso del suelo con fines agrícolas o de pastoreo han causado alteraciones que han ocasionado la fragmentación de las selvas, siendo esta la principal causa de disturbio en este ecosistema.

Derivado del muestreo realizado a lo largo del trazo para estimar parámetros de estructura, composición y diversidad se encontró que las zonas de selva baja conservada presentan una estructura más compleja que las zonas de selva baja perturbada o de vegetación secundaria. Las zonas de vegetación secundaria presentan un solo estrato arbustivo donde leguminosas provistas de espinas acaparan los valores de densidad y cobertura (*Acacia cymbispina*, *A. farnesiana* y *A. bilimekii*), dicho estrato difícilmente supera los 4 o 5 metros de altura y estas zonas de vegetación secundaria se encuentran en numerosos sitios a lo largo del proyecto ya que fueron desmontadas en años anteriores (figura 4-25). En dichas zonas de vegetación secundaria las especies mencionadas anteriormente acaparan los valores de importancia en la zona ya que son las dominantes en varias secciones del trazo del proyecto. *Acacia bilimekii* es una especie con altos valores de densidad relativa pero bajos valores de dominancia debido a que se presenta en el trazo recurrentemente pero con tamaños de no más de dos metros de altura y diámetros de 5 cm a la altura del pecho. (En el Capítulo 8 se anexan los análisis de Diversidad)

Por el contrario, los fragmentos de selva baja conservada aparecen con poca frecuencia a lo largo del trazo y se caracterizan por tener una mayor riqueza de especies arbóreas las cuales comparten la dominancia del estrato arbóreo que llega a alcanzar los 20 metros de altura (*Cyrtocarpa procera*, *Jacaratia mexicana*, *Lysiloma microphylla*, *Bursera copallifera*, *Bursera* sp.), otras especies de menor altura acompañan a las dominantes (*Jacquinia macrocarpa*, *Stemadenia obovata*, *Haematoxylum brasiletto*, solo por mencionar algunas), (figura 4-24). Las primeras cinco especies muestran los mayores valores de importancia pues aunque no presentan una alta densidad si muestran altos valores de dominancia como resultado de sus altos diámetros en fragmentos conservados, además de ser muy frecuentes en la zona.

Aquí las especies del estrato arbóreo superior alcanzan diámetros de hasta 60 cm a la altura del pecho y este es un indicador confiable del estado de conservación ya que los fragmentos menos conservados no presentan tales diámetros ni alturas (figura 4-24).

Los análisis de diversidad aplicados a los tres tipos de comunidades vegetales (vegetación secundaria, selvas bajas perturbadas y selvas bajas conservadas) se centraron en la vegetación arbórea y arborescente y no incluyeron a especies herbáceas debido a que los muestreos fueron realizados en el mes de marzo cuando el sotobosque de la selva baja es prácticamente inexistente debido a su marcada estacionalidad y fenología. Tales análisis muestran que los fragmentos conservados muestran mayor diversidad alfa (2.90 índice de Shanon-Winer), mientras que las selvas bajas perturbadas mostraron avalores intermedios (2.30) seguidas por las zonas de vegetación secundaria (1.3) donde la vegetación arbórea está francamente disminuida y son unas pocas especies las que dominan la densidad de los sitios.

De la misma manera, los fragmentos de selva baja conservada son notablemente diferentes en la composición florística con respecto a las zonas de vegetación secundaria ya que los análisis de diversidad beta (Jaccard y Sorensen cuantitativo) muestran que ambas comunidades vegetales comparten bajos valores de similitud (0.12 y 0.23 respectivamente).

Las selvas bajas perturbadas tampoco comparten numerosas especies con los fragmentos conservados y claramente se sitúan en una posición intermedia de similitud a lo largo del gradiente de conservación ya que no se guardan notorias semejanzas en composición y abundancia con respecto a los otros dos sitios. Dichas selvas bajas perturbadas mostraron valores de 0.35 con el índice de Jaccard y 0.39 con el índice de Sorensen cuantitativo con respecto a las zonas conservadas y 0.27

(Jaccard) y 0.30 (Sorensen cuantitativo) de similitud con los sitios de vegetación secundaria.

Especies de vegetación secundaria como *Acacia cymbispina*, *A. farnesiana* y *A. bilimekii* son frecuentes y abundantes en casi todos los sitios con excepción de los fragmentos conservados donde si se presentan pero en números muy bajos (figuras 4-24, 4-25 y 4-26).

Por el contrario *Cyrtocarpa procera*, *Jacaratia mexicana*, *Lysiloma microphyla*, *Bursera copallifera*, *Bursera morelensis* se presentan tanto en lo sitios de selva baja perturbada como conservada solo que en estos últimos se caracterizan por alcanzar diámetros de hasta 60 cm a la altura del pecho.

En los fragmentos de selva baja perturbada abundan las leguminosas arbustivas de los sitios de vegetación secundaria pero si se presentan elementos arbóreos de mayor altura y cobertura pero característicos de sitios perturbados (*Ipomoea wolcottiana*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, por mencionar algunos).



### ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN LAS ZONAS DE SELVA BAJA CONSERVADA

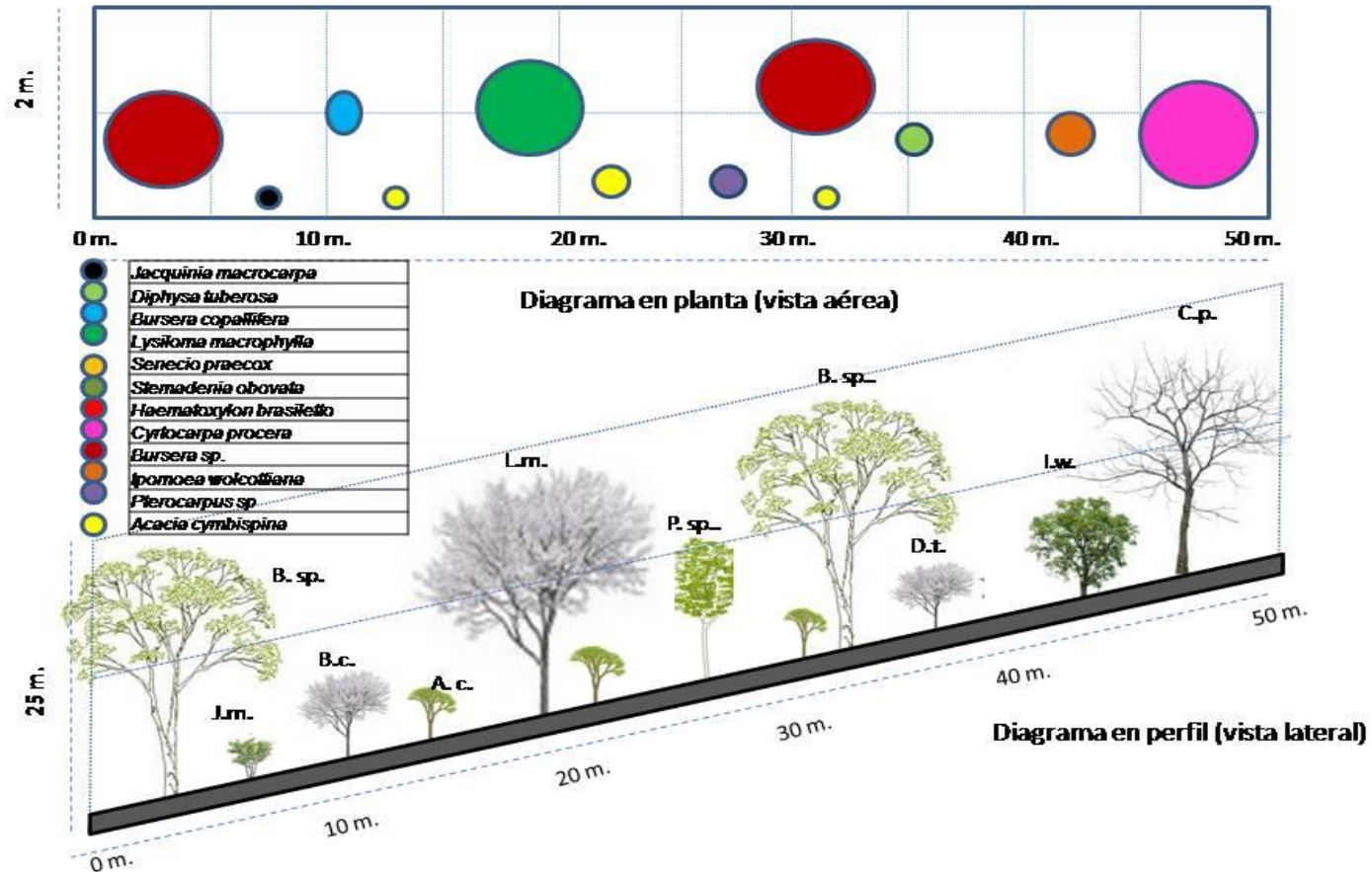


Figura 4-24 Estructura de la vegetación en fragmentos de selva baja caducifolia conservada en el municipio de Tlaquiltenango (km 14+900)



### ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN LAS ZONAS DE SELVA BAJA PERTURBADA

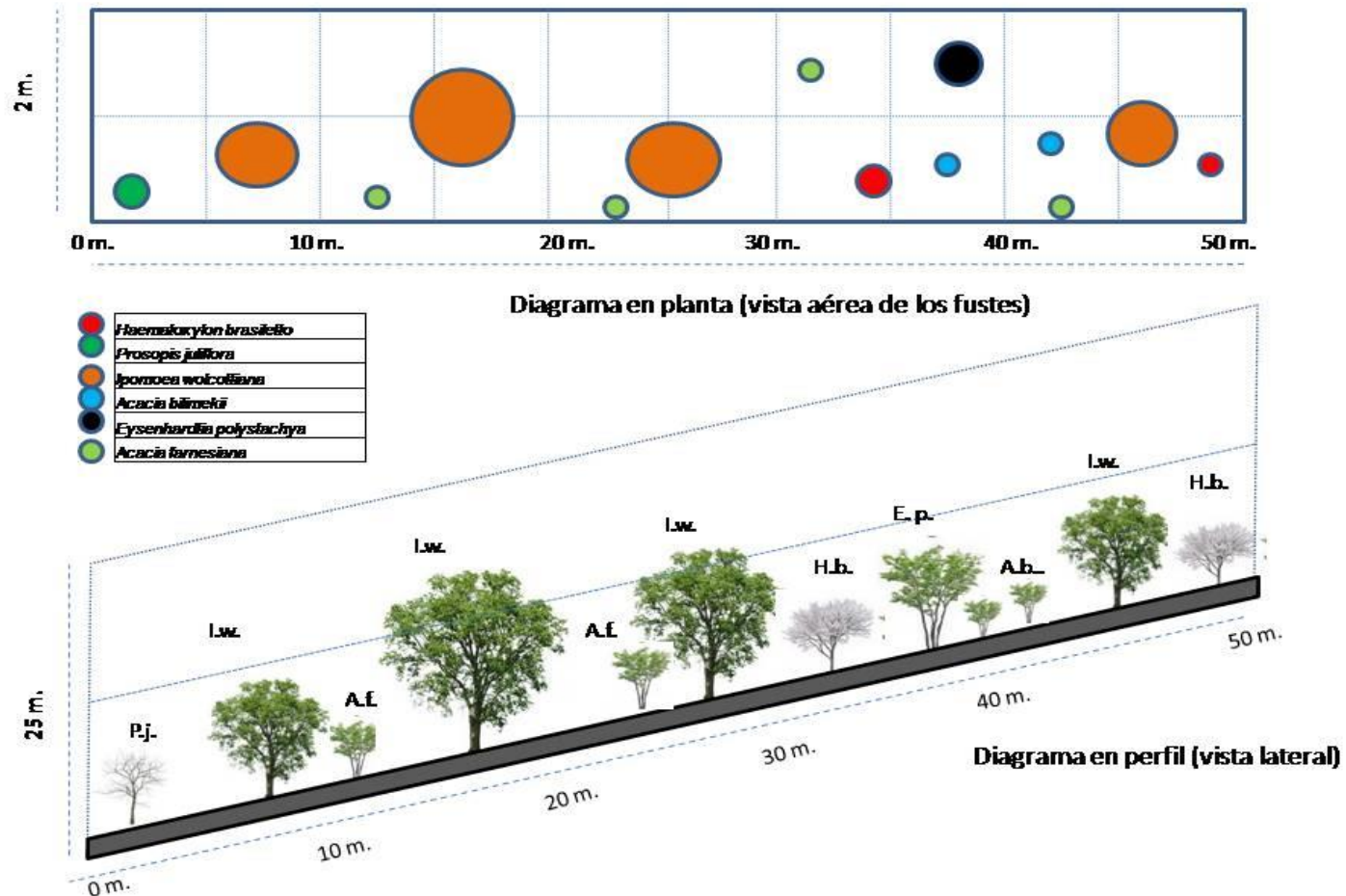


Figura 4-25 Estructura de la vegetación en fragmentos de selva baja caducifolia perturbada (km 16+300).

## ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA EN LAS ZONAS DE VEGETACIÓN SECUNDARIA

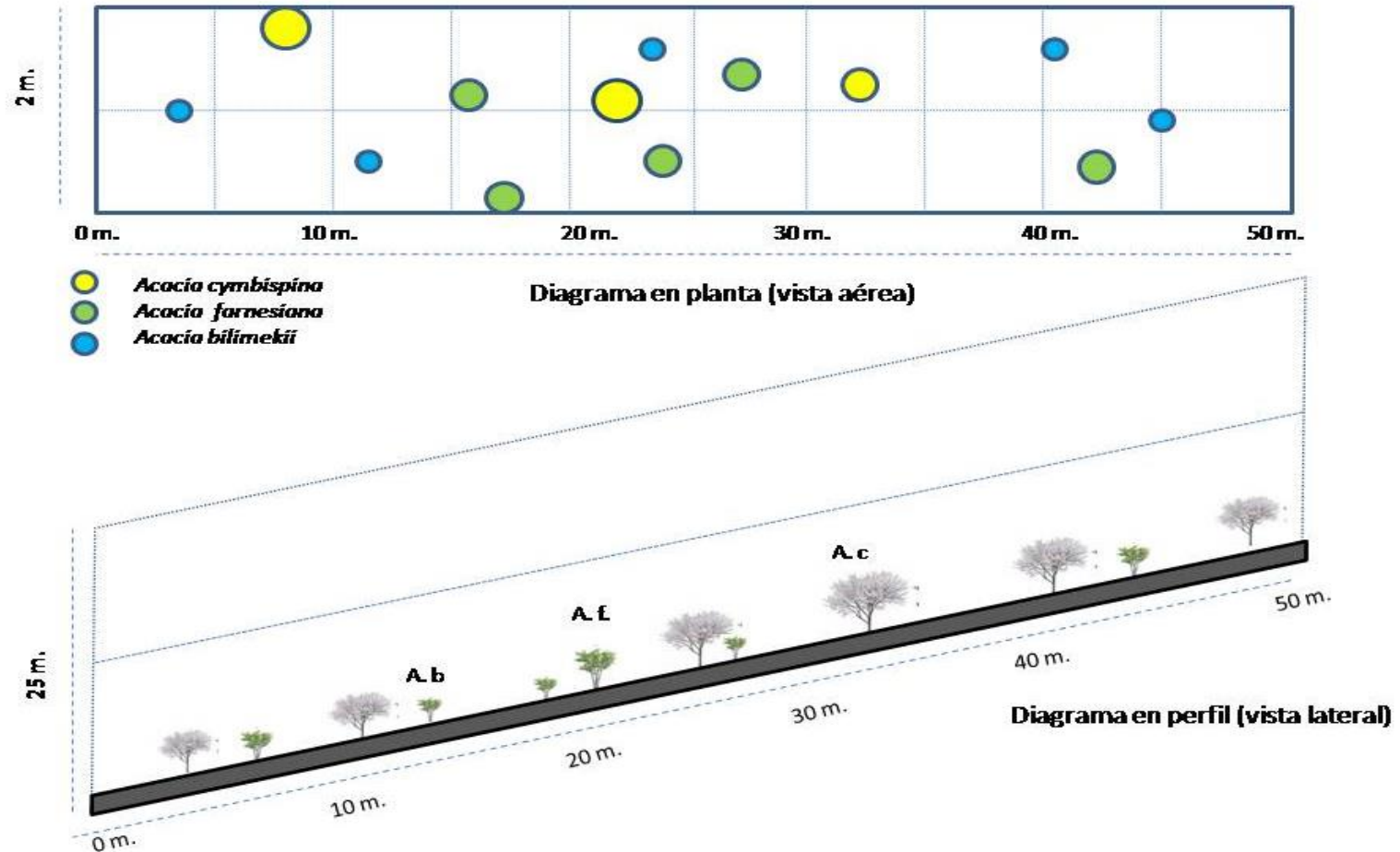


Figura 4-26 Estructura de la vegetación en fragmentos de vegetación secundaria (km 37+200).

## Agricultura

Este tipo de cobertura se refiere a una actividad productiva, en la cual se lleva a cabo el cultivo de especies vegetales, dentro del SAR, las especies vegetales que se cultivan principalmente son: caña, arroz y sorgo.

La agricultura de temporal, depende exclusivamente de la temporada de lluvias y solo permite la siembra una vez al año, mientras que la agricultura de riego, es cuando la disponibilidad del agua depende de canales, u otros sistemas de riego artificial y permite la siembra al menos dos veces al año.

Dentro del SAR la agricultura de riego se ubica en las partes donde la geofoma presenta relieves que van de planos o semiplanos, donde las pendientes no son abruptas, como es el caso de la llanura aluvial con lomerío, valle de laderas tendidas con lomeríos y porciones en la meseta de aluvión antiguo con cañadas.

Dicho tipo de vegetación se presenta en áreas amplias de la porción noreste y oeste del SAR, con algunos manchones en la parte sureste del mismo.

La Agricultura es la cobertura vegetal más ampliamente distribuida dentro del SAR, ocupando un 59.23% (más de 75,000 ha) de la superficie total del SAR, encontrándose mayormente en la porción este, sobre la geofoma de llanura aluvial con lomerío, mientras que en la porción centro, se ubica sobre el Valle de laderas tendidas con lomeríos, y algunos manchones en la porción suroeste sobre la Meseta de aluvión antiguo.

Con base en la descripción de los tipos de vegetación, se puede decir que su distribución dentro del SAR, muestra un nivel de fragmentación alto, sobre todo que las unidades agrícolas, las pecuarias y la vegetación existentes en su mayoría son unidades mixtas ya que mantienen actividades mezcladas que presentan problemas para delimitarlas como unidades puras, de manera similar ocurre con la vegetación donde un pastizal inducido presenta un número significativo de leguminosas, otro ejemplo es un trazo urbano que por cuestiones desconocidas es abandonado para ser repoblado por especies de la selva baja caducifolia, tanto de elementos agresivos

como elementos naturales de la comunidad tropical, también es el caso de invasores de la familia de las compuestas.

Los tipos de vegetación presentes en el SAR muestran gran actividad agropecuaria que incide en la vegetación original, clasificada como selva baja caducifolia. Por lo anterior, este tipo de vegetación se encuentra en estado de degradación ya que la presión ejercida ha sido considerable.

### **Vegetación acuática, subacuática y riparia**

Este tipo de vegetación se encuentra asociada a las geoformas de Mesetas de aluvión contigua con cañadas, debido a que por sus características, son zonas propicias para la presencia de escurrimientos y cuerpos de agua, particularmente en las zonas de cañada. La vegetación riparia se encuentra a lo largo de los lechos de ríos y arroyos temporales, a menudo asociada a la Selva Baja Caducifolia, entre los 800 y 1,800 m de altitud. Esta agrupación vegetal está compuesta principalmente por *Taxodium mucronatum*, *Salix bonplandiana*, *S. humboldtiana*, *Inga vera* y *Ficus cotinifolia*. Destacan también algunos árboles de talla sobresaliente y arbustos, estos últimos generalmente trepadores que conservan, en su mayoría, el follaje todo el año. Otras especies que se encuentran en este tipo de vegetación son: *Licania arborea*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pithecellobium dulce*.

#### 4.2.2.1.2 Usos de vegetación en la zona

Existen gran variedad de plantas que pueden ser de utilidad para las comunidades. La historia del hombre ha ido paralela con la historia de las plantas. Estas han sido utilizadas como alimento, como condimentos, para construir viviendas, para vestirse, para fabricar utensilios, herramientas, medios de transporte, mobiliario, por sus propiedades tintóreas, textiles, forrajeras para alimentar a los animales domésticos.

Hay grupos étnicos y mestizos, en el estado de Morelos, que obtienen de la producción de artesanías un beneficio económico para incrementar sus ingresos y que utilizan a la vida silvestre como piezas de ornato o sus partes para producir artesanías. Ejemplos del uso artesanal de las especies silvestres son el uso de espinas de la corteza del árbol de pochote (*Ceiba sp.*) para talla de esculturas en madera. El uso de los frutos del árbol del cirian para la producción de maracas, o el uso de la madera de diversas especies arbóreas para producción de artesanías (muebles, mascararas, esculturas, etc.), (CONABIO y UAEM, 2004).

La crisis económica no les permite sustituir los satisfactores que obtienen de las plantas, sus mecanismos de apropiación no sólo persisten entre los nativos, sino que son transmitidos a los vecindados (Monrroy y Ayala, 2003). Por ejemplo, las comunidades de esta región utilizan como fuente complementaria y en algunos casos como única la leña y/o el carbón vegetal para satisfacer sus necesidades energéticas, es por ello que la extracción de leña abarca todo el año y se intensifica en la estación de secas.

En el siguiente cuadro se mencionan algunas especies que tienen alguna utilidad para la comunidad.

Capítulo IV

Nombre científico	Nombre común	Usos
<i>Acacia bilimekii</i> J. F. Macbr.	Tehuiztle	Para yugos de yunta.
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Para yugos de yunta.
<i>Amphipterygium adstringens</i> Schiede ex Schlech.	Cuachalalate	Utilizado para cicatrizar heridas, úlceras gastritis y para bajar los niveles de colesterol en la sangre.
<i>Asclepia curassavica</i> L.	Cacache	Para consumo humano.
<i>Brahea dulcis</i> (Kunth).	Palma	Para elaboración de petates y para festividades religiosas.
<i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc. Ex DC.) Bullock	Copal	Utilizado para cercas.
<i>Ceiba parvifolia</i>	Pochota	Madera para construcción y espinas de tronco para artesanías y en medicina tradicional para desinflamar.
<i>Crescentia alata</i> Kunth.	Cirian	Uso medicinal y artesanal.
<i>Cordia sonora</i>	Anacahuite	Ornamental y maderable, también para chapa.
<i>Diphysa suberosa</i> S.Watson	Socon	Para adornar en festividades religiosas.
<i>Erythrina coralloides</i>	Colorin	Flores comestibles y madera para artesanías.
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	Palo dulce	Para combustible.

Capítulo IV

<i>Ficus spp.</i>	Mata palo o palo de amates	Para dar sombra a los animales de los potreros, medicinal se emplea la corteza para fiebre y acidez estomacal, hojasforrajeras.
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácima	Frutos comestibles y forrajeros, para carbón y elaboración de herramientas.
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst	Palo brasil	Para combustible y cercas vivas.
<i>Ipomea wolcottiana</i>	Casahuate	Para enfermedades pulmonares.
<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	Comestible.
<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sesse) Benth.	Guaje colorado	Para combustible, cercas y construcción.
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth	Tepehuaje	Para combustible y cercas.
<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	Uña de gato	Para elaboración de postes para cercas.
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Guamúchil	Utilizado para combustible, cercas, construcción, frutos para consumo, forrajero así como para la obtención de productos curtientes y madera para la elaboración de artesanías.
<i>Prosopis laevigata</i> H.&B.Johnst.	mezquite	Para combustible, cercas y construcción.
<i>Psidium sp.</i>	Jaboncillo	Madera para fabricación de duela
<i>Pseudosmodium perniciosum</i> (Kunth) Engelm.	Cuajote	Para la fabricación de yugos de yunta.



Capítulo IV

<i>Solanum</i> sp.	Manteca	Con las hojas se forma un zacate para lavar los trastes.
<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruelo	Para la preparar tamales, salsas, adobo y botanas.
<i>Vitex mollis</i> Kunth.	Coyotomate	Frutos para consumo humano.

Con información recabada de comunicación personal Sr. Mario Rodriguez, quien prestó sus servicios como guía de campo y Sr. Alberto Nava Ávila; CONABIO y UAEM, 2004; Estrada 1985.

Tabla 4-6 Usos de la vegetación reportados por pobladores locales durante los recorridos de campo.

Como se ha visto anteriormente, este tipo de ecosistema presenta una gran cantidad de plantas con algún uso; a continuación se enlista algunas especies que presentan un valor para la comunidad.

#### 4.2.2.1.3 Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES, 2007)

Dentro de las especies de flora reportadas para el SAR del proyecto, son escasas las que se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo el guayacán rojo (*Guaiacum coulteri*) fue registrado en dos ocasiones (en el fragmento conservado sobre el trazo, a la altura del cadenamamiento 16+650 a 17+100) y dicha ubicación está contemplada para cuando llegue el momento de realizar la reubicación de flora. La especie se encuentra enlistada en la categoría sujeta a protección especial.

La escasa integridad biótica de las comunidades vegetales a lo largo del trazo no permite la presencia de una gran cantidad de especies raras o en la NOM-059-SEMARNAT-2010

El mapa de uso de suelo y vegetación se puede consultar en los anexos (Capítulo 8).

#### 4.2.2.2 Fauna

##### 4.2.2.2.1 Anfibios y reptiles

La herpetofauna es uno de los componentes de la biodiversidad mexicana que tiene especial relevancia por sus altos valores de riqueza (aproximadamente 361 especies de anfibios y 804 de reptiles; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004) y endemismo (48% de las especies de anfibios y 46% de reptiles son exclusivos de México; Mittemeier y Goettsch 1997) México, es un país notable por su diversidad, sobre todo por la riqueza de anfibios y reptiles, la que es producto de una topografía muy accidentada, diversos tipos de vegetación y un mosaico variado de tipos de clima (Castro-Franco y Bustos-Zagal, 2006).

El estado de Morelos es una región que en los últimos años ha llamado la atención por su pequeña extensión territorial, ocupa el tercer lugar entre los estados más pequeños de la república y el 13<sup>avo</sup> lugar en cuanto a riqueza biológica. La herpetofauna del estado de Morelos consta de 123 especies de anfibios y reptiles (Aréchaga, 2008)

La selva baja caducifolia que originalmente ocupaba el 75% del territorio de Morelos ha sido severamente modificada a través del tiempo, primeramente por el cambio de uso de suelo ya que en el estado se dedican a la ganadería y agricultura y segundo el crecimiento del núcleo poblacional, la conservación y manejo de esta región es compleja y no se ha podido frenar el deterioro ambiental por la falta de una política de conservación integradora y la poca participación social (Castro-Franco y Bustos-Zagal, 2006 )

La importancia de este trabajo recae en obtener un conocimiento de la herpetofauna presente en los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuerón pertenecientes al estado de Morelos en la vegetación de selva baja

caducifolia, así como vegetación riparia y cultivos, como parte del muestreo de anfibios y reptiles para el trabajo de la empresa INE S.A. de C.V. para el proyecto autopista siglo XXI.

## MÉTODOS DE CAMPO

El trabajo de campo consistió en una salida que se realizó del 25 al 31 de marzo del presente año, se efectuaron reconocimientos de campo durante el día, utilizando el método estandarizado para inventarios de anfibios y reptiles propuesto por Lips, 2001 (en Huacuz y Mijangos, 2005), llamado “Transectos de Inspección por encuentro Visual”, el cual consiste en que dos o más personas caminan lentamente a lo largo de un transecto y cuidadosamente buscan en los sitios donde es más propicia la localización de este tipo de organismos.

Las colectas fueron realizadas durante el día, la búsqueda se inició a las 7:00 hrs. hasta las 13:00 hrs, La captura de los organismos se llevó a cabo utilizando las técnicas descritas por Casas-Andréu et al. (1991). En el caso de los anfibios y lagartijas se capturaron manualmente, las serpientes no venenosas se colectaron directamente con la mano y las serpientes venenosas con la ayuda de un gancho herpetológico para poder inmovilizarlas.

Se aplicaron claves taxonómicas de identificación, específicas para anfibios y reptiles (Smith y Taylor 1945, 1948, 1950; Casas y McCoy 1979, Ramírez Bautista 1994, Flores Villela et, al. 1995, Huacuz 1995 y Duellman 1961, 2001) para determinar el nombre científico de la especie. Después de la identificación los ejemplares se fotografiaron para proporcionar una guía ilustrada como parte integral del trabajo; posteriormente fueron liberados en el sitio de colecta.

Con base a los criterios utilizados por Duellman (1961), se tomó en cuenta a una especie: R = rara, cuando se registraron uno o dos ejemplares; M = moderadamente abundante, de tres a cinco ejemplares y A = abundante, cuando se registraron más de cinco ejemplares.

## RESULTADOS

### ANFIBIOS

En los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos, se registraron 3 especies de anfibios, las cuales pertenecen a un Orden, tres Familias y tres Géneros (Tabla 4-7). Las abundancias de los anfibios fue muy baja puesto q solo se encontró un ejemplar de cada especie.

Tabla 4-7 Listado de los anfibios registrados en los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos.

Clase	Orden	Familia	Especie
Amphibia	Salientia (Anura)	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>
		Hylidae	<i>Exerodonta smaragdina</i>
		Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>

Tabla 4-8 Tabla de anfibios con categoría de riesgo. N = No endémica, E = Endémica a México, LC = Least Concern (preocupación menor), Pr = Sujeta a protección especial.

Especie	Endemismo	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Rhinella marina</i>	N	LC	
<i>Exerodonta smaragdina</i>	E	LC	Protección especial (Pr)
<i>Lithobates forreri</i>	N	LC	Protección especial (Pr)

Del total de anfibios reportados en este estudio para los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos, el 66% se encuentra en la categoría de sujeta a protección especial (Pr) dentro de la Norma Oficial Mexicana, solo una especie es endémica al país y el 100% se encuentra en la categoría de menor preocupación de acuerdo a la IUCN (Tabla 4-8).

## REPTILES

En los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos, se registraron 18 reptiles pertenecientes a 2 subórdenes 7 familias y 11 géneros (Tabla 2)

Tabla 4-9 Listado de los reptiles registrados en los municipios de Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla e Higuierón pertenecientes al estado de Morelos.

Clase	Orden	Suborden	Familia	Especie
Reptilia	Squamata	(Lacertilia)	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>
			Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>
			Iguanidae	<i>Ctenosauria pectinata</i>
				<i>Iguana iguana</i>
			Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>
				<i>Sceloporus melanorhinus</i>
				<i>Sceloporus ochoterenae</i>
				<i>Sceloporus gadoviae</i>
				<i>Sceloporus utiformis</i>
				<i>Urosaurus bicarinatus</i>
			Polychrotidae	<i>Anolis nebulosus</i>

			Teiidae	<i>Aspidoscelis communis</i>
				<i>Aspidoscelis costata</i>
				<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>
				<i>Aspidoscelis sackii</i>
		Ophidia (Serpentes)	Colubridae	<i>Coluber mentobarius</i>
				<i>Drimarchon melanurus</i>
				<i>Salvadora mexicana</i>

Tabla 4-10 Tabla de anfibios con categoría de riesgo. N = No endémica, E = Endémica a México, LC = Least Concern (preocupación menor), Pr = Sujeta a protección especial A=Amenazada.

Tabla de anfibios con categoría de riesgo			
Especie	Endemismo	IUCN	NOM-059-SEMARNAT 2010
<i>Hemidactylus frenatus</i>	N	LC	
<i>Heloderma horridum</i>	N	LC	Amenazada (A)
<i>Ctenosauria pectinata</i>	E		Amenazada(A)
<i>Iguana iguana</i>	N		Protección especial(Pr)
<i>Sceloporus horridus</i>	E	LC	
<i>Sceloporus melanorhinus</i>	N	LC	
<i>Sceloporus ochoteranae</i>	E	LC	
<i>Sceloporus gadoviae</i>	E	LC	
<i>Sceloporus utiformis</i>	N	LC	
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	E	LC	
<i>Anolis nebulosus</i>	E	LC	Protección especial (Pr)
<i>Aspidoscelis communis</i>	E	LC	Protección especial (Pr)



Capítulo IV

<i>Aspidoscelis costata</i>	E	LC	Protección especial (Pr)
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	E	LC	Protección especial (Pr)
<i>Aspidoscelis sackii</i>	E	LC	
<i>Coluber mentobarius</i>	E		Amenazada (A)
<i>Drimarchon melanurus</i>	N	LC	
<i>Salvadora mexicana</i>	E	LC	Protección especial (Pr)

Del total de reptiles encontrados en esta investigación de campo (18 sp.). El 66.66% son especies endémicas al país, 12 sp. de las 18 registradas, el 83.33% se encuentra en la categoría de menor preocupación (LC ) de acuerdo a la IUCN, mientras que en la NOM-059-SEMARNAT 2010 el 33.33% de las especies se encuentran sujetas a protección especial (Pr) lo que corresponde a 6 de 18 sp. y un 16.67% como especies amenazadas (A) lo que corresponde a 3 de 18 sp.

Tabla 4-11 Especies registradas en los diferentes tipos de vegetación muestreados.

Espece	Selva Baja Caducifolia	Vegetación Riparia	Cultivo	Vegetación Secundaria
<i>Rhinella marina</i>		X		
<i>Exerodonta smaragdina</i>		X		
<i>Lithobates forreri</i>		X		
<i>Hemidactylus Frenatus</i>	X			
<i>Heloderma horridum</i>	X			
<i>Ctenosauria pectinata</i>	X	X	X	
<i>Iguana iguana</i>		X	X	
<i>Sceloporus horridus</i>	X		X	
<i>Sceloporus melanorhinus</i>	X	X		
<i>Sceloporus ochoterenae</i>	X			

Capítulo IV

<i>Sceloporus gadoviae</i>	X			
<i>Sceloporus utiformis</i>	X			
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	X	X	X	X
<i>Anolis nebulosus</i>	X			
<i>Aspidoscelis communis</i>	X	X		
<i>Aspidoscelis costata</i>	X	X	X	
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	X	X		
<i>Aspidoscelis sackii</i>	X			
<i>Coluber mentobarius</i>	X			
<i>Drimarchon melanurus</i>		X		
<i>Salvadora mexicana</i>			X	

En la tabla4-11 se observa la presencia y ausencia de las especies en cada tipo de hábitat. La especie que se registraron en los 4 tipos de vegetación fue la lagartija *Urosaurus bicarinatus*, lo que indica que es una especie generalista, mientras que *Ctenosauria pectinata*, *Iguana iguana* y *Aspidoscelis costata* se encontraron en tres de los 4 tipos de vegetación, la ultima especie citada presentaba una mayor abundancia que las otras puesto que se observaron mayor cantidad de individuos (16) lo cual la convierte en una especie abundante, a diferencia de las otras que presentaron abundancias de 1 a 2 lo cual es considerado como raras y moderadamente abundantes cuando son de 3 a 5.

Se puede observar que la selva baja caducifolia alberga mayor número de especies (15) al igual que la vegetación riparia (11) y que la que presenta menor cantidad es la vegetación secundaria (figura4-27).

Está claro que se deben conservar todas las especies, pero en términos de priorizar, se puede iniciar con aquellas especies que solo se encuentran en un solo ambiente y que se encuentran citadas en alguna categoría de conservación en este caso la mayoría de

las especies que se encuentran en alguna categoría están habitando en la selva baja caducifolia y en la vegetación riparia.

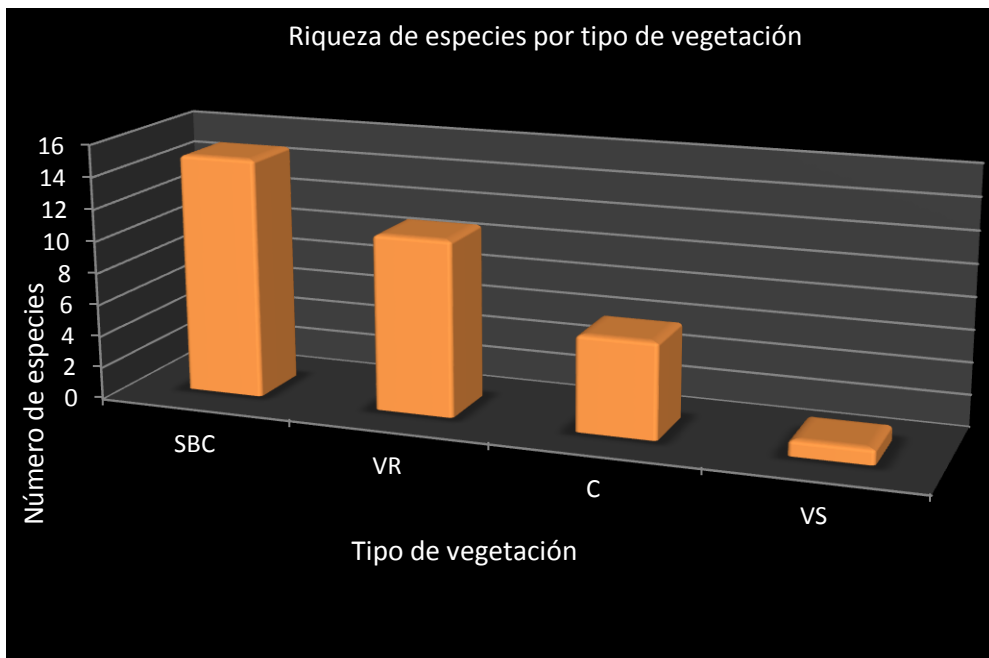


Figura 4-27 Riqueza de especies por tipo de vegetación SBC= selva baja caducifolia, VR= vegetación riparia, C= cultivo y VS= Vegetación secundaria.

### IMPORTANCIA DE LA HERPETOFAUNA EN LA ZONA

Sin duda alguna los anfibios y reptiles son el grupo de vertebrados con mayor problemática debido al contacto directo y constante que tienen con las comunidades; este contacto día con día es más estrecho debido a la expansión de los asentamientos humanos que nos acercan cada vez más a los hábitats naturales de la herpetofauna y fauna en general.

La falta de conocimiento sobre este grupo ha ocasionado que se generen infinidad de mitos alrededor de estos animales creando únicamente un gran temor dentro de las comunidades; sin embargo, los anfibios y reptiles desempeñan un papel ecológico

importante como consumidores primarios, secundarios y depredadores; siendo estos animales reguladores de plagas como insectos y roedores (esto es benéfico para los cultivos de los alrededores), además de que algunos anfibios y reptiles sirven de alimento para algunas especies de mamíferos y aves, cumpliendo así una importante función ecológica dentro de las cadenas alimenticias

## ESPECIES DE POSIBLE OCURRENCIA PARA LOS MUNICIPIOS DE JONACATEPEC, TLALTIZAPAN, TLAQUITENANGO, JOJUTLA E HIGUERON PERTENECIENTES AL ESTADO DE MORELOS.

De acuerdo a comentarios de la gente de la comunidad y registros realizados cerca del área de estudio, es posible que se encuentren especies de reptiles y anfibios como la víbora de cascabel (*Crotalus simus*), la flechilla (*Oxybelis aeneus*), la culebra ranera (*Leptophis diplotropis*), la jaquimilla (*Agkistrodon bilineatus*), la mazacuata (*Boa constrictor*), Tapayatzin (*Phrynosoma taurus*), la rana verde (*Pachymedusa dacnicolor*), la rana de árbol (*Smilisca baudini*), (figuras 4-28 a 4-35).



Figura 4-28 La víbora de cascabel (*Crotalus simus*) Figura 4-29 la flechilla (*Oxybelis aeneus*)





Figura 4-30 La culebra ranera (*Leptophis diplotropis*) y Figura 4-31 La jaquimilla (*Agkistrodon bilineatus*)



Foto tomada de foro reptiles

Figura 4-32 Mazacuata (*Boa constrictor*), y Figura 4-33 Tapayatzin (*Phrynosoma taurus*)



Figura 4-34 La rana verde (*Pachymedusa dacnicolor*), y Figura 4-35 la Rana de árbol (*Smilisca baudini*)

## DISCUSIÓN

La mayor riqueza de especies la tienen los reptiles, principalmente el grupo de las lagartijas esto es explicable por la estacionalidad (temporada de sequia), ya que está comprobado que las lagartijas se ven más favorecidas con un mayor cantidad de luz solar para sus actividades de forrajeo a diferencia de los anfibios que necesitan condiciones de mayor humedad para la realización de sus actividades así como para fines de reproducción, en el caso de las serpientes las registradas son especies que se asocian a cultivos y zonas aledañas, puesto que en los cultivos están asociados presas de mayor tamaño para estas especies que son grandes y que se alimentan de presas grandes, las especies más pequeñas tienen otros hábitos alimenticios además de ser nocturnas y presentan mayores abundancias en la temporada de lluvia al igual que los anfibios.

La mayor riqueza de especies en cuanto a tipo de vegetación la obtuvo la selva baja caducifolia y la vegetación riparia eso es explicable por que en este hábitat hay mayor cantidad de refugios, alimentos, pareja reproductiva y no hay mucho contacto humano por lo que las especies tienden a vivir adecuadamente de acuerdo a sus necesidades.

En base a los resultados obtenidos las zonas de protección y de paso de fauna silvestre deberán estar ubicadas en la selva baja y la vegetación riparia ya que estas presentan la mayor riqueza de especies así como mayor cantidad de refugios y alimentos para la fauna silvestre.



#### 4.2.2.2.2 Mamíferos

Los sitios de muestreo en el área de estudio, se seleccionaron de acuerdo al tipo de vegetación, condiciones topográficas y la accesibilidad del mismo. Se realizaron recorridos diurnos en el área, principalmente entre las 07:30 am y 04:00 pm. los cuales se efectuaron del (25 al 31 de Marzo del 2013). Los muestreos se realizaron principalmente en época seca en los diferentes tipos de vegetación presentes como: selva baja caducifolia, vegetación riparia, vegetación secundaria y los cultivos presentes en el área de influencia, así como sitios cercanos a cuerpos de agua. Por otro lado, se conto con el apoyo de mapas de la zona de trabajo.

#### **MONOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES REGISTRADAS**

En los anexos (capítulo 8), a nivel específico se presenta una monografía de las especies de mamíferos registrados únicamente por medio de rastros y entrevistas, las cuales incluyen la siguiente información: Descripción, Hábitat, Reproducción y desarrollo, Comportamiento, Alimentación, Depredadores, Importancia, Distribución.

#### **REGISTRO DE EJEMPLARES**

Considerando la amplia distribución que presenta la mastofauna silvestre y de los grandes desplazamientos que realizan algunas especies de mamíferos, en el cual la mayoría presentan hábitos crepusculares o nocturnos, además, el hecho de que los patrones de actividad estacional varían de acuerdo al grupo del que se trate y rara vez se observan durante el día, de tal manera, que el registro de las actividades nocturnas de los mamíferos muchas veces queda impreso en los caminos y veredas del campo, ya sea en forma de huellas, excretas, alimentos mordidos etc; que ayudan a detectar su presencia y los lugares por donde han pasado. De manera que un recorrido cuidadoso puede proporcionar información valiosa sobre los mamíferos que ahí habitan, siendo los rastros una herramienta valiosa para trabajar en campo, ya que sirven de base

para registrar y tener una rápida estimación de la diversidad de mamíferos medianos y grandes en un lugar y para determinar cómo está usando su hábitat en el que se encuentra., así como entre otras variables.

Para el registro de mamíferos de talla mediana a grande, los cuales son difíciles de observar se empleo el método indirecto, basado principalmente en la identificación, interpretación y análisis de los rastros que dejan los mamíferos durante sus actividades, en el cual el método de muestreo está basado en huellas. Esta metodología es especialmente útil cuando las especies de interés son nocturnas, crípticas o difíciles de capturar, el cual fue realizado mediante transectos lineales de observación, con distancias diferentes y escogidos al azar a lo largo de senderos, esto debido a la orografía del sitio de muestreo. Los recorridos se realizaron a diferentes horas del día en los sitios de muestreo. Si bien, las huellas son poco útiles para roedores o insectívoros, pueden emplearse para algunos marsupiales, carnívoros, edentados y lagomorfos, donde los lugares más apropiados para buscarlas fueron principalmente en suelo lodoso, veredas, caminos y orillas de cuerpos de agua, sin embargo, es difícil reconocerlas en sustrato rocoso o cubierto por hojarascas, debido a que no quedan impresas.

Para cada sitio muestreado se comparó la abundancia de huellas y excretas encontradas en los diferentes tipos de vegetación, ya que son un buen indicador de la ocurrencia de determinadas especies en una zona, tomando en cuenta las especies más frecuentes. Al encontrar una huella o excretas, se registró la especie y el lugar donde fue encontrada, estas fueron registradas como una observación. Cuando las huellas se prolongaban por gran parte del transecto, también fueron consideradas como una observación.

Sobre el mismo transecto, se realizaron observaciones de otro tipo rastros como: madrigueras y nidos, sitios de descanso, restos óseos, pelos, indicios y/o desechos de alimentación al igual que observaciones directas de ejemplares. Para lo cual, se utilizó una cámara digital, por lo que su captura en fotografía puede facilitar la identificación y determinación de huellas comparándolas a través de la consulta de las guías de campo de Álvarez del Toro, (1977), Aranda et al; (1980), Ceballos, G; y A. Miranda (1986), Halfpenny y Biesiot (1986), Aranda (2000), Núñez (2002).

Para reforzar el inventario mastofaunístico se realizaron entrevistas a tres guías de las poblaciones de Tlaltizapan, Tlalquitenango y Salitre de Copala, así como 12 encuestas a gente que regularmente se desplaza por el área o pobladores cercanos a la zona de estudio, las cuales fueron no formales y con respuestas abiertas, lo que permitió generar confianza en la gente. La identificación de los mamíferos por parte de los entrevistados se realizó con la ayuda de imágenes (fotografías) de aquellas especies que potencialmente habitan el área, incluyendo dentro de estas imágenes de especies totalmente ajenas a la región o al país (esto con la finalidad de descartar la posibilidad de que la gente afirme haber visto especies que no existen en la zona para no parecer poco conocedores de fauna), esta identificación se complementó con preguntas que se hacían a la gente acerca de características particulares de los animales, con la finalidad de llevar a cabo una verificación objetiva del conocimiento de la mastofauna silvestre y del uso que se les da a la fauna en el área de interés. Cabe señalar, que se evitó la captura de ejemplares.

Para mamíferos pequeños (principalmente pequeños roedores y murciélagos); se incluyen datos obtenidos en campo y de acuerdo a información obtenida en bibliografía especializada.

## RESULTADOS

La posición geográfica que ocupa el Estado de Morelos ha permitido tener una alta diversidad biológica, encontrando fauna mastozoológica de origen templado y tropical, a pesar de su pequeña superficie y considerando además de su alta alteración en sus hábitats. En términos generales el Estado se encuentra ocupando la vertiente sur del Eje Volcánico Transversal y en su parte baja llega hasta la Cuenca del Río Balsas, por lo que en la región norte presenta características templadas, mientras que en el sur son cálidas, encontrándose en el área sur de la región Neártica (Provincia del Eje Volcánico Transversal) y el norte de la Neotropical (Provincia de la Sierra madre del Sur), lo que permite presentar una serie de características ecológicas, que aunadas a las fisiográficas propician que se tenga una gran diversidad de especies de mamíferos, teniendo áreas que funcionan como zonas transicionales donde encontramos especies de las dos regiones y algunas de las cuales encuentran las condiciones límites de su distribución. El área de estudio, en general presenta una orografía abrupta, presentando barrancas y pequeñas mesetas, entrelas que existen potreros y áreas de cultivo (caña y temporal), con sustrato pedregoso en algunas zonas y pequeñas corrientes.

Ante la necesidad de sustentar el Proyecto Autopista Siglo XXI, se presenta un inventario de mamíferos medianos y grandes, ya que el conocimiento detallado del número de las especies presentes en un área geográfica es fundamental para la realización de acciones y programas para el uso, protección y conservación biológica. En este sentido, los listados faunísticos han mostrado ser de gran utilidad para el conocimiento y uso de la diversidad biológica, los cuales no únicamente dependen de la disponibilidad de inventarios biológicos, sino también de la precisión y amplitud de éstos mismos. Por lo anterior, el presente proyecto tiene el objetivo de inventariar las especies de mamíferos. De tal manera, que la determinación de las especies fue por observación directa y a través de detección de huellas y excretas, entrevistas y encuestas,

además de datos obtenidos en campo y de acuerdo a información obtenida en bibliografía especializada para complementarlo. El listado se arregló sistemáticamente de acuerdo a la nomenclatura taxonómica empleada por Hall (1981), la cual se ajusta al orden evolutivo y taxonómico desde nivel de orden hasta nivel genérico y especie. Para la determinación del régimen de protección se utilizó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).

## RIQUEZA ESPECÍFICA

La riqueza específica de la zona de estudio, muestra el registro de 60 especies que representan a 7 órdenes, 19 familias y 45 géneros, donde el orden Quiróptera presentó el mayor número de familias (7), seguido del Carnivora (5) y Rodentia con (3), continuando con Marsupialia, Xenarthra, Lagomorpha, Artiodactyla. Donde el orden Quiróptera y Carnivora presentaron la mayor riqueza de especies (27 y 14, respectivamente) seguido Rodentia con (11) Tabla4-12. De manera relevante se reportan tres de las seis especies de felinos registrados para el país, así como especies de zonas templadas y tropicales.

Tabla 4-12 Número total de órdenes y especies del listado taxonómico de las especies de mamíferos registradas para la zona de influencia.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIES
Marsupialia	1	2	2
Chiroptera	7	18	27
Xenarthra	1	1	1
Lagomorpha	1	2	3
Rodentia	3	8	11
Carnivora	5	13	14
Artiodactyla	1	1	1
<b>TOTAL:7</b>	<b>19</b>	<b>45</b>	<b>60</b>

## ESPECIES INCLUIDAS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies que se encuentran con alguna categoría de riesgo y que se encuentran en el área de estudio, se encuentran dos especies de murciélagos, un roedor, así como tres especies de carnívoros, destacando una especie de felino (tabla 4-13).

Tabla 4-13 Especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍAS DE RIESGO
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>		A
Phyllostomidae	<i>Leptonycteris nivalis</i>		A
Muridae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	ratón de campo	A
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	cacomixtle	A
Felidae	<i>Puma jagouarondi</i>	Onza	A

Categorías de riesgo: En peligro de extinción (P), Amenazada (A), Sujeta a protección especial (Pr), Probablemente extinta en el medio silvestre (E)

### NÚMERO TOTAL DE ÓRDENES Y ESPECIES REGISTRADAS POR DETECCIÓN DE RASTROS Y ENTREVISTA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA

La detección de rastros por medio de huellas y excretas, así como observaciones directas y otros indicios en los transectos de observación tuvo buenos resultados en lo general, permitió registrar la presencia de varias especies de mamíferos que hacen uso de la zona de influencia. Los rastros y las encuestas son técnicas eficientes para registrar medianos y grandes mamíferos por lo cual se documenta la riqueza de



mamíferos terrestres registrados en el área de estudio. Se identificaron 16 especies, pertenecientes a 6 órdenes, 10 familias y 16 géneros. El orden Carnivora presentó el mayor número de familias con (5) y Marsupialia, Xenarthra, Rodentia, Lagomorpha, y Artiodactyla con una familia respectivamente. En el cual el orden Carnivora presenta la mayor riqueza de especies con (10) seguido de Rodentia con (2) (Tabla4-14).

Tabla 4-14 Número de órdenes y especies registradas por detección de rastros y entrevista para el área

ORDEN	No DE ESPECIES REGISTRADAS
1. Marsupialia	1
2. Xenarthra	1
3. Lagomorpha	1
4. Rodentia	2
5. Carnivora	10
6. Artiodactyla	1
<b>TOTAL:6</b>	<b>16</b>

### ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADOS RELACIONADOS CON EL TIPO DE VEGETACIÓN

La interacción mamífero-vegetación desempeñan una importante función en la dinámica de cualquier ecosistema boscoso, donde la vegetación influye mucho en la distribución y abundancia de los mamíferos, ya que el efecto de la vegetación en las comunidades de mamíferos puede determinar las posibilidades de explotación de recursos como alimento y refugio, así como la polinización, dispersión de semillas y depredación. La interacción entre mamíferos y plantas tiene diversas facetas y a la par del impacto positivo que los mamíferos tienen sobre el establecimiento de plántulas a través de la dispersión es posible también que ejerzan un fuerte impacto negativo en su rol como depredadores de semillas Cabe mencionar, que la vegetación ejerce una fuerte influencia en la distribución de los mamíferos, ya que por su capacidad de

desplazamiento, amplia distribución o por su tolerancia a diversos factores ecológicos, no están limitados a ningún tipo de vegetación y es posible encontrarlos en la mayoría de los diferentes tipos de vegetación presentes en el área como (selva baja caducifolia, vegetación riparia, vegetación secundaria y cultivos), registrando especies como *Didelphis virginiana*, *Dasyus novemcinctus*, *Canis latrans*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Puma jagouarundi*, que tienen mayor tolerancia a las actividades antropogénicas. Sin embargo, otras especies pueden presentar una asociación con los cultivos de caña y maíz, los cuales son observados con mayor frecuencia como: *Otospermophilus variegatus*, *Procyon lotor*, *Nasua narica*, *Lynx rufus* y *Odocoileus virginianus*, pero especies como *Puma concolor* pueden restringirse a un solo tipo de vegetación siendo más limitados en sus movimientos y el que no toleren cambios en su entorno, además de las perturbaciones humanas y tiendan a alejarse más de las zonas habitadas, lo que ha producido una fuerte modificación del ambiente que se refleja en cambios en la distribución y abundancia de la fauna (Tabla 4-15). El gato montés o lince (*Lynx rufus*) fue registrado mediante la identificación de huellas a la altura del cadenamiento 29+100 (a 170 metros del trazo, entre este y la carretera a Tecomalco) sobre hábitats transformados (campos de cultivo con bosque de galería y zonas de selva baja perturbada cercanas). Con respecto al puma (*Puma concolor*) y el Jaguarundi (*Puma jagouarundi*) estos solo fueron registrados por entrevistas con los guías y pobladores locales refiriendo estos que el puma ha sido visto en los fragmentos de selva baja mas grandes y conservados del SAR (Cerro de Santa María), mientras que el jaguarundi si ha sido referido por los entrevistados como una especie que suele observarse en una gran variedad de hábitats.

Tabla 4-15 Especies de mamíferos registrados relacionados con el tipo de vegetación y forma de registro para el área de influencia.

ESPECIE	VEGETACIÓN RIPARIÁ	BAJA				FORMA DE REGISTRO
		SELVA	CADUCIFOLIA	VEGETACIÓN SECUNDARIA	CULTIVO	
<i>Didelphis virginiana</i> (tlacuache)	X	X	X	X	X	HU / RE / EN
<i>Dasyus novemcinctus</i> (armadillo)	X	X	X	X	X	RE
<i>Sylvilagus floridanus</i> (conejo)		X	X	X	X	HU / EX / OBS
<i>Sciurus aureogaster</i> (ardilla gris)	X	X				OBS
<i>Otospermophilus variegatus</i> (ardilla)					X	OBS
<i>Canis latrans</i> (coyote)	X	X	X	X	X	HU / EX
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (zorrra gris)	X	X	X	X	X	HU / EX
<i>Procyon lotor</i> (mapache)	X				X	HU
<i>Nasua narica</i> (tejón)	X	X			X	EN
<i>Mustela frenata</i> (comadreja)	X		X	X	X	OBS
<i>Mephitis macroura</i> (zorrillo de dos bandas)		X	X	X	X	RE/EN
<i>Conepatus mesoleucus</i> (zorrillo cadeno)		X	X	X	X	EN
<i>Puma yagouaroundi</i> (onza)	X	X	X	X	X	EN
<i>Lynx rufus</i> (gato montés)		X			X	HU
<i>Puma concolor</i> (puma)		X				EN
<i>Odocoileus virginianus</i> (venado)		X	X	X	X	HU

Registros por medio de Huella (**HU**), excreta (**EX**), observación directa (**OBS**), restos (**R**), E entrevista (**EN**).

### **CATEGORÍAS DE ABUNDANCIA DE ACUERDO A LAS ESPECIES REGISTRADAS Y TIPO DE VEGETACIÓN**

De acuerdo, a que muchas de las especies de mamíferos presentan actividades muy variables y difíciles observar, para cada sitio muestreado se comparó la abundancia de huellas y excretas encontradas, así como observaciones directas en los diferentes tipos de vegetación y entrevistas, ya que con este método, son un buen indicador de la ocurrencia de determinadas especies de mamíferos en una zona, por lo cual, se determinaron las categorías de abundancia de acuerdo a lo obtenido en campo, donde se maneja como parámetro: Rara, Poco común, Común, Abundante (Tabla4-15).

De acuerdo a la técnica empleada durante los recorridos, se registró la presencia de tres especies de mamíferos de talla grande: coyote(*Canis latrans*), gato montés (*Lynx rufus*) y venado (*Odocoileus virginianus*), las especies registradas de talla mediana fueron ocho: tlacuache (*Didelphis virginiana*),armadillo (*Dasyus novemcinctus*), zorra gris(*Urocyon cinereoargenteus*), *Nasua narica* (tejón), mapache (*Procyon lotor*),zorrillo de dos bandas(*Mephitis macroura*), zorrillo cadeno (*Conepatus mesoleucus*), mientras que especies pequeñas fueron cuatro: conejo(*Sylvilagus floridanus*), *Sciurus aureogaster* (ardilla gris), *Otospermophilus variegatus* (ardilla), *Mustela frenata* (comadreja).

De las especies registradas, los mamíferos más abundantes y que se presentan en la mayoría de los diferentes tipos de vegetación se encuentran *Didelphis virginiana*, *Sylvilagus floridanus* y *Urocyon cinereoargenteus*, entre los mamíferos comunes se registro a *Dasyus novemcinctus* y *Canis latrans*,los cuales se presentan en todos los

tipos de vegetación, en cambio *Procyon lotor* y *Nasua narica*, están asociados a sitios con agua, barrancas y cultivos, *Otospermophilus variegatus* es una especie que está asociada principalmente a sitios rocosos y con cultivos de temporal principalmente, de las especies poco comunes se encuentra *Sciurus aureogaster*, que difícilmente son observadas al igual que *Mephitis macroura* y *Conepatus mesoleucus*, que solamente por su olor son detectadas, por otra parte *Puma jagouarondi*, es una especie que ha sido observada pocas veces por las personas entrevistadas pero es referida en todos los tipos de vegetación, sin embargo, especies raras presentes en el área son *Mustela frenata*, *Puma concolor* y *Odocoileus virginianus*, las cuales son difíciles de observar por que presentan baja abundancia debido a sus hábitos crípticos y disponibilidad del hábitat.

La actividad de los animales está afectada por la hora del día, disponibilidad de alimento, el estado del tiempo y las condiciones de la cobertura vegetal. A pesar de esto, los recorridos de observación fueron el método más eficiente entre las técnicas de detección directa aplicadas, porque al cubrir más área, los recorridos aumentan la probabilidad de observar y registrar más especies. Cabe mencionar que la técnica de transectos de observación es conveniente para especies de hábitos diurnos y de fácil detección como algunos roedores. Por otra parte, la presencia humana ha modificado profundamente las condiciones del hábitat en la región, y es posible que este factor afecte la eficiencia de los recorridos, las áreas sometidas a diferentes presiones de presentan tasas de avistamiento mucho menores que las encontradas en sitios libres de influencia humana.

De acuerdo al estudio realizado sobre mamíferos en el área de influencia del Proyecto Autopista Siglo XXI, cabe destacar a la familia Felidae con tres especies representantes: *Puma yagouarondi* (Onza), *Lynx rufus*(Gato montés) y *Puma concolor*(Puma o león de montaña), las cuales fueron registradas en el presente

estudio, mediante el registro de huellas y entrevistas a la gente que regularmente se desplaza por el área y cercanos a la zona de estudio, la identificación de los mamíferos por parte de los entrevistados se realizó con la ayuda de fotografías, esta identificación se complementó con preguntas que se realizaron acerca de las características particulares de los mamíferos, con la finalidad de llevar a cabo una verificación objetiva y precisa de los mamíferos presentes en la zona.

De los datos obtenidos se destaca a *Lynx rufus* la cual fue registrada por medio de huellas y entrevistas, especie poco observada en la zona, pero no es rara, sin embargo en las zonas poco frecuentadas por el humano aparentemente se presentan bien las poblaciones, esta especie se presenta en el área de influencia. En México, actualmente el gato montés no se encuentra enlistado en ninguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Por otra parte, *Puma yagouaroundi* aunque solo fue registrada por medio de entrevistas, si fue mencionada como una especie con mayor frecuencia y distribución en el área, siendo una especie de felino más tolerante a cambios en su entorno, así como la modificación del ambiente. Esta especie se asocia a lugares fragmentados y es común verlos cruzando o caminando por las orillas de las carreteras, por lo que con frecuencia son atropellados, su piel no es apreciada comercialmente (Almazán-Catalán *et al* 2013). Es la única especie de felino registrada en los muestreos que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de riesgo como **(A)** amenazada.

Por otra parte, aunque se mencionó a *Puma concolor* mediante entrevista, su presencia en la zona de influencia y en el SAR no fue confirmada en los registros de huellas y excretas, por lo que se llegó a la conclusión de que no existe ningún hecho que permita asegurar que esta especie se encuentre cerca del área de influencia del trazo. El crecimiento de las poblaciones humanas y la fragmentación del hábitat se

encuentran entre las causas principales que amenazan a las poblaciones de felinos, debido a los requerimientos de hábitat, alimentación y ámbito hogareño que necesitan. No obstante, especies como el puma y el jaguar aparentemente se adaptan con facilidad a la fragmentación y cambian sus presas naturales por especies domésticas (Almazán-Catalán *et al* 2013) o de menor tamaño (Núñez *et al*, 2000) En México, actualmente el puma no se encuentra enlistado en ninguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Tabla 4-16 Categorías de abundancia de acuerdo a las especies registradas y tipo de vegetación en el área de estudio.

ESPECIE	BAJA					PARÁMETRO
	VEGETACIÓN RIPARÍA	SELVA	CADUCIFOLIA	VEGETACIÓN SECUNDARIA	CULTIVO	
<i>Didelphis virginiana</i> (tlacuache)	X	X	X	X	X	Abundante
<i>Dasyus novemcinctus</i> (armadillo)	X	X	X	X	X	Común
<i>Sylvilagus floridanus</i> (conejo)		X	X	X	X	Abundante
<i>Sciurus aureogaster</i> (ardilla gris)	X	X				Poco común
<i>Otospermophilus variegatus</i> (ardilla)					X	Común
<i>Canis latrans</i> (coyote)	X	X	X	X	X	Común
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (zorrra gris)	X	X	X	X	X	Abundante
<i>Procyon lotor</i> (mapache)	X				X	Común
<i>Nasua narica</i> (tejón)	X	X			X	Común
<i>Mustela frenata</i> (comadreja)	X		X	X	X	Rara
<i>Mephitis macroura</i> (zorrillo de dos bandas)		X	X	X	X	Poco común
<i>Conepatus mesoleucus</i> (zorrillo cadeno)		X	X	X	X	Poco común



<i>Puma yagouaroundi</i> (onza)	X	X	X	X	Poco común
<i>Lynx rufus</i> (gato montés)		X		X	Rara
<i>Puma concolor</i> (puma)		X			Rara
<i>Odocoileus virginianus</i> (venado)		X	X	X	Rara

Parámetro: Rara, Poco común, Común, Abundante.

### USOS E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LA MASTOFAUNA SILVESTRE

Los mamíferos silvestres han constituido un recurso importante en el desarrollo de la humanidad, utilizado un considerable número de especies para obtener alimento, medicinas, vestido e ingresos económicos mediante su comercio. Los mamíferos y en general la fauna silvestre en México es importante como fuente de alimentos e ingresos para las comunidades humanas en condiciones de pobreza y con disponibilidad de recursos naturales, binomio que a largo plazo, ha sido señalado como una de las causas de la disminución, pérdida o deterioro de algunas poblaciones de fauna silvestre. Con respecto al aprovechamiento de los mamíferos en el área, cabe mencionar que en algunas de las comunidades cercanas aun se mantiene el consumo de algunas especies silvestres, pero en menor medida, haciendo un uso similar de estos, en donde la cacería de mamíferos se orienta principalmente a la búsqueda de alimento o bien al control de eventuales daños causados por algunas especies en los cultivos de caña y maíz principalmente. Sin embargo, la caza actualmente ha sido restringida y ah tenido un impacto importante en las poblaciones de mamíferos grandes sensibles a la actividad humana, como el venado cola blanca, los cuales se han observado con menor frecuencia dentro del área de influencia. Por otro lado, la visión que se tiene de la mayoría de los mamíferos en el aspecto ecológico, se basa principalmente en que son especies dañinas.

Capítulo IV

Tabla 4-17 Ejemplos de los diferentes usos e importancia ecológica de la mastofauna silvestres que se le da en el área de influencia.

NOMBRE COMÚN	PARTE USADA	USO	IMPORTANCIA ECOLOGICA
Tlacuache	cola	alimento medicinal	dañino
Armadillo	carne grasa	medicinal alimento	dañino
Conejo	carne	alimento	benéfico
Ardilla o cuinique	ninguno	ninguno	dañino plaga
Ardilla arborícola	carne cola piel	alimento medicinal ornato	dañino plaga
Comadreja	ninguno	ninguno	dañino
Zorrillo de dos bandas	carne grasa	alimento medicinal	benéfico
Zorrillo cadeno	carne grasa	alimento medicinal	benéfico
Mapache	carne	alimento	dañino
Tejón	carne	alimento	dañino plaga
Zorra gris	ninguno	ninguno	dañino
Coyote	carne grasa	medicinal	dañino plaga
Venado	Astas Piel Carne	ornato alimento piel	benéfico

FOTOS DE RASTROS DE MAMIFEROS REGISTRADOS EN EL AREA DE ESTUDIO



Figura 4-36 Huellas de *Didelphis virginiana* registradas en selva baja Figura 4-37 vegetación riparia



Figura 4-38 Restos de *Mephitis macrura* pata delantera encontrada en selva baja caducifolia Figura 4-39 Caparazón *Dasyus novemcinctus* vegetación secundaria

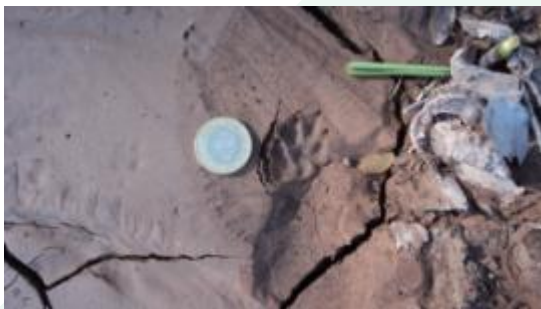


Figura 4-40 Huellas de *Sylvilagus floridanus* registradas en cultivo de caña. Figura 4-41 Selva baja caducifolia 4.40.



Figura 4-42 Excretas de *Sylvilagus floridanus* registradas en cultivo de caña. Figura 4-43 Excretas de *Sylvilagus floridanus* en selva baja caducifolia



Figura 4-44 Huellas de *Urocyon cinereoargenteus* registradas en cultivo de caña. Figura 4-45 Huellas de *Urocyon cinereoargenteus* registradas en selva baja caducifolia



Figura 4-46 Excretas de *Urocyon cinereoargenteus* registradas en vegetación riparia. Figura 4-47 Excretas de *Urocyon cinereoargenteus* registradas en selva baja caducifolia



Capítulo IV



Figura 4-48 Huellas de *Canis latrans* registradas en vegetación secundaria Figura 4-49 Huellas de *Canis latrans* registradas en vegetación riparia



Figura 4-50 Excretas de *Canis latrans* registradas en selva baja caducifolia Figura 4-51 Huellas de *Canis latrans* registradas en vegetación secundaria



Figura 4-52 Huellas de *Procyon lotor* registradas en cultivo de caña Figura 4-53 Huellas de *Procyon lotor* registradas en vegetación riparia



Figura 4-54 Huellas de *Lynx rufus* en el cadenamiento 29+100. Figura 4-55 Huellas de *Odocoileus virginianus* registradas en selva baja caducifolia



Figura 4-56 Nidos de ardilla (*Sciurus aureogaster*) entre vegetación riparia. Figura 4-57 Nidos de ardilla (*Sciurus aureogaster*) selva baja caducifolia



Figura 4-58 Entrada de madriguera usada por tlacuache (*Didelphis virginiana*)

## IMPORTANCIA Y RECOMENDACIONES DE LOS PASOS DE FAUNA

Los mamíferos se caracterizan por ser buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas, debido a su sensibilidad a las alteraciones causadas por el hombre. Este grupo cumple un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que participan en diversos procesos como la dispersión, la depredación de semillas, la herbivoría y la polinización, además de actuar como depredadores y presas. De tal manera, que las especies de mamíferos encontradas, cumplen un papel importante en cualquier ecosistema, además, de que la mayoría de ellas presentan algún grado de amenaza en el país, reafirmando la importancia de la conservación del hábitat natural en el funcionamiento de los ecosistemas en la región. El uso del hábitat tiene en cuenta el lugar donde los animales desarrollan sus actividades desde buscar pareja, sitios de descanso, refugio y los recursos alimenticios más necesarios, la cual está determinada por los recursos presentes en el hábitat. Sin embargo, un hábitat modificado y con pocos recursos es vagamente utilizado y representa un mayor riesgo de depredación de cualquier especie animal al tener que movilizarse a mayores distancias. Cabe señalar, que la zona de estudio presenta una gran riqueza faunística, entre las que destacan especies como conejos, zorra gris, coyote, gato montés y venado cola blanca entre otros.

Uno de los efectos negativos, es el crecimiento rápido y continuo de la red nacional de carreteras y consecuencia de ese crecimiento de la red, es la pérdida de superficie que sufren los hábitats, debido al cambio de uso del suelo, y estas autopistas de gran capacidad presentan una características en particular, es tener los accesos restringidos para evitar cruces de un lado a otro, mediante una valla de concreto principalmente, afectando a los mamíferos terrestres principalmente , ya sean pequeños, medianos o grandes. Por otra parte, la presencia de las vías ocasiona también, desde una perspectiva territorial, la fragmentación de los hábitats. Esta situación ocasiona el inevitable descenso de las poblaciones ligadas a éstos, tanto por



la pérdida de territorio y recursos como por las bajas producidas por atropello y los riesgos de atropello se incrementan notablemente si se interceptan las rutas de desplazamiento de la fauna. La presencia de carreteras y autovías produce un gran número de bajas, por atropello en los mamíferos y además supone especialmente en las vías de alta capacidad (valladas), un obstáculo para el movimiento de estos animales.

Una de las causas de muerte poco estudiadas para todos los animales en general es el atropellamiento en carreteras. Dado que éstas pueden construirse dentro de los territorios de algunos animales, es común encontrarse con ejemplares de varias especies cruzándolas. Por ejemplo, ocasionalmente se encuentran animales atropellados en las carreteras de la costa de Oaxaca que conectan a la ciudad de Pochutla con los poblados de Puerto Ángel y Bahías de Huatulco, en Oaxaca; por ello, es común encontrar restos de tlacuaches (*Didelphis virginiana*), coatís (*Nasua narica*), zorrillos (*Conepatus mesoleucus*), armadillos (*Dasypus novemcinctus*) iguanas (*Ctenosauria pectinata*) y sapos (*Bufo marinus*). Incluso, de manera extraordinaria se han encontrado atropellados ejemplares de boa (*Boa constrictor*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), (Meráz et al, 2010).

Como respuesta a este problema y como medida, es necesario crear alternativas que permitan y ayuden a conservar el hábitat y la fauna que les rodea, el establecimiento de pasos de fauna específicos y la adecuación de drenajes transversales y otros pasos superiores o inferiores para que actúen como pasos de fauna complementarios, facilitando tanto la conexión entre las áreas afectadas por el trazado como los movimientos de los vertebrados terrestres entre las márgenes de las vías, los cuales permitan crear una armonía ecológica y ambiental, los cuales permitirían preservar el entorno y para ello tenemos que encontrar soluciones que logren compatibilizar las necesidades del hombre con el medio ambiente. Los pasos de fauna se crearon con la

intención de no dividirel territorio con nuestras infraestructuras, sobre todo en obras lineales, lo cual permitiría preservar dentro de lo posible el hábitat y su fauna, en el cual nos estamos inmiscuyendo.

## RECOMENDACIONES

A continuación se señalan algunas recomendaciones muy generales sobre aspectos de los pasos de fauna que se implementarán en el proyecto, sin embargo en el Anexo 1 se presenta un detallado programa de conservación y mejoramiento del hábitat en los corredores biológicos y en fragmentos de selva baja caducifolia.

- En general se sugiere el establecimiento de pasos específicos y la adecuación de estructuras amplias cada 5 km, cuando la vía atraviere masas boscosas o de monte.
- Los pasos superiores se proyectarán en tramos de la vía que fluyan en zanjas, donde el terreno adjunto a los soportes esté ligeramente más elevado que la estructura de paso para que los animales tengan un amplio horizonte de visión. Estos corredores suelen tener como mínimo una anchura de 8 m. deben de estar adecuados como verdaderos hábitats “puentes verdes”, pues poseen una gran variedad de plantas y sustratos que resultan apropiados para los animales pequeños y grandes.
- Para los pasos específicos inferiores (pasos subterráneos para la fauna) se intentará aprovechar por continuidad los pasos de restitución de cauces de arroyos y ríos, sobredimensionándolos cuando sea posible. esto sistema depende de variables tales como el tamaño, el lugar, los niveles de ruido, el sustrato, la cobertura vegetal, la humedad, la temperatura y la luz, las interacciones entre las especies y las perturbaciones humanas. Las dimensiones dependen del tamaño de los animales. Para

animales medianos el ancho puede ser de 5 a 12 m y para animales más grandes puede llegar a los 25 m.

- Cuando las especies son de tamaño medio y pequeño, se considera que la conexión entre ambos lados de la vía puede ser favorecida mediante la adecuación de drenajes y otras estructuras funcionales cada 1,5 km.

- La mitigación del efecto barrera para ungulados es compleja, debido a que, prácticamente, sólo pasan por los pasos específicos y entre éstos, solo por aquellos con condiciones idóneas, es decir, pasos con una localización óptima y de cuidada vegetación.

- Si la infraestructura atraviesa una ribera, arroyo o cañadas se debe procurar que la obra la altere lo menos posible. El mantenimiento de cuerpos de agua bien conservadas favorece que los mamíferos abrevan y se sientan protegidos y con menos necesidades de movimiento.

- Bajo los puentes el espacio es utilizado por la fauna con mayor frecuencia, si la altura y la longitud son mayores, y menor el espacio ocupado por los pilares. Se aconseja el empleo de pantallas visuales junto a la vía, mediante la utilización de arbustos y árboles en las cunetas.

- En tramos de fuertes desmontes, se puede realizar una techumbre de hormigón, y aportar tierra de más de 1 m de espesor, que nivele las elevaciones colindantes a la vía, para establecer una continuidad vegetal de ambos lados.

- La vegetación debe tender a disminuir el campo visual del animal a medida que se acerque al lateral. La zona central, en cambio, debe quedar semidespejada en el área destinada al paso de animales.
- Para garantizar el correcto funcionamiento de las medidas de manejo citadas se debe tratar de dar un óptimo mantenimiento a cada uno de esos sistemas, más que todo los de tipo estructural. Es fundamental la restauración de la vegetación dañada en las zonas adyacentes.
- Colocar señalizaciones y letreros y demás avisos de precaución que indiquen la presencia de fauna y pasos de fauna en la vía, junto a señales correspondientes a la velocidad permitida.
- Con el fin de generar el menor impacto a la fauna silvestre se pueden tomar medidas de manejo que consisten básicamente en lo siguiente: hacer un desmonte paulatino para permitir el desplazamiento de la fauna, recoger la capa fértil del suelo para utilizarla más tarde, restituir la vegetación como medida compensatoria y mantener los caudales en caso de afectar sistemas lóticos.

#### 4.2.2.2.3 Aves

Uno de los grupos de vertebrados más importantes son las aves las cuales cubren el amplio espectro de funciones ecológicas dentro del ecosistema. Siendo las aves organismos conspicuos y la relativa facilidad con que se detectan, hacen a este grupo susceptible de ser descrito con bastante eficiencia incluso en cortos periodos de muestro.

El muestreo realizado para caracterizar la composición de la comunidad de aves dentro del área de estudio fue estratificado en tres principales tipos de vegetación: selva seca, acahual y cultivos. Cada vegetación fue recorrida por un observador calificado en la identificación de aves registrando las especies detectadas de manera visual y acústica. Las observaciones visuales se realizaron con binoculares de 10 aumentos y bajo los criterios de identificación de Howell y Webb (1995) y Sibley (2000). Cuando existió duda sobre cantos y llamados de las aves, fueron corroborados a través de la biblioteca acústica de Boesman (2006).

Para la estimación las densidades de las aves, en cada tipo de vegetación se establecieron transectos de 2 km de largo. Cuando un individuo fue detectado al realizar el transecto, se registró su identidad específica y la distancia perpendicular al transecto para poder ejecutar calcular la densidad a través de los llamados métodos de distancia. El razonamiento detrás de esta familia de cálculos es que la defectibilidad de los organismos varía en función de la distancia al observador, de esta manera se proporciona una estimación más precisa de la densidad de individuos dentro de un área. De los varios modelos que pueden explicar la densidad de aves basado en las observaciones y su función de detectabilidad, se seleccionó aquel con el menor valor del criterio de información de Aikaike. Los cálculos de densidad fueron realizados a través del programa DISTANCE 6 (Buckland et al. 1993).

Los nombres comunes son tomados de la lista publicada por Escalante (1996) mientras que la nomenclatura científica de las especies se basó en el checklist más actualizado publicado por la American Ornithologists Union (Chesser et al. 2012).

### Vegetación secundaria

Un total de 27 especies de aves fueron registradas en esta vegetación, de estas especies 92 % son aves residentes que probablemente anidan en el área. El Tecolote del Balsas (*Megascops seductus*) es considerado como una especie amenazada según la Norma Oficial Mexicana 059-2010. Esa especie junto con el Zacatonero pecho negro (*Peucaea humeralis*) figuran como dos especies endémicas de la cuenca del Balsas. La Paloma alablanca (*Zenaida asiatica*) es una especie registrada en el calendario cinegético del estado de Morelos.

Tabla 4-18 Especies registradas únicamente en la vegetación determinada como secundaria.

Nombre común	Nombre científico
Correcaminos tropical	<i>Geococcyx velox</i>
Tecolote del Balsas	<i>Megascops seductus</i>
Tecolote enano	<i>Micrathene whitneyi</i>
Papamoscas triste	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
Urraca-hermosa cara blanca	<i>Calocitta formosa</i>
Chirivín saltapared	<i>Troglodytes aedon</i>
Mascarita pico grueso	<i>Geothlypis poliocephala</i>

El Bolsero dorso rayado (*Icterus pustulatus*) fue la especie con mayor número de registros durante los muestreos. Finalmente el mejor modelo de densidad (AIC=106.23) estimó un total de 5.9 individuos por hectárea considerando todas las especies de aves.

## Cultivo

Durante los recorridos en las áreas aledañas a los cultivos, fueron registradas un total de 61 especies de aves donde el 83% son especies residentes que potencialmente anidan en el área circundante. Al ubicarse estas áreas de cultivo en espacios abiertos, se favorece la presencia de aves rapaces registrándose cinco especies de aves de presa. Dos de ellas Aguililla cola-blanca (*Buteo albicaudatus*) y Aguililla-negra menor (*Buteogallus anthracinus*) se encuentran bajo la categoría de Sujetas a Protección Especial en la Norma Oficial Mexicana 059-2010. El Zacatonero pecho negro (*Peucaea humeralis*) y la Codorniz rayada (*Philortyx fasciatus*) son dos especies reconocidas como endémicas de la cuenca del Balsas. Esta codorniz endémica junto con la Paloma alablanca (*Zenaida asiatica*) y la Paloma huilota (*Zenaida macroura*) están listadas en el calendario de cacería del estado de Morelos.

Tabla 4-19 Especies registradas únicamente en los campos de cultivo y áreas aledañas.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Caracara quebrantahuesos	<i>Caracara cheriway</i>
Halcón guaco	<i>Herpetotheres cachinnans</i>
Aguililla cola-blanca	<i>Buteo albicaudatus</i>
Aguililla cola-roja	<i>Buteo jamaicensis</i>
Aguililla-negra menor	<i>Buteogallus anthracinus</i>
Playero alzacolita	<i>Actitis macularius</i>
Tórtola coquita	<i>Columbina passerina</i>
Garrapatero piyui	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Martín-pescador verde	<i>Chloroceryle americana</i>
Mosquero gris	<i>Empidonax wrightii</i>
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Mosquero cardenal	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
Papamoscas negro	<i>Sayornis nigricans</i>



Mosquero-cabezón degollado	<i>Pachyramphus aglaiae</i>
Alcaudón verdugo	<i>Lanius ludovicianus</i>
Golondrina risquera	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>
Golondrina aliaserrada	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>
Cuitlacoche pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>
Colorín azul	<i>Passerina cyanea</i>
Picogordo azul	<i>Passerina caerulea</i>
Colorín morado	<i>Passerina versicolor</i>
Semillero de collar	<i>Sporophila torqueola</i>
Semillero brincador	<i>Volatinia jacarina</i>
Gorrión arlequín	<i>Chondestes grammacus</i>
Tordo cabeza amarilla	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>
Tordo sargento	<i>Agelaius phoeniceus</i>
Bolsero de Baltimore	<i>Icterus gálbula</i>
Bolsero de Wagler	<i>Icterus wagleri</i>
Tordo cabeza café	<i>Molothrus ater</i>
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>

La especie más abundante fue el Zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*) seguido por el Zacatonero pecho negro (*Peucaea humeralis*) y finalmente el Tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*) tiene la tercera posición en cuanto abundancia.

Respecto a la densidad considerando a todas las aves, el modelo mejor ajustado (AIC= 365.77) calcula un total de 47.4 individuos por hectárea en las áreas circundantes a los cultivos.

**Selva seca**

Los esfuerzos enfocados a encontrar aves en la selva produjo la detección de 36 especies, de estas, el 80% son especies residentes que potencialmente anidan en el área. El tecolote colimense (*Glaucidium palmarum*) y el Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) fueron registrados en el interior de la selva seca, ambos listados por la Norma Oficial Mexicana 059-2010 en la categoría de Amenazada y Sujeto a Protección Especial respectivamente. Dentro de la normativa cinegética del estado de Morelos, encontramos que la Codorniz rayada (*Philortyx fasciatus*), Paloma alablanca (*Zenaida asiatica*) y la Paloma huilota (*Zenaida macroura*) fueron registradas en este tipo de vegetación. Incluso la Chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*) que es una especie no considerada de caza por las normativas pero que es realmente aprovechada localmente, fue detectada en esta área.

Tabla 4-20 Especies registradas únicamente en la vegetación definida como selva seca.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Garza morena	<i>Ardea herodias</i>
Gavilán de Cooper	<i>Accipiter cooperii</i>
Aguililla gris	<i>Buteo nitidus</i>
Tecolote colimense	<i>Glaucidium palmarum</i>
Tapacamino tu-cuchillo	<i>Antrostomus ridgwayi</i>
Colibrí picudo	<i>Helimaster constantii</i>
Tirano pico grueso	<i>Tyrannus crassirostris</i>
Vireo gorjeador	<i>Vireo gilvus</i>
Chipe de Virginia	<i>Oreothlypis virginiae</i>
Buscabreña	<i>Icteria virens</i>
Tángara roja	<i>Piranga rubra</i>
Picogordo amarillo	<i>Pheucticus chrysopleus</i>
Colorín pecho naranja	<i>Passerina leclancherii</i>

Los recorridos en lo que se registró la abundancia, señalan que el Carpintero enmascarado (*Melanerpes chrysogenys*) fue la especie más abundante. Al seleccionar el modelo que explica de mejor manera la densidad de todas las aves en esta vegetación (AIC=80.91), se estima que en cada hectárea habitan 2.16 individuos.

## ESPECIES INCLUIDAS EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las especies que se encuentran con alguna categoría de riesgo y que se encuentran en el área de estudio son: *Glaucidium palmarum* (tecolote colimense) Amenazada, *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper), *Buteo albicaudatus* (Aguililla cola-blanca), *Buteogallus anthracinus* (Aguililla-negra menor), las tres últimas en la categoría sujeta a protección especial.

### Comentarios

Aves de grupos taxonómicos muy diversos constituyeron el conjunto de especies registradas en el área de estudio. La heterogeneidad de hábitat proporciona una matriz importante donde especies con distintos desempeños funcionales pueden establecerse y esta heterogeneidad no solo está dada por la orografía o condiciones naturales, sino a través de la intervención del hombre. Por ejemplo, los campos de cultivo con sus correspondientes sistemas de irrigación, pueden constituir refugios y espacios para las especies habitantes de humedales. Los mismos campos de cultivos proporcionan áreas abiertas donde especies habitantes originalmente de pastizales se establecen y obtienen recursos, produciendo de esta manera que una gran cantidad de especies sean registradas en este sistema. De las 83 especies documentadas en el área

de estudio durante la visita, 61 fueron registradas en estos sistemas de cultivo, sin embargo, esto no necesariamente significa que los sistemas agropecuarios sean las áreas más importantes para las aves. Muchas de las especies asociadas con los cultivos, son especies abundantes en cualquier parte y con rangos geográficos de distribución muy grandes (pueden encontrarse en muchos sitios). Aunado a esto, la presencia de especies en los campos de cultivo esta también en función de la vegetación circundante a los mismos, esta matriz produce un intercambio de especies entre los tres tipos de vegetación.

El muestreo fue realizado al final de la temporada invernal, lo que sin duda propició que solamente el 18% de las especies registradas fueran migratorias invernantes. Especies migratorias constituyen una parte importante de las comunidades aviarias, utilizando el hábitat de igual manera que las especies residentes. Sin embargo, en proyectos de esta índole, la atención especial debe concentrarse hacia las especies residentes que se reproducen (al menos de manera potencial) en el área. Durante los recorridos se encontraron nidos activos de la Tórtola colalarga (*Columbina inca*) y la Tórtola coquita (*Columbina passerina*) cada uno con dos huevos. Nidos de bolseros (*Icterus spp.*) fueron también encontrados aunque sin muestras de actividad. Una pareja de Aguililla cola-blanca (*Buteo albicaudatus*) manifestó un comportamiento similar al realizado por las aves de presa al momento de anidar, y aunque se buscó indicios de algún nido, no pudo ser confirmado. Se sugiere prestar atención a esta especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Criterios para evaluar la importancia de sitios de acuerdo a los tamaños de área de distribución de especies deberían ser considerados: de las ocho especies endémicas a México registradas en el área, dos de ellas son endémicas a la cuenca del Balsas. Esta ponderación de la importancia de especies basadas la extensión de la distribución podrían sugerir distintos patrones que deben ser considerados al evaluar el impacto

ambiental o en aspectos de conservación, por ejemplo, del conjunto de especies registradas en la selva, seis de ellas son endémicas a México.

#### 4.2.2.3 Paisaje y corredores biológicos

##### 4.2.2.3.1 Paisaje

Un componente muy importante del paisaje se refiere al arreglo espacial de las unidades ambientales del SAR, las cuales en este caso corresponden a los fragmentos de vegetación natural así como a las zonas con cobertura vegetal producto de actividades humanas (cultivos, potreros, vegetación secundaria, etc). Para evaluar la fragmentación y conectividad del SAR, se realizó una clasificación de los principales tipos de vegetación y usos de suelo a través del análisis de una imagen satelital LandSat ETM+ del año 2007 (30x30). Mediante una clasificación no supervisada en el programa IDRISI Taiga se elaboró un mapa de Uso de Suelo y Vegetación (USV) los cuales se resumieron en tres categorías principales: remanentes de SBC (clasificada como vegetación de SBC en buen estado de conservación, vegetación secundaria arbórea de SBC y vegetación riparia de SBC), zonas urbanas y cultivos, y cuerpos de agua. Con el fin de verificar y recalibrar la clasificación, los resultados del mapa obtenido fueron validados con información de campo. Posteriormente, se identificaron de manera visual los conglomerados más representativos de la categoría SBC y se cartografió su perímetro en el programa ArcGis9.3 (Figura 4-67).

De manera general, se determinó que la continuidad del hábitat denominado como SBC dentro del SAR no es constante. Esto se debe en gran medida, a la fragmentación producida por las actividades agrícolas de la región (en su mayoría la siembra de caña de azúcar). La distribución de la cobertura identificada como SBC se encuentra restringida principalmente a 16 fragmentos remanentes los cuales concentran el 29.9% de la cobertura de vegetación de SBC dentro del SAR (Figura 4-67, Tabla 4-25).

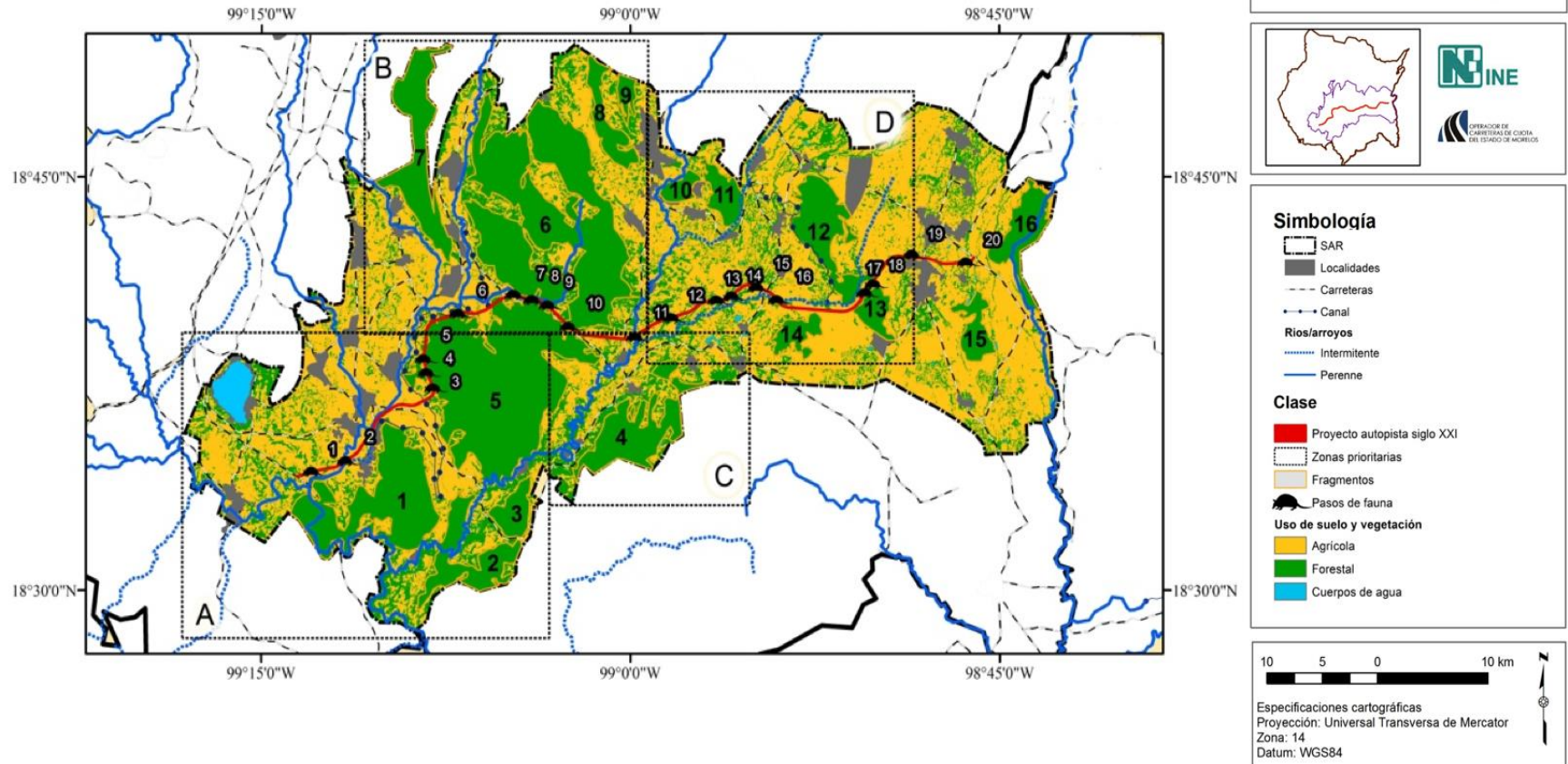


Figura 4-59 Distribución de los fragmentos de SBC dentro del SAR y zonas identificadas como prioritarias para mantener la conectividad del hábitat.



Para tener un panorama general de la fragmentación se calcularon algunas parámetros básicos recomendados por la literatura enlistados en la Tabla 7 (McGarigal 2006; Arroyo-Rodríguez y Mandujano 2006; Crooks y Sanjayan 2006; Kindlmann y Burel 2008). El tamaño promedio de los 16 fragmentos fue de 23.9 km<sup>2</sup> sin embargo, presentan un rango de variación en su área que va de los 3 a los 97 km<sup>2</sup>. Sin embargo, se sabe que los efectos negativos de producidos por la forma geométrica y extensión de borde (perímetro) de los fragmentos pueden influir de manera negativa sobre la capacidad que estos tienen para mantener áreas suficientes para el establecimiento de poblaciones viables (Andrén 1994; Primack et al. 2001; Fahrig 2003; Crooks y Sanjayan 2006).

En este sentido, se realizó un análisis de tamaño de área núcleo como medida para determinar el área efectiva de hábitat de cada fragmento (McGarigal 2006). Tomando un efecto de borde de 100 m, el área núcleo de los fragmentos presentó una variación de 1.7 a 85km<sup>2</sup> (Tabla 4-25). Además, se estimó el índice de regularidad geométrica (IRG) propuesto por Forman y Gordon (1986) para cada fragmento. Este índice reporta valores de entre 1 (lo cual significa una forma redondeada) y 5 (formas muy irregulares). La mayoría de los fragmentos presentaron índices que indicaban una tendencia más regular ( $\leq 2.5$ ) y sólo los fragmentos 3, 5 y 7 presentaron un índice mayor a 2.5 (Tabla 4-25). Por último, como un parámetro extra de fragmentación dentro del SAR se estimó la relación perímetro/área de cada fragmento. Se ha demostrado que esta relación se desempeña bien como descriptor tanto de la forma como de la capacidad de un fragmento para mantener biodiversidad (Krummel et al. 1987; Schumaker 1996; Helzer y Jelinski 1999). Esta relación se obtuvo mediante la división del perímetro de cada fragmento entre su área (McGarigal 2006). Valores altos en la relación perímetro/área indican fragmentos complejos y poco adecuados para mantener biodiversidad mientras que valores pequeños indican una mayor uniformidad geométrica y un área más adecuada para mantener la biodiversidad. La relación perímetro/área de cada fragmentos se mantuvieron en valores medios pero



resaltó el fragmento 9 con el valor mayor (4.3) y el fragmentos 5 con el valor menor (1) (Tabla 4-25).

Tabla 4-21 Métricas de fragmentación de los remanentes de SBC dentro del SAR

Métricas de fragmentación de los remanentes de SBC dentro del SAR								
Fragmento	Área (km <sup>2</sup> )	Tamaño promedio del fragmento (km <sup>2</sup> )	Porcentaje del SAR	Perímetro (km)	Tamaño del área núcleo (km <sup>2</sup> )	IRG	Relación perímetro /área	Calidad del hábitat
1	42.1	23.9	3.3%	58.2	36.3	2.5	1.4	medio/alto
2	17.7		1.4%	43	13.4	2.9	2.4	medio
3	7		0.5%	12.6	5.7	1.3	1.8	medio
4	23.2		1.8%	55.7	17.6	3.3	2.4	medio/alto
5	92.2		7.2%	87.6	83.4	2.6	1	alto
6	97.3		7.6%	123	85	3.5	1.3	medio/alto
7	25.8		2.0%	45.1	21.3	2.5	1.7	medio/bajo
8	9.2		0.7%	23	6.9	2.1	2.5	medio
9	3		0.2%	12.8	1.7	2.1	4.3	medio
10	3.7		0.3%	8.6	2.8	1.3	2.4	medio/bajo
11	7.5		0.6%	15.4	5.9	1.6	2.1	bajo/medio
12	20.3		1.6%	36.8	16.6	2.3	1.8	medio
13	5.6		0.4%	11.8	4.5	1.4	2.1	medio/alto
14	6		0.5%	17.6	4.2	2	2.9	bajo

Capítulo IV

<b>15</b>	7.5		0.6%	18.9	5.6	1.9	2.5	medio/alto
<b>16</b>	13.7		1.1%	28.8	10.8	2.2	2.1	medio/alto
<b>Total</b>	381.7	-	29.9%	-	-	-	-	-

La calidad del hábitat dentro del SAR no es homogénea, se identificó que las áreas mejor conservadas son los fragmentos grandes principalmente restringidos a los cerros, muy probablemente debido a que su complicada topografía ha limitado su conversión en zonas agrícolas. A través de la sobreposición del mapa de USV elaborado para este apartado se ha identificado la calidad del hábitat dentro de estos fragmentos. Las categorías son: a) calidad alta (más del 90% del área total del fragmento con una calidad buena), b) medio/alto (más del 60% pero menor del 90%), c) media (entre el 40% y el 60%), d) media/baja (más del 10% pero menor al 40%) y e) baja (menos del 10% con calidad buena). Se identificó que los fragmentos con mejor calidad del hábitat son el 1, 4, 5, 6, 13, 15 y 16 (Tabla 4-25). La mayor parte del área del trazo del proyecto Autopista Siglo XXI se concentrará en parcelas agrícolas o zonas previamente desmontadas (figura 4-68), de modo que se puede mencionar que su construcción no contribuirá de manera importante la fragmentación. Los fragmentos que sí serán afectados de manera negativa su área son el 1, 5, 6 y 13 (figura 4-67). Por otro lado, para los fragmentos 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y 15 no se modificarán de manera sensible en su configuración espacial. No obstante, es importante realizar acciones que promuevan el mejoramiento del hábitat y para evitar los efectos secundarios del establecimiento del proyecto.

No obstante, que el proyecto no afectará de manera sensible el estado de fragmentación del hábitat si establecerá barreras importantes que limitarán la conectividad del hábitat dentro del SAR. Se ha reconocido que el establecimiento del proyecto limitará la conectividad de ciertas áreas las cuales hemos clasificado como

zonas prioritarias de conectividad. Se identificaron cuatro zonas prioritarias de conectividad en las cuales serán afectadas directa e indirectamente con la construcción del proyecto y se ubican en los siguientes municipios y cadenamientos (figura 4.67):

**Zona A:** Tlaquiltenango, Tlaltizapán, Jojutla, Zacatepec, km (0-16+106)

**Zona B:** Tlaltizapán, Ayala, Jojutla, (km 16+106 - 28+673)

**Zona C:** Tlaltizapán, Ayala, Tepalcingo, (km 28+673 - 33+138)

**Zona D:** Ayala, Yecapixtla, Temoac, Jantetelco, Jonacatepec, Tepalcingo (km 33+138 - 60+193)

Dentro de la zona A, los fragmentos 1 y 5 perderán su conexión directa con los ríos (corredores) ubicados al norte de su posición lo que además representará una limitación para el conjunto de fragmentos de la zona (1, 2, 3, 4 y 5) con la laguna de Tequesquitengo, recurso muy atractivo para el grupo faunístico de las aves y anfibios. Las principales afectaciones para La zona B son el aumento en la franja de distancia entre los fragmentos 5 y 6 provocado por la construcción, contigua a una carretera estatal que parte los fragmentos, del proyecto con un derecho de vía de 60 metros. Además, como estos dos remanentes de SBC presentaron los indicadores más bajos de fragmentación y presentan las áreas más extensas de vegetación en buen estado de conservación, representan áreas que contribuirán de manera importante para mantener poblaciones importantes de fauna. Para la zona C, la principal afectación a su conectividad se daría de manera secundaria si se limita el flujo hídrico del río (corredor) que cruza de este a norte del fragmento 4. En la zona D, la conectividad del sitio se verá afectada por un lado, debido que la autopista está proyectada sobre una cañada (corredor) que conecta los fragmentos 12 y 13. Por los fragmentos 10 y 11 se verán afectados en su conectividad si se obstruye el flujo hídrico de los ríos (corredores) que atraviesan los fragmentos.

Por último, es importante reconocer que gran parte de la conectividad que existe entre los fragmentos identificados se encuentra mantenida por zonas de vegetación de cañadas, barrancas, cuencas y ríos que funcionan como corredores para la fauna. Sin embargo, en su mayoría presentan una baja calidad de hábitat por lo que se recomienda que las acciones de conectividad que se establezcan también deberán estar enfocadas a mejorar la calidad del hábitat dentro de estos corredores y evitar la obstrucción de los flujos hídricos de los mismos. Además, se sugiere que las acciones que busquen mantener o mejorar la conectividad del área se concentren en las zonas prioritarias identificadas como A, B debido a que funcionan como corredor entre las dos ANP's que se encuentran al norte y sur del SAR respectivamente.

### 4.2.3 Aspectos socioeconómicos

#### 1. Región económica

Las regiones socioeconómicas permiten conocer que nivel de oportunidades que se tienen en un estado, municipio y colonia en comparación con los niveles que han alcanzado otras regiones. Morelos se encuentra en la región socioeconómica número 4 centro este. La estructura económica del estado se puede clasificar de la siguiente manera:

- Municipios con desarrollo o potencial industrial: Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Zacatepec, Temixco y Emiliano Zapata.
- Municipios en transición con perspectivas de crecimiento industrial, Yecapixtla, Ayala, Xochitepec, Jojutla, Yautepec y Puente de Ixtla.
- Municipios con posibilidades de desarrollo turístico: Tlayacapan, Totolapan, Tlaquiltenango, Tepoztlán, Tlaltizapan, Tetela del Volcán, Huitzilac, Ocuituco y Amacuzac.
- Municipios con pocas posibilidades de crecimiento industrial o turístico y con

potencial agropecuario: Temoac, Zacualpan, Tepalcingo, Axochiapan, Tlalnepantla, Coatlán del Río, Mazatepec, Miacatlán, Tetecala, Jantetelco y Jonacatepec.

La estructura económica del estado de Morelos se encuentra diversificada, sin embargo se basa principalmente en actividades de carácter terciario, las cuales están compuestas principalmente del sector comercio y hoteles, además de transporte, almacenamiento, comunicaciones y servicios financieros.

## *2. Distribución y ubicación en un plano escala 1:50,000 de núcleos de población cercanos al proyecto y de su área de influencia*

Los principales núcleos de población que se ubican dentro del SAR se muestran en la Tabla 1 y en la figura 4-59.

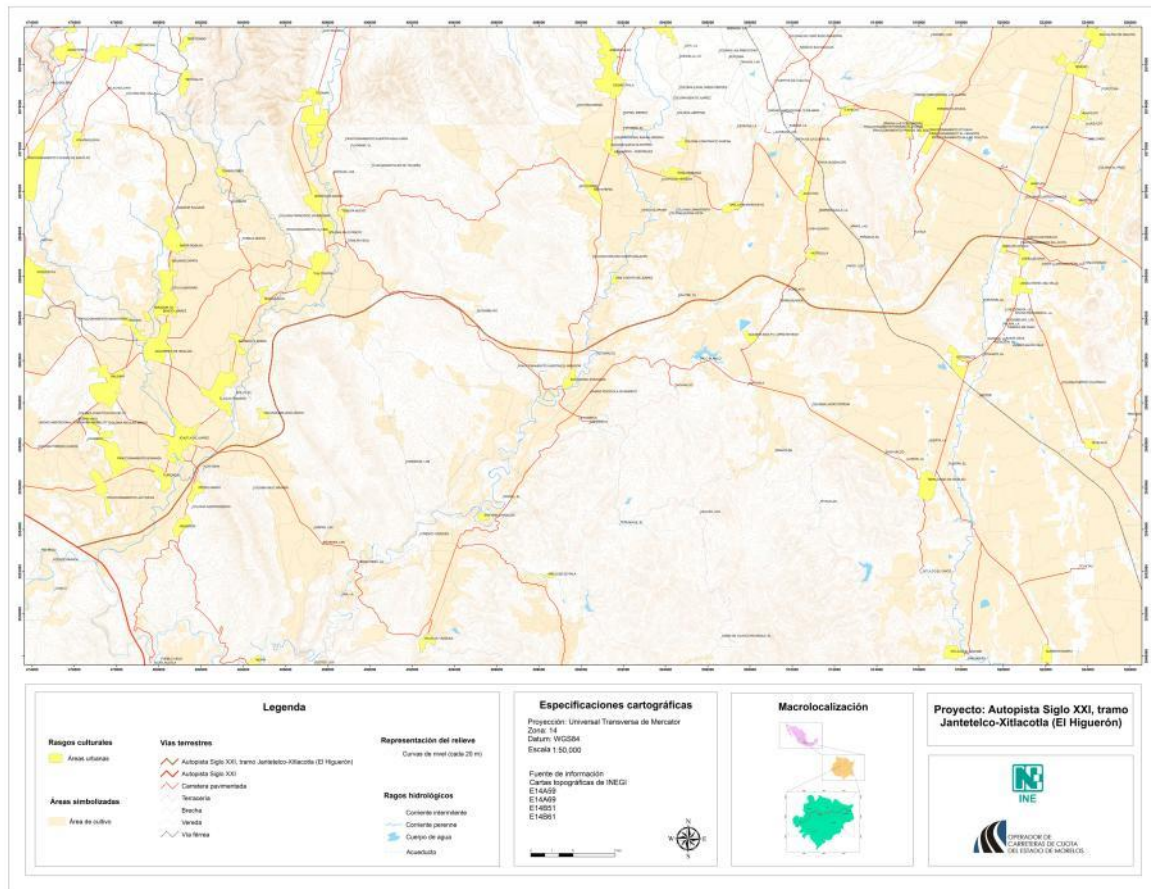


Figura 4-60 Principales localidades dentro del SAR del proyecto.

Tabla 4-22 Principales núcleos de población cercanos al área del proyecto.

Municipio	Localidad	Distancia del trazo al
Jojutla	Tlatchenchi	1,446.45
	Higuérón	909.51
	Pedro Amaro	430.37
	Jojutla	1,556.03
Tlaquiltenango	Tlaquiltenango	3,356.08
Tlaltizapán	Huatecalco	1,957.72
	Tlaltizapan	2,264.94
Ayala	Chinameca	3,595.28
	Moyotepec	7,356.82
	Tenextepango	6,489.93
Tepalcingo	Xaloxtoc	5,365.32
	Atotonilco	4,662.44
	Tepalcingo	8,528.29

Jonacatepec	Jonacatepec	1,921.21
Jantetelco	Amayuca	2,577.23
	Jantetelco	1,021.21

### 3. Número y densidad de habitantes por núcleo de población

De acuerdo a los datos reportados por el INEGI en el censo 2010, el número y densidad de la población se muestran en la tabla 2.

Dentro del SAR del proyecto los municipios más poblados son Jojutla con 66,658 habitantes y Ayala con 66,198 habitantes; mientras que los municipios menos poblados son Jonacatepec y Jantetelco con 13,655 y 14,673 habitantes respectivamente.

Tabla 4-23 Número y densidad de habitantes a nivel municipal.

Municipio	Población total	Densidad de población Hab/Km <sup>2</sup>
Ayala	66,198	201
Jantetelco	14,673	170
Jojutla	66,658	374
Jonacatepec	13,655	139
Tepalcingo	21,242	69
Tlaltizapan	46,561	191
Tlaquiltenango	31,703	52

### 4. Índice de pobreza

Morelos, con respecto de las 32 entidades, ocupó el lugar 16 en porcentaje de población en pobreza y el 19 en porcentaje de población en pobreza extrema. Por lo tanto, se ubica dentro de las 15 entidades con menor pobreza extrema en el país. En 2010, del total de la población que habitaba en el estado, 43.7 por ciento se



encontraba en situación de pobreza con un promedio de carencias de 2.4, es decir, 777,582 personas de un total.

El 7.0 por ciento de la población en 2008 se encontraba en situación de pobreza extrema con un promedio de carencias de 3.7, lo que significa que 125,229 personas. De lo anterior se deriva que el porcentaje de población en situación de pobreza moderada fuera de 36.6 por ciento con un promedio de 2.1 carencias, es decir, 652,353 personas.

Para 2010 el porcentaje de población vulnerable por carencia social fue de 34.4, lo que equivale a 612,610 personas, las cuales aun cuando tuvieron un ingreso superior al necesario para cubrir sus necesidades presentaron una o más carencias sociales; 5.4 por ciento fue la población vulnerable por ingreso, lo que equivale a 96,963 personas que no tuvieron carencias sociales pero cuyo ingreso fue inferior o igual al ingreso necesario para cubrir sus necesidades básicas. Por último, el porcentaje de población no pobre y no vulnerable fue de 16.5 por ciento, es decir, 293,173 personas.

De acuerdo al CONEVAL en el estado de Morelos, de 2008 a 2010, hubo una reducción del porcentaje de la población con carencias sociales de rezago educativo, carencia por acceso a los servicios de salud, carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por acceso a la alimentación. Asimismo, se registró una reducción en el porcentaje de población con un ingreso inferior a la línea de bienestar.

De 2008 a 2010 el porcentaje de la población en situación de pobreza disminuyó de 48.9% a 43.6%, y el de pobreza extrema disminuyó de 7.9% a 6.2%.

Tabla 4-24 Índice de pobreza en los municipios del SAR, Fuente: CONEVAL con base en INEGI 2010 y el MCS-ENIGH 2010

Municipio	Población total	Pobreza	Pobreza extrema	Pobreza moderada	Población con ingreso inferior a la línea de bienestar
Ayala	66,198	49.6	10.0	39.6	55.9
Jantetelco	14,673	56.9	9.4	47.5	58
Jojutla	66,658	41.7	4.3	37.4	48.2
Jonacatepec	13,655	54.8	8.7	46.1	56.8
Tepalcingo	21,242	63.3	12.9	50.4	65
Tlaltizapan	46,561	49.9	7.8	42	57.7
Tlaquiltenango	31,703	52.5	9.5	43.1	57.7

*5. Equipamiento: ubicación y capacidad de servicios para manejo y disposición final de residuos, fuentes de abastecimiento de agua, energía, etcétera*

Los desechos sólidos tienen ambientales y sanitarios la detección de sitios inadecuados para la disposición final de residuos la presencia de residuos peligrosos y la falta de valorización de los subproductos contenidos en los residuos, demuestran el riesgo para la salud pública, ambiente y la pérdida de recursos naturales.

El sitio de proyecto se ubica al centro-sur del estado de Morelos, donde se tienen una serie de poblaciones urbanizadas como son Higuierón, Pedro Amaro, Jojutla, Tlaquiltenango, Tlaltizapán San Vicente de Juárez, El Salitre, Huataco, Amacuitapilco, Jonacatepec y Jantetelco, las cuales cuentan con los servicios básicos como son luz, alcantarillado y agua potable. A su vez los municipios de Ayala, Jantetelco, Jojutla, Jonacatepec, Tepalcingo, Tlaltizapán y Tlaquiltenango cuentan con un total de 20 ha de superficie destinada a tiraderos de basura a cielo abierto donde depositan residuos

sólidos. Los cuales son suficientes para captar los 197 kg de residuos sólidos generados por el total del personal empleado.

En cuanto a plantas de tratamiento de agua, los municipios concentran un total de 7 plantas para el tratamiento de agua, distribuidas de la siguiente forma: Ayala cuenta con 1 (pública), Jantetelco con 1 (privada), Jojutla con 3 (2 privadas y 1 pública) y Tlaltizapán 2 (públicas).

## 6. Demografía

La situación demográfica del estado de Morelos al igual que la situación nacional presenta

- Tasas de natalidad y mortalidad bajas y en descenso marcado e irreversible,
- Una gran mayoría de población urbana.
- Concentración demográfica en zonas metropolitanas paralela a la dispersión de la población rural.
- Un cambio del Tabla de morbilidad y mortalidad hacia enfermedades crónico-degenerativas.
- Dando todo ello por resultado una pirámide de población en vías de base estrecha (descenso de la población menor de 14 años en proporción al resto de las edades) y cúspide media (aumento de la población mayor de 60 años).

### 6.1 Número de habitantes por núcleo de población

Los municipios con mayor número de habitantes son Jojutla con 66,658 habitantes y Ayala con 66,198 habitantes, los municipios con menor número de habitantes son Jonacatepec con 13,655 habitantes y Jantetelco con 14,673 habitantes.

## 6.2 Tasa de crecimiento

Los municipios con mayor tasa de crecimiento poblacional son Ayala con el 2.74% y Jonacatepec con el 2.45% por el contrario el municipio con la tasa de crecimiento menor es Tlaquiltenango con el 0.72%.

Tabla 4-25 Tasas de crecimiento en los municipios del SAR

Municipio	Tasa de crecimiento
Ayala	2.74%
Jantetelco	1.12%
Jojutla	1.30%
Jonacatepec	2.45%
Tepalcingo	1.62%
Tlaltizapan	2.9%
Tlaquiltenango	0.72%

## 7. Tipos de organizaciones sociales predominantes

Dentro de las organizaciones sociales que se encuentran en el estado de Morelos, las que actúan en pro del ambiente tienen un especial auge, a continuación se enlistan dichas organizaciones sociales:

- Frente de Defensa del Agua de Cuautla y Asociación de Vecinos del Fraccionamiento Manantiales
- Ejidos Unidos de la Zona Oriente General Emiliano Zapata, A.C.
- Sociedad de Solidaridad Social Hijos de Emiliano Zapata
- Comunidades Eclesiales de Base de Cuautla
- Frente de Pueblos de Morelos en Defensa del Agua, Tierra y el Aire
- Unión de Pueblos de Morelos

- Ejido de Tetela del Monte
- Ejido de Cuautla
- Asociación de Usuarios del Campo Ejidal las Victorias (Yautepec)
- Sociedad Cooperativa de Trabajadores de Pascual
- Consejo Directivo del Sistema Local de Agua Potable Independiente de la Colonia Benito Juárez, A.C.
- Consejo Local Patria Libre
- Asociación en Defensa de la Barranca de Los Sauces
- Guardianes de los Árboles

## 8. Vivienda

### 8.1 Oferta y demanda

**Ayala:** De acuerdo al censo de INEGI 2010 cuenta con 20,318 viviendas habitadas, de las cuales 20,314 son viviendas particulares, con un promedio de 3.9 habitantes por vivienda, el 76% (15,454) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 10.53% (2,129) tienen piso de tierra. El 89% (18,093) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

**Jantetelco:** Cuenta con 3,902 viviendas, de acuerdo al censo de INEGI 2010, el número de ocupantes es de 15,641, con un promedio de 4 habitantes por vivienda, el 82.02% (3,193) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 6.86% (267) tienen piso de tierra. El 74% (2,986) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

**Jojutla:** Cuenta con 14,986 viviendas, de acuerdo al censo de INEGI 2010, el número de ocupantes es de 55,076, con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda, el 67.71%

(10,114) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 6.80% (1,015) tienen piso de tierra. El 93.51% (14,195) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

**Jonacatepec:** Cuenta con 3,680 viviendas, de acuerdo al censo de INEGI 2010, el número de ocupantes es de 14,438, con un promedio de 3.9 habitantes por vivienda, el 78.51% (2,886) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 8.43% (310) tienen piso de tierra. El 71.67% (2,841) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

**Tepalcingo:** Cuenta con 6,510 viviendas, de acuerdo al censo de INEGI 2010, el número de ocupantes es de 25,346, con un promedio de 3.9 habitantes por vivienda, el 80.84% (5,260) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 12.43% (809) tienen piso de tierra. El 76.22% (4,933) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

**Tlaltizapán:** Cuenta con 13,009 viviendas, de acuerdo al censo de INEGI 2010, el número de ocupantes es de 48,657, con un promedio de 3.8 habitantes por vivienda, el 76.10% (9,790) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 12.13% (1,561) tienen piso de tierra. El 86.46% (11,203) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

**Tlaquiltenango:** Cuenta con 8,533 viviendas, de acuerdo al censo de INEGI 2010, el número de ocupantes es de 31,210, con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda, el 75.53% (6,427) de las viviendas tienen piso de cemento o firme, el 13.53% (1,151) tienen piso de tierra. El 84.82% (7,615) de las viviendas están construidas con ladrillo, tabique, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

## *8.2 Cobertura de servicios básicos (agua entubada, drenaje y energía eléctrica)*

**Ayala:** Cuenta con 18,687 (92.45%) viviendas que disponen de drenaje, 1,394 (6.90%) viviendas no disponen de drenaje; 18,350 (90.78%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 1,741 (8.61%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 19,877 (98.34%) viviendas disponen de energía eléctrica, 269 (1.33) viviendas no disponen de energía eléctrica; 16,354 (80.91%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

**Jantetelco:** Cuenta con 3,652 (93.81%) viviendas que disponen de drenaje, 225 (5.78%) viviendas no disponen de drenaje; 2,888 (74.18%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 992 (25.48%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 3,806 (97.77%) viviendas disponen de energía eléctrica, 75 (1.93) viviendas no disponen de energía eléctrica; 2,464 (63.29%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

**Jojutla:** Cuenta con 14,490 (97.01%) viviendas que disponen de drenaje, 365 (2.44%) viviendas no disponen de drenaje; 14,268 (95.52%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 601 (4.02%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 14,781 (98.96%) viviendas disponen de energía eléctrica, 121 (0.81%) viviendas no disponen de energía eléctrica; 13,603 (91.07%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

**Jonacatepec:** Cuenta con 3,437 (93.50%) viviendas que disponen de drenaje, 224 (6.09%) viviendas no disponen de drenaje; 2,376 (64.64%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 1,291 (35.12%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 3,643 (99.10%) viviendas disponen de energía eléctrica,



27 (0.73%) viviendas no disponen de energía eléctrica; 2,057 (55.96%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

**Tepalcingo:** Cuenta con 5,372 (82.56%) viviendas que disponen de drenaje, 1,122 (17.24%) viviendas no disponen de drenaje; 5,115 (78.61%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 1,370 (21.05%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 6,405 (98.43%) viviendas disponen de energía eléctrica, 94 (1.44%) viviendas no disponen de energía eléctrica; 4,057 (62.35%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

**Tlaltizapan:** Cuenta con 12,252 (95.24%) viviendas que disponen de drenaje, 517 (4.02%) viviendas no disponen de drenaje; 11,912 (92.59%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 877 (6.82%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 12,636 (98.22%) viviendas disponen de energía eléctrica, 193 (1.50%) viviendas no disponen de energía eléctrica; 10,709 (83.24%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

**Tlaquiltenango:** Cuenta con 12,252 (95.24%) viviendas que disponen de drenaje, 517 (4.02%) viviendas no disponen de drenaje; 11,912 (92.59%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, 877 (6.82%) viviendas no disponen de agua entubada de la red pública; 12,636 (98.22%) viviendas disponen de energía eléctrica, 193 (1.50%) viviendas no disponen de energía eléctrica; 10,709 (83.24%) viviendas disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

## 9. Urbanización

### 9.1 Vías y medios de comunicación existentes

**Ayala:** cuenta con una infraestructura carretera de 109 kilómetros de los cuales están asfaltadas 59.20 kilómetros las principales rutas son: Carretera federal Cuautla-Oaxaca que cubre las Unidades Habitacionales Mariano Matamoros y 10 de Abril y el poblado de Tlayecac, Carretera federal Cuautla-Jojutla cubre las localidades de Anenecuilco, Ayala, Olintepepec, Rafael Merino, Abelardo L. Rodríguez, Moyotepec, San Vicente de Juárez y Tecomalco. Carretera estatal, Tlayecac, Jaloxtoc, Huitzililla y Huacatlaco. Carretera estatal, Abelardo L. Rodríguez, Leopoldo Heredia, Tenextepango, Ahuehueyo y Jaloxtoc.

**Jantetelco:** Cuenta con vías de comunicación con los estados de la región centro del país y la capital; de oriente a poniente se encuentra comunicado con la carretera panamericana México-Oaxaca, hacia el estado de Puebla se encuentra comunicado a través de la nueva autopista Siglo XXI, que a su vez conecta con el puerto de Veracruz. De norte a sur, Jantetelco se encuentra comunicada con los municipios del oriente a través de la carretera que va del Municipio de Axochiapan, Tepalcingo, Jonacatepec, Temoac, Zacualpan y Tetela del Volcán en el extremo norte del estado. La parte sur oriente esta comunicada por una carretera local que une el municipio de Jantetelco con las comunidades de Tenango, San Antonio, Atlacahualoya, San Ignacio, Marcelino Rodríguez y Axochiapan. Al poniente, el municipio se comunica con la ciudad de Cuautla a través de la Carretera Panamericana que, a su vez, conecta en la ciudad de Cuernavaca, con la Autopista de Sol, hacia el puerto de Acapulco, Guerrero y hacia el norte con la Ciudad de México. La comunidad de Chalcatzingo se encuentra comunicada con la cabecera municipal y con la carretera Cuautla- Axochiapan, a través de una carretera local pavimentada que se encuentra en buenas condiciones.

**Jojutla:** El municipio es atravesado por la Autopista del Sol, cuyos destinos principales son México - Cuernavaca - Acapulco. Dentro del entramado de vialidades estatales que comunican el territorio municipal con el resto del Estado se pueden mencionar:

Carretera estatal número 14 Jojutla - Zacatepec

Carretera estatal número 2 Jojutla – Tlaquiltenango – Tlaltizapán. Carretera estatal Jojutla – Galeana – Xoxocotla – Alpuyecá. Carretera estatal Jojutla – Tlaltenchi – Tequesquitengo. Carretera estatal Tequesquitengo – Galeana. Carretera estatal Tequesquitengo – Tehuixtla – Tilzapotla. Carretera estatal Jojutla – Pedro Amaro – Higuierón – Xicatlacotla y, Carretera estatal Tehuixtla – Puente de Ixtla.

**Jonacatepec:** Las carreteras estatales que comunican a las diferentes localidades del municipio son: Carretera estatal Amayuca-Jonacatepec-Tepalcingo –Axochiapan. Carretera estatal Jonacatepec-Tetelilla - Atlacahualoya. Carretera estatal Jonacatepec-Amacuitlapilco. Carretera estatal Jonacatepec-Montefalco-Chalcatzingo.

Los caminos rurales complementan el sistema carretero municipal, a los cuales se incrementan los caminos de saca en los campos de cultivo, que en ocasiones sirven de acceso a localidades rurales menores.

**Tepalcingo:** Las carreteras de Tepalcingo comprenden 70.70 km. Existen carreteras asfaltadas desde México hasta el centro de la población, continúan por el lado opuesto para comunicarse con Izúcar de Matamoros y Puebla. Existe comunicación por carreteras con otras localidades mediante las vías: Tepalcingo-México; Tepalcingo-puebla Tepalcingo-Cuernavaca Tepalcingo-Cuatla.; Tepalcingo-Jonacatepec, Tepalcingo-Izúcar de Matamoros también se comunica por medio de carreteras con Huitchila, Zacapalco, El Limón, Los Sauces, El Tepehuaje, Pitzotlán, Ixtlilco El Chico e Ixtlilco El Grande.

**Tlaltizapan:** Las principales vías: las carreteras estatales Jojutla-Yautepec, Tlaltizapán-Chinameca, Tlaltizapán - Moyotepec, Tlaltizapán - Huatecalco y Tlaltizapán-Santa Rosa Treinta; así mismo cuenta con carreteras vecinas que unen a la cabecera municipal con las localidades del municipio. El municipio puede

intercomunicarse, ya que todas las comunidades tienen acceso vehicular, pues tiene una red carretera con una superficie de rodamiento de 66.80 kilómetros

**Tlaquiltenango:** las principales vías las carreteras estatales Jojutla-Yautepec; Tlaquiltenango-Zacatepec; Tlaquiltenango-Huautla y Tlaquiltenango-Chimalacatlán; asimismo cuenta con carreteras vecinales que unen la cabecera municipal con las localidades del municipio.

### *9.2 Medios de comunicación*

**Ayala:** Los diarios que circulan son estatales y municipales, así como una gaceta municipal que es editada mensualmente. Las señales de radio que llegan al municipio son estatales y nacionales, los canales televisivos estatales nacionales e internacionales a través de antenas y sistemas. En las comunidades de Ayala, Anenecuilco, Apatlaco, Chinameca, Moyotepec, Jaloxtoc, Ahuehuevo, Abelardo I. Rodríguez, Leopoldo Heredia, Olintepec, se cuenta con teléfono, el cual es automático y en el resto de las localidades únicamente existen casetas telefónicas. Otro medio de comunicación que se tiene es el telegráfico, con 4 oficinas Ayala, Anenecuilco, Tenextepango y se cuenta con oficinas postales en Anenecuilco, en el resto del municipio se distribuye a través de los ayudantes municipales con lo cual se cubre el 100% del municipio.

**Jantetelco:** Cuenta con los siguientes medios de comunicación teléfono, periódicos, correo, telégrafo así como señales de radio y televisión, las comunidades apartadas cuentan con servicio de telefonía rural vía satélite Periódicos La Prensa, El Sol De Cuautla y Diario de Morelos Estaciones de Radio Todas las de A.M. y F.M. Canales de Televisión 6,7,9,11,13 y 28. Teléfono Convencional, con una cobertura total del 40%. Oficinas de Telégrafos y Correo, existen únicamente en la cabecera municipal. Televisión por Cable o Satélite, con una cobertura total del 10%.

**Jojutla:** Existen en el municipio 2 estaciones de radio para el esparcimiento e información, 3 periódicos y sistema de cable de televisión. Cuenta con servicio postal y telegráfico, central telefónica con el 65% de usuarios domésticos, 35% de instalaciones públicas para tarjeta, además de telefonía celular.

**Jonacatepec:** Existe una publicación mensual del periódico Jonacatepec, una diversidad de diarios, se receptan gran cantidad de estaciones de radio de la Ciudad de México, Cuernavaca y Cuautla. Así como los canales de televisión de televisa, TV Azteca y el del Instituto Politécnico Nacional. Transportes públicos . Se cuenta con líneas foráneas, taxis, colectivos y microbuses que se enlazan con los demás municipios. Existen administraciones telegráficas y de servicio postal ubicadas en la cabecera municipal.

**Tepalcingo:** Cuenta con una oficina de telégrafos y una de correos en la cabecera municipal, así como una antena de microondas instalada en el cerro tepactzin. El teléfono convencional tiene una cobertura de un 10% de la población general de la cabecera municipal y cada una de las localidades de este municipio cuenta por lo menos de una caseta telefónica, y muy pocas personas poseen teléfono celular. A este lugar ha llegado la televisión vía satélite

**Tlaltizapan:** Las estaciones de radio que se escuchan en el municipio son: Jojutla xhart en señal a.m. de 30,000 wats, la xhzpc la super "z", f.m. de 15,000 wats y la XHJLA estéreo viva de 1,000 wats de potencia en F.M. El 20% de la población cuenta con líneas telefónicas y el resto con un servicio de casetas que son 11 en el municipio. Oficina de Telégrafo y correos

**Tlaquiltenango:** Recibe los servicios de teléfono, correo, telégrafo, así como señales de radio y televisión, las comunidades apartadas cuentan con servicio de telefonía rural vía satélite. La transportación se realiza a través de autobuses, colectivos y taxis.

### *9.3 Disponibilidad de los servicios básicos*

**Ayala:** En cuanto al servicio de alumbrado público este es de 96.66% y se están realizando los trámites de ampliación eléctrica para cubrir esta creciente necesidad al 100%. Asimismo se cuenta con una brigada que está supervisando y rehabilitando todas aquellas lámparas que no funcionan y gestionando ante la CFE las reparaciones mayores.

**Jantetelco:** El municipio tiene cubiertos los siguientes servicios: Agua potable 80%, alumbrado público 80% y pavimentación 80%.

**Jojutla:** La población cuenta con los servicios siguientes: agua entubada 93.7%, drenaje 92.2%, energía eléctrica 98.6%, servicio de limpia 90%, seguridad pública 80%, pavimentación 75%.

**Jonacatepec:** El abasto de agua potable en el municipio de Jonacatepec, cubre el 75%, para ello se cuenta con 9 pozos profundos de los cuales solo operan a la fecha 7 de ellos; obteniéndose un abastecimiento promedio de 76 litros. La electrificación y alumbrado público, lo realiza el Ayuntamiento a través de la regiduría de desarrollo urbano y obras públicas, y tiene una cobertura del 95% y 90% respectivamente.

**Tepalcingo:** La red de agua potable, el alumbrado público, el mantenimiento del drenaje urbano y el rastro constituyen una cobertura del 80% de la demanda, la pavimentación en las calles y avenidas principales están cubiertas en un 70%.

**Tlaltizapan:** El municipio cuenta con una cobertura aproximada del 80% de alumbrado en vía pública. Existe un importante número de viviendas que no disponen de agua entubada y que, por su localización, en su mayoría son de difícil instalación, ya sea por causas geográficas, por disponibilidad del servicio o por problemas legales de tenencia de la tierra.



**Tlaquiltenango:** Los servicios públicos en este municipio tienen una buena cobertura con un porcentaje del 80% en casi todos sus servicios.

### *10. Salud y seguridad social*

Entre los servicios de Salud del estado de Morelos existe una red de unidades médicas de los diferentes niveles de atención: Centros de Salud, Hospitales Generales, Hospitales Comunitarios, Unidades de Especialidades Médicas y Caravanas de Salud, distribuidos en los 33 municipios de la entidad.



Figura 4-61 Institución de salud, Jojutla.



**Ayala:** La Población tiene acceso a diferentes tipos de instituciones como el IMSS, SSM, ISSSTE, y servicios médicos particulares. El IMSS atiende una Población del orden de 9,609 derechohabientes, el ISSSTE 3,345 aunque vale la pena mencionar que muchos derechohabientes acuden directamente a la clínica de Cuautla por estar más equipada; el Sistema de Salud Morelos atiende a 24,860 derechohabientes. Lo que nos da una Población atendida por organismos de gobierno de 37,814 personas, que representa el 58% del total de la Población.

**Jantetelco:** Cuenta con 4 centros de salud ubicados en las comunidades de Jantetelco, Amayuca, Chalcatzingo y Tenango; en San Antonio asiste un médico que proporciona atención médica a la población 3 días a la semana. Estos centros de salud dependen de la Jurisdicción Sanitaria No. III de la ciudad de Cuautla y cuentan con una infraestructura de 6 camas censables, 7 consultorios, 8 mesas de exploración y 4 mesas de expulsión. Asimismo atienden 6 médicos (2 de base y 4 pasantes) y 8 enfermeras.

**Jojutla:** El municipio cuenta con 9 clínicas de primer nivel y un hospital de 2º nivel; los servicios son prestados por IMSS, ISSSTE, SSA, además de 27 consultorios particulares, en total atienden en estas dependencias 37 médicos generales, 26 especialistas, asistidos por 128 enfermeras de contacto y 14 en otras actividades; se cuenta con 60 camas censadas y 38 posibles. Se generan en promedio 87,029 consultas generales y 7,905 de especialidades.

**Jonacatepec:** La población derechohabiente de las instituciones de seguridad social al 31 de diciembre de 1995 en el municipio es de 3,026 personas, distribuidas de la siguiente manera: 1,177 reciben el servicio del IMSS y 1849 para el ISSSTE. Estos números representan el 22.99 % del total de la población municipal con acceso a

dicho servicio. La asistencia social es muy importante de señalar ya que cubre el 77.01% de la población, por supuesto sin dejar de señalar los servicios médicos particulares que representan un apoyo significativo en la asistencia médica.

**Tepalcingo:** El municipio cuenta con centros de salud en las siguientes comunidades: Tepalcingo, Ixtlilco El Chico, San Miguel Ixtlilco, Atotonilco, Huitchila y Zacapalco. En la cabecera municipal existe una clínica del seguro social, un consultorio que atiende a derechohabientes del ISSSTE, también se pueden consultar 5 médicos particulares, las farmacias pueden solventarla demanda de medicinas de la comunidad tepalcinguense.

**Tlaltizapan:** Los servicios médicos son proporcionados a través de siete unidades de consulta externa, una del I.M.S.S., una del I.S.S.S.T.E. y 5 del Gobierno del Estado, además de la consulta directa particular que imparten clínicas o consultorios privados. Tlaltizapán tiene una población asegurada entre el IMSS y el ISSSTE, de 3,674 familias aún cuando la población atendida por todas las instituciones de salud, es de 11,679 usuarios, por un total de quince médicos. La consulta otorgada por las tres instituciones fue de 46,055 con 37,882 en consulta general y 8,133 en urgencias.

**Tlaquiltenango:** Los servicios de salud son proporcionados a través de centros de salud en las localidades del municipio y en la cabecera municipal se cuenta con una clínica hospital de primer nivel. Son 9 las unidades médicas, todas de primer nivel en las que 14 médicos y 122 enfermeras hacen posible las 31,735 consultas generales realizadas.

## 11. Educación

**Ayala:** Cuenta con una gran infraestructura educativa en los niveles básico y medio superior en el primero se cuenta con 100 escuelas de los niveles de preescolar, primaria que albergan a 13,405 alumnos. En el nivel medio superior se tienen tres planteles: C.B.T.I.S. 194, en la cabecera, C.B.T.A. en Chinameca, y un CECYT en Tenextepango, con un total de 3, 405 alumnos, asimismo se ubica en el municipio el Instituto Profesional de la Región Oriente el cual recibe la matrícula de toda la Región oriente del estado.

**Jantetelco:** La infraestructura del Nivel Preescolar, se integra de 7 centros educativos en las que se ubican 29 aulas funcionando 24 grupos, con una plantilla de 20 profesores que atiende en conjunto una población estudiantil de 376 alumnos. La infraestructura Educativa de Nivel Primaria, se integra por 12 planteles, en donde se ubican 91 aulas y funcionan 80 grupos de clases de primer a sexto grado, con una plantilla de 82 profesores que atienden una población escolar de 2,738 alumnos. En el Nivel Secundaria y/o Telesecundaria, se cuenta con 5 planteles, que aprovechan una infraestructura de 36 aulas, en las cuales trabajan 57 profesores que atienden 37 grupos, y una población estudiantil de 675 alumnos. En el Nivel Medio Superior, se cuenta el Colegio de Bachilleres del Estado de Morelos (COBAEM).

**Jojutla:** El nivel preescolar cuenta con 30 escuelas a las que asisten 1,535 niños que son atendidos por 75 docentes en 96 grupos. Son 35 las primarias con las que cuenta el municipio y a las que asisten 4,196 hombres y 4,126 mujeres que suman un total de 8,322 estudiantes. 199 maestros de secundaria atienden a 3,679 estudiantes en 15 escuelas, 118 aulas y mediante los cuales encontramos a 1,066 hombres y 1,219 mujeres. El nivel de bachillerato está representado por 6 escuelas con un gran número de estudiantes. Hombres 1,385, mujeres 1,367, total 2,752, maestros 47 y aulas 39. También se cuenta con un Instituto de Estudios Profesionales que imparte las carreras de Licenciatura en Administración de Empresas y Derecho.

**Jonacatepec:** Se imparte educación preescolar, primaria, secundaria y bachillerato. También se imparten cursos de educación para adultos y capacitación para el trabajo. En el nivel preescolar asisten 367 alumnos, en el nivel primaria se atienden a 2,377 alumnos y en el nivel secundaria a 584.

**Tepalcingo:** El municipio cuenta con 17 escuelas primarias, con una población estudiantil de 3,000 alumnos, siete escuelas secundarias de las cuales dos son federales y cinco son telesecundarias y atienden a 1,406 alumnos, a nivel medio superior están a la disposición de la población la escuela preparatoria federal por cooperación "Mariano Matamoros", y el colegio de bachilleres plantel 07 a las cuales asisten 1,212 alumnos.

**Tlaltizapan:** Cuenta con un total de 69 instituciones educativas: 23 en el nivel preescolar donde asisten 1,586 alumnos, 31 en nivel primaria con dos zonas escolares que atienden a 5,745 alumnos, 11 secundarias de tipo general y telesecundarias donde asisten 2,204 alumnos y 4 de nivel medio superior, de las cuales 3 dan capacitación terminal y son 2 colegios de bachilleres, un centro de bachillerato tecnológico y una preparatoria de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos que atienden a 1,262 alumnos.

**Tlaquiltenango:** El municipio cuenta con la infraestructura adecuada para la impartición de educación en los niveles preescolar al cual asisten 934 alumnos, primaria 3,771 alumnos, secundaria 1,362 alumnos, bachillerato técnico agropecuario y cursos de educación para adultos.

### 11.1 Población de 6 a 14 años que asiste a la escuela

**Ayala:** Tiene una población de 14,638 habitantes de entre 6 y 14 años de edad, de los cuales 13,405 asiste a la escuela y 1,176 no asisten a la escuela.

**Jantetelco:** Tiene una población de 2,889 habitantes de 6 a 14 años de edad, de los cuales 2,738 asiste a la escuela y 148 habitantes no asisten a la escuela.

**Jojutla:** Tiene una población de 8,862 habitantes de 6 a 14 años de edad, de los cuales 8,322 asiste a la escuela y 508 habitantes no asisten a la escuela.

**Jonacatepec:** Tiene una población de 2,510 habitantes de 6 a 14 años de edad, de los cuales 2,377 asisten a la escuela y 131 habitantes no asisten a la escuela.

**Tepalcingo:** Tiene una población de 4,514 habitantes de 6 a 14 años de edad, de los cuales 4,308 asisten a la escuela y 198 habitantes no asisten a la escuela.

**Tlaltizapan:** Tiene una población de 8,748 habitantes de 6 a 14 años de edad, de los cuales 8,208 asiste a la escuela y 515 habitantes no asisten a la escuela.

**Tlaquiltenango:** Tiene una población de 5,540 habitantes de 6 a 14 años de edad, de los cuales 5,201 asiste a la escuela y 329 habitantes no asisten a la escuela.

## 11.2 Índice de analfabetismo

**Ayala:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 54,495 personas, de las cuales 25,808 son hombres y 28,687 son mujeres.

**Jantetelco:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 10,972 personas, de las cuales 5,219 son hombres y 5,753 son mujeres.

**Jojutla:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 40,762 personas, de las cuales 19,091 son hombres y 21,671 son mujeres.

**Jonacatepec:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 10,629 personas, de las cuales 5,013 son hombres y 5,616 son mujeres.

**Tepalcingo:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 17,998 personas, de las cuales 8,602 son hombres y 9,396 son mujeres.

**Tlaltizapan:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 34,456 personas, de las cuales 16,492 son hombres y 17,964 son mujeres.

**Tlaquiltenango:** Tiene una población analfabeta de más de 15 años de 22,736 personas, de las cuales 11,092 son hombres y 11,644 son mujeres.

## 12. Aspectos culturales y estéticos

**Ayala:** En Tlayecac se cuenta con pinturas rupestres que se localizaron en la barranca la cuera (paso del diablo) y barranquillas de las torres (ojo de agua) así como una pirámide que se localiza a un costado de la ayudantía municipal ubicada en la calle 5 de mayo. En la Olin-tepec se cuenta con la zona arqueológica. Ruinas de Olin-tepec, ex-Hacienda de Tenextepango, ex-Hacienda de Coahuixtla. Parroquia de San José en Ayala Parroquia de San Miguel Arcángel de Anenecuilco. Parroquia de Santiago



Apóstol de Tenextepango. Kiosco de Ayala. Plaza Cívica Francisco Ayala. Monumento a Emiliano Zapata en el zócalo de Chinameca (figura 4-60).



Figura 4-61 Monumento a Emiliano Zapata, en Chinameca.



**Jantetelco:** Cuenta con la zona arqueológica Chalcatzingo es una de las zonas arqueológicas más significativas del Altiplano Central Mexicano, sus vestigios culturales están estrechamente relacionados con la interacción de la cultura Olmeca de la costa del Golfo con el Altiplano Central Mexicano, es un yacimiento arqueológico localizado en el valle de Morelos. El sitio es ampliamente conocido por su importante acervo de arte monumental e iconografía de estilo Olmeca. El escenario que enmarca Chalcatzingo es espectacular, dos espectaculares laterales lo resguardan: el cerro delgado y el cerro de Chalcatzingo. En la iconografía Olmeca esto representa la entrada al mundo de los muertos, Presencia de balnearios. Otros atractivos culturales son: convento de San Pedro Apóstol del siglo XVI, iglesia de San Mateo, los templos de San Francisco y el de Santa Clara de Montefalco, la ex-Hacienda de Tenango.



Figura 4-62 Cerro Chalcatzingo, sitio donde se desarrollan actividades ecoturísticas, este es el punto de entronque con la autopista a Puebla.

**Jojutla:** Cuenta con monumentos históricos como son Santa María Tlatenchi, de Nuestra Señora de Guadalupe, San Juan Bautista Teocalcingo, de los Tres Santos Reyes Nexpa, Hacienda La Perseverancia, molino de arroz fundado en 1870. La Tentación, Hotel México, Estación del FF.CC., Palacio Municipal. Ruinas Arqueológicas Vicente Aranda, en proceso de rescate.

**Joncatepec:** Cuenta con el templo y ex convento de San Agustín, el cual aunque no forma parte del Programa Ruta del Volcán Popocatepetl, ni forma parte de los 14 conventos declarados como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, sin embargo, es considerado como un gran conjunto conventual de belleza significativa, que representa un potencial para aprovechamiento turístico.

Las Pilas, que es uno de los atractivos turísticos de la localidad, donde además existe una Zona Arqueológica. Zona arqueológica de Chalcatzingo

**Tepalcingo:** La feria de más tradición en el Estado de Morelos es la de Tepalcingo, a la misma concurren peregrinos de los estados de Oaxaca, Guerrero, Puebla, Tlaxcala, México, Jalisco, Michoacán, y es en realidad conocida en toda la República Mexicana. En esta feria se representan las danzas de los Conduros, los doce pares de Francia, los Tecuanes y los Chinelos.

**Tlaltizapan:** Cuenta con las haciendas de San Francisco, San Miguel Treinta, Santa Rosa Treinta, Xochimancas, Acamilpa y Ticumán, las iglesias de San José, la Virgen de Guadalupe, San Pedro, Santo Domingo de Guzmán y la de Santa Rosa de Lima, así como la iglesia y ex convento de San Miguel. Museo del cuartel del general Emiliano Zapata, ubicado en Ticumán.

**Tlaquiltenango:** El templo y convento de Santo Domingo, edificación del siglo XVI; haciendas de Las Bóvedas y de Los Hornos; y la torre de mampostería que existe en lo que actualmente es el balneario El Rollo.

### 13. Aspectos sociales

#### *13.1 Presencia de grupos étnicos y religiosos*

En el estado de Morelos, el total de personas de más de 3 años que hablan una lengua indígena para el 2010, asciende a 31 905. La población indígena en Morelos se dispersa en los 33 municipios que integran la entidad, sin embargo en 15 de éstos se concentran en un rango mayor. Conforme a la variable de hablantes de lengua indígena (H.L.I. de 5 años y más) que emplea el INEGI, advertiremos que en algunos de los municipios es más representativa la población indígena inmigrante de origen mixteco, tlapaneco y zapoteco, procedentes de los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca, que la identificada como nahua originaria de Morelos.

**Ayala:** En el municipio la población inmigrante indígena mixteca y tlapaneca es más significativa que la nahua; en Tlayacapan los mixtecos y en Totolapan y Yecapixtla los tlapanecos y mixtecos, que se emplean como jornaleros agrícolas para el corte de la caña y el angú, así como para la cosecha del ejote, el jitomate y la cebolla.

**Jantetelco:** La presencia indígena en el municipio asciende a 157 personas hablantes, esto representa un 1.33% de la población total. Sus dos principales lenguas en orden de importancia son la Náhuatl y Zapoteco respectivamente. Con respecto a otros grupos religiosos, predomina la religión católica con 9,982 personas de 5 años y más que la profesan, mientras que personas del mismo rango de edades son población que pertenece a otro tipo de creencias religiosas como la Evangélica con 675, judaica con

56 y con 1,057 Testigos de Jehová, Pentecostés, Israelita y mormones.

**Jojutla:** Es mestiza la mayoría de la población, una parte reducida habla náhuatl y más pequeña aún es la que habla mazahua. Son 809 habitantes hablantes de lengua indígena los cuales hacen un porcentaje del 1.75% del total del municipio. En cuanto a la religión, predomina la religión católica con un total de 37,130 habitantes mayores de 5 años, mientras que la evangélica con 4,694, la judaica con 96 y otras con 4,330.

**Jonacatepec:** En el municipio, sólo se conoce a un pueblo indígena, que es Amacuitlapilco, y se creó que es de descendencia tlahuica. En el 2000 la presencia indígena en el municipio corresponde a 124 habitantes hablantes de lengua indígena, lo que representa el 1.05% de la población municipal. De las creencias religiosas que se presentan en el municipio se encuentran: Católica con 10,373 habitantes, Evangélica con 607 personas, judaica con 28 creyentes y Pentecostés, Sabadistas, 7° Día, La Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos días y Luz del Mundo con 795 habitantes.

**Tepalcingo:** Con 122 hablantes de lengua indígena representando un 0.59% del total de la población, esta de manifiesto los grupos étnicos en este municipio. Mientras que su principal lengua indígena es la Náhuatl y la segunda el Mixteco. En lo que a religión respecta, la predominante es la católica con 16,187 habitantes, le sigue la evangélica con 2,039 habitantes, la judaica con 10 habitantes y otras que sumadas son 2,545 habitantes.

**Tlaltizapán:** La presencia indígena reporta a 678 habitantes hablantes, representando un 1.76% del total de la población. En cuanto a religión, existe una diversificación de religiones dentro de las que se encuentran la Católica en primer lugar con 31,182 habitantes que la profesan, la Evangélica con 3,500 habitantes, la

judaica con 37 habitantes y con 3,851 habitantes agrupados entre Testigos de Jehová, Pentecostés, Episcopales y Mormones

**Tlaquiltenango:** Se registran 224 personas hablantes de lengua indígena, representados por un 0.87% de la población. Mientras que su principal lengua indígena es la Náhuatl y la segunda es la Otomí. En cuanto a los grupos religiosos que se ubican en el municipio, la religión católica es la predominante, el número de católicos mayores de 5 años llega a 18,216 habitantes, mientras que los habitantes de la religión evangélica son 3,523, judaica con 164 y en el mismo rango de edades las otras religiones con 3,889.

### 13.2 Localización y caracterización de actividades culturales y religiosas

**Ayala:** las actividades culturales y religiosas que se desarrollan en el municipio son: Ayala, 12 de diciembre a la virgen de Guadalupe; 19 de marzo a San José. Constancio Farfán; 3 de mayo día de la Santa Cruz. Loma Bonita, 15 de mayo San Isidro el labrador. Anenecuilco, 8 de agosto natalicio de Emiliano Zapata; 29 de septiembre San Miguel Arcángel y marzo o abril, quinto viernes de cuaresma. Tecomalco, 15 de mayo San Isidro el labrador San Vicente de Juárez, 02 de febrero día de la candelaria. Palo Blanco, 03 de mayo día de la santa cruz. Emiliano Zapata, 15 de mayo San Isidro el labrador. San Pedro Apatlaco, 2 de febrero día de la candelaria; 29 de junio San Pedro Moyotepec, 6 de enero Tres Reyes Magos. Jaloxtoc, 8 de diciembre virgen de la Concepción. Olintepepec, 24 de diciembre nacimiento del niño Jesús. Unidad Habitacional 10 de abril, 10 de abril aniversario de la unidad Abelardo I. Rodríguez, 4 de octubre San Francisco de Asís. Leopoldo Heredia, 5 de mayo batalla de Puebla. Buenavista, 12 de diciembre Virgen de Guadalupe Huacatlaco, 24 de agosto de San Bartolo. Ahuehuevo, 24 de junio San Juan Bautista. Huitzililla, 21 de diciembre Santo

Tomas. Tlayecac, 25 de abril San Marcos. Chinameca, 25 de diciembre el nacimiento del niño Jesús. Tenextepango, 25 de julio Sr. Santiago Apóstol. Rafael merino, 24 de octubre San Rafael. El salitre, 12 de enero Virgen de Guadalupe. El vergel, 15 de enero Santa Rita. San Antonio, 13 de junio san Antonio.

**Jantetelco:** El 29 de junio, hay una fiesta en honor al santo patrono San Pedro Apóstol, con feria, el 13 de diciembre, fiesta cívica en honor al levantamiento en armas del cura Mariano Matamoros; y el domingo anterior a la festividad de los fieles difuntos se realiza el tianguis más importantes del año.

**Jojutla:** Feria de Año Nuevo del 1 al 10 de enero en la ciudad de Jojutla de Juárez. Del día de la bandera del 24 al 28 de febrero en Jicarero. Semana Santa en Jojutla. Semana cultural del 21 al 29 de marzo en Jojutla. 24 de junio fiesta de San Juan en Panchimalco. 8 de septiembre Santa María Tlatenchi. Fiestas patrias del 8 al 17 de septiembre en Jojutla. 4 de octubre San Francisco en Higuierón. De la virgen del rosario el primer domingo de octubre en Tehuixtla 5 días. Movable feria del arroz 7 días en Jojutla. 1 y 2 de noviembre día de muertos. De la revolución mexicana 20 de noviembre. 11 y 12 de diciembre Nuestra Señora de Guadalupe. Del 16 al 25 de diciembre posadas y Navidad.

**Jonacatepec:** Las fiestas populares son: el 5 de mayo, fiesta cívica con carros alegóricos, corrida de toros y teatro; 1 y 2 de noviembre, conmemoración de Todos los Santos y fieles difuntos; y 12 de diciembre, fiesta en honor a la virgen de Guadalupe con feria y danza de vaqueritos; Feria de la Cebolla en el mes de diciembre.

**Tepalcingo:** La feria de más tradición en el Estado de Morelos es la de Tepalcingo, a la misma concurren peregrinos de los estados de Oaxaca, Guerrero, Puebla, Tlaxcala, México, Jalisco, Michoacán, y es en realidad conocida en toda la República Mexicana. En esta feria se representan las danzas de los Conduros, los doce pares de Francia, los



Tecuanes y los Chinelos. En ella se exponen sus mercancías comerciantes de los estados mencionados.

**Tlaltizapan:** Se realiza el carnaval de los tres martes, cuya fiesta es variable; pero siempre son cinco días antes del miércoles de ceniza, se baila el brinco del chinelo, se realizan bailes y la coronación de la reina del carnaval; a los quince días se realizan ferias y jaripeos (toros), durante la Semana Santa se hace la representación de las tres caídas en el zócalo de la localidad y el Viernes Santo se efectúa una peregrinación con el Santo Entierro, durante los tres martes siguientes se realizan diferentes festejos. El 10 de abril se conmemora la muerte del general Emiliano Zapata. El 13 de agosto se conmemora a los mártires de Tlaltizapán. 27 de septiembre conocido como día de aniversario llegan a la parroquia peregrinaciones de diferentes localidades de Morelos, estado de México y Guerrero. 28 de septiembre se celebra la víspera con música de viento de la localidad. 29 de septiembre se festeja a San Miguel Arcángel patrono del lugar con misa de tres ministros y procesiones. 12 de diciembre se realiza la peregrinación en honor de la Virgen de Guadalupe en el que se lleva a todas las imágenes de los barrios, hasta quedar sólo la imagen de la parroquia. El 29 y 30 de agosto se celebran las fiestas de Santa Rosa de Lima, patrona del lugar, con bailes y jaripeos (toros). El 29 de septiembre en San Miguel Treinta es la fiesta de San Miguel Arcángel patrono del pueblo. En Ticumán el 13 de noviembre se celebra a San Diego que es el patrón del pueblo.

**Tlaquiltenango:** el 2 de febrero se celebra el día de la candelaria con feria, jaripeo (toros), baile del Chinelo y danza de Tecuanes, esta misma fiesta se celebra en varias de las localidades del municipio; y 12 de diciembre, en Tlayehualco se celebra la aparición de la Virgen de Guadalupe con danzas peregrinaciones.



### *13.3 Valor del paisaje*

Entre los atractivos derivados del valor paisajístico que se encuentran en la zona del proyecto, principalmente se encuentran los balnearios, zonas de aguas termales, así como barrancas las cuales cuentan con especies de valor estético y representan sitios que pueden ser utilizados para actividades ecoturísticas.



Figura 4-63 Río en Tecomalco

**Ayala:** Barranca la cuera (paso del diablo) y barranquillas de las torres (ojo de agua) así como una pirámide que se localiza a un costado de la ayudantía municipal.

**Jantetelco:** Asentamientos Olmecas en la zona arqueológica de Chalcatzingo y a todas sus construcciones del siglo XVI.

**Jojutla:** El valor naturista, paisajista y recreativo de Jojutla se conjunta con su clima consolidando las actividades turísticas y recreativas del municipio, como los balnearios que alberga dentro de su territorio, además de contar con diferentes cuerpos de agua, manantiales y diversos paisajes como el cerro Jojutla o Xoxotzin.

**Jonacatepec:** Las barrancas y arroyos forman parte del patrimonio natural del municipio de Jonacatepec, estas zonas además de cumplir con su función principal de servir como cauces naturales para el desahogo pluvial, presentan grandes posibilidades por sus atractivos paisajísticos, entre las que se encuentran las siguientes barrancas: Honda, Cuezcomata, Seca, Coachi, Texahua, El Zacate, El Puente, Tequexquia, y El Mezcal.

**Tepalcingo:** Presenta Ecoturismo- Sierra de Huautla, Cerrito Tepactzin- Vista panorámica y la Presa de las localidades.

**Tlaquiltenango:** Los ríos son su principal atractivo natural y paisajista

#### *14. Aspectos económicos*

El estado de Morelos presenta una morfología económica de su territorio muy diversa que tiende a niveles bajos de desarrollo, con excepción de los municipios que integran la conurbación más importante de la entidad; lo que nos indica que existe un alto grado de concentración de las actividades económicas en el centro administrativo de

la entidad. En el oriente del estado es donde se presentan los índices más bajos de desarrollo económico.

#### *14.1 Principales actividades productivas*

En el estado la agricultura se lleva a cabo en prácticamente toda la tierra disponible, y se utiliza primordialmente para el cultivo del maíz. Igualmente cultivan, en menor medida, una diversidad de productos como flores, calabacita, elote, tomate y caña que se destinan al mercado.

**Ayala:** municipio con mayor población ganadera 5 036,089 cabezas representa el 19.1% de la producción estatal presenta las siguientes características; el 29.61% de la población ocupada por sector se ubica en el sector terciario como el turismo, comercio y servicios a la comunidad entre otros.

El sector secundario concentra el 20.6% de la población ocupada por sector; esto como consecuencia de que el Municipio de Ayala cuenta con una planta industrial propia dentro de su jurisdicción municipal como el Parque Industrial Cuautla; que generan una importante cantidad de empleos en este sector económico. El sector primario ocupa el primer lugar en importancia con el 49.79%, en este sector se encuentran las actividades relacionadas con la agricultura y las actividades pecuarias; en las primeras, este dato refleja una elongación de la actividad agrícola como consecuencia del alto porcentaje de tierras de cultivo de alta productividad, aunado a las condiciones de la economía nacional en relación al comportamiento de los principales productos que se producen en el Municipio; como la caña de azúcar, maíz, sorgo, arroz, y hortalizas.



Figura 4-64 Ayala es el municipio con mayor cantidad de producción ganadera.

**Jantetelco:** En el municipio de Jantetelco se tienen identificados seis sectores correspondientes a 11 actividades económicas. Dichos sectores son los siguientes: agropecuario (agricultura de riego, agricultura de temporal, ganadería y acuicultura), conservación y manejo de recursos naturales, asentamientos humanos (desarrollo de vivienda residencial y desarrollo de vivienda popular), turismo (turismo y ecoturismo), industria y minería

La actividad económica en el Municipio de Jantetelco, se sustenta principalmente en actividades del Sector Terciario (turismo, comercio y servicios) en un 42.25 %, especialmente en actividades del comercio, donde se ocupa la mayor parte de la



población económicamente activa Así mismo, las actividades agrícolas y ganaderas propias del Sector Primario en el municipio representan el 30.46 % del total de la población económicamente activa.

Las actividades del Sector Secundario (industria, alfarería principalmente), ocupan el tercer lugar con un 26.44 %, destacando los talleres artesanales de macetas como principal fuente de trabajo.



Figura 4-65 Agricultura de riego.

**Jojutla:** La agricultura, está supeditada al cultivo de la caña de azúcar y arroz en 80% que utilizan el sistema de riego; en porcentaje mínimo, maíz, frijol, jícama, sandía y otros que utilizan tanto el sistema de riego como de temporal y sereno. La Ganadería esta es acorde a la demanda de carne, lácteos y sus derivados, las comunidades participantes en esta actividad son: Tehuixtla, Chisco, Río Seco, Vicente Aranda, Tlatenchi, Panchimalco e Higuierón.

Industria.-Sólo existen dos pequeñas empresas, una dedicada a producir alambres y conductores y otra de cajas y platos desechables, acaso podemos mencionar una purificadora y embotelladora de agua en garrafones.

Comercio.-Jojutla tiene desde hace muchos años como base de sustentación de su economía, el comercio en general, de hecho es el abastecedor de los municipios aledaños. En cuanto al turismo.- Gran potencial económico y de creación de empleos, recurso hasta ahora poco aprovechado, se reduce a los balnearios de la región. Se desarrollan en la actualidad estrategias para explotar este recurso, contando para ello con 22 hoteles, incluyendo bungalós, moteles y casas de huéspedes, que se clasifican en dos y tres estrellas, teniendo capacidad para hospedar a 1,000 personas. Cuenta 4 balnearios y 3 parques acuáticos

**Jonacatepec:** cuenta con cultivos de temporal que son: Sorgo, maíz, sandía, pepino, calabaza, frijol, cebollín, tomate, amaranto y jamaica. Cultivos de riego: cebolla, maíz, frijol ejotero, maíz elotero, jitomate, tomate de cáscara, pepino, calabacita, frijol, cacahuate, alfalfa y té de limón; albahaca, entre otros. En el municipio de Jonacatepec forma parte de la zona minera de Tlayca, de la cual forman parte también los municipios de Jantetelco, Tepalcingo y Cuautla.



Figura 4-66 Cultivo de maíz.

**Tepalcingo:** Tepalcingo es un municipio eminentemente agrícola ya que utiliza 120.62 km<sup>2</sup> de uso agrícola, 19.62 km<sup>2</sup> de uso pecuario y 256.18 km<sup>2</sup> de uso forestal.

**Tlaltizapan:** Principales cultivos del municipio se mencionan a continuación: Maíz grano.- Con una superficie sembrada de 535 hectáreas de riego y 1478 de temporal, produciendo 4, 017 toneladas con un valor de 7 millones 150 mil pesos. Aun cuando



su producción se incremento en 71%, durante el período 1990-1995, sus rendimientos disminuyeron en 23.1% en el mismo período.

Arroz palay.- Con una superficie cosechada de 80 hectáreas de solo de riego produciendo 640 toneladas con un valor de 960 mil pesos. Es de hacer notar la gran caída en la superficie sembrada de 1990 a 1996, pues mientras que en 1990 se sembraron y cosecharon 319 Has., para 1996 solo fueron 80 Has., lo que representa una disminución del 298.7% con la consiguiente reducción en las utilidades y cantidades producidas.

Cacahuate.- Con una superficie sembrada de 59 hectáreas, produciendo 90 toneladas con un valor de 263, 000 pesos. En 1990, se sembraron 188 Has., observándose una disminución del 223%.

Caña de azúcar.- Con una superficie sembrada de 2,655 hectáreas de riego, produciendo 180,759 toneladas con un valor de 32 millones 898 mil pesos. Este cultivo de tipo perenne, aparte de constituirse en el más importante del municipio, obtuvo una disminución, en su cantidad cosechada, del 71.0%, con respecto al año de 1990 y una caída en su volumen de la producción del 73.0%, también con la consiguiente reducción en los ingresos obtenidos. En el presente la industria del azúcar pasa por una de las peores crisis de las últimas décadas, creándose conflictos con la propia empresa CAZE y la Unión de Productores de caña de azúcar.



Figura 4-67 Cultivo de caña de azúcar.

Mango.- Con una superficie sembrada de 56 hectáreas de riego, produciendo 874 toneladas con un valor de un millón 419 mil pesos.

Sorgo grano.- Con una superficie de 502 hectáreas sembradas y una producción de 1560 toneladas con un valor de un millón, 574 mil pesos.

Jícama.- Con una superficie sembrada de 236 hectáreas, produciendo 7,080 toneladas, con un valor de siete millones, 638, mil pesos.

**Tlaquiltenango:** Agricultura Los principales cultivos son: caña de azúcar, arroz, cebolla, sorgo, jitomate, maíz y frijol. Floricultura, existen importantes viveros de árboles frutales, plantas y flores de ornato. Ganadería, Se cría ganado bovino, porcino, caprino, ovino y caballo, también se explota la avicultura.

#### *14.2 PEA con remuneración por tipo de actividad*

**Ayala:** Ayala cuenta con una población de 22,383 habitantes que conforman la población económicamente activa que representa el 32.26 % del total de la población del municipio, de los cuales 22,032 conforman la población económicamente activa ocupada; de ésta población, 7,575 habitantes se encuentran ocupados en el sector primario, 4,397 en el sector secundario, 9,655 en el sector terciario y 405 no están especificados.

**Jantetelco:** Cuenta con una población de 9,345 habitantes de 12 años y más; de los cuales 4,139 son considerados como Población Económicamente Activa (PEA) y 5,175 como Población Económicamente Inactiva. De la población considerada como Económicamente Activa, 4,080 personas se encuentran ocupadas, mientras que 59 personas se encuentran desocupadas. Jantetelco, Jonacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango se clasifican con una clasificación per cápita muy baja. (La concentración per cápita de la economía refleja la distribución de la riqueza municipal generada entre sus habitantes.

**Jojutla:** La población económicamente activa se encuentra dividida de la siguiente manera: Sector primario que se refiere a la ganadería y agricultura 19.18%; Sector secundario referente a la industria, en este caso la alfarería 24.96%; Sector terciario Turismo, comercio y servicios 54.13% de la población.

**Jonacatepec:** Es de los municipios que presentan el grado más bajo de ocupación. La población económicamente activa en la localidad de Jonacatepec es de 2.750 (36.00% de la población total) personas, las que están ocupadas se reparten por sectores de la siguiente forma: Sector Primario: 506 (19.17%) agricultura, explotación forestal, ganadería, minería. Sector Secundario: 591 (22.39%) construcción, electricidad, gas y agua, industria manufacturera. Sector Terciario: 1.542 (58.43%) comercio, servicios,

transportes

**Tepalcingo:** De la población económicamente activa la conforman 7,354 personas en el municipio, 3,289 trabajadores, que representan el 44% de los empleos, se dedican a las actividades agropecuarias. Al comercio se dedican 783 personas (10.6%); en la construcción laboran 673 personas que hacen el 9.1% de la vida laboral.

**Tlaltizapan:** La mayor parte de la población trabaja, por orden de importancia en actividades primarias como la agricultura y la ganadería seguidas por las actividades del sector de los servicios principalmente Comercio y Turismo), y en tercer término, en actividades industriales.

**Tlaquiltenango:** la población económicamente activa (PEA) fue de 7,761 personas. De la población ocupada el sector primario absorbió el 39%, le siguió en importancia 32.5% de la PEA y el sector secundario ocupó el 26.6%.

### 4.3 Diagnóstico ambiental.

El estado de Morelos ha experimentado durante de décadas un proceso de crecimiento demográfico, económico y social acompañados de una evidente falta de control ambiental. Un ejemplo son varios municipios de la entidad, los cuales presentan una larga lista de problemas ambientales debido a la intensa dinámica agrícola, ganadera, industrial y de servicios. Por su parte muchas localidades del sector rural siguen en condiciones de subsistencia y con altos niveles de pobreza y que por razones de pobreza y/o desconocimiento ejercen una acción depredadora sobre el ambiente. En la zona intermedia del estado es donde se localiza la mayor concentración de población, ahí se encuentran las dos zonas conurbadas más importantes Cuernavaca, Zapata, Jiutepec, Plan de Ayala y otras localidades pero además se encuentra en acelerada conformación una zona conurbada más en el sur del estado cuyos ejes son Zacatepec, Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Jojutla lo que implica una mayor amenaza a los reducidos ecosistemas naturales que aun existen en la zona así como al suministro de recursos naturales que se realiza en la zona (agua, suelo, vegetación). En la porción oriental del SAR, en el municipio de Tepalcingo, pasaron de tener en un periodo de 20 años de 60 a 20 pozos profundos en funcionamiento como consecuencia de la tala de las zonas de recarga y el aumento de la demanda del recurso hídrico.

Las barrancas, ríos y arroyos existentes en el SAR se usan como vertederos de desechos, lo que provoca menor aprovechamiento del agua, también el uso del agua para fines recreativos como sucede en el SAR con balnearios de importancia nacional e internacional como Las estacas y El Rollo (ubicados en las cercanías de Tlaltizapan, parte media del SAR) ejerce una presión notable sobre el recurso hídrico.

Para 1990 ya se sabía que solo un 18% del estado de Morelos no presentaba problemas de erosión (zonas aluviales dedicadas a agricultura de riego en Tlaltizapan), el resto de la superficie estatal presenta alcanzados procesos de degradación.

El uso de la agricultura en la entidad sigue provocando anualmente se quemem y desmonten grandes extensiones de selva baja las cuales frecuentemente son abandonadas al poco tiempo por su improductividad agrícola o por la alta pendiente que dificulta su manejo debido a que dichas zonas son las únicas disponibles para agricultura (Batllori-Guerrero 2000).

### **Vegetación**

La selva baja caducifolia de Morelos ocupaba aproximadamente el 70% de la superficie estatal pero al igual que en otras partes del país, este tipo de vegetación ha sufrido el desconocimiento y poca valoración del que es objeto debido a ser poco carismática por su marcada fisonomía estacional. Debido a lo anterior, este frágil ecosistema no ha sido debidamente conservado y protegido en el estado de Morelos, aun cuando presenta características notables como una alta biodiversidad, alta proporción de endemismos (más del 40%) en comparación con las selvas húmedas que solo albergan un 5% de endemismos. Ya se ha documentado la alta variación que presenta este tipo de vegetación a lo largo de su rango de distribución en el país, su diversidad beta o recambio de especies de un sitio a otro es notable (Trejo y Dirzo, 2001) lo que contribuye a mantener un número muy elevado de especies vegetales pero no cuantificado con precisión aun. La selva baja también es la zona ecológica del país donde se ha documentado un mayor uso de las especies silvestres por parte de los pobladores locales (más del 55%), lo que nos habla directamente del alto nivel de conocimiento y valoración de este tipo de vegetación por parte de sus manejadores en épocas anteriores (Arias 2003).



Con el panorama anteriormente expuesto resulta clara la relevancia de proteger los fragmentos de selva baja conservada que aun existen dentro del SAR ya que junto con la Sierra de Huautla y su reserva de la Biósfera son los únicos fragmentos de selva baja caducifolia con cierto grado de conservación en el estado. Es en estos fragmentos donde se ubicaron especies arbóreas indicadoras de cierto estado de conservación (*Cyrtocarpa procera*, *Jacaratia mexicana*, *Lysiloma microphyla*, *Bursera copallifera*, *Bursera morelensis*), las cuales se representan también en los sitios de selva baja perturbada pero es en los sitios conservados donde dichas especies arbóreas alcanzan diámetros de hasta 60 cm a la altura del pecho. Los sitios de selva baja conservada que se ubican sobre el trazo del proyecto de la Autopista son:

- km 14+900 (un fragmento pequeño de selva baja en una ladera con elevada pendiente y exposición norte, ubicado adyacente al trazo)
- km 16+650 hasta el km 17+100 (un fragmento de selva baja de mayor tamaño, ubicado sobre una pendiente muy pronunciada y que aun así presenta signos evidentes de perturbación como restos óseos de ganado bovino)
- km 25+600 hasta el 26+100 (un fragmento de selva baja paralelo a la carretera a Chinameca)
- dos barrancas pequeñas con selva baja conservada ubicadas en a) km 51+730 al 51+790, b) 51+150 al 51+180.

Especies de vegetación secundaria como *Acacia cymbispina*, *A. farnesiana* y *A. bilimekii* son frecuentes y abundantes en casi todos los sitios con excepción de los fragmentos conservados donde si se presentan pero en números muy bajos. En los fragmentos de selva baja perturbada abundan las leguminosas arbustivas de los sitios de vegetación secundaria pero si se presentan elementos arbóreos de mayor altura y cobertura pero característicos de sitios perturbados (*Ipomoea wolcottiana*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, por mencionar algunos).



Afortunadamente, el proyecto de autopista que motiva el presente documento no representa un riesgo mayor para la poca integridad biótica de la zona, ya que el trazo propuesto se ubica en dos terceras partes sobre campos agrícolas de riego (en Tlaltizapan y Tlaquiltenango) y de temporal (hacia Jantetelco en la parte oriente del SAR) y el restante 30% se ubicaría sobre todo en la colindancia de zonas de selva baja caducifolia con más campos de cultivo, dichas zonas de colindancia presentan evidentes signos de degradación ambiental como son la presencia y dominancia de especies de vegetación secundaria o huizacheras (*Acacia farnesiana*, *A. cymbispina*, *A. bilimekii* y *A. cochliacantha* solo por mencionar algunas), ganadería extensiva, extracción selectiva de especies de flora y fauna para subsistencia, etc. Es más arriba en las zonas de laderas con pendientes pronunciadas y en las cimas de los cerros donde se ubican los fragmentos de selva baja con mejor estado de conservación.

Los recursos naturales del SAR se encuentran notablemente degradados desde hace varias décadas y con la probable construcción del proyecto se deberá tener cuidado en establecer importantes medidas de protección y conservación de los pocos recursos forestales que existen dentro del SAR, y por lo tanto en la sección de programas complementarios se propondrán varias acciones de reforestación, conservación de suelos y de mejoramiento y conservación del hábitat para la fauna.

### **Fauna**

Con respecto a la fauna, de las 83 especies de aves documentadas en el área de estudio durante los muestreos, 61 fueron registradas en sistemas de cultivo lo que nos habla de la notable presencia de especies generalistas en la zona de influencia del proyecto, sin embargo, esto no necesariamente significa que los sistemas agropecuarios sean las áreas más importantes para las aves se registraron cuatro especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos de ellas Aguililla cola-blanca (*Buteo albicaudatus*) y Aguililla-negra menor (*Buteogallus anthracinus*) se encuentran bajo la categoría de Sujetas a Protección Especial mientras que el tecolote colimense (*Glaucidium palmarum*) y el

Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) fueron registrados en el interior de la selva seca, ambos listados por la Norma Oficial Mexicana 059-2010 en la categoría de Amenazada y Sujeto a Protección Especial respectivamente. En cuanto a los mamíferos, cuatro especies estuvieron en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (dos murciélagos, un ratón y un felino) pero todos ellos se ha documentado que persisten adecuadamente en zonas de cultivo y otros sitios con influencia humana, lo que evidencia el carácter generalista de dichas especies.

De los reptiles y anfibios, tal y como se esperaba, casi la mitad de las especies registradas se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 principalmente por su carácter endémico y se ubicaron sobre todo en la vegetación riparia y en los fragmentos de selva baja conservada, lo que nos indica de la importancia de este tipo de ecosistema estacional para la herpetofauna, sin embargo ya que el trazo del proyecto carretero cruza en su mayoría por campos agrícolas, selvas bajas perturbadas y vegetación secundaria se deduce que su afectación no será mayor para estas especies ya que la mayoría de las especies de reptiles enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron registradas en los fragmentos de selva baja.

Por lo anterior se deduce que la fauna presentará poca afectación con la construcción del proyecto ya que gran parte de las especies registradas son tolerantes a ambientes transformados.

### **Paisaje**

Son numerosos los estudios que han documentado el papel de los paisajes transformados por el hombre como reservorios de biodiversidad, ya que antes se pensaba que la biodiversidad solo podía conservarse con el decreto de reservas biológicas con vegetación prístina o intacta a lo largo de grandes extensiones, sin embargo cada vez es más difícil encontrar este tipo de sitios y recientemente se ha comenzado estudiar la manera en que los bosques secundarios y otros ambientes

medianamente transformados por el hombre (sistemas agrosilvopastoriles, agricultura sostenible, etc) conservan la biodiversidad y la provisión de servicios ambientales (Melo *et al* 2013). Esta podría ser una estrategia relevante pero necesita ser estudiada más a fondo ya que surgen interrogantes como: ¿Qué proporción de biodiversidad conservan los ambientes medianamente transformados?, ¿Qué arreglo espacial y que tamaño de los fragmentos de vegetación original se necesita para que estos espacios funcionen como suministradores de biodiversidad para los ambientes transformados adyacentes?.

Todas estas preguntas cobran relevancia en un sistema como el que hemos analizado en este proyecto; un SAR donde fragmentos de vegetación natural de selva baja caducifolia de diferente tamaño, estado de conservación y arreglo espacial coexisten con asentamientos humanos (pequeñas localidades de menos de 5,000 habitantes), zonas agrícolas de riego (caña) y temporal (maíz), pastizales inducidos y vegetación secundaria (huizacheras) producto de los procesos de regeneración natural. Este aspecto será sumamente relevante a la hora de determinar con precisión el verdadero grado de deterioro del SAR y la manera en que la biodiversidad a ha respondido a los constantes cambios en el contexto espacial dentro del Sistema Ambiental Regional que aquí nos ocupa. Las selvas bajas han demostrado tener una alta capacidad de regeneración aun cuando son ecosistemas altamente estacionales.

5. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional.....	383
5.1 Identificación de Impactos.....	383
5.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto.....	383
5.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos	386
5.1.3 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional .....	388
5.1.4 Técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales .....	391
5.1.5 Listas de verificación (Desglose de las acciones del proyecto/Desglose de los componentes y factores ambientales).....	393
5.1.6 Redes de interacción y Matrices interactivas (causa-efecto) .....	403
5.2 Caracterización de los Impactos.....	439
5.2.1 Preparación del Sitio.....	440
5.2.2 Construcción .....	443
5.2.3 Operación y Mantenimiento .....	447
5.3 Valoración de los impactos ambientales.....	450
5.4 Impactos acumulativos y sinérgicos .....	485
5.5 Conclusiones.....	488

### Índice de tablas

Tabla 5-1 Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto.....	393
Tabla 5-2 Componentes e indicadores ambientales del proyecto.....	402

---

Tabla 5-3 Matriz de interacciones del proyecto .....	408
Tabla 5-4 Interacciones por tipo de componente e indicador ambiental identificado. .....	439
Tabla 5-5 Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto .....	450
Tabla 5-6 Escala de calificación utilizada para los criterios básicos .....	452
Tabla 5-7 Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos .....	452
Tabla 5-8 Escala de valoración de impactos ambientales.....	455
Tabla 5-9 Significancia de los impactos generados en las etapas del proyecto.....	488

### Índice de Figuras

Figura 5-1 Actividades que afectan los componentes dentro del SAR .....	387
Figura 5-2 Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales .....	392
Figura 5-3 Redes de interacción para la etapa de preparación del sitio.....	404
Figura 5-4 Redes de interacción para la etapa de construcción.....	405
Figura 5-5 Redes de interacción durante la etapa de operación.....	406
Figura 5-6 Porcentaje de significancia de los impactos identificados .....	489

- 5.
6. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional.

## 5.1 Identificación de Impactos

En este apartado se identifican las fuentes de cambio del proyecto, sus perturbaciones y sus efectos para cada una de las etapas del proyecto. La identificación de impactos ha buscado aquellos que resulten relevantes, excluyentes y no dependientes, objetivos, medibles, determinando el momento en el que sucedan y el componente del ambiente que estén afectando de manera positiva o negativa.

Así mismo, se analizan los impactos en el sistema socioeconómico que se derivan de la ejecución del proyecto.

Los análisis antes comentados se realizaron considerando la complejidad ambiental y social del Sistema Ambiental Regional determinado como área de influencia del proyecto.

### 5.1.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

Las condiciones actuales que se presentan dentro del SAR se muestran en el capítulo IV del presente estudio, en el que se menciona que actualmente tanto en el Sistema Ambiental Regional como en el área de estudio del proyecto existe una baja calidad ambiental producto del desarrollo de actividades antrópicas, como la ganadería y la agricultura, lo que propicia la afectación a cuatro componentes ambientales principalmente, suelo, hidrología, vegetación y fauna.

El suelo es afectando en mayor medida debido a que se realiza una modificación en su estructura a causa de actividades como desmontes y el aprovechamiento no racionalizado del recurso, lo que da lugar a un gradual aumento en los procesos

erosivos y de salinización de suelos, afectando por consiguiente a otros factores ambientales, principalmente a la vegetación y fauna silvestre. El deterioro del suelo ocasiona la pérdida de hábitat y modifica la distribución de las especies de flora y fauna, ya que es común que los organismos se dirijan a zonas que les proporcionen mejores refugios, alimentación, zonas de anidación, descanso y reproducción.

El manejo inadecuado de residuos que generan contaminación de cuerpos de agua, esto es la afectación directa del componente hidrológico. Dentro de los residuos que presentan un mal manejo se encuentran: los residuos sólidos no peligrosos (residuos de origen urbano), los cuales son depositados en barrancas, ríos o arroyos intermitentes por lo que en temporada de lluvias causan el azolve de los mismos y en consecuencia inundaciones. Los residuos de origen industrial son vertidos directamente a los cauces de ríos y arroyos lo que ocasiona su contaminación; lo mismo ocurre con las aguas residuales provenientes de la mancha urbana las cuales no presentan ningún tratamiento antes de ser vertida a los cuerpos de agua que atraviesan por dichas localidades.

Una vez identificado el escenario actual y con el fin de conocer las principales afectaciones que se presenten en el SAR por la incorporación del proyecto, se realizó un análisis de lo que se espera cuando se construya la obra en el escenario actual, considerando lo siguiente:

Se estima que las principales afectaciones que se produzcan por el proyecto impactarán principalmente a la flora y fauna silvestre por la pérdida de cobertura vegetal. Asimismo, se esperan modificaciones en las características fisicoquímicas del suelo, en los patrones de escurrimiento, geomorfología y en el paisaje. Posteriormente se llevará a cabo el análisis para conocer la magnitud de dichas afectaciones.

Se proyecta que durante la construcción e instalación de la obra, se produzcan impactos ambientales relacionados con la pérdida de cobertura vegetal, debido a que



se desmontarán y despalmarán las áreas de acuerdo a lo que se menciona en el capítulo 2 del presente estudio. Lo anterior, repercutirá en la diversidad de especies de flora y fauna silvestres de la zona así como en otros parámetros poblacionales, ya que al reducirse la cobertura vegetal, habrá un decremento en la disponibilidad de refugio y alimento, por lo que las especies que se encuentren en el área de estudio terrestre se desplazarán a zonas aledañas. Las especies de fauna que se podrán ver afectadas son anfibios, reptiles y algunos mamíferos de talla mediana, quienes por un lado perderán algunos espacios que usan como hábitat y por otro lado podrán desplazarse a la zona del trazo y ser atropellados.

Otras afectaciones que se esperan son a los siguientes componentes:

**Aire:** por la contaminación por emisiones de gases contaminantes provenientes de los vehículos automotores, maquinaria y equipo empleado durante la preparación del sitio, la construcción y operación del proyecto, así como por la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos a través de los caminos de terracería.

**Suelo y Agua:** por la posible contaminación derivada del inadecuado mantenimiento de la maquinaria pesada y vehículos automotores, o por la inadecuada disposición de residuos sólidos, peligrosos y líquidos.

Entre los efectos benéficos por la implementación del proyecto tanto en el SAR como en el área de estudio terrestre será la generación de empleos temporales en la zona, lo que ayudará a reactivar la economía de la población de forma eventual.

Otro beneficio será el impulso a la competitividad económica generada por la mejora en las redes de comunicación vial, lo que propiciará que las zonas con potencial turístico (zonas arqueológicas, balnearios, áreas recreativas, entre otras), tengan mayores oportunidades de ser visitadas al acortarse los tiempos de traslado.

En resumen el escenario esperado para el SAR y área de estudio terrestre es la modificación en las condiciones ambientales actuales, entre los componentes ambientales con algún grado de modificación se encuentran: suelo, hidrología, flora, fauna y paisaje. Sin embargo, los efectos sobre estos componentes no afectarán la calidad e integridad ecológica funcional del SAR aunque pueden llegar a ser significativos a nivel del derecho de vía, sobretodo en el caso de la geomorfología, flora, fauna y paisaje.

Las afectaciones antes mencionadas se justifican con los beneficios asociados al proyecto, que incluyen la generación de empleos (que indirectamente repercutirán de manera positiva sobre las actividades productivas, las tendencias migratorias y los servicios urbanos), la reactivación económica de la región y el fortalecimiento de la competitividad.

### *5.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos*

Dentro de las fuentes de cambio que se deben considerar para evaluar el proyecto se encuentran las fuentes de cambio que se presentan actualmente dentro del SAR como son las actividades productivas: actividades agropecuarias, industriales y turísticas, de igual forma otra actividad que afecta a los ecosistemas que se ubican dentro del SAR son los asentamientos humanos irregulares, ya que todas estas actividades ocasionan la pérdida de vegetación, por lo tanto la fragmentación de ecosistemas ocasiona la pérdida de especies o la modificación en cuanto a sus parámetros poblacionales y su distribución, de igual manera, con la agricultura se produce la pérdida de suelo o la modificación en sus características fisicoquímicas, la contaminación del agua y suelo por el empleo de agroquímicos, algunas de las actividades industriales que se generan

en el SAR ocasionan la contaminación del agua por el vertido de aguas industriales sin previo tratamiento en cuerpos de agua, asimismo, los asentamientos humanos ocasionan a su vez la contaminación del agua por la generación e inadecuado manejo de residuos los cuales son depositados en cañadas o barrancas que ocasionan el azolve de las mismas durante la temporada de lluvias (ver Figura 5-1).

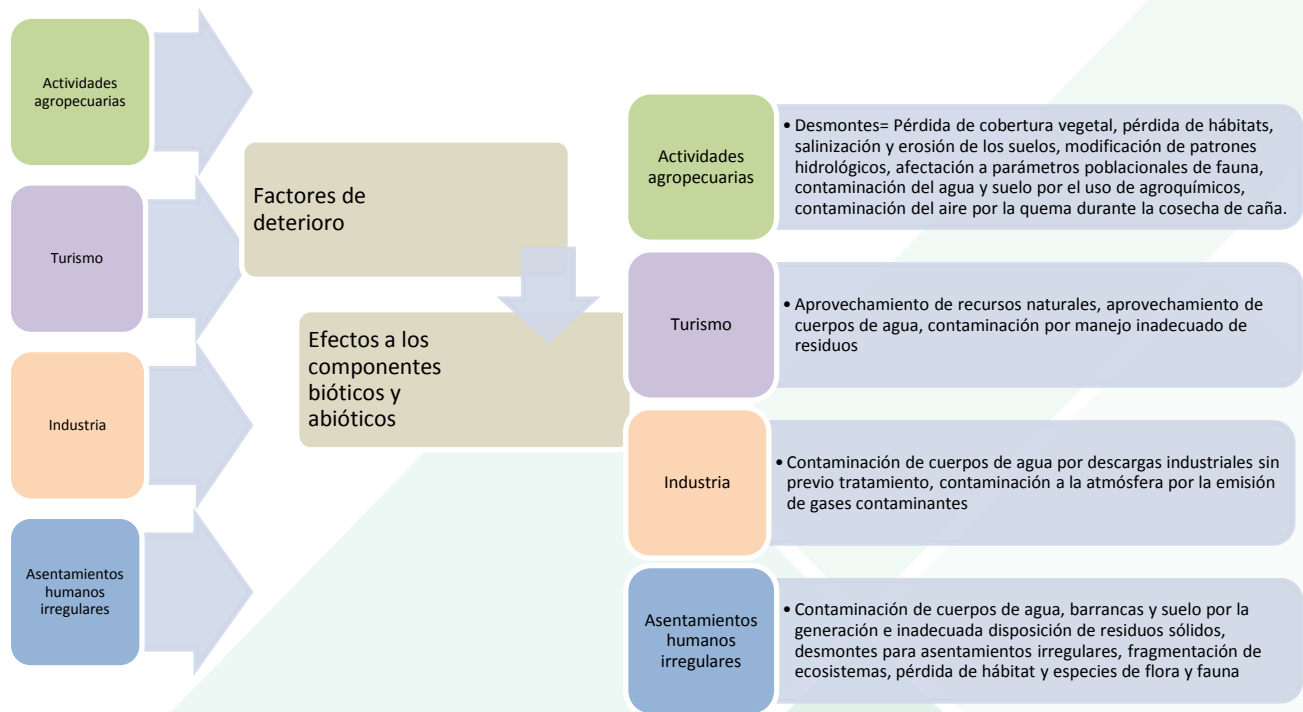


Figura 6-1 Actividades que afectan los componentes dentro del SAR

Con respecto al proyecto, para identificar las posibles fuentes de cambio, perturbaciones y efectos que propiciará la construcción del mismo, primero se identificaron las obras y/o actividades que se llevarán a cabo por parte del proyecto en cada una de sus etapas, cabe señalar que las principales fuentes de cambio para el

Sistema Ambiental Regional, se presentarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que durante la primera etapa será necesario acondicionar el terreno para la construcción del proyecto, llevando a cabo actividades de desmote y despalme, mientras que durante la etapa de construcción se realizarán cortes, excavación, nivelación, compactación, conformación de terraplenes, movimiento de material no consolidado, colocación de la carpeta asfáltica y obras de manejo de drenaje. De igual forma, otras fuentes de cambio que beneficiarán las condiciones en las que se desarrolla el proyecto serán la generación de empleos y la construcción de vías de comunicación, la primera actividad se presentará en cada una de las etapas del Proyecto, mientras que la segunda solo se presentará una vez que esté operando el proyecto; sin embargo, ambas acciones influirán directa e indirectamente en la calidad de vida de la población y la mejora en los servicios urbanos.

### *5.1.3 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional*

Una vez identificado el panorama y los componentes que podrían ser afectados por el proyecto carretero, se procedió a hacer una valoración de los mismos.

En una valoración cualitativa se evalúan una serie de cualidades de los impactos ambientales, utilizando normalmente las definidas por la metodología empleada y obteniendo un valor numérico.

En una valoración cuantitativa se emplean indicadores numéricos, para que sea posible realizar una valoración de este tipo se requiere expresar las características del elemento ambiental de forma medible, mediante factores ambientales y por tanto los efectos producidos también deben serlo, para lo cual deberán ser elaborados índices de impacto ambiental.

Esta última forma de valoración requiere de un proceso más elaborado, para la construcción de índices o indicadores se requiere tomar en cuenta un gran número de variables.

La valoración empleada en el presente documento es de tipo cualitativo, toda valoración, por definición, es subjetiva, lo cual no significa que tenga que ser arbitrario. Las distintas técnicas de valoración de impactos intentan disminuir la subjetividad de las conclusiones justificando de la mejor manera todos los juicios de valor que se realizan. En las técnicas de valoración cualitativa se valoran de forma subjetiva, aunque el resultado sea numérico, una serie de cualidades de los impactos asignando valores prefijados de acuerdo a la metodología empleada, midiendo así la trascendencia de la acción sobre el factor alterado.

En las etapas de preparación del sitio y construcción, las fuentes de cambio serán puntuales y afectarán únicamente una parte del derecho de vía (DDV), a través de los 61.8 km de longitud del tramo carretero considerando los entronques. Ello implicará una afectación total de 422.97 Ha, lo cual equivale al 0.33% de la superficie total del SAR. Adicionalmente, habrá una leve afectación sobre el confort sonoro que podrá escucharse fuera del DDV (en una distancia de hasta 250 m en sentido perpendicular al eje de trazo), y que será ocasionada por el movimiento de maquinaria y vehículos, y se estima que los polvos generados por movimiento de tierra puedan llegar hasta 500 m del eje del trazo.

El desmonte de 130.6 ha de vegetación forestal (no se contabilizan 3.4 ha de bosque de galería que se ubican sobre el trazo que no serán desmontadas ya que se construirán puentes), ocasionará la pérdida de hábitat para especies de flora y fauna silvestres, lo cual debe ser considerado como un impacto acumulativo por el desplazamiento y eliminación definitiva de individuos. Así mismo se ocasionará fragmentación del hábitat, modificando la distribución de las especies de fauna, ya que

es común que los organismos que se ven desplazados se dirijan a zonas que les proporcionen mejores refugios, alimentación, zonas de descanso y reproducción.

Eventualmente se podrá presentar un cambio de uso de suelo provocado por los propietarios de predios adyacentes al DDV, que aprovechen las actividades realizadas en el proyecto y ejecuten acciones de desmonte con la finalidad de transformar sus terrenos, para el establecimiento de parcelas agropecuarias, o bien, para el desarrollo urbano, incluyendo equipamiento y servicios.

La erosión que se pueda causar en los terrenos donde se desarrollará el proyecto, principalmente se generará durante la etapa de construcción, debido al movimiento de tierras en por las actividades de: despalme, desmonte, cortes y excavaciones, que se describen en el capítulo 2 del presente estudio. Adicionalmente y con menor impacto al provocado por las actividades antes descritas, se suma la circulación y movimiento de maquinaria y vehículos dentro del DDV.

La operación de maquinaria y vehículos automotores para la construcción dentro del DDV ocasionará gases contaminantes y ruido, lo cual alterará la presencia de vertebrados en la superficie de ocupación del proyecto y áreas aledañas y eventualmente podría suscitarse el atropellamiento de algunos individuos que se sientan atraídos por el movimiento de personal y maquinaria. Un impacto adicional se generará por la dispersión de polvos por la circulación de vehículos a través de los caminos de terracería. Así mismo, un mal manejo de residuos sólidos podría alterar el paisaje y la fauna presente a lo largo del DDV y en áreas adyacentes, por lo que se tendrá que se tendrá especial cuidado en que los residuos generados cuenten con un manejo de acuerdo a lo establecido en la normatividad federal y estatal aplicable.

En las etapas de preparación del sitio y construcción se modificarán los patrones de escurrimiento e infiltración de agua, así como las características físico-químicas del suelo, principalmente en el DDV.

En la etapa de operación, la principal fuente perturbadora será el ruido y las vibraciones por la circulación del tráfico sobre el nuevo eje carretero. No se afectarán los flujos hidrológicos superficiales, ni se espera un cambio sensible por erosión del suelo, debido a que se confía en el adecuado diseño de las obras de drenaje menores y mayores. Tampoco se espera una alteración de los patrones de movilidad de fauna terrestre, dado que se acondicionarán las obras hidráulicas anteriormente mencionadas, como pasos inferiores de fauna. Sin embargo, aun con la existencia de pasos de fauna será inevitable que algunos individuos crucen la carretera y sean atropellados, sobre todo reptiles y anfibios; en el caso de los mamíferos de talla mediana, que son de las especies que tienen más posibilidades de desplazarse hacia la carretera, es más factible que usen los pasos de fauna, sin embargo no se descarta que puedan morir algunos individuos por atropellamiento.

#### *5.1.4 Técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales*

La evaluación de impacto ambiental generado por el proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos”, considerará la identificación, predicción e interpretación de los impactos del proyecto; considerando el conjunto de obras y actividades que lo integran y su relación con el consumo de espacios, en los parámetros ambientales que tienen un fuerte significado para el ambiente, incluyendo el medio natural y el socioeconómico.

Las obras de infraestructura carretera, como la que nos ocupa, originan impactos al medio físico natural y socioeconómico, tanto en sus etapas de preparación del sitio y construcción, como de la futura operación. En función del tipo de obra, y de las características del terreno y entorno, los impactos pueden ser de diversa magnitud e importancia.



Para evaluar los impactos ambientales generados por el proyecto “Autopista Siglo XXI” se llevó a cabo la aplicación conjunta de las siguientes técnicas (ver Figura 5-2):

1. Identificación de los elementos que pueden causar impactos y los componentes que serán impactados (Listas de verificación)
2. Identificación de impactos (Redes de interacciones y matrices interactivas)
3. Técnica de evaluación de Impactos Ambientales de Bojórquez-Tapia, et. al. (1998).

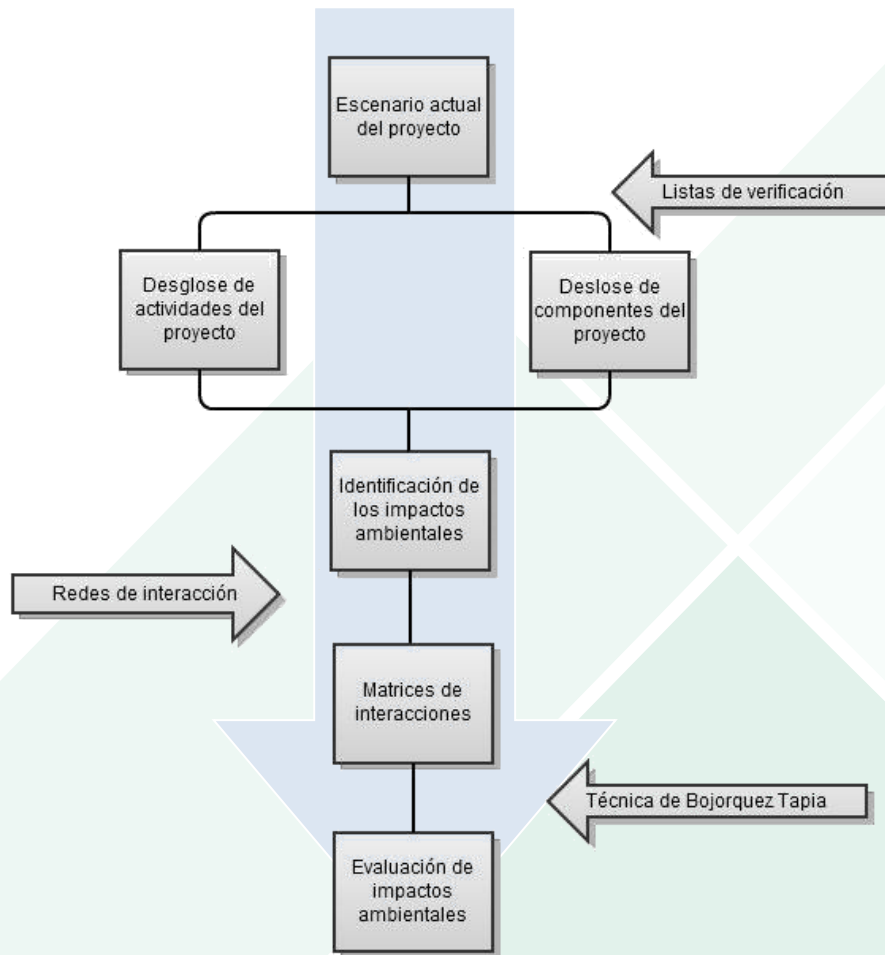


Figura 6-2 Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales

### 5.1.5 Listas de verificación (Desglose de las acciones del proyecto/Desglose de los componentes y factores ambientales)

Las listas de verificación consisten en realizar un listado de las actividades que se ejecutarán en cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), y por otro lado se considera un listado de los componentes ambientales que serán evaluados en el sitio del proyecto (agua, aire, suelo, flora, fauna, medio socioeconómico, etc.). A partir de estas listas se pueden identificar de manera gráfica relaciones entre componentes ambientales y las actividades a través de redes de interacción o matrices interactivas como se describe más adelante.

Las actividades que se llevarán a cabo durante el proyecto se muestran en la Tabla 5-1.

Tabla 6-1 Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto.

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
Preparación del sitio	Desmante	Limpieza del terreno
	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo
		Acamellonamiento del suelo vegetal
		Cortes

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
Construcción	Terracerías	Excavaciones para canales
		Excavaciones para estructuras
		Terraplenes
		Rellenos
		Acarreos
		Abatimiento de taludes
		Bermas
	Estructuras	Mampostería de piedra
		Zampeado
		Estructuras de concreto reforzado
	Drenajes y subdrenajes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero
		Alcantarillas tubulares de concreto
		Cunetas
		Contracunetas
		Lavaderos

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		Bordillas
		Sub drenes
	Pavimentos	Revestimientos
		Sub bases y bases
		Riesgos de impregnación
		Riesgos de liga
		Carpeta por sistema de riesgos
	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad
Operación y mantenimientos	Trabajos de conservación	<p>Obras de drenaje y sub drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de cunetas y contracunetas</li> <li>- Limpieza de canales</li> <li>- Limpieza de alcantarillas</li> <li>- Limpieza de colectores</li> <li>- Limpieza de lavaderos</li> <li>- Limpieza de registros</li> <li>- Limpieza de sub drenes</li> <li>- Limpieza de vados</li> <li>- Limpieza de obras especiales de control y protección</li> </ul>

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
rutinarios	rutinaria	<p>Pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamiento</li> <li>- Sellas de grietas aisladas en carpeta asfáltica</li> <li>- Bacheo superficial aislado</li> <li>- Bacheo profundo aislado</li> <li>- Sellado de grietas y juntas en losas de concreto hidráulico</li> </ul>
		<p>Puentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calafeteo de fisura</li> <li>- Reparación de grietas</li> <li>- Reparación de resanes en elementos de concreto</li> <li>- Reposición del sello en juntas de dilatación</li> <li>- Reparación de parapetos y banquetas</li> </ul>
		<p>Señalamientos y dispositivos de seguridad:</p>

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reposición parcial de defensas</li> <li>- Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico</li> <li>- Reparación aislada de violetas y botones</li> <li>- Reposición aislada de señales verticales</li> <li>- Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados</li> <li>- Reposición de indicadores de alineamiento</li> <li>- Repintar las líneas divisoras de carriles</li> <li>- Limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas</li> <li>- Mantenimiento de áreas verdes</li> <li>- Reparación y disposición de dispositivos diversos</li> </ul>

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
	Trabajos de conservación	<p>Obras de drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparación de cunetas y contracunetas</li> <li>- Reparación de canales y alcantarillas</li> <li>- Reparación de bordillos y reparación de guarniciones</li> <li>- Reposición aislada de subdrenes</li> <li>- Reparación de registros y vados</li> </ul>
	periódica	<p>Pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Renivelaciones locales</li> <li>- Carpeta de riego y/o asfáltica</li> <li>- Fresado de carpeta asfáltica de rodadura</li> <li>- Recorte de carpeta asfáltica</li> <li>- Recuperación en caliente de carpetas asfálticas</li> <li>- Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico</li> <li>- Reparación de</li> </ul>



Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		<p>desconchaduras en losas de concreto hidráulico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilización de losas de concreto hidráulico</li> <li>- Estabilización o refuerzo de estabilización revestimientos</li> </ul>
		<p>Puentes y estructuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calafeo de fisuras</li> <li>- Reparación de grietas</li> <li>- Reparaciones y resanes en elementos de concreto</li> <li>- Reposición de sello en juntas de dilatación</li> <li>- Reparación de parapetos y banquetas</li> </ul>
		<p>Señalamientos y dispositivos de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reposición parcial de defensas</li> <li>- Reparación de barreras centrales de concreto hidráulico</li> <li>- Reparación aislada de</li> </ul>

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		<ul style="list-style-type: none"> <li>violetas y botones</li> <li>- Reposición aislada de señales verticales</li> <li>- Reposición y reparación de reglas y tubos guía para vados</li> <li>- Reposición de indicadores de alineamiento</li> <li>- Reposición y reparación de dispositivos diversos</li> </ul>
	Trabajos de reconstrucción	<p>Obras de drenaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparación mayor de cunetas y contracunetas</li> <li>- Reparación mayor de canales y alcantarillas</li> <li>- Reparación de registros y subdrenes</li> </ul>
		<p>Pavimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación en frío de pavimentos asfálticos</li> <li>- Demolición de losas de concreto hidráulico</li> <li>- Recortes de pavimentos</li> </ul>

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de sub bases o bases hidráulicas</li> <li>- Construcción de sub bases o bases estabilizadoras</li> <li>- Construcción de sub bases o bases de concreto compactado con rodillo</li> <li>- Construcción de carpeta asfáltica y carpeta ultra delgada de concreto hidráulico</li> </ul>
		<p>Puentes y estructuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoción de carpeta asfáltica en puentes</li> <li>- Reposición de juntas de dilatación</li> </ul>
		<p>Señalamientos y dispositivos de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reposición total de violetas y botones</li> <li>- Reposición total de señalamiento vertical</li> <li>- Reposición total de defensas</li> </ul>

Actividades a desarrollar en las etapas del proyecto		
Etapa del proyecto	Actividades	Acciones
		- Reposición de barreras centrales de concreto hidráulico
	Tránsito de vehículos	

Los componentes ambientales presentes en el sitio del proyecto se muestran en Tabla 5-2.

Tabla 6-2 Componentes e indicadores ambientales del proyecto

Componentes e indicadores ambientales del proyecto	
Componente ambiental	Indicador ambiental
Aire	Nivel sonoro
	Calidad del aire
Suelo	Características fisicoquímicas
Geomorfología	Modificación a la geoforma
	Estabilidad de laderas
Hidrología superficial	Patrones de escurrimientos
	Calidad fisicoquímica
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos
	Calidad fisicoquímica
Vegetación	Cobertura
	Diversidad
Fauna	Pérdida del hábitat
	Parámetros poblacionales
	Especies protegidas

Componentes e indicadores ambientales del proyecto	
Componente ambiental	Indicador ambiental
Socioeconómico	Empleos
	Competitividad económica
Paisaje	Calidad

### 5.1.6 Redes de interacción y Matrices interactivas (causa-efecto)

La elaboración de redes de interacción consiste en relacionar de manera gráfica, a través de diagramas de flujo, las actividades del proyecto con los componentes ambientales susceptibles de modificación. Este método permite mostrar las relaciones que guardan entre si todos los componentes y actividades del proyecto.

Cabe mencionar que a través de este método no se valora la magnitud de los impactos, únicamente se identifican las interacciones que existen entre las obras y/o actividades del proyecto y los componentes o factores ambientales que se ubican dentro del SAR, con el fin de realizar la evaluación correspondiente de las interacciones identificadas. Cabe señalar que la metodología empleada para llevar a cabo la evaluación, se empleará la técnica de Bojórquez-Tapia *et.al.*1998.

A continuación se presentan las redes de interacciones en las cuales se relacionan las actividades del proyecto en cada una de sus etapas y los componentes ambientales del SAR y/o del área de estudio.

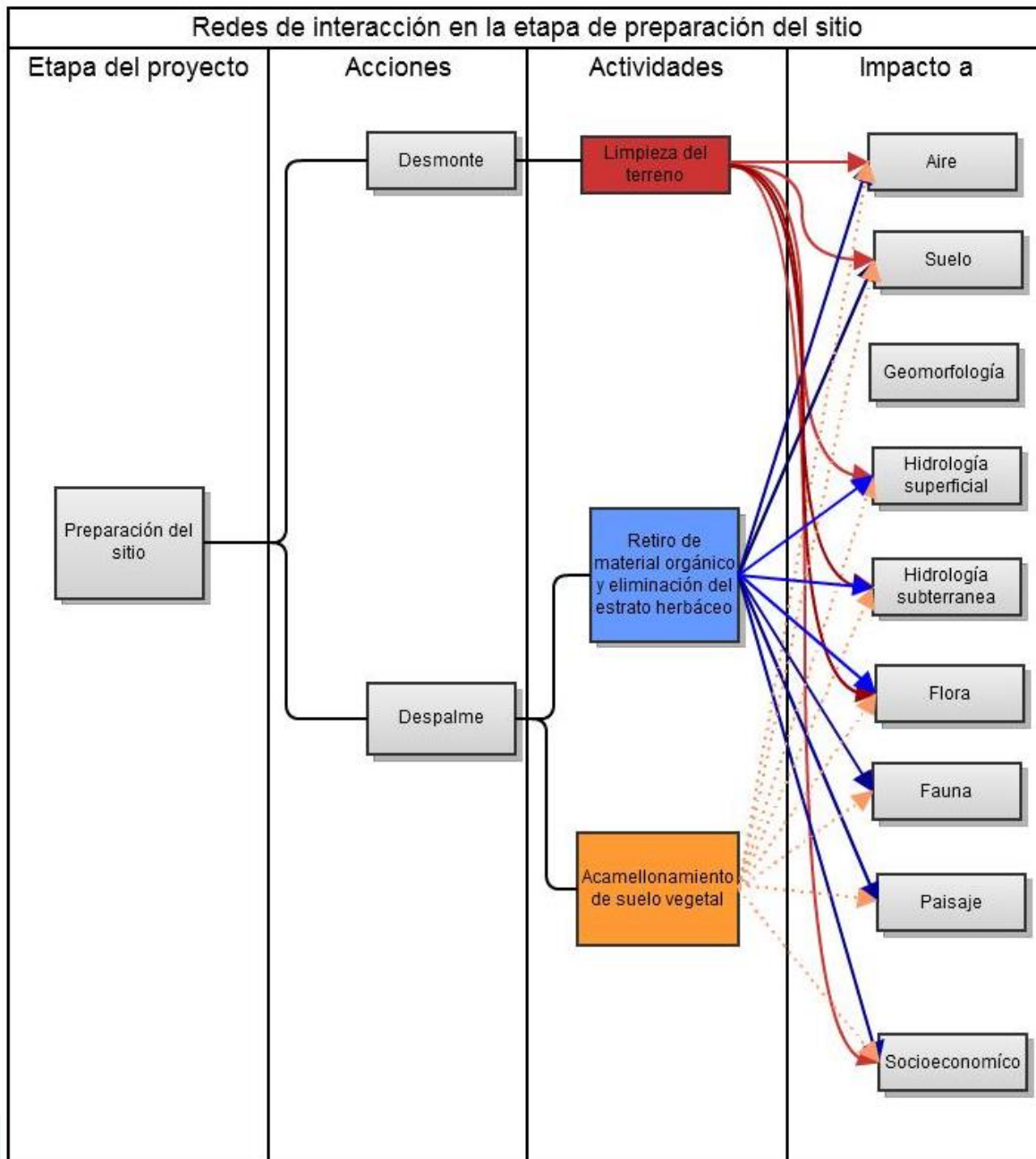


Figura 6-3 Redes de interacción para la etapa de preparación del sitio.

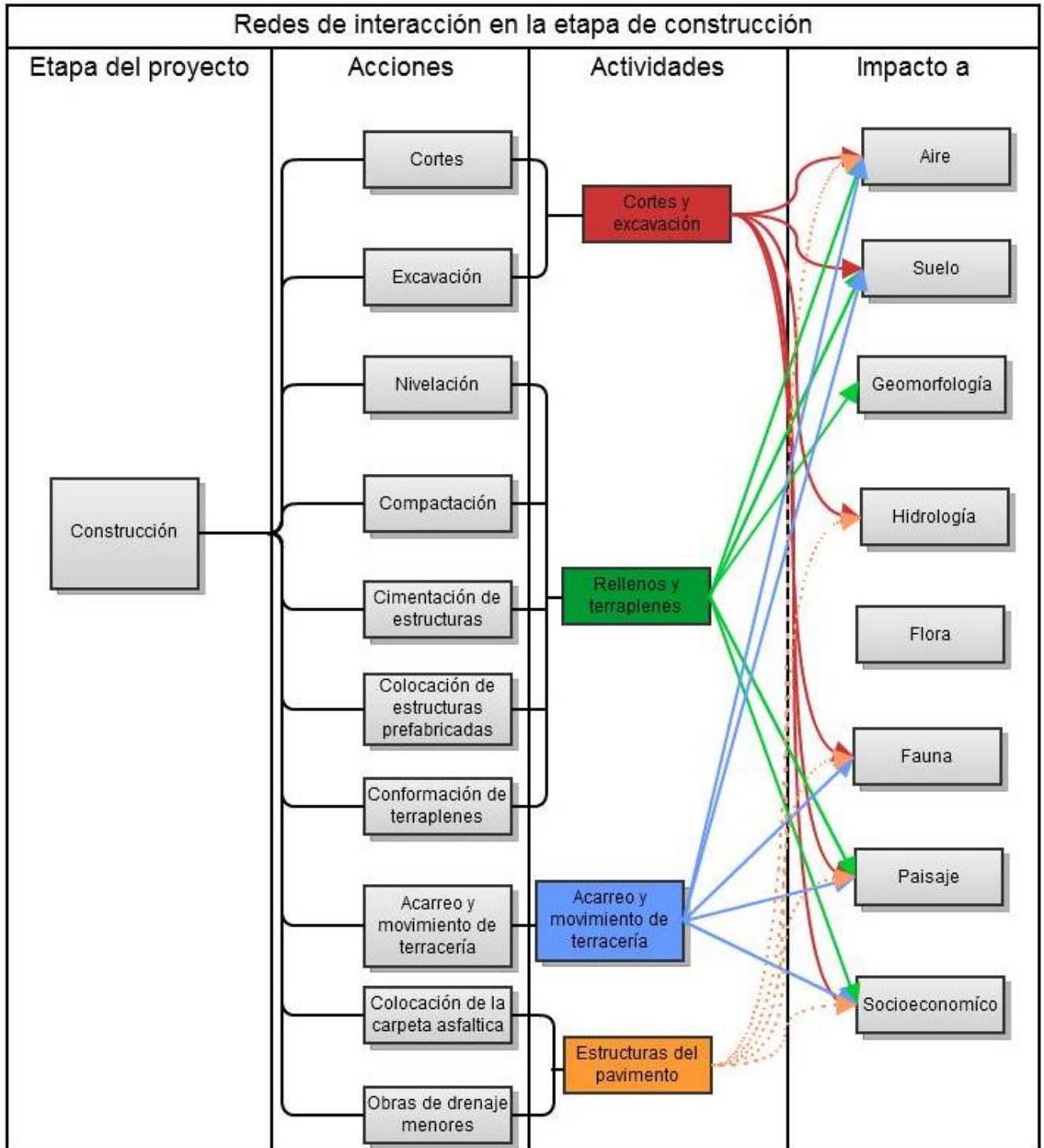


Figura 6-4 Redes de interacción para la etapa de construcción.



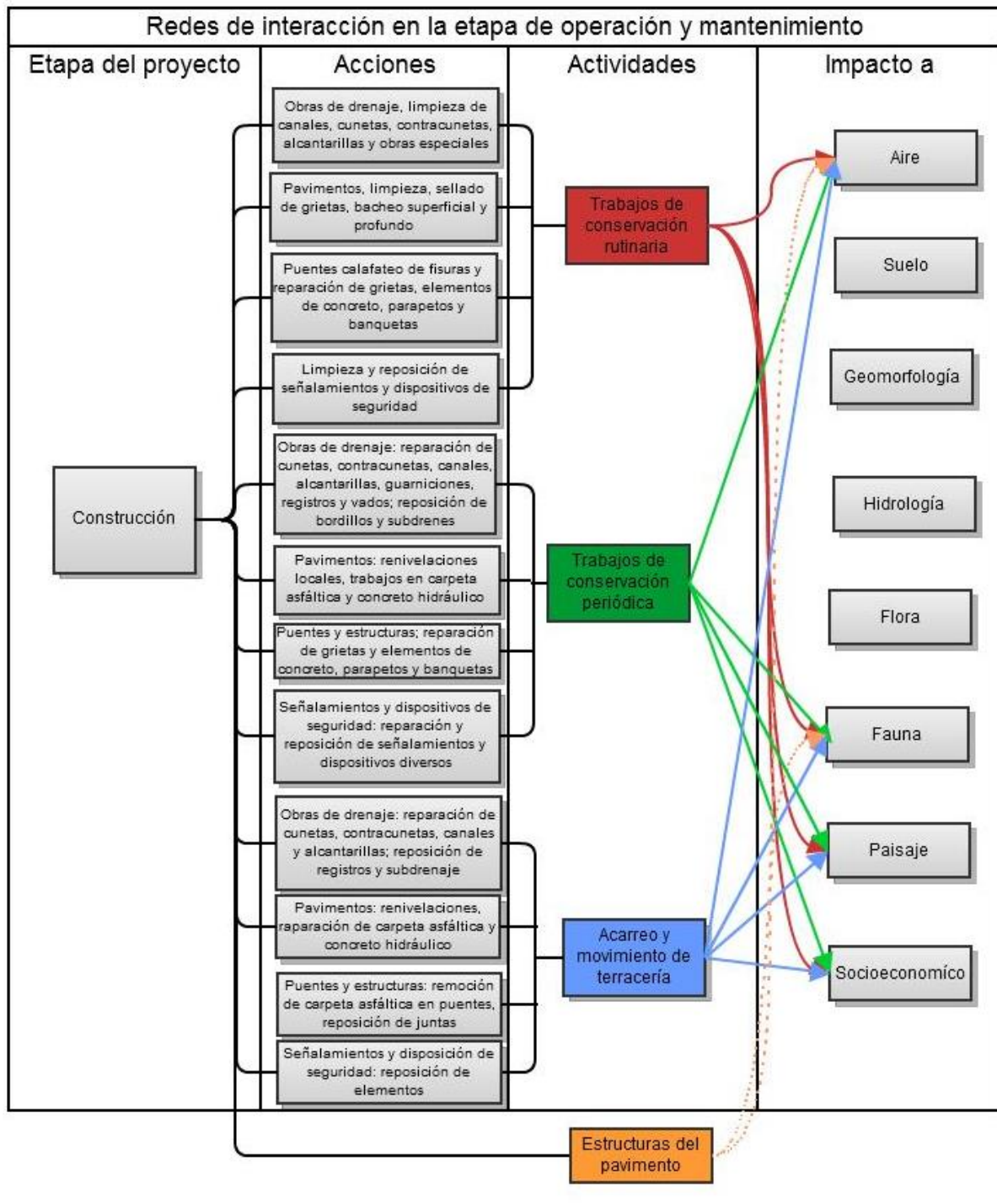


Figura 6-5 Redes de interacción durante la etapa de operación.

Las matrices interactivas (causa-efecto) fueron de las primeras metodologías de EIA que surgieron. Una matriz interactiva simple, muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de interacción de la matriz y se describe además en términos de consideraciones de magnitud e importancia.

A través de las redes de interacción mostradas en la sección anterior, se llevó a cabo la elaboración de la matriz de interacciones la cual se presenta en la Tabla 5-3.

Capítulo V

Tabla 6-3 Matriz de interacciones del proyecto

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Preparación del sitio	Aire	Calidad del aire	Desmante	Limpieza del terreno	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de desmante (limpieza de terreno)	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Aire	Calidad del aire	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de despalme (Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo)	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Aire	Calidad del aire	Despalme	Acamellonamiento desuelo vegetal	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de despalme (Acamellonamiento de suelo vegetal)	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Aire	Nivel sonoro	Desmante	Limpieza del terreno	Aumento en los niveles de ruido por el empleo de maquinaria para llevar a cabo la limpieza del terreno	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Aire	Nivel sonoro	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Aumento en los niveles de ruido por el empleo de maquinaria para llevar a cabo el retiro de material orgánico y la eliminación del estrato herbáceo	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Aire	Nivel sonoro	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Aumento en los niveles de ruido por el empleo de maquinaria para llevar a cabo el acamellonamiento de suelo vegetal	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapas del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Preparación del sitio	Suelo	Características fisicoquímicas	Desmonte	Limpieza del terreno	Afectación a las características fisicoquímicas por el retiro de suelo vegetal (pérdida de capas superficiales del suelo)	1	3	3	1	0	0.78	0.17	0.83	0.81	1	0.54	Alto significativo	-
Preparación del sitio	Suelo	Características fisicoquímicas	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por el Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	3	3	1	0	0.78	0.17	0.83	0.81	1	0.54	Alto significativo	-
Preparación del sitio	Suelo	Características fisicoquímicas	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por el acamellonamiento de suelo vegetal	1	3	3	1	0	0.78	0.17	0.83	0.81	1	0.54	Alto significativo	-
Preparación del sitio	Suelo	Características fisicoquímicas	Desmonte	Limpieza del terreno	Afectación a las características físico químicas del suelo por el inadecuado manejo y disposición de residuos	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	3	0.00	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Suelo	Características fisicoquímicas	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Afectación a las características físico químicas del suelo por el inadecuado manejo y disposición de residuos producto del retiro de material orgánico y el estrato herbáceo	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	3	0.00	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Suelo	Características fisicoquímicas	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Afectación a las características físico químicas del suelo por el acamellonamiento de suelo vegetal	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	3	0.00	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Desmonte	Limpieza del terreno	Afectación a los patrones de escurrimiento por el inadecuado manejo de los residuos productos del desmonte	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	3	0.00	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Preparación del sitio	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Afectación a los patrones de escurrimiento por el retiro de vegetación y el inadecuado manejo de los residuos producto del Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	3	0.00	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Afectación a los patrones de escurrimiento por el retiro de vegetación y el acamellonamiento de suelo vegetal	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	3	0.00	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos	Desmonte	Limpieza del terreno	Afectación a la recarga de acuíferos por la pérdida de vegetación y la modificación de las características fisicoquímicas del suelo	1	3	2	1	0	0.67	0.17	0.83	0.71	2	0.24	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Afectación a la recarga de acuíferos por la pérdida de vegetación y la modificación de las características fisicoquímicas del suelo por el retiro de material orgánico y eliminación de estrato herbáceo	1	3	2	1	0	0.67	0.17	0.83	0.71	2	0.24	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Afectación a la recarga de acuíferos por la Pérdida de vegetación y la modificación de las características fisicoquímicas del suelo por el acamellonamiento de suelo vegetal	1	3	2	1	0	0.67	0.17	0.83	0.71	2	0.24	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Vegetación	Cobertura	Desmonte	Limpieza del terreno	Pérdida de cobertura vegetal por las actividades de desmonte	1	3	2	3	2	0.67	0.83	0.17	0.93	2	0.31	Moderado significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Preparación del sitio	Vegetación	Cobertura	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Pérdida de cobertura vegetal por el Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	3	2	3	2	0.67	0.83	0.17	0.93	2	0.31	Moderado significativo	-
Preparación del sitio	Vegetación	Diversidad	Desmante	Limpieza del terreno	Pérdida de especies y afectación a la diversidad por las actividades de desmante	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	2	0.27	Moderado significativo	-
Preparación del sitio	Vegetación	Diversidad	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Pérdida de especies y afectación a la diversidad por el Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	2	0.27	Moderado significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Pérdida de hábitat	Desmante	Limpieza del terreno	Pérdida y fragmentación de hábitats por el retiro de vegetación durante la etapa de desmante	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	2	0.27	Moderado significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Pérdida de hábitat	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Pérdida y fragmentación de hábitats por el Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	2	0.27	Moderado significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Parámetros poblacionales	Desmante	Limpieza del terreno	Pérdida de organismos y modificación en los parámetros poblacionales de la fauna por las actividades de desmante	1	1	1	3	0	0.33	0.50	0.50	0.58	2	0.19	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Preparación del sitio	Fauna	Parámetros poblacionales	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del poblacionales de la fauna por el retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Pérdida de organismos y modificación en los parámetros	1	1	1	3	0	0.33	0.50	0.50	0.58	2	0.19	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Parámetros poblacionales	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Pérdida de organismos por el acamellonamiento de suelo vegetal y modificación en su distribución por el efecto de barrera	1	1	1	3	0	0.33	0.50	0.50	0.58	2	0.19	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Especies protegidas	Desmonte	Limpieza del terreno	Pérdida de organismos de especies protegidas	1	1	1	3	0	0.33	0.50	0.50	0.58	2	0.19	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Especies protegidas	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Pérdida de organismos de especies protegidas por el Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	1	1	3	0	0.33	0.50	0.50	0.58	2	0.19	Bajo significativo	-
Preparación del sitio	Fauna	Especies protegidas	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Pérdida de organismos de especies protegidas por el acamellonamiento de suelo vegetal	1	1	1	3	0	0.33	0.50	0.50	0.58	2	0.19	h	-
Preparación del sitio	Socioeconómico	Empleo	Desmonte	Limpieza del terreno	Generación de empleos temporales para llevar a cabo las actividades de desmonte	1	1	1	3	1	0.33	0.67	0.33	0.69	0	0.69	Alto significativo	+



Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Preparación del sitio	Socioeconómico	Empleo	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Generación de empleos temporales durante las actividades de Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	1	1	1	3	1	0.33	0.67	0.33	0.69	0	0.69	Alto significativo	+
Preparación del sitio	Socioeconómico	Empleo	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Generación de empleos temporales durante las actividades de acamellonamiento de suelo vegetal	1	1	1	3	1	0.33	0.67	0.33	0.69	0	0.69	Alto significativo	+
Preparación del sitio	Paisaje	Calidad del paisaje	Desmonte	Limpieza del terreno	Afectación en la Calidad del paisaje	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	1	0.54	Alto significativo	-
Preparación del sitio	Paisaje	Calidad del paisaje	Despalme	Retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo	Afectación a la calidad del paisaje por el retiro del material orgánico y la eliminación del estrato herbáceo	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	1	0.54	Alto significativo	-
Preparación del sitio	Paisaje	Calidad del paisaje	Despalme	Acamellonamiento de suelo vegetal	Afectación a la calidad del paisaje por el acamellonamiento de suelo vegetal	1	3	2	3	0	0.67	0.50	0.50	0.82	1	0.54	Alto significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Cortes	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de cortes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Excavaciones para canales	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de excavación de canales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de excavación para estructuras	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Terraplenes	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante la conformación de terraplenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Rellenos	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para llevar a cabo las actividades de relleno	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Acarreo	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para el acarreo de materiales, suelo, etc., así como por la dispersión de polvos durante el tránsito de los vehículos por los caminos de terracería	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Abatimiento de taludes	Afectación a la calidad del aire por la emisión de gases y polvos de la maquinaria empleada para llevar a cabo el Abatimiento de taludes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Terracerías	Bermas	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la realización de bermas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Estructuras	Mampostería de piedra	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para los trabajos de mampostería de piedra	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Estructuras	Zampeado	Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes y polvos producidos por la maquinaria y equipo que se empleará para los trabajos de zampeado	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Aire	Calidad del aire	Estructuras	Estructuras de concreto	Afectación a la calidad del aire por la emisión de gases y polvos provenientes de la maquinaria empleada para la colocación de las Estructuras de concreto	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante la colocación de Alcantarillas de lámina corrugada de acero	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante la colocación de alcantarillas de láminas tubulares de concreto	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la instalación de cunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la instalación de contracunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la instalación de lavaderos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la instalación de bordillos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria por las actividades de subdrenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Aire	Calidad del aire	Pavimentos	Revestimientos	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria por la instalación de revestimientos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Pavimentos	Subbases y bases	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria por la instalación de subbases y bases	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Pavimentos	Riegos de impregnación	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante el riego de impregnación	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Pavimentos	Riegos de liga	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante el riego de liga	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Pavimentos	Riegos de liga	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la instalación de carpetas por el sistema de riego	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Calidad del aire	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria para la instalación de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Cortes	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria durante la realización de cortes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Excavaciones para canales	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria durante las excavaciones de canales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria durante las excavaciones para estructuras	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Terraplenes	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria para la conformación de terraplenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Rellenos	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria durante la realización de rellenos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Acarreo	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria para el acarreo de materiales y equipo	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Abatimiento de taludes	Aumento en el nivel sonoro por el empleo de maquinaria durante el abatimiento de taludes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Terracerías	Bermas	Aumento en el nivel sonoro por la construcción de bermas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Estructuras	Mampostería de piedra	Aumento en el nivel sonoro durante las actividades de mampostería de piedra	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Estructuras	Zampeado	Aumento en el nivel sonoro durante el zampeado	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Estructuras	Estructuras de concreto	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de Estructuras de concreto	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de Alcantarillas de lámina corrugada de acero	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de Alcantarillas tubulares de concreto	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de cunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de contracunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de lavaderos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de bordillos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Aumento en el nivel sonoro por la construcción de subdrenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Pavimentos	Revestimientos	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de revestimientos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Pavimentos	Subbases y bases	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de subbases y bases	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Pavimentos	Riegos de impregnación	Aumento en el nivel sonoro por las actividades de riego de impregnación	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Pavimentos	Riegos de liga	Aumento en el nivel sonoro por las actividades de riego de liga	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Pavimentos	Carpetas por el sistema de riego	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de carpetas por el sistema de riego	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Aire	Nivel sonoro	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Aumento en el nivel sonoro por la colocación de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Suelo	Características fisicoquímicas	Terracerías	Terraplenes	Afectación a las características físico químicas del suelo especialmente a lo que se refiere a la compactación del mismo por la construcción de terraplenes	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Suelo	Características fisicoquímicas	Terracerías	Rellenos	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo especialmente a lo que se refiere a la compactación del mismo por la construcción de rellenos	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Suelo	Características fisicoquímicas	Estructuras	Estructuras de concreto	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo especialmente a lo que se refiere a la compactación del mismo por la construcción de estructuras de concreto	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Suelo	Características fisicoquímicas	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo (Contaminación) del mismo por la colocación de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Construcción	Geomorfología	Modificación de la geoforma	Terracerías	Cortes	Modificación a la estructura de la geoforma por la elaboración de cortes	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	0	0.67	Alto significativo	-
Construcción	Geomorfología	Modificación de la geoforma	Terracerías	Excavaciones para canales	Modificación a la estructura de la geoforma por la elaboración de Excavaciones para canales	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	0	0.67	Alto significativo	-
Construcción	Geomorfología	Modificación de la geoforma	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Modificación a la estructura de la geoforma por la excavación para estructuras	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	0	0.67	Alto significativo	-
Construcción	Geomorfología	Modificación de la geoforma	Terracerías	Abatimiento de taludes	Modificación a la estructura de la geoforma por el Abatimiento de taludes	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	0	0.67	Alto significativo	-
Construcción	Geomorfología	Modificación de la geoforma	Terracerías	Bermas	Modificación a la estructura de la geoforma por la construcción de bermas	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	0	0.67	Alto significativo	-



Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Geomorfología	Estabilidad de laderas	Terracerías	Cortes	Modificación en la estabilidad de las laderas por la realización de cortes	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Geomorfología	Estabilidad de laderas	Terracerías	Excavaciones para canales	Modificación en la estabilidad de las laderas por las excavaciones para canales	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Geomorfología	Estabilidad de laderas	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Modificación en la estabilidad de las laderas por las excavaciones para estructuras	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Geomorfología	Estabilidad de laderas	Terracerías	Abatimiento de taludes	Modificación en la estabilidad de las laderas por el Abatimiento de taludes	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Geomorfología	Estabilidad de laderas	Terracerías	Bermas	Modificación en la estabilidad de laderas por la construcción de bermas	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	1	0.44	Moderado significativo	-
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Terracerías	Cortes	Modificación de los patrones de escurrimiento por la elaboración de cortes (desvío de cuerpos de agua)	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	0	0.61	Alto significativo	-
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Terracerías	Excavaciones para canales	Modificación de los patrones de escurrimiento por la realización de excavaciones para canales (desvíos de cuerpos de agua)	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	0	0.61	Alto significativo	-
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Modificación de los patrones de escurrimiento por la realización de excavaciones para estructuras (desvíos de cuerpos de agua)	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	0	0.61	Alto significativo	-
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Terracerías	Terraplenes	Modificación de los patrones de escurrimiento por la conformación de terraplenes (desvíos de cuerpos de agua)	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	0	0.61	Alto significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Terracerías	Rellenos	Modificación de los patrones de escurrimiento por la realización de rellenos (desvíos de cuerpos de agua)	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	0	0.61	Alto significativo	-
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Terracerías	Abatimiento de taludes	Modificación de los patrones de escurrimiento por el abatimiento de taludes (desvíos de cuerpos de agua)	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	0	0.61	Alto significativo	-
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Modificación de los patrones de escurrimiento por la colocación de alcantarillas de lámina corrugada	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Modificación de los patrones de escurrimiento por la colocación de Alcantarillas tubulares de concreto	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Modificación de los patrones de escurrimiento por la colocación de cunetas	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Modificación de los patrones de escurrimiento por la colocación de contracunetas	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Modificación de los patrones de escurrimiento por la colocación de lavaderos	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Modificación de los patrones de escurrimiento por la colocación de bordillos	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+
Construcción	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Modificación de los patrones de escurrimiento por la elaboración de subdrenes	1	2	2	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	0	0.56	Alto significativo	+

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Fauna	Pérdida de	Terracerías	Cortes	Pérdida de hábitat por la realización de cortes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado	-
Construcción	Fauna	Pérdida de hábitat	Terracerías	Excavaciones para canales	Pérdida de hábitat por las Excavaciones para canales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	-
Construcción	Fauna	Pérdida de hábitat	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Pérdida de hábitat por las excavaciones para estructuras	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	-
Construcción	Fauna	Pérdida de	Terracerías	Rellenos	Pérdida de hábitat por los rellenos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Cortes	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de cortes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Excavaciones para canales	Modificación a los parámetros poblacionales por la excavación para canales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Modificación a los parámetros poblacionales por la excavación para estructuras	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Terraplenes	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de terraplenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Rellenos	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de rellenos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Acarreo	Modificación a los parámetros poblacionales por el acarreo de materiales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Abatimiento de taludes	Modificación a los parámetros poblacionales por el Abatimiento de taludes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Terracerías	Bermas	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de bermas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Estructuras	Mampostería de piedra	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de mampostería de piedra	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Estructuras	Zampeado	Modificación a los parámetros poblacionales por el zampeado	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Estructuras	Estructuras de concreto	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de Estructuras de concreto	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de alcantarillas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de alcantarillas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de cunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de contracunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de lavaderos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de bordillos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de subdrenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapas del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Pavimentos	Revestimientos	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de revestimientos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Pavimentos	Subbases y bases	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de subbases y bases	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Pavimentos	Riegos de impregnación	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de Riegos de impregnación	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Parámetros poblacionales	Pavimentos	Riegos de liga	Modificación a los parámetros poblacionales por la realización de liga	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Cortes	Afectación a las especies protegidas por la realización de cortes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Excavaciones para canales	Afectación a las especies protegidas por la excavación de canales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Afectación a las especies protegidas por las excavaciones para estructuras	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Terraplenes	Afectación a las especies protegidas por la conformación de terraplenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Rellenos	Afectación a las especies protegidas por la realización de rellenos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Acarreo	Afectación a las especies protegidas por el acarreo demateriales	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Abatimiento de taludes	Afectación a las especies protegidas la realización por el Abatimiento de taludes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Terracerías	Bermas	Afectación a las especies protegidas por la realización de bermas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Estructuras	Mampostería de piedra	Afectación a las especies protegidas por la realización de mampostería de piedra	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Estructuras	Zampeado	Afectación a las especies protegidas por la realización de zampeado	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Estructuras	Estructuras de concreto	Afectación a las especies protegidas por la realización de Estructuras de concreto	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Afectación a las especies protegidas por la realización de alcantarillas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Afectación a las especies protegidas por la realización de alcantarillas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Afectación a las especies protegidas por la realización de cunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Afectación a las especies protegidas por la realización de contracunetas	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Afectación a las especies protegidas por la realización de lavaderos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Afectación a las especies protegidas por la realización de bordillos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Afectación a las especies protegidas por la realización de subdrenes	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Pavimentos	Revestimientos	Afectación a las especies protegidas por la realización de revestimientos	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Pavimentos	Subbases y bases	Afectación a las especies protegidas por la realización de subbases y bases	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Pavimentos	Riegos de impregnación	Afectación a las especies protegidas por la realización de Riegos de impregnación	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Fauna	Especies protegidas	Pavimentos	Riegos de liga	Afectación a las especies protegidas por la realización de Riegos de liga	1	1	1	2	0	0.33	0.33	0.67	0.48	2	0.16	Bajo significativo	-
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Cortes	Generación de empleos por la realización de cortes	1	1	1	2	1	0.33	0.50	0.50	0.58	0	0.58	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Excavaciones para canales	Generación de empleos por la realización de Excavaciones para canales	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Generación de empleos por la realización de excavaciones para estructuras	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Terraplenes	Generación de empleos por la realización de terraplenes	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Rellenos	Generación de empleos por la realización de rellenos	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Acarreo	Generación de empleos para el acarreo de materiales	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Abatimiento de taludes	Generación de empleos por el Abatimiento de taludes	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Terracerías	Bermas	Generación de empleos por la realización de bermas	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Estructuras	Mampostería de piedra	Generación de empleos por la realización de mampostería de piedra	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+



Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Estructuras	Zampeado	Generación de empleos por la realización de zampeado	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Estructuras	Estructuras de concreto	Generación de empleos por la colocación de Estructuras de concreto	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Generación de empleos por la realización de alcantarillas de lámina corrugada de acero	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Generación de empleos por la realización de Alcantarillas tubulares de concreto	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Generación de empleos por la realización de cunetas	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Generación de empleos por la realización de contracunetas	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Generación de empleos por la realización de lavaderos	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Generación de empleos por la realización de bordillos	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Generación de empleos por la realización de subdrenes	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Pavimentos	Revestimientos	Generación de empleos por la realización de revestimientos	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Pavimentos	Subbases y bases	Generación de empleos por la realización de subbases y bases	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Pavimentos	Riegos de impregnación	Generación de empleos por la realización de Riegos de impregnación	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Pavimentos	Riegos de liga	Generación de empleos por la realización de riegos de liga	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Pavimentos	Carpetas por el sistema de riego	Generación de empleos por la colocación de carpetas por el sistema de riego	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Socioeconómico	Empleo	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Generación de empleos por la colocación de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.48	0	0.48	Moderado significativo	+
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Cortes	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de cortes	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Excavaciones para canales	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de Excavaciones para canales	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Excavaciones para estructuras	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de excavaciones para estructuras	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Terraplenes	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de terraplenes	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Rellenos	Afectación a la calidad del paisaje por la realización derellenos	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Acarreo	Afectación a la calidad del paisaje por el acarreo de materiales	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Abatimiento de taludes	Afectación a la calidad del paisaje por el Abatimiento de taludes	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Terracerías	Bermas	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de bermas	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Estructuras	Mampostería de piedra	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de mampostería de piedra	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Estructuras	Zampeado	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de zampeado	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Estructuras	Estructuras de concreto	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de estructuras de concreto	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas de lámina corrugada de acero	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de Alcantarillas de lámina corrugada de acero	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Alcantarillas tubulares de concreto	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de Alcantarillas tubulares de concreto	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Cunetas	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de cunetas	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Contracunetas	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de contracunetas	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Lavaderos	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de lavaderos	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Bordillos	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de bordillos	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Drenajes y subdrenes	Subdrenes	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de subdrenes	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Pavimentos	Revestimientos	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de revestimientos	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Pavimentos	Subbases y bases	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de subbases y bases	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Pavimentos	Riegos de impregnación	Afectación a la calidad del paisaje por la realización de Riegos de impregnación	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Pavimentos	Riegos de liga	Afectación a la calidad del paisaje por la realización deriegosde liga	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Construcción	Paisaje	Calidad paisaje	Pavimentos	Carpetas por el sistema de riego	Afectación a la calidad del paisaje por la colocación de carpetas por el sistema de riego	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Construcción	Paisaje	Calidad del paisaje	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del paisaje por la colocación de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	2	1	1	0	0.44	0.17	0.83	0.51	2	0.17	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación rutinaria	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a la calidad del aire por la maquinaria empleada durante los trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación rutinaria	Pavimentos	Afectación a la calidad del aire por la maquinaria empleada durante los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación rutinaria	Puentes	Afectación a la calidad del aire por la maquinaria empleada durante los trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del aire por la maquinaria empleada durante los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación periódica	Pavimentos	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación periódica	Puentes	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de reconstrucción	Pavimentos	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Trabajos de reconstrucción	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Calidad del aire	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Afectación a la calidad del aire por el tránsito de vehículos durante la operación de la carretera	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación rutinaria	Obras de drenaje y subdrenaje	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación rutinaria	Pavimentos	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación rutinaria	Puentes	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación periódica	Pavimentos	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación periódica	Puentes	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de conservación periódica	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de reconstrucción	Pavimentos	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Trabajos de reconstrucción	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Aumento en el nivel sonoro por la maquinaria empleada durante los trabajos de reconstrucción	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para la construcción de la Autopista Siglo XXI, tramo El Higuérón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos.

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Aire	Nivel sonoro	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Aumento en el nivel sonoro por el tránsito de vehículos durante la operación de la carretera	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	-
Operación y mantenimiento	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Trabajos de conservación rutinaria	Obras de drenaje y subdrenaje	Modificación de los patrones de escurrimiento por la limpieza de Obras de drenaje y subdrenaje	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Modificación de los patrones de escurrimiento por la limpieza de Obras de drenaje y subdrenaje	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Hidrología superficial	Patrones de escurrimiento	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Modificación de los patrones de escurrimiento por la limpieza de Obras de drenaje y subdrenaje	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Hidrología superficial	Calidad física química	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Modificación a la calidad físicoquímica del agua por el mantenimiento de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Hidrología superficial	Calidad física química	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Modificación a la calidad físicoquímica del agua por el mantenimiento de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Hidrología superficial	Calidad física química	Trabajos de reconstrucción	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Modificación a la calidad físicoquímica del agua por el mantenimiento de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	1	1	1	0	0.33	0.17	0.83	0.40	2	0.13	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Vegetación	Cobertura	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la cobertura vegetal por el mantenimiento de señalamientos y dispositivos de seguridad	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	1	0.30	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación rutinaria	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a los parámetros poblacionales por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+



Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación rutinaria	Pavimentos	Afectación a los parámetros poblacionales por los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación rutinaria	Puentes	Afectación a los parámetros poblacionales por los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a los parámetros poblacionales por los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de conservación periódica	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación periódica	Pavimentos	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de conservación periódica	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación periódica	Puentes	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de conservación periódica	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de conservación periódica	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de reconstrucción	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de reconstrucción	Pavimentos	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de reconstrucción	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de reconstrucción	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Trabajos de reconstrucción	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a los parámetros poblacionales por los trabajos de reconstrucción	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Parámetros poblacionales	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Afectación a los parámetros poblacionales por el tránsito de vehículos durante la operación de la carretera	1	2	1	2	0	0.44	0.33	0.67	0.58	1	0.39	Moderado significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación rutinaria	Pavimentos	Afectación a las Especies protegidas por los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación rutinaria	Puentes	Afectación a las Especies protegidas por los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a las Especies protegidas por los Trabajos de conservación rutinaria	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de conservación periódica	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación periódica	Pavimentos	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de conservación periódica	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación periódica	Puentes	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de conservación periódica	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de conservación periódica	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de reconstrucción	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	0	0.44	Moderado significativo	+

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de reconstrucción	Pavimentos	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de reconstrucción	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de reconstrucción	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Trabajos de reconstrucción	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a las Especies protegidas por los trabajos de reconstrucción	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Fauna	Especies protegidas	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Afectación a las especies protegidas por el tránsito de vehículos durante la operación de la carretera	1	2	1	2	0	0.44	0.33	0.67	0.58	1	0.39	significativo	-
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación rutinaria	Obras de drenaje y subdrenaje	Generación de empleo por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación rutinaria	Pavimentos	Generación de empleo por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación rutinaria	Puentes	Generación de empleo por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Generación de empleo por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Generación de empleo por los trabajos de conservación periódica	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación periódica	Pavimentos	Generación de empleo por los trabajos de conservación periódica	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación periódica	Puentes	Generación de empleo por los trabajos de conservación periódica	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Generación de empleo por los trabajos de conservación periódica	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Generación de empleo por los trabajos de reconstrucción	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de reconstrucción	Pavimentos	Generación de empleo por los trabajos de reconstrucción	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Generación de empleo por los trabajos de reconstrucción	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Trabajos de reconstrucción	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Generación de empleo por los trabajos de reconstrucción	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.58	0	0.58	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Empleo	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Generación de empleos por el tránsito de vehículos	1	2	2	1	1	0.56	0.33	0.67	0.68	0	0.68	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Socioeconómico	Competitividad económica	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Aumento en la competitividad económica por el tránsito de vehículos	1	2	2	1	1	0.56	0.33	0.67	0.68	0	0.68	Alto significativo	+
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación rutinaria	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a la calidad del paisaje por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación rutinaria	Pavimentos	Afectación a la calidad del paisaje por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación rutinaria	Puentes	Afectación a la calidad del paisaje por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación rutinaria	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del paisaje por los Trabajos de conservación rutinaria	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-

Capítulo V

Matriz de interacciones del proyecto																		
Etapa del proyecto	Componente ambiental	Factor ambiental	Actividad del proyecto	Acciones	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación periódica	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de conservación periódica	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación periódica	Pavimentos	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de conservación periódica	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación periódica	Puentes	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de conservación periódica	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de conservación periódica	Señalamientos y dispositivos de seguridad	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de conservación periódica	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de reconstrucción	Obras de drenaje y subdrenaje	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de reconstrucción	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de reconstrucción	Pavimentos	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de reconstrucción	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de reconstrucción	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Trabajos de reconstrucción	Puentes	Afectación a la calidad del paisaje por los trabajos de reconstrucción	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-
Operación y mantenimiento	Paisaje	Calidad del paisaje	Tránsito de vehículos	Tránsito de vehículos	Afectación a la calidad del paisaje por el tránsito de vehículos durante la operación de la carretera	1	2	2	1	0	0.56	0.17	0.83	0.61	2	0.20	Bajo significativo	-

## 5.2 Caracterización de los Impactos.

Los impactos que se producirán por la construcción y operación del proyecto carretero se identificaron con las metodologías antes señaladas encontrando un total de 304 interacciones, ver tabla 5-4.

Tabla 6-4 Interacciones por tipo de componente e indicador ambiental identificado.

Interacciones por tipo de componente e indicador ambiental identificado		
Componente ambiental	Indicador ambiental	Interacciones
Aire	Nivel sonoro	40
	Calidad del aire	40
Suelo	Características fisicoquímicas	13
Geomorfología	Modificación a la geoforma	5
	Estabilidad de laderas	7
Agua superficial	Patrones de escurrimientos	17
	Calidad fisicoquímica	5
Agua subterránea	Recarga de acuíferos	10
Flora	Cobertura	3
	Diversidad	2
Fauna	Pérdida del hábitat	10
	Parámetros poblacionales	36
	Especies vulnerables	36
Socioeconómico	Empleos	40
	Competitividad económica	1
Paisaje	Calidad del paisaje	39
Total		304

A continuación se describen las interacciones encontradas, explicando los componentes ambientales que serán impactados de manera significativa, en cada una de las etapas del proyecto.

### *5.2.1 Preparación del Sitio*

Tal como se señaló en la Tabla 5-1, durante la etapa de preparación del sitio se realizarán actividades de desmonte y despalme; dichas actividades se describen a continuación:

- Desmonte: Esta actividad consistirá en realizar la limpieza del terreno mediante la eliminación de la vegetación natural (estratos arbustivo y arbóreo), lo cual será realizado por medios mecánicos.
- Despалme: Durante esta actividad se llevará a cabo el retiro del material orgánico (capa superficial del terreno), el retiro del estrato herbáceo, para finalmente colocar o depositar dicho material en las áreas adyacentes o en lugares destinados para este fin.

La ejecución de las actividades anteriormente descritas, causará impactos sobre algunos de los componentes bióticos y abióticos en el área en donde se llevará a cabo el proyecto y en el Sistema Ambiental Regional (SAR), tales como el aire, suelo, agua superficial, agua subterránea, vegetación, fauna, economía y paisaje.

*Aire:* Para llevar a cabo las actividades de desmonte y despалme propias de la etapa de preparación del sitio, se requerirá del empleo de maquinaria, equipo y/o vehículos automotores, los cuales generarán emisiones de gases contaminantes a la atmosfera. Los principales gases contaminantes que serán emitidos son: Monóxido de Carbono (CO), Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC), Material particulado (MP), entre otros componentes.



Debido a la circulación de los vehículos automotores y al movimiento de tierras, se dispersarán polvos o partículas en el aire.

De igual forma, el empleo de la maquinaria, equipo y/o vehículos aumentará los niveles de ruido en la zona. Cabe señalar que a lo largo del trazo los poblados más cercanos son Pedro Amaro y Jojutla, por lo cual la principal afectación será cerca de ambos poblados.

*Suelo:* Las actividades de desmonte y despalde ocasionarán un impacto a las características fisicoquímicas del suelo, debido a que dicho quedará expuesto a fenómenos meteorológicos como la lluvia y el viento, lo cual puede acelerar los procesos erosivos de la zona, dado que la vegetación actuaba como un elemento fijador del suelo e impedía el arrastre del mismo por los escurrimientos que se presentan en la zona. Cabe que se presentará empobrecimiento del suelo, dado que se eliminará la capa orgánica y se incrementará el grado de compactación en el DDV. Otra acción que podría ocasionar afectación al suelo es la inadecuada disposición de residuos provenientes de la maquinaria y/o equipo a utilizar, o bien, aquellos generados por los trabajadores de la obra.

De igual forma, la reintegración de suelo vegetal, modificará las características fisicoquímicas debido a que mejorará la calidad del suelo.

*Hidrología superficial:* Al remover la vegetación que se encuentra en el DDV, principalmente la que se encuentra en áreas con pendientes pronunciadas, mesetas, lomeríos o sierras, se modificarán los patrones de escurrimiento, ya que la vegetación ayuda a definir estos patrones; de igual forma, al eliminar las capas superficiales del suelo, se generarán cambios en los escurrimientos y se modifican los volúmenes de escurrimiento. Lo anterior, puede propiciar que el material de despalde y desmonte o el que se produzca por erosión en áreas desmontadas sea arrastrado hacia los cauces de los ríos y otros cuerpos de agua, causando el azolve de los mismos. Otra actividad

que puede afectar a este componente, es el inadecuado manejo y disposición de residuos, lo que a su vez puede generar la contaminación de cuerpos de agua.

*Hidrología subterránea:* de igual forma que se modifican los patrones de escurrimiento con la pérdida de vegetación, la recarga de los mantos acuíferos se ve alterada, ya que al quitar la vegetación y modificar la estructura original del suelo, la proporción de agua de lluvia que tiende a infiltrarse disminuye, ya que se modifican las características de porosidad y permeabilidad del suelo. De esta manera se incrementa el escurrimiento local y disminuye la recarga.

Otra afectación a este componente, será la ocasionada por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos y líquidos, principalmente, que pueden llegar a infiltrarse y causar la contaminación de los mantos acuíferos.

*Flora:* Debido a las acciones de retiro de los estratos arbustivo y arbóreo, habrá una disminución de la cubierta vegetal dentro del DDV, afectando de igual manera la estructura de las comunidades vegetales, particularmente en términos de abundancia. Cabe señalar que la afectación a este componente incide directamente con la afectación a otros componentes como el suelo, hidrología superficial y subterránea, fauna y paisaje.

*Fauna:* Con la eliminación del estrato arbustivo y arbóreo se propiciará la pérdida de hábitat utilizado como zonas de tránsito, refugio, reproducción, anidación y alimentación y descanso de especies de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. En el caso de las aves, podría generarse la pérdida de organismos, debido a la destrucción de nidos. Lo anterior repercutirá directamente sobre los parámetros poblacionales de las especies, dado que se provocará el desplazamiento de los organismos hacia zonas más conservadas y por tanto que no presenten perturbaciones. Con el empleo de equipo, maquinaria y/o vehículos, podría afectarse directamente algunos organismos, principalmente por el atropellamiento de los mismos.

De manera especial se pueden generar afectaciones severas en especies de anfibios y reptiles, ya que son organismos cuya movilidad y sobrevivencia depende de manera directa de la existencia de la vegetación. La eliminación de la cobertura vegetal podría generar para estas especies grandes espacios que los exponen ante los depredadores y les generan condiciones extremas para su movilidad.

*Socioeconómico:* Este factor se verá afectado de manera positiva debido al incremento en la demanda de trabajadores para realizar las acciones de desmonte y despalle así como para el manejo de la maquinaria y equipo, por lo cual se generarán fuentes de empleo temporales para los pobladores de las comunidades cercanas.

Así mismo, se generará una derrama económica importante en los poblados aledaños al proyecto, por el consumo de productos por parte de los trabajadores del proyecto.

Los insumos que se requerirán (combustibles, aceites), serán adquiridos en los expendios cercanos a la zona del proyecto, por lo que este tema también representará un ingreso adicional temporal para esos comercios.

*Paisaje:* Éste se verá afectado debido al retiro de los estratos arbustivo y arbóreo, ya que se alterará su continuidad y se afectará el valor estético de la zona. Así mismo, se incorporarán elementos ajenos al paisaje natural, por la presencia de la maquinaria y equipo a utilizar durante la realización de las actividades de retiro de vegetación.

### 5.2.2 Construcción

Durante esta etapa del proyecto tal como se mencionó en la Tabla 5-1, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Terracerías: incluye las actividades de corte, excavaciones, terraplenes, rellenos, acarreo, abatimiento de taludes y bermas.

- Estructuras: incluye mampostería de piedra, zampeado y estructuras de concreto reforzado.
- Drenajes y subdrenajes: incluye las alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos y subdrenes.
- Pavimentos: incluye revestimientos, subbases y bases, riegos de impregnación, riego de liga y carpetas por el sistema de riegos.
- Señalamientos y dispositivos de seguridad

Las acciones antes citadas se describen dentro del capítulo 2 del presente estudio. A continuación se mencionan los posibles efectos que se podrían producir sobre los componentes ambientales que integran al SAR y área de estudio del proyecto, de acuerdo con las actividades antes señaladas:

Con la ejecución de las actividades anteriormente descritas, se causarán impactos sobre algunos de los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental Regional (SAR) y en el área de estudio, tales como el aire, suelo, geomorfología, hidrología superficial, hidrología subterránea, fauna, economía y paisaje.

*Aire:* Este componente ambiental será afectado en su calidad, por el empleo de la maquinaria, equipo y/o vehículos automotores que se requieran para llevar a cabo las acciones propias de esta etapa; la afectación consistirá en la emisión de gases contaminantes proveniente del escape de los vehículos automotores, tales como: Monóxido de carbono, Óxido de Nitrógeno, Bióxido de carbono, hidrocarburos, partículas suspendidas, entre otros gases. Asimismo, el tránsito de los vehículos, maquinaria y/o equipo a través de caminos de terracería o zonas con suelo no consolidado, así como el acarreo de materiales y/o equipos, producirán la dispersión de polvos con lo cual se afectará la visibilidad y la calidad del aire. Otro factor

importante que será afectado serán los niveles de ruido el cual será también producido por el empleo de los equipos antes señalados.

*Suelo:* Debido a que para llevar a cabo los trabajos referentes a esta etapa se empleará maquinaria y/o equipos además de vehículos automotores de carga, es posible que durante el mantenimiento de los mismos, así como durante el tiempo que duren las actividades se generen residuos peligrosos, líquidos, urbanos y de manejo, los cuales pueden afectar al suelo por el inadecuado manejo de los mismos. De igual forma este componente puede ser afectado en sus características estructurales y fisicoquímicas, ya que en esta etapa se requerirá llevar a cabo la compactación y nivelación del suelo, como consecuencia se aumentará la densidad aparente del suelo, perdiendo sus características de porosidad, permeabilidad, densidad, humedad y estructura. Así mismo, en este caso, el suelo vegetal que se retire durante las actividades de preparación del sitio será empleado para el recubrimiento de los taludes, así como los pisos, fondo de excavaciones. El uso de este material, ayudará a mejorar el suelo de estas áreas.

*Geomorfología:* Debido a que dentro de las actividades a desarrollar en esta etapa se plantea la realización de cortes y excavaciones, se modificaran las geoformas, afectando de manera indirecta la calidad del paisaje, vegetación y fauna; lo anterior debido a la pérdida de hábitats, principalmente de especies con hábitos fosoriales. De igual forma la modificación de las geoformas, modificará los patrones de escurrimiento de la zona.

Por otra parte una vez realizados los cortes y excavaciones la estabilidad de las laderas también se verá afectada, ya que pueden producirse deslaves por la inestabilidad de las laderas o por los escurrimientos que se presenten en la zona, lo anterior podría propiciar el azolvamiento de cuerpos de agua y el aumento en el arrastre de sedimentos.

*Hidrología superficial:* La afectación en la hidrología superficial se debe a varias acciones, como son: la modificación en el patrón de drenaje por la realización de cortes y excavaciones, asimismo, la propia conformación de la carretera (colocación de la carpeta asfáltica), modificará el patrón de drenaje laminar que se presenta en la zona. Por otra parte, la desviación de causes o cuerpos de agua superficiales, afectará el efecto de erosión hídrica que se presente en la zona, así como otros elementos (fauna). El almacenamiento temporal de residuos de excavaciones, material vegetal u otro tipo de residuos, podría modificar los escurrimientos y por lo tanto modificar los patrones de drenaje natural. Otro aspecto es la posible contaminación de los cuerpos de agua por el vertido de residuos provenientes de campamentos como son: residuos sólidos urbanos, aguas residuales y los producidos durante el mantenimiento de la maquinaria, los cuales al ser arrastrados por las aguas pluviales pueden ser depositados en las corrientes superficiales o cuerpos de agua cercanos a la zona. No obstante la construcción de estructuras complementarias como alcantarillas, cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, ayudarán a dirigir los escurrimientos de agua superficial dirigiendo los escurrimientos, por lo que se tratará que al construir dichas obras se lleven a cabo en relación con los patrones de drenaje natural.

*Fauna:* La afectación a este componente se puede dar por la pérdida de organismos a causa de su posible atropellamiento por la maquinaria y/o vehículos que se ocupen para llevar a cabo las actividades de construcción, repercutiendo en la modificación de algunos parámetros poblacionales. Por otra parte, también puede presentarse el alejamiento de la fauna a causa del ruido y vibraciones producidos principalmente durante la compactación y nivelación. Cabe señalar que existirá pérdida de hábitats en el caso de las especies que presenten hábitos fosoriales.

*Paisaje:* Se alterará la calidad del paisaje debido al empleo de maquinaria, produciendo un efecto visual negativo, asimismo, la propia construcción de la carretera modificará la continuidad del paisaje.

*Generación de empleos:* Para la realización de las actividades de compactación y nivelación se generaran empleos temporales, por lo que será necesaria la contratación de mano de obra para las diversas etapas de construcción, principalmente a habitantes de las localidades aledañas al trazo del proyecto.

### 5.2.3 Operación y Mantenimiento

Las actividades que se realizarán durante la etapa de operación y mantenimiento contienen una serie de acciones para la conservación y mantenimiento del tramo carretero, estas actividades se encuentran agrupadas en:

- Trabajos de conservación rutinaria
- Trabajos de conservación periódica
- Trabajos de reconstrucción

La ejecución de tales trabajos incluye acciones relacionadas con la limpieza, restauración y reparación de las diferentes estructuras y componentes que conforman el tramo carretero.

Tales actividades generarán distintos impactos sobre los componentes ambientales como:

*Aire:* La maquinaria y el equipo empleado durante las actividades de reparación y restauración de las diferentes estructuras y componentes del proyecto generarán emisiones de gases contaminantes, así como también la generación de polvos. La operación de la maquinaria y equipo incrementará los niveles sonoros en la zona.

*Hidrología superficial:* El mantenimiento de las obras de drenaje y sub drenaje durante la etapa de operación y mantenimiento, permitirá que los escurrimientos que atraviesen por la zona no ocasionen daños provocados por encharcamientos o inundaciones, a causa del azolve de las alcantarillas. El mantenimiento de estas obras



a su vez beneficiará la movilidad de la fauna ya que las obras de drenaje actuarán como pasos de fauna.

Este componente puede ser afectado por las obras de mantenimiento dado que en algunos casos se requerirá soldar algunas estructuras o pintar los señalamientos por lo tanto se producirán residuos considerados como peligrosos; por lo que si no se aplican medidas adecuadas que eviten o minimicen la afectación por contaminantes, los escurrimientos pueden llegar a transportar dichos residuos a otros cuerpos o corrientes de agua cercanas a la zona.

*Vegetación:* El componente vegetación se verá afectado por los trabajos de mantenimiento rutinario dado que durante la ejecución de dichos trabajos se dará mantenimiento a las áreas verdes, por lo que, en este caso, las áreas verdes constituirán el hábitat de algunas especies de vertebrados pequeños como roedores, aves, pequeños reptiles, etc. Asimismo, estos trabajos se verán reflejados de manera positiva en la calidad del paisaje.

*Fauna:* El mantenimiento de áreas verdes y de obras de drenaje, afectarán positivamente a la fauna, ya que se podrán desplazar a través de dichos espacios. Así mismo, el mantenimiento de áreas verdes podrá constituir hábitats para pequeños vertebrados, lo anterior se considera ocurra durante la vida operativa de la carretera.

El incremento del nivel sonoro en la zona, derivado de la operación de la maquinaria y el equipo durante las actividades de mantenimiento puede influir en los parámetros poblacionales de las especies que perciben los sonidos que emite la maquinaria como ruido, asimismo, otro factor que puede afectar la distribución de la fauna es la vibración, la cual puede ser emitida por las acciones que se realicen al reparar la carpeta asfáltica.

*Socioeconómico:* Para la realización de los diferentes trabajos de mantenimiento del proyecto, se requerirá de mano de obra, por lo cual se generarán empleos fijos temporales. Asimismo, con el adecuado y constante mantenimiento del tramo carretero se contribuirá a la preservación de la calidad de la infraestructura carretera, los servicios y la competitividad económica de la zona.

*Paisaje:* Con el mantenimiento de los señalamientos se tendrá un paisaje urbano consolidado, debido a la conservación de éstos como un elemento estético dentro de la infraestructura urbana. Asimismo, el mantenimiento de las áreas verdes ayudará a la mejora del impacto visual por lo tanto, aumentará la calidad del paisaje.

Por otra parte, la operación del proyecto a través del tránsito constante ocasionará afectaciones sobre los componentes aire, fauna, economía y paisaje.

*Aire:* En esta etapa con la agilización de la circulación vehicular en el área de influencia del proyecto, se verán disminuidas las emisiones de gases a la atmosfera, debido a la agilización de la circulación vehicular en la región.

*Fauna:* Existe el riesgo de atropellamiento de organismos sobre la carretera, afectando con ello sus patrones poblacionales, tales como distribución y abundancia relativa, especialmente a individuos de especies de reptiles, anfibio y algunos mamíferos. Se proyecta que en general los mamíferos sean los que usen los pasos de fauna para cruzar la carretera, sin embargo, no se descarta que algunos otros crucen directamente sobre la carretera y puedan ser atropellados.

*Socioeconómico:* en cuestión económica se verá una afectación derivada del empleo de la carretera así como de otras actividades que se generen alrededor del proyecto. Asimismo, es importante señalar que en este sentido la carretera promoverá el acercamiento entre sitios, acortando los tiempos de traslado, ayudando a reactivar la economía de la zona.

*Paisaje:* Al terminar la construcción de la carretera, ésta se insertarán en el paisaje actual de la zona, cabe señalar que el paisaje de la zona presenta principalmente elementos urbanos, así como elementos propios de actividades antrópicas como es el caso de las áreas de cultivo, por lo cual éstas obras se insertarán sin ningún problema.

### 5.3 Valoración de los impactos ambientales

Para evaluar los impactos ambientales del proyecto y como se había mencionado con anterioridad, se utilizó la técnica de Bojórquez-Tapia et al. (1998). La técnica está basada en la valoración de seis indicadores (tres de carácter básico y tres de carácter complementario) de impacto medidos en una escala ordinaria. Las etapas de la técnica de Bojórquez -Tapia et al. (1998) son:

- a) Definición de los criterios básicos y de los complementarios,
- b) Obtención de índices básicos y complementarios (EDI y SA),
- c) Cálculo de la magnitud del impacto, y
- d) Obtención de la significancia del impacto.

A continuación se describe brevemente cada etapa.

#### **a) Definición de los criterios básicos y los criterios complementarios**

Los criterios básicos son aquellos que son indispensables para definir una interacción, mientras que los criterios complementarios son aquellos que completan la descripción pero los cuales pueden estar ausentes de la descripción de una interacción.

Las interacciones en la matriz se evaluaron por medio de un conjunto de criterios básicos y complementarios que se describen a continuación (ver Tabla 5-5).

Tabla 6-5 Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto

Criterios de valoración de significancia de impactos del proyecto	
Básicos	Complementarios
E= Extensión espacial	A= Acumulativos
D= Duración	M= Mitigabilidad
I= Intensidad	S= Sinergismo

- Intensidad (I). La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior.
- Duración (D). La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin.
- Extensión (E). Es la medida del espacio que ocupa el impacto.
- Acumulación (A). Los impactos acumulativos son aquellos que se deben a la acción conjunta sobre un componente ambiental de varias acciones similares, de acuerdo con la SEMARNAT (2002) “Un impacto acumulativo es el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente”
- Sinergia (S). Un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.
- Mitigabilidad (M). Se refiere a la posibilidad de disminuir los impactos a través de las medidas preventivas, correctivas, compensatorias y/o de mitigación.

### b) Obtención de los índices básicos y complementarios (EDI y SA)

Los criterios fueron valuados en una escala ordinal correspondiente a expresiones relacionadas al efecto de una actividad sobre la variable indicador del componente ambiental. Cabe señalar que los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, ya

que ningún impacto puede carecer de extensión espacial, duración y/o intensidad (ver Tabla 5-6 y Tabla 5-7).

Tabla 6-6 Escala de calificación utilizada para los criterios básicos

Escala de calificación utilizada para los criterios básicos			
Escala	Extensión del efecto (E)	Duración del impacto (D)	Intensidad del impacto (I)
3	Particular Cuando afecta más del 50% del Sistema Ambiental	Permanente Cuando los impactos persisten después de la operación del proyecto	Alta El componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior, en un 75%
2	Local Cuando afecta entre el 25 y 50% del Sistema Ambiental	Mediana Cuando los impactos se presenten durante la etapa de operación y mantenimiento	Moderada El componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%
1	Puntual Cuando afecta menos del 25% del Sistema Ambiental	Corta Cuando los impactos solo se presentan durante la preparación del sitio y construcción	Mínima El componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%

Tabla 6-7 Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos

Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos			
Escala	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Mitigabilidad (M)
3	Fuerte. Cuando el efecto producido por las suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo factor.	Alta Si la medida de mitigación aminora la afectación en 75% o más

### Escala de calificación utilizada para los criterios complementarios que se utilizarán para evaluar la significancia de los impactos

Escala	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Mitigabilidad (M)
2	Moderada. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Media. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo factor.	Media Si la medida de mitigación aminora entre 25 y 74%
1	Ligera. Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo factor ambiental.	Baja Cuando la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25%
0	Nula. Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Nula. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	Nula No hay medidas de mitigación

Cuando existió incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asignó el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.

Los índices básico y complementario, se obtuvieron describiendo los efectos de la variable j (actividad del proyecto) sobre la variable i (componente ambiental) a través de los siguientes modelos:

$$EDI_{ij} = 1/9 (E_{ij} + D_{ij} + I_{ij})$$

$$SA_{ij} = 1/6 (S_{ij} + A_{ij})$$

Donde:

Criterios básicos Criterios complementarios

E = Extensión del efecto

D = Duración del impacto

I = Intensidad del impacto

S = Sinergia

A = Acumulación

Como los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, entonces, el valor mínimo que se les asignó es uno. Por lo tanto, los rangos de dichos índices son los siguientes:

$$(1/3) \text{ O EDI O } 1 \text{ y } 0 \text{ O SA O } 1.$$

Los modelos presentados para la evaluación del proyecto fueron modificados del original considerando en los criterios básicos, que se redujeron los valores asignados para cada criterio; y en los complementarios se omitió la controversia.

### **c) Cálculo de la magnitud del impacto**

La magnitud del impacto (MI) fue obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$MI_{ij} = EDI_{ij}^{1-SA}$$

La Magnitud del Impacto deberá ser igual al índice EDI, si el valor del índice SA es cero; mientras que, la Magnitud del Impacto es mayor que EDI cuando SA es mayor que cero.

### **d) Obtención de la significancia del impacto**

Adicionalmente, la significancia del impacto ( $G_{ij}$ ) se calculó como sigue:

$$G_{ij} = (MI) [1 - (M/3)]$$

Dónde:



M = Mitigabilidad

Las medidas de mitigación son evaluadas sobre una escala ordinal como criterio complementario.

Debido a que los criterios básicos no pueden ser valorados como nulos, entonces el rango de valores de la significancia de la interacción son los siguientes:

$$3/9 \text{ O Significancia } 0 \text{ a } 1$$

Finalmente, los valores de la significancia fueron categorizados como se observa enseguida (ver Tabla 5-8).

Tabla 6-8 Escala de valoración de impactos ambientales

Escala de valoración de impactos ambientales	
Escala	Significancia
0-0.25	Bajo
0.26-0.49	Moderado
0.50-0.74	Alto
0.75-1.00	Muy alto

A continuación se presenta la descripción de la evaluación de los impactos identificados en cada una de las etapas del proyecto.

#### **Etapas del proyecto: Preparación del sitio**

##### **Componente ambiental: Aire**

**Indicador ambiental:** Calidad del Aire

**Actividades del proyecto:** Desmonte y despalle

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, acamellonamiento de suelo vegetal.

**Descripción de la evaluación:**

Dado que se trata de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de polvos, se considera un impacto puntual, debido a que la afectación solo se producirá en la zona en la cual se encuentren operando la maquinaria, equipo y/o vehículos; asimismo, no se espera el empleo de fuentes fijas por lo que la duración del impacto será corta ya que solo se presentará mientras se esté operando la maquinaria. La intensidad del impacto será mínima, debido a que los efectos se generarán en un sistema abierto, lo que ayudará que se dispersen los contaminantes; se considera un impacto poco acumulativo con las actividades productivas que se desarrollan en la región como la industria y la agricultura (principalmente las emisiones que se derivan de la cosecha de los cultivos de caña); no se considera sinergia y se prevé que sea un impacto medianamente mitigable con la aplicación de un programa de mantenimiento correctivo y preventivo de la maquinaria y equipo en el cual se establezca el cumplimiento de las normas ambientales mexicanas en materia de emisiones de gases contaminantes (NOM-045-SEMARNAT-1996 Y NOM-041-SEMARNAT-2006). Para minimizar la dispersión de polvos se llevará a cabo el riego de las áreas con agua, mediante pipas.

Por lo anterior, el impacto se considera bajo significativo (0.13) de carácter adverso.

**Indicador ambiental:** Ruido

**Actividades del proyecto:** Desmonte y despalme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, acamellonamiento de suelo vegetal.

**Descripción de la evaluación:**

Este impacto fue evaluado como adverso con una significancia baja (0.13), por considerar que se trata de un impacto puntual el cual se genera solo en el sitio donde esté operando, el equipo y/o maquinaria. Tendrá una corta duración ya que solo se producirá durante la operación del equipo; es un impacto con una intensidad mínima ya que el ruido que se genere cesará una vez que deje de operar la maquinaria; se estima que este impacto sea poco acumulativo con el ruido producido en la zona, además no presenta sinergia y puede ser medianamente mitigado si se implementa un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y/o equipo en el cual se cumpla con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994.

### **Componente ambiental: Suelo**

**Indicador ambiental:** Características fisicoquímicas

**Actividades del proyecto:** Desmante y despalle

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, acamellonamiento de suelo vegetal.

### **Descripción de la evaluación:**

El componente suelo será afectado principalmente por el retiro de las capas superficiales, así como por el retiro de la vegetación que lo retiene, por lo tanto se evaluó como un impacto alto significativo (0.54), de carácter adverso, debido a que aunque se trata de un impacto puntual, será permanente y modificará en más del 75% las características fisicoquímicas del componente. Es un impacto que presenta poca acumulación con los procesos erosivos y pérdida de suelo propiciado por las actividades agropecuarias que se desarrollan en el SAR y área de estudio. No se

considera un impacto sinérgico, y se considera que presenta baja mitigabilidad, ya que dentro de las medidas de mitigación aplicadas a este impacto se encuentra el mejoramiento del suelo vegetal el cual puede ser depositado en las franjas de afectación temporal, en los taludes o en áreas aledañas al proyecto.

**Indicador ambiental:** Características fisicoquímicas (contaminación)

**Actividades del proyecto:** Desmante y despalme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, acamellonamiento de suelo vegetal.

**Descripción de la evaluación:**

Debido a que durante esta etapa se producirán residuos los cuales pueden afectar al suelo, este impacto se evaluó como un impacto puntual ya que los residuos se generarán solo en los sitios en los cuales se estará trabajando; la duración del impacto será corta y tendrá una intensidad mínima, se considera poco acumulativo, ya que en la zona, principalmente en los sitios en los cuales el trazo se encuentra cercano a los poblados, existen tiraderos a cielo abierto con los cuales puede ser acumulativo este impacto; se considera un impacto sinérgico, ya que indirectamente puede causar la contaminación de los cuerpos de agua y/o los mantos acuíferos, a pesar de ello se considera un impacto de baja significancia (0.00) de carácter adverso, debido a que es un impacto altamente mitigable ya que dentro de las medidas se incluye un programa de manejo y disposición final de residuos, el cual contempla la colocación de tambos distribuidos a lo largo del área de trabajo, los cuales deberán estar debidamente etiquetados para permitir la adecuada disposición temporal de los residuos.

### **Componente ambiental: Hidrología superficial**

**Indicador ambiental:** Patrones de escurrimiento

**Actividad:** Desmonte y despalde acciones

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, acamellonamiento de suelo vegetal.

#### **Descripción de la evaluación:**

Este impacto ambiental se considera adverso de baja significancia (0.00), por tratarse de un impacto puntual, de corta duración y de mínima intensidad, moderadamente acumulativo. No se considera un impacto sinérgico, y se considera un impacto altamente mitigable ya que se pretende implementar un Programa de Manejo de Disposición de Residuos, en el cual se establezcan las acciones necesarias que ayuden a minimizar los efectos de este impacto.

### **Componente ambiental: Hidrología subterránea**

**Indicador ambiental:** Recarga de acuíferos

**Actividad:** Desmonte y Despalde

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, acamellonamiento de suelo vegetal.

#### **Descripción de la evaluación:**

Debido a la pérdida de la cubierta vegetal del sitio donde se llevará a cabo el proyecto la recarga en los mantos acuíferos será afectada, por lo tanto este impacto se evaluó como un impacto adverso de significancia baja (0.24). Se valoró como un impacto

puntual, el cual solo se presentará en el sitio que se desmonte y despalde, estos es, en el DDV y la duración será permanente y su intensidad moderada debido a que solo en la línea de ceros el impacto será irreversible. Se considera un impacto poco acumulativo; se considera un impacto con mitigación media ya que se evaluará la posibilidad de encauzar el agua pluvial a terrenos o sistemas de fracturamientos densos, a fin de infiltrar el agua al subsuelo, asimismo se evitara en lo posible desmontar áreas fuera del DDV del proyecto.

### **Componente ambiental: Vegetación**

**Indicador ambiental:** Cobertura

**Actividad:** Desmonte y despalde

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo.

Descripción de la evaluación:

Se considera un impacto moderado significativo (0.31) de carácter adverso, el cual es puntual, ya que solo se presentará en el derecho de vía del proyecto; es un impacto con una intensidad media, ya que solo en la línea de ceros se impedirá el crecimiento de vegetación, sin embargo en las zonas paralelas a la línea de ceros (franjas de afectación temporal) con el paso del tiempo se dará el crecimiento de los estratos herbáceo y arbustivo. Se considera un impacto altamente acumulativo con las actividades productivas de la zona (actividades agrícolas y pecuarias), así como con los desmontes propiciados por el aumento de la mancha urbana; se considera un impacto sinérgico, debido a que produce la afectación a otros componentes ambientales como el suelo (aumento en los procesos erosivos) y la hidrología (modificación en los patrones de escurrimiento y disminución de la recarga de

acuíferos); es poco mitigable, por lo que dentro de las medidas que se establecerán se encuentran: evitar en lo posible desmontar áreas que se encuentren fuera del derecho de vía por lo que antes de realizar el desmonte y despalme de la zona se delimitaran las áreas que serán desmontadas y despalmadas. Se plantea la implementación de un Programa de Reforestación el cual incluya especies nativas.

**Indicador ambiental:** Diversidad

**Actividad:** Desmonte y despalme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo.

**Descripción de la evaluación:**

La pérdida de especies y por tanto la pérdida de diversidad se consideró un impacto adverso de significancia moderada (0.27), el cual aunque es puntual, será permanente. En este proyecto se considera que tiene una intensidad media por tratarse de áreas agrícolas o con selva baja caducifolia secundaria o acahual de selva baja caducifolia en las cuales se presenta baja diversidad. Se considera un impacto altamente acumulativo debido a que en la zona las actividades agrícolas y pecuarias han propiciado el desmonte de muchas áreas, generando a su vez la pérdida de organismos y por tanto la disminución de la diversidad; no se considera un impacto sinérgico; es un impacto medianamente mitigable, ya que las acciones que se pueden establecer son: delimitar las áreas que serán despalmadas y desmontadas, con el fin de no afectar áreas adyacentes, además de implementar un Programa de Reforestación con especies nativas: Dicho programa solo incluirá especies herbáceas y arbustivas con el fin de evitar la afectación a la estructura de la Autopista, asimismo, es importante destacar que aunque en el área del proyecto no se identificó ninguna especie que se encuentre



en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, aun así se realizará un reconocimiento previo a fin de identificar si en la zona que se realizará el desmonte y despalme se encuentran especies incluidas en la citada norma, por lo que se aplicará un Programa de Rescate, Protección y Conservación de Especies de Flora y Fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y en los apéndices de la CITES.

### **Componente ambiental: Fauna**

**Indicador ambiental:** Pérdida de hábitats

**Actividad:** Desmonte y despalme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo.

### **Descripción de la evaluación:**

Se considera un impacto moderadamente significativo (0.27), de carácter adverso, dado que es un impacto puntual, de intensidad moderada y duración permanente, en el caso de la intensidad se considera moderada debido a que en la zona ya se presenta una fragmentación del hábitat, ocasionada por las actividades productivas de la región así como por la expansión no controlada de la mancha urbana: Se considera un impacto altamente acumulativo con las actividades antes señaladas (actividades agropecuarias y expansión de la mancha urbana). Este impacto no es sinérgico y se prevé que sea medianamente mitigable, esto con la implementación del Programa de reforestación con especies nativas, el cual podrá crear hábitats para poder incrementar en individuos las poblaciones de especies de aves, reptiles y mamíferos.

Realmente en esta etapa del proyecto es donde se dará una afectación al componente fauna, por la pérdida de hábitats y por el uso de maquinaria y equipo. Las especies que se prevé se puedan ver afectadas en mayor intensidad son las algunas especies de reptiles y anfibios, y los mamíferos de talla chica y mediana. Sin embargo, se prevé que

los efectos anteriores se mitiguen en lo posible con el programa de rescate de flora y fauna que se implementará previo al desarrollo de la etapa de desmonte y despalme.

**Indicador ambiental:** Parámetros poblacionales

**Actividad:** Desmonte y despalme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo y acamellonamiento de suelo vegetal.

**Descripción de la evaluación:**

Durante las actividades de desmonte y despalme se puede ocasionar la pérdida de organismos ya sea de manera directa (atropellamiento de organismos) o de manera indirecta (eliminación de recursos a través de la pérdida de cobertura vegetal y por tanto de hábitats), con lo cual se estaría afectando los parámetros poblacionales de algunas especies. Es un impacto puntual, ya que la afectación solo se dará en el sitio donde se estén llevando a cabo las actividades; tendrá una duración corta ya que sólo se dará mientras se lleven a cabo las actividades de desmonte y despalme y especialmente durante el tiempo en que se encuentre operando la maquinaria; es un impacto altamente acumulativo con las actividades productivas que se llevan a cabo en la zona, ya que estas han propiciado el desplazamiento de organismos, disminuyendo la diversidad en algunos casos causando la pérdida de especies; no se considera un impacto sinérgico y se prevé sea un impacto medianamente significativo, dado que se aplicarán medidas de mitigación y/o prevención como son: en sitios en los cuales se identifique una alta diversidad de organismos se disminuirá la velocidad de circulación de vehículos, maquinaria y/o equipo a fin de evitar al máximo posible el atropellamiento de fauna. Se prohibirá en todo momento la captura y comercialización de fauna. Antes de llevar a cabo las actividades de desmonte y

despalme se realizarán recorridos en la zona, con el objeto de reubicar a los organismos que se encuentren dentro del derecho de vía, entre los organismos que se pueden reubicar se encuentran crías, hembras preñadas, organismos lastimados, entre otros. Las medidas antes señaladas se plasmarán en un Programa de Rescate, Protección y Conservación de Especies de Flora y Fauna que incluya a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la CITES.

Por lo anterior se evaluó como un impacto bajo significativo (0.19) de carácter adverso.

**Indicador ambiental:** Especies protegidas

**Actividad:** Desmante y despalme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo y acamellonamiento de suelo vegetal.

**Descripción de la evaluación:**

De acuerdo a la caracterización ambiental realizada, se observó la presencia de especies con estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del SAR y área de estudio del proyecto, por lo que el impacto a este factor ambiental se evaluó como bajo significativo (0.19) de carácter adverso, por considerar que se trata de un impacto puntual en el cual la afectación solo se dará en la franja del derecho de vía, así como en los caminos de acceso. Será de corta duración ya que se presentará solo durante el tiempo que opere o transite la maquinaria a lo largo del trazo del proyecto; la intensidad será mínima ya que no se espera afectar ninguna población que se encuentre en estatus de protección. Se considera un impacto altamente acumulativo debido principalmente a que la pérdida de cobertura en la zona ha impactado negativamente a las poblaciones que se distribuyen en la misma; no se considera que sea sinérgico y se estima será un impacto medianamente

mitigable, dado que se pretende establecer medidas que permitan proteger especialmente a las especies que se incluyan dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, entre las medidas que se plantean se encuentra: antes de llevar a cabo los trabajos de despalle y desmonte se realizará una visita preliminar con el fin de encontrar nidos, organismos de lento de desplazamiento como hembras preñadas, crías o animales heridos, para reubicarlos a zonas que presenten mejores condiciones para su albergue, asimismo, se evitará colocar materiales, equipos, residuos de construcción, sólidos no peligrosos, o suelo vegetal en zonas determinadas como pasos de fauna a fin de no constituir una barrera física para el paso de la misma. Por otra parte, se prohibirá en todo momento la captura y comercialización de organismos, las medidas señaladas anteriormente se incluirán en un Programa de Rescate, Protección y Conservación de Especies de Flora y Fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la CITES.

### **Componente ambiental: Socioeconómico**

**Indicador ambiental:** Empleo

**Actividad:** Desmonte y despalle

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo y acamellonamiento de suelo vegetal.

### **Descripción de la evaluación:**

Para llevar a cabo las actividades de desmonte y despalle se requerirá contar con personal, el que será contratado temporalmente y se espera sea de los poblados cercanos al proyecto, por lo anterior, el impacto se consideró alto significativo (0.58) de carácter benéfico, considerando lo siguiente: es un impacto puntual, de corta duración ya que como se mencionó será temporal, de baja intensidad ya que no modificará sustancialmente la economía regional, es un impacto acumulativo con las

demás actividades productivas que se desarrollan en la región. Se considera un impacto con ligera sinergia, debido a que es posible que con la construcción e implementación del proyecto se requieran mayores servicios, así como se propicie el aumento en otras actividades productivas.

### **Componente ambiental: Paisaje**

**Indicador ambiental:** Calidad del Paisaje

**Actividad:** Desmante y despirme

**Acciones:** Limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo y acamellonamiento de suelo vegetal.

### **Descripción de la evaluación:**

La calidad el paisaje se verá afectada por el retiro de la vegetación producto de las actividades de desmante y despirme y por la presencia de maquinaria, equipo y/o vehículos a lo largo del trazo de la carretera, por lo tanto se considera un impacto alto significativo de carácter adverso, considerando lo siguiente: se trata de un impacto puntual, permanente y de una intensidad moderada, cabe señalar que las zonas que se verán más afectadas serán las que presenten una cubierta vegetal de selva baja caducifolia, mientras que las menos afectadas serán las zonas en las cuales se presenten agrosistemas. Es un impacto altamente acumulativo, ya que el paisaje en la zona ya ha sido impactado previamente al realizar el cambio de uso de suelo de zonas forestales a sistemas agrícolas y pecuarios, así como por la urbanización de la zona o los asentamientos humanos irregulares que se presenta; no se considera un impacto sinérgico y las únicas medidas de mitigación serán acotar el impacto al derecho de vía, para evitar la afectación a zonas aledañas, llevar a cabo el almacenamiento y manejo de residuos de forma controlada a fin de evitar la dispersión de los mismos a zonas aledañas del proyecto y con lo cual se puede constituir un impacto visual negativo.

---

## **Etapa del proyecto: Construcción**

### **Componente ambiental: Aire**

**Indicador ambiental:** Calidad del Aire

**Actividades del proyecto:** Terracerías, estructuras, drenajes y subdrenajes, pavimentos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Acciones:** Cortes, Excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, terraplenes, rellenos, acarreos, abatimiento de taludes, bermas, mampostería de piedra, zampeado, estructuras de concreto reforzado, alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, subdrenes, revestimientos, subbases y bases, riegos de impregnación, riegos de liga, carpetas por el sistema de riegos y señalamientos y dispositivos de seguridad.

### **Descripción de la evaluación:**

La afectación a la calidad del aire se evaluó como un impacto de baja significancia (0.16) de carácter adverso, dado que se trata de un impacto puntual, de corta duración ya que solo durará por el tiempo que se empleó la maquinaria, equipo y/o vehículos automotores. Es un impacto de intensidad mínima, el cual no modificará sustancialmente las condiciones ambientales que se presenten en la zona, aunado a esto se trata de un sistema abierto en el cual se prevé que la dispersión de contaminantes se lleve a cabo de manera natural y rápida; se considera un impacto poco acumulativo con las actividades productivas que se desarrollan en la zona como son la agricultura y la industria, por otra parte es un impacto medianamente mitigable ya que dentro de las medidas aplicables se encuentran las siguientes: se deberá cumplir con lo establecido en las normas oficiales mexicanas NOM-045-SEMARNAT-1996 Y NOM-041-SEMARNAT-1999, las cuales establecen los límites máximos

permisibles de emisiones de contaminantes a la atmósfera; para cumplir con las normas antes establecidas y minimizar la emisión de gases contaminantes se contará con un Programa de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la Maquinaria y Equipos. Asimismo, para evitar la dispersión de polvos por el tránsito de los vehículos en zonas con suelo no consolidado se llevará a cabo el riego periódico de dichas áreas a fin de minimizar la dispersión de los mismos, el agua será distribuida a través de pipas. Otra acción para evitar la dispersión de materiales o polvos durante el acarreo, es que los camiones que se empleen serán llenados solo a  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad y cubiertos con lona.

**Indicador ambiental:** Nivel sonoro

**Actividades del proyecto:** Terracerías, estructuras, drenajes y subdrenajes, pavimentos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Acciones:** Cortes, Excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, terraplenes, rellenos, acarreos, abatimiento de taludes, bermas, mampostería de piedra, zampeado, estructuras de concreto reforzado, alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, subdrenes, revestimientos, subbases y bases, riegos de impregnación, riegos de liga, carpetas por el sistema de riegos y señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Descripción de la evaluación:**

Los criterios que se emplearon para evaluar este impacto fueron: se trata de un impacto puntual el cual solo se producirá en las áreas donde opere el equipo y/o maquinaria; tendrá una duración corta ya que cesará una vez que deje de funcionar la maquinaria, de intensidad mínima ya que no modificará sustancialmente las condiciones que se presenten en el SAR y/o área de estudio; es poco acumulativo con



las actividades que se desarrollan en la zona y con el mismo ruido producido por las comunidades aledañas al proyecto; se considera un impacto sinérgico, y será medianamente mitigable. Se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas (NOM-080- SEMARNAT-1994). Con el fin de mantener en óptimas condiciones la maquinaria y equipo se llevará a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo de la Maquinaria y Equipos, y se establecerán horarios de operación.

**Componente ambiental: Suelo**

**Indicador ambiental:** Características fisicoquímicas

**Actividades del proyecto:** Terracería y Estructuras

**Acciones:** Terraplenes, rellenos y estructuras de concreto reforzado

**Descripción de la evaluación:**

La afectación a las características fisicoquímicas se suscitará principalmente por la compactación y nivelación del suelo durante las acciones antes citadas. Es un impacto puntual, que será permanente y que modificará en no más del 75% las características fisicoquímicas del suelo, ya que solo modificará características como porosidad, densidad, estructura y permeabilidad; se considera un impacto poco acumulativo con las actividades que se desarrollan en la región, además no presenta sinergia y es poco mitigable, ya que las únicas acciones que se pueden aplicar son: reincorporación de suelo vegetal en las zonas de afectación temporal dentro del derecho de vía del proyecto, así como la reforestación. Por lo anterior, se consideró un impacto de significancia moderado (0.44) de carácter adverso.

**Indicador ambiental:** Características fisicoquímicas

**Actividades del proyecto:** Señalamientos y dispositivos de seguridad

**Acciones:** Señalamientos y dispositivos de seguridad

### **Descripción de la evaluación:**

Este impacto se considera puntual de corta duración y de intensidad mínima, ya que los residuos que se generarán durante la colocación de los señalamientos y dispositivos de seguridad serán principalmente residuos de pinturas, soldaduras, estopas, etc., los cuales se consideran como residuos peligrosos; cabe señalar que los residuos serán mínimos, y solo se producirán durante la instalación de los mismos. Se considera un impacto mitigable debido a que se aplicará un Programa de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y peligrosos, en el cual se establecerán las medidas o acciones a seguir para evitar la contaminación por este tipo de residuos. Por lo anterior, se considera bajo significativo (0.11) de carácter adverso.

### **Componente ambiental: Geomorfología**

**Indicador ambiental:** Modificación a la geoforma

**Actividades del proyecto:** Terracerías

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, abatimiento de taludes y bermas

### **Descripción de la evaluación:**

Este impacto aunque es puntual, representará una afectación permanente, modificará en más del 50% las características estructurales de la geoforma debido a que al realizar los cortes de una superficie con topoformas correspondientes a sierras, mesetas o lomeríos cambiará en esa parte a una zona plana. Se tratará en todo momento de que los cortes presenten cierta inclinación, con el objeto de evitar un mayor impacto en la estructura de la geoforma, ya que de esta manera se ayudará a estabilizar las pendientes de dichos cortes. No se considera un impacto ni acumulativo ni sinérgico, de igual forma no se presentan medidas que ayuden a mitigar o prevenir

el impacto antes señalado, por lo que se evaluó como un impacto alto significativo (0.67) de carácter adverso.

**Indicador ambiental:** Estabilidad de laderas

**Actividades del proyecto:** Terracerías

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, abatimiento de taludes y bermas

**Descripción de la evaluación:**

Se considera un impacto de carácter adverso y significancia moderada (0.48), considerando que se trata de un impacto puntual, que afectará permanentemente la estructura de la geoforma y por tanto la estabilidad de las laderas. La intensidad del impacto se considera moderada debido a que en todo momento se procurará que los cortes realizados presenten una pendiente que impida o minimice la estabilidad de la ladera; no se considera un impacto acumulativo ni sinérgico, y se prevé sea poco mitigable, lo cual se logrará estableciendo medidas como la estabilización de taludes a base de programas de reforestación con especies nativas en las cuales se empleen organismos herbáceos y arbustivos que permitan la fijación del suelo.

**Componente ambiental: Hidrología superficial**

**Indicador ambiental:** Patrones de escurrimiento

**Actividades del proyecto:** Terracerías

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, terraplenes, rellenos y abatimiento de taludes

**Descripción de la evaluación:**

Las actividades y acciones antes señaladas modificarán los patrones de escurrimiento ya que al realizar los cortes o excavaciones se interrumpirá el flujo natural de las corrientes superficiales. Para llevar a cabo la colocación de las estructuras se realizará el desvío de cuerpos de agua, afectando de esta forma las corrientes naturales. Este impacto se considera alto significativo (0.61) de carácter adverso, y se trata de un impacto puntual de duración moderada ya que éste se presentará durante la etapa de construcción y durará hasta que sean instaladas las alcantarillas o puentes con lo cual el flujo de corriente volverá a su estado natural. Se considera un impacto de intensidad moderada ya que no se modificarán completamente los patrones; no es acumulativo ni sinérgico. Es un impacto que no presenta medidas de mitigación que permitan atenuar sus efectos.

**Indicador ambiental:** Patrones de escurrimiento

**Actividades del proyecto:** Drenajes y subdrenajes

**Acciones:** Alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, subdrenes.

**Descripción de la evaluación:**

Con la implementación de estructuras que permitan dirigir los escurrimientos, el impacto sobre los patrones de drenaje se disminuirá, de acuerdo a lo siguiente: se considera un impacto puntual, de duración media e intensidad moderada, ya que la construcción de dichas estructuras permitirán dirigir los escurrimientos, asimismo es un impacto.

**Componente ambiental: Fauna**

**Indicador ambiental:** Pérdida de hábitats

**Actividades del proyecto:** Terracerías

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras.

**Descripción de la evaluación:**

La pérdida de hábitats durante la realización de cortes y excavaciones principalmente repercutirá en diversas especies, principalmente las especies de hábitos fosoriales que se encuentren en el DDV. Se considera que este impacto será adverso de significancia moderada (0.48), por tratarse de un impacto puntual, de corta duración e intensidad mínima. El impacto es acumulativo por la pérdida de vegetación (pérdida de hábitats), que además se sumará a la pérdida de hábitat por las actividades como las agropecuarias que se desarrollan en la zona.

**Indicador ambiental:** Parámetros poblacionales, Especies protegidas

**Actividades del proyecto:** Terracerías, estructuras, drenajes y subdrenajes, pavimentos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, terraplenes, rellenos, acarreos, abatimiento de taludes, bermas, mampostería de piedra, zampeado, estructuras de concreto reforzado, alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, subdrenes, revestimientos, subbases y bases, riegos de impregnación, riegos de liga, carpetas por el sistema de riegos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Descripción de la evaluación:**

La afectación a la fauna principalmente se deberá al atropellamiento de la misma por la maquinaria y/o equipos que se empleen para llevar a cabo dichas actividades. El uso de esta maquinaria ocasionará ruido y vibraciones que podrían ocasionar que se ahuyente la fauna a sitios que les ofrezcan mayor protección. Este impacto se evaluó como bajo significativo (0.16) de carácter adverso, dado que se trata de un impacto

puntual, de corta duración y baja intensidad; se implementarán medidas de mitigación como es la ejecución de un Programa de Rescate, Protección y Conservación de Especies de Flora y Fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

### **Componente ambiental: Socioeconómico**

**Indicador ambiental:** Empleo

**Actividades del proyecto:** Terracerías, estructuras, drenajes y subdrenajes, pavimentos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, terraplenes, rellenos, acarreos, abatimiento de taludes, bermas, mampostería de piedra, zampeado, estructuras de concreto reforzado, alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, subdrenes, revestimientos, subbases y bases, riegos de impregnación, riegos de liga, carpetas por el sistema de riegos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

### **Descripción de la evaluación:**

Para llevar a cabo las actividades antes mencionadas, se demandará mano de obra principalmente local para labores no especializadas. El impacto de generación de empleo fue evaluado como benéfico y de alta significancia (0.58). La extensión del impacto será puntual, con una duración mediana, puesto que sólo se contratará al personal requerido durante la etapa de construcción. La intensidad será mínima dado que el personal requerido no dará origen a un cambio sustancial en la oferta de empleo en la región. Por otro lado, la acumulación se consideró media por la presencia de otras fuentes de empleo, y en cuanto a la sinergia se considera un impacto sinérgico ya que al aumentar el número de empleos se incrementará la calidad de vida.

## **Componente ambiental: Paisaje**

**Indicador ambiental:** Calidad del Paisaje

**Actividades del proyecto:** Terracerías, estructuras, drenajes y subdrenajes, pavimentos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Acciones:** Cortes, excavaciones para canales, excavaciones para estructuras, terraplenes, rellenos, acarreo, abatimiento de taludes, bermas, mampostería de piedra, zampeado, estructuras de concreto reforzado, alcantarillas de lámina corrugada de acero, alcantarillas tubulares de concreto, cunetas, contracunetas, lavaderos, bordillos, subdrenes, revestimientos, subbases y bases, riegos de impregnación, riegos de liga, carpetas por el sistema de riegos, señalamientos y dispositivos de seguridad.

### **Descripción de la evaluación:**

Como consecuencia de las actividades ya señaladas, en el área del trazo del proyecto se instalará maquinaria, equipos y personal necesarios. La incorporación de elementos ajenos al área, representará una disminución de la calidad del paisaje ya que originalmente se presenta un paisaje agrícola en las zonas planas que abarcan el trazo, en las que serán más evidentes los cambios en el paisaje. En consecuencia, se evaluó el impacto en extensión como puntual, la duración como media ya que el impacto se presentará durante la etapa de construcción; la intensidad fue evaluada como mínima debido a que el paisaje permanecerá muy cercano a su estado anterior. De igual forma, para minimizar los impactos adversos ocasionados por las actividades antes mencionadas, se procurará que la maquinaria y equipo empleado sea el mínimo indispensable, además con el fin de evitar el mal aspecto de la zona, los residuos productos de las actividades serán almacenadas en lugares específicos para su posterior recolección y disposición final en sitios autorizados. Se colocarán



contenedores con el fin de evitar la dispersión de residuos. El impacto fue evaluado como adverso y de bajo impacto (0.17).

## **Etapas del proyecto: Operación y mantenimiento**

### **Componente ambiental: Aire**

**Indicador ambiental:** Calidad del Aire

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, puentes y señalamientos y dispositivos de seguridad.

### **Descripción de la evaluación:**

La calidad del aire se verá modificada por las emisiones de la maquinaria que será usada para el desarrollo de las actividades de mantenimiento, como lo son el bacheo superficial y profundo, reconstrucción y/o reparación de cunetas, contracunetas, reparación de la carpeta asfáltica; estas actividades también generarán polvo. Paralelamente, las actividades de mantenimiento requerirán de reducir el flujo vehicular, lo que en consecuencia llevará a un incremento en el sitio de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), entre otros. Por tanto, el impacto fue valorado de extensión puntual, de duración corta y de intensidad mínima; no se encontró acumulación ni sinergia. La mitigabilidad se consideró como media, ya que la maquinaria a emplear deberá cumplir con la NOM-041-SEMARNAT-2006, asimismo, estas actividades se llevarán a cabo en horarios de poco tránsito vehicular, con el fin de evitar en lo posible la reducción del flujo vehicular. El impacto fue valorado como adverso y bajo (0.13).

---

**Indicador ambiental:** Calidad del Aire

**Actividades del proyecto:** Tránsito de vehículos.

**Descripción de la evaluación:**

Durante la operación del proyecto se modificará la calidad del aire debido al tránsito de los vehículos, sin embargo, el acortamiento en los tiempos de desplazamiento dentro del SAR disminuirá las emisiones a la atmosfera. El impacto será puntual en su extensión, y tendrá una duración media ya que el impacto se presentará en tanto que esté en operación el proyecto; y la intensidad será mínima. En cuanto a los criterios complementarios utilizados en la evaluación, se determinó que no se presentarán impactos acumulativos y tampoco sinergia, y no existe mitigabilidad. El impacto se evaluó de carácter adverso y valorado como moderado (0.44).

**Indicador ambiental:** Nivel sonoro

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, puentes y señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Descripción de la evaluación:**

Durante la etapa de operación y mantenimiento, se incrementará el nivel sonoro por efecto del uso de maquinaria y/o equipos necesarios para realizar los trabajos de conservación rutinaria, periódica y de reconstrucción ya mencionados arriba. Para evaluar este impacto se consideró el impacto como puntual en su extensión, de duración corta y de intensidad mínima. Con respecto a los criterios complementarios en la evaluación, se consideró que no existe sinergia en el impacto, y en cambio se evaluó que el impacto tendría un efecto aditivo ya que no sólo se produciría ruido por

el uso de la maquinaria sino por el tránsito en la carretera. Cabe señalar que este impacto es moderadamente mitigable, ya que se cumplirá con los límites máximos permisibles, establecidos dentro de la NOM-080- SEMARNAT-1994. De esta manera el resultado final de la evaluación fue un impacto adverso y de significancia baja (0.13).

**Indicador ambiental:** Nivel sonoro

**Actividades del proyecto:** Tránsito de vehículos.

**Descripción de la evaluación:**

Como parte de la naturaleza del proyecto, la circulación de vehículos por la carretera será constante. El incremento en el nivel sonoro se originará como consecuencia de la circulación de los vehículos. No obstante, el impacto será puntual en extensión y de intensidad mínima mientras que la duración será media, dado que se presentará durante toda la etapa de operación del proyecto. La mitigación del impacto será nula y no se detectó acumulación ni sinergia para el mismo. Como resultado de la evaluación se tiene que el impacto será moderado (0.44) y adverso.

**Componente ambiental: Hidrología superficial**

**Indicador ambiental:** Patrones de escurrimiento

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Obras de drenaje y subdrenaje.

**Descripción de la evaluación:**

Los trabajos de mantenimiento a las obras de drenaje ayudarán que estas no se azolven por el arrastre de residuos y sedimentos, propiciando la continuidad en los patrones de escurrimiento y su funcionamiento como pasos de fauna. Se evaluó como

un impacto de carácter benéfico de significancia moderada (0.44), considerando que se trata de un impacto puntual, de duración media ya que se presentará durante la operación del proyecto. No se identificó como un impacto sinérgico o acumulativo.

**Indicador ambiental:** Calidad del agua

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Señalamientos y dispositivos de seguridad.

**Descripción de la evaluación:**

Para el mantenimiento de los señalamientos y dispositivos de seguridad se requerirá emplear pinturas, estopas, solventes, etc., los cuales son considerados como residuos peligrosos, por lo que el inadecuado manejo y disposición de los mismos, podrían causar la contaminación de los cuerpos de agua. El impacto se evaluó, como adverso, de significancia baja (0.13), dado que se trata de un impacto puntual, de corta duración y de baja intensidad. No se identificó que fuera un impacto acumulativo ni sinérgico y se considera un impacto medianamente mitigable a través de la disposición adecuada de los residuos peligrosos.

**Componente ambiental: Vegetación**

**Indicador ambiental:** Cobertura

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria.

**Acciones:** Señalamientos y dispositivos de seguridad

**Descripción de la evaluación:**

El mantenimiento de las áreas verdes, propiciará la conservación de los hábitats generados con estos espacios, así como la estabilidad de taludes y la fijación de suelo,

por lo que se considera un impacto benéfico de significancia moderada (0.30). Es un impacto puntual de duración media ya que se presentará durante la vida operativa del proyecto, de mínima intensidad. No se considera un impacto sinérgico ni acumulativo.

### **Componente ambiental: Fauna**

**Indicador ambiental:** Parámetros poblacionales y especies protegidas

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, Trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Obras de drenaje y subdrenaje

#### **Descripción de la evaluación:**

Aun cuando en la mayor parte del DDV existe una baja calidad ambiental, las obras asociadas, como las de drenaje, pueden actuar como pasos de la fauna, principalmente de pequeños mamíferos. La posibilidad de cruce de un sitio a otro reducirá el impacto por efecto de la fragmentación de los ecosistemas. Se evaluó como un impacto de carácter benéfico de moderada significancia (0.44). Las calificaciones que soportan esta valoración son las siguientes: extensión puntual, duración media e intensidad mínima. No se encontraron impactos sinérgicos ni acumulativos.

**Indicador ambiental:** Parámetros poblacionales y especies protegidas

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, Trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Pavimentos, puentes y estructuras, señalamientos y dispositivos de seguridad.

#### **Descripción de la evaluación:**

Durante los trabajos de mantenimiento, se puede llevar a cabo la afectación de la fauna a causa del atropellamiento de la misma por la maquinaria o el ahuyentamiento de esta por el ruido y vibraciones que producirán estos equipos. Se consideró un impacto adverso, de baja significancia (0.11), al tratarse de un impacto puntual de corta duración y de baja intensidad. Se prevé que sea un impacto acumulativo con las presiones antrópicas que actualmente se ejercen sobre la zona; no se considera sinérgico y es poco mitigable, ya que las únicas acciones que se prevén son la reubicación de organismos si es que estos llegan a observarse durante las actividades.

**Indicador ambiental:** Parámetros poblacionales y especies protegidas

**Actividades del proyecto:** Tránsito de vehículos.

**Descripción de la evaluación:**

Los parámetros poblacionales de la fauna como la densidad y abundancia relativas se pueden modificar por el tránsito de los vehículos, particularmente de animales de talla media a grande. Como se mencionó anteriormente, en el área del proyecto en su mayor parte, la vegetación que predomina es cultivada y el proyecto considera la habilitación de pasos de fauna. Sin embargo, ello no imposibilita el paso ocasional de fauna silvestre, especialmente reptiles y anfibios, así como mamíferos de talla chica y mediana. Esto puede ocurrir ya que dentro del Sistema Ambiental, se presentan parches de vegetación natural principalmente en los sitios de difícil acceso y constituyen el hábitat de especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La valoración del impacto es como sigue: su extensión será puntual, de duración media pues el impacto no rebasará la etapa de operación del proyecto.

La intensidad se valoró como mínima ya que al haber un tránsito ocasional de la fauna sobre la carretera; se espera que la afectación sobre los parámetros poblacionales sea mínima; no obstante, se evaluó con una acumulación media debido a que la

fragmentación que presenta el Sistema Ambiental y la reducción del hábitat de la fauna va en detrimento de los parámetros poblacionales. Por tanto, el impacto se evaluó como adverso y de moderada significancia (0.39).

### **Componente ambiental: Socioeconómico**

**Indicador ambiental:** Empleo

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, Trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción.

**Acciones:** Obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, puentes y estructuras, señalamientos y dispositivos de seguridad

#### **Descripción de la evaluación:**

Para realizar los trabajos de conservación rutinaria, de conservación periódica y los trabajos de reconstrucción durante la etapa de operación y mantenimiento, se demandará mano de obra local. El impacto es benéfico, de extensión puntual, de duración mediana, pues el impacto persistirá durante toda la etapa de operación y mantenimiento, y de intensidad mínima por el número de empleos a generar. Con relación a los criterios complementarios usados en la evaluación, se tiene que se presentará poca acumulación con otros empleos generados por otras fuentes de trabajo, y se consideró una sinergia ligera puesto que el empleo es a su vez impulsor de la economía. De esta manera, el impacto es de alta significancia (0.58).

**Indicador ambiental:** Empleo

**Actividades del proyecto:** Tránsito de vehículos

#### **Descripción de la evaluación:**



El proyecto en el cual se inserta la construcción de la carretera “Autopista Siglo XXI”, tendrá un importante impacto benéfico en la generación de empleos ya que al mejorarse las vías de comunicación entre dichos sitios se promoverá el desarrollo comercial y turístico., Se mejorará el sistema vial del Estado de Morelos, además de propiciar el desarrollo socioeconómico de sus habitantes. El impacto de generación de empleo fue valorado en extensión como local por el alcance que puede tener el proyecto al enlazar puntos distantes; de duración media dado que el servicio que prestará la carretera a construir servirá para crear y ampliar rutas de intercambio comercial. La intensidad se valoró como moderada por el impulso al empleo que ocurre en consecuencia del desarrollo de la infraestructura. Referente a los criterios complementarios de la evaluación, se valoró a la acumulación como poca, y con sinergia ligera puesto que la construcción de infraestructura a su vez impulsará la creación de otros empleos. De esta manera el impacto generación de empleo es de carácter benéfico y de significancia alta (0.68).

**Indicador ambiental:** Competitividad económica

**Actividades del proyecto:** Tránsito de vehículos

**Descripción de la evaluación:**

Con la construcción del proyecto carretero se mejorará la red de carreteras del Estado de Morelos, con lo que se busca alcanzar reducir los costos que implican el recorrido de las distancias, la transportación de bienes y recursos en regiones distantes y de difícil acceso, así como facilitar el desarrollo de la producción en gran escala, además de permitir la expansión de las zonas de mercado y el abastecimiento de las empresas y en general propiciar y promover actividades económicas relativas al comercio. La construcción del proyecto, permitirá establecer una nueva comunicación entre la zona del golfo y el pacífico, logrando con ello el tránsito a las zonas turísticas establecidas y las que se desarrollen en el área. Con lo anterior se contribuirá en la implementación

de una política de competitividad económica. Por lo anterior, se consideró que el impacto es de carácter benéfico. La extensión del impacto será local, de duración media y de intensidad moderada puesto que la infraestructura mejorará no más allá del 74% de la existente. No se identificó acumulación y la sinergia fue considerada ligera, ya que la infraestructura que constituye la carretera impulsará el desarrollo de otros proyectos que a su vez mejorarán la competitividad económica de la región. La significancia del impacto se evaluó como alta (0.68).

### **Componente ambiental: Paisaje**

**Indicador ambiental:** Calidad del paisaje

**Actividades del proyecto:** Trabajos de conservación rutinaria, Trabajos de conservación periódica y trabajos de reconstrucción, Tránsito de vehículos.

**Acciones:** Obras de drenaje y subdrenaje, pavimentos, puentes y estructuras, señalamientos y dispositivos de seguridad, tránsito de vehículos.

### **Descripción de la evaluación:**

En la etapa de operación y mantenimiento, la carretera representará un cambio en el aspecto del sitio. Entre los componentes del paisaje se encuentran la forma, la escala y la diversidad, y sus características influyen en la tipo de paisaje. Las formas diagonales tienen un efecto más agradable que las líneas con ángulos rectos al contorno. La escala es un asunto de tamaño relativo o absoluto de elementos del paisaje y tiene un gran efecto sobre la percepción. La escala del paisaje es mayor cuanto más lejos se puede ver y cuanto más amplio es el campo visible. La diversidad del paisaje es el conjunto de características obtenida como resultado de la variedad geológica, clima, uso del suelo y acción antrópica. En términos del paisaje, es recomendable crear diversidad en espacios uniformes o monótonos.

Dadas las características de la carretera, se realizó la evaluación de la siguiente manera: El impacto sobre el paisaje será puntual, ya que aun cuando la carretera se ubicará en un área con amplio campo visible, no afectará al Sistema Ambiental Regional, y dadas sus dimensiones tampoco se apreciará a grandes distancias. La duración del impacto será mediana puesto que se presentará durante la etapa de operación y mantenimiento. En cuanto a la intensidad del impacto, este será mínima, pues se presentará un cambio en el paisaje pero en uno que ya presenta modificaciones antrópicas (carretera, campos agrícolas, viviendas), lo cual al mismo tiempo es una acumulación sobre el mismo factor. Por tanto, el impacto se evaluó como adverso pero de significancia baja (0.20).

#### **5.4 Impactos acumulativos y sinérgicos**

A través de las etapas del desarrollo del proyecto (Preparación, construcción, operación y mantenimiento) se producirán diferentes impactos en el ambiente. Sin embargo, los impactos acumulativos y sinérgicos son de especial importancia debido a los alcances que puedan tener sobre el SAR. La sinergia y la acumulación fueron considerados como criterios de evaluación de los impactos como ya se expuso anteriormente. En este apartado se evalúan los impactos ambientales de forma global, enfatizando en aquellos que podrán presentar mayor acumulación, y aquellos en los que se espera cierto grado de sinergia.

Durante la etapa de Preparación del sitio se presentarán 33 impactos adversos, de los cuales destacan por su afectación los relacionados con el suelo, vegetación, la fauna y el paisaje. Las principales actividades generadoras de estos impactos son desmonte, despalle, nivelación y compactación; durante la realización de las mismas, se retirará la vegetación, lo cual repercutirá en aspectos de riqueza, diversidad, y principalmente la estructura de poblaciones y comunidades. Se considera que las poblaciones de

especies enlistadas en la Norma Oficial, que habitan el DDV y áreas aledañas, podrán reducir sus poblaciones. El despalme obligará al desplazamiento de la fauna para encontrar nuevas áreas de alimentación, refugio, reproducción y descanso. Las especies con menor vagilidad son más susceptibles a la pérdida de su hábitat, tales como anfibios y reptiles, debido a su baja capacidad de desplazamiento, sin embargo la magnitud del daño estará en función de la tasa de despalme en el área del proyecto.

Con la remoción de la cubierta vegetal se iniciarán los cambios más evidentes en la estructura del paisaje actual. Este impacto permanecerá mientras esté operando el proyecto. El impacto sobre el paisaje se acumula con aquellos generados en las áreas donde se removió la cubierta vegetal para el desarrollo de la agricultura y las actividades pecuarias en el SAR.

Estos impactos producidos durante la etapa de preparación del sitio se acumularán con las actividades productivas que se desarrollan actualmente en el SAR como la ganadería y la agricultura, así como aquellas que derivarán de la operación de la obra. Cabe señalar que el Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto presenta en su mayoría, un grado de modificación al hábitat alto, lo que implica que los impactos que se producirán en el área del proyecto no afectarán de manera importante al sistema, además son susceptibles de mitigación, lo anterior considerando que el proyecto en su mayor parte se establecerá en áreas perturbadas, y en zonas con vegetación de selva baja caducifolia que presenta elementos que indican que ha sido modificada previamente, como es la presencia de acacias.

En contraste con los impactos acumulativos adversos, los impactos acumulativos benéficos están relacionados con la generación de empleos. Este impacto será acumulativo con el uso de mano de obra por parte de otras actividades que se desarrollen en el área. El impacto causará además un efecto sinérgico ya que ante la demanda de empleos, es posible que diversifiquen las actividades productivas, sobre

todo en el ramo comercial; serán también necesarios más y mejores servicios de infraestructura urbana. Finalmente se espera además, que se modifiquen los patrones de migración, permaneciendo los pobladores al interior de sus comunidades ante la demanda existente de empleo.

Durante la etapa de construcción, se presentarán 140 impactos adversos, de los cuales destacan por su significancia aquellos relacionados con la geomorfología, hidrología superficial y afectación a la fauna. La acumulación de estos impactos radica en la pérdida de vegetación, aunado a que las características hidrológicas de la zona se afectarán por la modificación de los patrones de escurrimiento y de los cauces. La fauna se verá afectada por la pérdida de hábitat, tanto en la superficie del DDV, como en algunas de las primeras capas subterráneas del mismo. Lo anterior se suma a las afectaciones al hábitat derivadas de las actividades productivas que actualmente se desarrollan en el SAR.

Al igual que en el etapa anterior, en la operación y mantenimiento, los impactos acumulativos benéficos se encuentran relacionados con la generación de empleos, con efectos sinérgicos positivos como los descritos anteriormente.

En la evaluación de la etapa de operación y mantenimiento, se detectaron 62 impactos adversos, en su mayoría de significancia baja. Dentro de los impactos acumulativos que se presentarán por la ejecución del proyecto, son la afectación a los parámetros poblacionales y a las especies protegidas de fauna por la pérdida de organismos por atropellamiento, lo cual es acumulativo con la pérdida y fragmentación de hábitat, lo que ocasiona a su vez la pérdida de individuos. Por otra parte, las emisiones de gases y aumento en el nivel sonoro será un factor acumulativo ya que se generará durante toda la vida operativa del proyecto. Los ruidos propios de la zona se acumulan a este impacto.

La generación de empleo en esta etapa será un impacto acumulativo y sinérgico, que ayudará a reactivar la economía local y en menor medida regional. La competitividad económica se vuelve un factor sinérgico, ya que con la ejecución del proyecto se mejorarán las condiciones de infraestructura urbana de la zona, así como la calidad de vida de los habitantes.

## 5.5 Conclusiones

Se presentaron 292 impactos, de los cuales 196 son bajos (67.12% del total de los impactos), 54 moderados, lo que equivale al 18.49% y 42 de los impactos presentan significancia alta (14.38%). No se identificó ningún impacto con significancia muy alta (ver Figura 5-6).

Tabla 6-9 Significancia de los impactos generados en las etapas del proyecto

Significancia de los impactos generados en las etapas del proyecto							
Etapa	Carácter	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto		
Preparación del sitio	Adverso	33	21	6	6	0	
	Benéfico	3	0	0	3	0	
Construcción	Adverso	140	117	11	12	0	
	Benéfico	31	0	24	7	0	
Operación y mantenimiento	Adverso	62	58	4	0	0	
	Benéfico	23	0	9	14	0	
Total		292		196	54	42	0

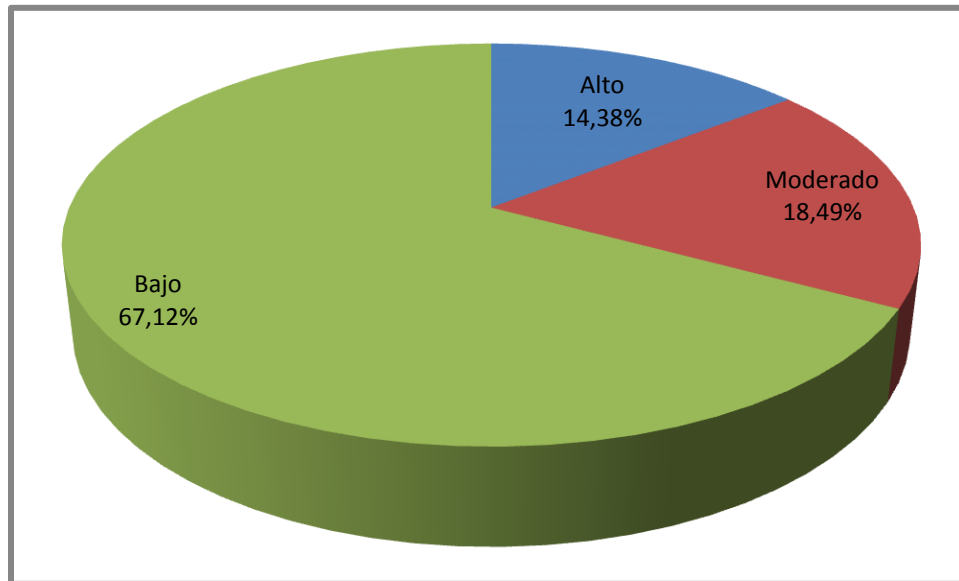


Figura 6-6 Porcentaje de significancia de los impactos identificados

Los 196 impactos considerados con significancia baja son adversos; de los 54 impactos moderados, 21 son adversos y 33 son benéficos. De los 42 impactos con significancia alta, 18 son adversos y 24 son benéficos.

Se reconoce que la mayoría de los impactos ambientales negativos residuales y acumulativos a nivel del SAR estarán restringidos a la etapa de Preparación del sitio y Construcción. Entre ellos se considera una potencial afectación de los escurrimientos naturales, pérdida de vegetación terrestre y compactación, pérdida de algunos individuos de especies de fauna, erosión, debido a las actividades de desmonte, despalle y excavaciones, cortes y taludes, así como una modificación de las cualidades estético paisajísticas, y aunque el área afectada será mínima en comparación con el área que ocupan dentro del SAR. Se aplicarán las medidas de mitigación generales para los impactos ambientales poco significativo y regulados (descritas en el Capítulo 6), y se implementarán los programas de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, programa de restauración y mejoramiento de suelo y programa de reforestación.



En la Operación, el principal impacto negativo es el efecto barrera que ocasionará la carretera sobre la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna, mismo que el proyecto contempla mitigar con la construcción y adecuación de obras hidráulicas para que funcionen como pasos de fauna, y obras adicionales que deriven programa de conservación y mejoramiento del hábitat en corredores biológicos.

Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada, mitigables, compensables y moderados o despreciables. De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas al proyecto provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos determinantes para su buen funcionamiento, o la salud humana.

Los impactos positivos moderados, permanecerán durante la vida útil del proyecto y son sinérgicos, pues favorecerán el entorno socioeconómico local y regional.

En términos ambientales, el proyecto se califica como viable, pues no representará riesgos a las poblaciones de especies vulnerables y protegidas por la legislación nacional, puesto que la fragmentación del hábitat ha existido de manera histórica con el desarrollo de actividades productivas en la zona. Adicionalmente, con la adecuación de obras hidráulicas como pasos de fauna y la reforestación de áreas desprovistas de vegetación que permitirán una conectividad entre los parches de vegetación primaria presentes en la zona de influencia del proyecto, se espera incluso revertir procesos de aislamiento que pudieran haberse originado anteriormente.

El proyecto no conllevará riesgos a la salud humana pues su ejecución se apega a lo dispuesto por la normatividad ambiental aplicable.

## Índice de contenido

6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional.....	495
6.1 Programa de manejo ambiental .....	495
6.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación.....	497
6.1.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.....	499
6.2 Seguimiento y Control (Monitoreo).....	523
6.2.1 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales .....	524
6.3 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	531
Índice de figuras	
Figura 6-1 Esquema integral en el que se insertara el proyecto. ....	495
Figura 6-2 Diagrama de identificación de los impactos acumulativos .....	526
Índice de tablas	
Tabla 6-1 Planeación de las medidas de mitigación.....	500

## 6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

### 6.1 Programa de manejo ambiental

En este capítulo se incluirán las medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables al proyecto para prevenir, mitigar o compensar los efectos producidos al ambiente por la construcción e implementación del mismo, lo anterior, a través de un Programa de Manejo Ambiental (Figura 6-1).

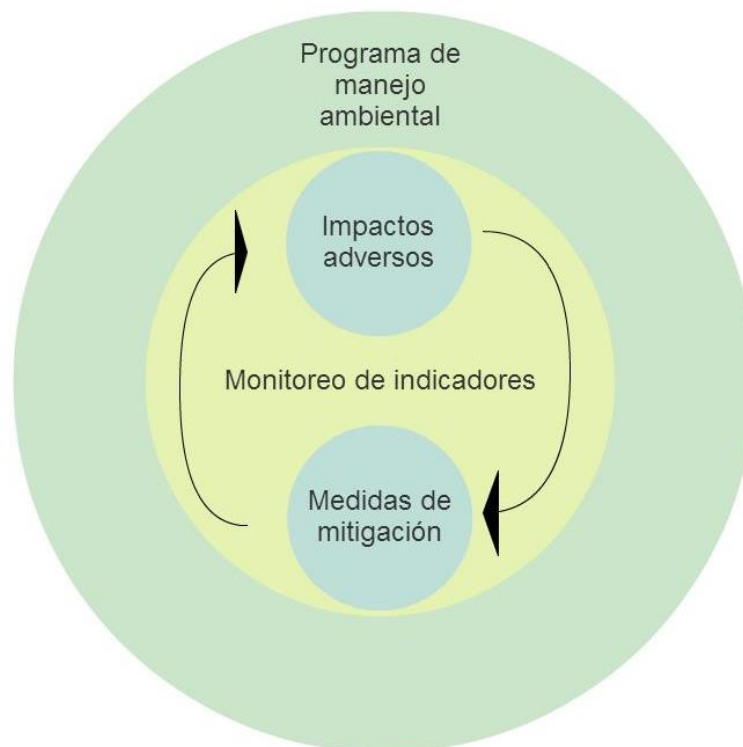


Figura 6-1 Esquema integral en el que se insertará el proyecto.

Como resultado de la identificación y evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo 5 del presente estudio, se identificaron impactos ambientales, por lo que en el presente capítulo se considerarán las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto de acuerdo a las limitaciones ambientales, técnicas y económicas del mismo. El objetivo de incluir este tipo de medidas se debe a que ayudarán a prevenir y mitigar los impactos ambientales que se desarrollen a causa de la construcción y operación del proyecto, así como a reducir los impactos limitando algunas actividades de diversas formas, o compensando el impacto, con lo cual se reemplazaría o proporcionarían ambientes sustitutos.

Es importante señalar que en la mayoría de los proyectos de infraestructura, las acciones que ayuden a prevenir los impactos ambientales, tienen gran importancia debido a que siempre es deseable amortiguar y preferentemente evitar impactos adversos en el ambiente, que originarlos; asimismo, el prevenir resulta mucho menos costoso que el reducir o compensar los impactos ambientales.

La aplicación de las medidas de mitigación tiene como principal finalidad mantener la integridad ecológica funcional del Sistema Ambiental Regional en el cual se inserta el proyecto, para comprobar la funcionalidad de las medidas se requiere de la incorporación de indicadores a partir de los cuales se pueda evaluar la efectividad de las medidas de mitigación durante el desarrollo del proyecto y su operación. Lo anterior, puede llevarse a cabo mediante la implementación de un Programa de Manejo Ambiental, en el cual se integren las medidas y programas ambientales específicos que permitan establecer y cumplir las medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación así como su monitoreo a través de indicadores ambientales. Los indicadores, servirán para reconocer la eficacia de las medidas establecidas en el presente capítulo o en su caso establecer un vínculo de retroalimentación que permita lograr una mejora continua.

En la identificación y evaluación de los impactos ambientales del Proyecto, se encontró que la mayoría de los impactos tuvo significancia baja (68%), el resto presentó una significancia que va de moderada (18%) a alta (14%). La mitigabilidad fue uno de los criterios de evaluación de los impactos, por lo que en el presente capítulo no sólo se describen las medidas de mitigación y prevención de aquellos impactos con significancia alta, sino de todos los impactos que fueron evaluados.

El seguimiento de las medidas de mitigación se realizará para los impactos que resultaron altos en la evaluación y los que son residuales (impactos sobre el suelo, hidrología superficial y subterránea, flora, fauna y paisaje).

Además de las medidas preventivas y de mitigación, también se proponen las medidas compensatorias para los impactos ambientales que no son susceptibles de prevención ni de reducción. Dichas medidas, contrarrestan la alteración al ambiente, a través de la aplicación de acciones con efectos positivos que compensan los impactos negativos disminuyendo así el impacto final.

#### *6.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación*

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, las medidas de mitigación son el “conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualesquiera de sus etapas”.

Las medidas de mitigación que se aplicarán a través del desarrollo del “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos” se definen como sigue:

a) Medidas Preventivas: Son el conjunto de disposiciones o actividades anticipadas que tiene como finalidad evitar el deterioro del ambiente.

b) Medidas de Compensación: Se consideran como una indemnización, pago o prestación de servicio que se abona para reparar un daño o un perjuicio al ambiente.

c) Medidas de Reducción: Son las medidas encauzadas a disminuir emisiones contaminantes, residuos u otros impactos que afecten al ambiente.

En la Tabla 6-1 se muestran las medidas de mitigación agrupadas por el componente ambiental, el tipo de medida que se aplicará durante la realización del proyecto, la duración en la implementación de la acción, los recursos necesarios y la propuesta de indicadores para su seguimiento.

Las medidas de compensación se llevarán a cabo cuando se produzcan impactos que no puedan eliminarse. Estas medidas están enfocadas principalmente hacia el cambio de uso de suelo. El desmonte en el derecho de vía será una tarea necesaria para lo cual se compensará mediante el pago correspondiente al Fondo Forestal Mexicano de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) por el cambio de uso del suelo.

Las medidas de reducción se aplicarán a los componentes ambientales: Aire, suelo, (vegetación) flora y fauna, y se enfocarán a disminuir el efecto que tendrán las distintas actividades del proyecto a través del acatamiento a normas ambientales como en el caso de los impactos producidos sobre el aire (calidad y nivel sonoro). En los casos donde no existen normas oficiales que regulen las acciones, se proponen acciones que pueden disminuir el impacto, entre ellos el rescate y reubicación de especies para atenuar el impacto sobre los parámetros poblacionales y la afectación a las especies que se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el caso de la vegetación, se propone la ejecución de un programa de reforestación con especies nativas, para reducir el impacto sobre la cobertura y estructura de la vegetación. Las medidas preventivas que se aplicarán para el proyecto en el tema fauna, estarán orientadas principalmente a evitar el daño a las poblaciones de especies que están bajo alguna categoría de protección según la NOM-059-

---

SEMARNAT-2010. Tanto para el caso de la flora como de la fauna se anexa el programa de rescate, donde se incluye las actividades de protección para las especies en alguna categoría de riesgo.

### *6.1.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.*

A continuación se presentan los impactos y las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se proponen para atenuar los impactos ambientales que se produzcan durante la construcción y operación del proyecto.



Tabla 6-1 Planeación de las medidas de mitigación

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
Aire	Preparación del sitio y construcción	Afectación a la calidad del aire por el empleo de maquinaria durante las actividades de preparación del sitio y construcción	Preventiva	Se cumplirá con los límites establecidos dentro de la NOM-041-SEMARNAT-2006, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que establezca dicha norma.	6 semestres	Pago de derechos por concepto verificación vehicular aplicable en el Estado de Morelos	Certificado de aprobación de la prueba de verificación	Vehículos automotores que pasaron la verificación/Total de vehículos automotores involucrados en esta etapa del proyecto
				Se cumplirá con los límites establecidos dentro de la NOM-045-SEMARNAT-1996. En la cual se establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.	6 semestres	Pago de derechos por concepto verificación vehicular aplicable en el Estado de Morelos	Certificado de aprobación de la prueba de verificación para los vehículos en que sus características lo permitan	Vehículos automotores que pasaron la verificación/Total de vehículos automotores involucrados en esta etapa del proyecto

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				Se dará mantenimiento periódico a la maquinaria, el mantenimiento tiene como objetivo detectar fallas en los motores que pudieran incrementar las emisiones de gases y partículas al ambiente.	6 semestres	Refacciones, mano de obra calificada, aceites y aditivos	Bitácoras de mantenimiento	Total de maquinaria con mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones del fabricante/Total de maquinaria que emiten gases y partículas al ambiente usada en estas etapas del proyecto
				Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de la Maquinaria, Equipos y/o Vehículos Automotores, en el cual se establecerán las acciones necesarias para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles que se establecen dentro de las normas ambientales aplicables a la emisión de gases contaminantes.	6 semestres	Refacciones, mano de obra calificada, aceites y aditivos	Bitácoras de mantenimiento	Total de maquinaria con mantenimiento preventivo de acuerdo a las especificaciones del fabricante/Total de maquinaria que emiten gases y partículas al ambiente usada en estas etapas del proyecto

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				Para evitar la dispersión de polvos durante las actividades de desmonte y despalle se regaran con agua las áreas con suelo no consolidado por las que transitan los vehículos automotores, maquinaria y/o equipo.	2 semestres	Pipas con agua y personal de campo	Bitácora de obra y fotografías	Cantidad de eventos extremos de dispersión de polvos
				Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de material o retiro de suelo o estrato vegetal, los camiones que transporten dichos materiales deberán estar cargados a $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad y cubiertos con lona.	2 semestres	Lonas	Bitácora de obra y fotografías	Cantidad de eventos extremos de dispersión de polvos
		Aumento en los niveles de ruido por el empleo de maquinaria y	Preventiva	Se establecerá un horario de trabajo, las actividades que se desarrollarán durante la etapa de	6 semestres	Adquisición de Sonómetros	Bitácoras de obra	Mediciones que sobrepasen los niveles de las Normas/Número

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción		preparación del sitio se limitarán a un horario, con el fin de reducir las molestias a los receptores del ruido.				de mediciones totales realizadas
				Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de la Maquinaria, Equipos y/o Vehículos Automotores, en el cual se establecerán las acciones necesarias para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles que se establecen dentro del cual se establecerán las acciones necesarias para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles que se establecen dentro de las normas ambientales NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994 aplicables a la emisión de ruido.	6 semestres	Refacciones, mano de obra calificada, aceites y aditivos	Bitácoras de mantenimiento	Total de maquinaria con mantenimiento preventivo de acuerdo a las especificaciones del fabricante/Total de maquinaria que emiten gases y partículas al ambiente usada en estas etapas del proyecto

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Operación y mantenimiento	Aumento en los niveles de ruido por el tránsito de los vehículos durante la operación de la carretera	Reducción	Acciones de reforestación de especies arbustivas y arbóreas (Programa de Reforestación de especies Nativas) que actúen como cercos vivos para delimitar el trazo de la carretera, con lo que se realizará un efecto de borde con respecto al ruido producido, disminuyendo el efecto en dicho componente.	Permanente	Sonómetros	Reportes de mediciones	Mediciones que sobrepasen los niveles de las Normas/Número de mediciones totales realizadas
Suelo	Preparación del sitio y construcción	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por la limpieza del terreno, retiro de material orgánico y eliminación del estrato herbáceo, así como por el acamellonamiento	Preventiva	Se evitará desmontar cualquier otra área fuera del derecho de vía o de las áreas que se emplearan para los entronques.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Superficie desmontada fuera del derecho de vía
			Reducción	El suelo vegetal obtenido de las etapas de desmonte y despalle será acamellonado y utilizado en la estabilización de taludes por lo que será mejorado con el picado del material vegetal.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de suelo vegetal no aprovechado

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		to de suelo vegetal	Reducción	El suelo vegetal acamellonado deberá protegerse con lonas a fin de evitar su dispersión y pérdida a causa de elementos naturales como el viento y la lluvia.	2 semestres	Adquisición de lonas	Bitácora de obra y reporte fotográfico	
	Operación y mantenimiento	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo	Reducción	Plantación de pastos nativos, especies arbóreas y arbustivas en los taludes, ayudarán en la estabilidad de los mismos, así como evitarán mayor pérdida de suelo vegetal al no encontrarse expuesto a fenómenos meteorológicos como la lluvia y el viento.	Permanente	Pasto, especies arbóreas, arbustivas y suelo vegetal	Bitácora de mantenimiento y reporte fotográfico	Número de deslaves
	Preparación del sitio y construcción	Afectación a las características fisicoquímicas del suelo por el inadecuado manejo y disposición de	Preventiva	Se colocarán contenedores debidamente etiquetados para llevar a cabo la adecuada disposición de residuos sólidos urbanos	6 semestres	Contenedores	Registro de recolección por parte de las empresas contratadas para ello y reporte fotográfico	Cantidad de residuos recolectados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		los residuos durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Preventiva	Se ejecutarán acciones para el Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos, Peligrosos y Líquidos, a fin de evitar el inadecuado manejo y disposición de dichos residuos en el área. (Ver anexo 1 Programa de Restauración y Mejoramiento de Suelos y Manejo de Residuos)	6 semestres	Pago del Programa y de la ejecución de las acciones que este considere	Bitácora de seguimiento del Programa	Metas del Programa en cumplimiento
			Reducción	Los residuos producto de la construcción serán depositados en los bancos de tiro o cualquier otro sitio autorizados por la autoridad estatal en la materia para su disposición final de acuerdo a la normatividad vigente, con lo que se evitará la inadecuada disposición de residuos dentro y fuera del derecho de vía del proyecto.	6 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Volumen de residuos de manejo especial dispuestos/Volumen de residuos de manejo especial generados



Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
			Preventiva	Se prohibirá tirar basura a través de la colocación de letreros restrictivos que indiquen dicha leyenda, asimismo, se llevarán a cabo pláticas de concientización dirigidas hacia los trabajadores a fin de que estos acaten las disposiciones y acciones establecidas para evitar la afectación a los componentes ambientales.	6 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Número de letreros instalados
			Reducción	En caso de que existiera un derrame accidental de combustibles, el área afectada será removida y tratada de manera especial a fin de evitar en lo posible la afectación al suelo.	6 semestres	Dependerá del evento	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de suelo contaminado y tratado
			Preventiva	El manejo de los residuos peligrosos que se generen por el mantenimiento de la maquinaria y equipo empleados durante las etapas del proyecto serán manejados por una empresa especializada que cuente con los documentos	6 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de mantenimiento de equipos y registro de la empresa contratada para su disposición final	Volumen de residuos peligrosos dispuestos conforme a la normatividad/Volumen de residuos peligrosos generados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				que la acrediten ante las autoridades competentes para llevar a cabo dichas actividades.				
			Preventiva	No se permitirá el vertido de ningún tipo de residuo peligroso y/o líquido al suelo, con el fin de evitar la contaminación del mismo.	6 semestres	Pago de la empresa	Registro de empresa contratada para su disposición final	Volumen de residuos peligrosos dispuestos conforme a la normatividad/Volumen de residuos peligrosos generados
Hidrología superficial	Preparación del sitio y construcción	Azolve de cuerpos de agua por la modificación de los patrones de escurrimiento y el inadecuado manejo de residuos	Preventiva	Se evitará depositar residuos (material vegetal, residuos urbanos, residuos de manejo especial) cerca de cuerpos de agua o en zonas con pendientes pronunciadas con el fin de evitar el arrastre de los mismos.	6 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y registro de las empresas contratadas para la disposición final de residuos, reporte fotográfico	Volumen de residuos no dispuesto conforme a la normatividad

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		Modificación de los patrones de drenaje	Reducción	Evitar en lo posible la modificación de los patrones de drenaje a causa de barreras artificiales como los residuos productos de la construcción (de manejo especial) y/o residuos sólidos urbanos, así como el acamellonamiento de suelo vegetal.	6 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y registro de las empresas contratada para la disposición final de residuos, reporte fotográfico	Volumen de residuos no dispuesto conforme a la normatividad
		Afectación de la calidad de los cuerpos de agua por el inadecuado manejo de residuos	Preventiva	Llevar a cabo un Programa de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos y de manejo especial, Peligrosos y Líquidos, con el fin de plantear las acciones necesarias para evitar la contaminación de los cuerpos de agua que se localicen a lo largo del área del proyecto.	6 semestres	Pago del Programa y de la ejecución de las acciones que este considere	Bitácora de seguimiento del Programa	Metas del Programa en cumplimiento

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
			Preventiva	Se evitará depositar residuos (material vegetal, residuos urbanos, residuos de manejo especial) cerca de cuerpos de agua o en zonas con pendientes pronunciadas con el fin de evitar el arrastre de los mismos hacia cuerpos de agua y con esto evitar su contaminación.	6 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y registro de las empresas contratada para la disposición final de residuos, reporte fotográfico	Volumen de residuos no dispuesto conforme a la normatividad
			Preventiva	Quedará prohibido verter aguas residuales a cuerpos de agua, por lo cual se contratará el servicio de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 o 25 trabajadores, con el fin de que una empresa especializada sea la encargada de llevar a cabo el adecuado manejo y disposición final de las aguas residuales producidas.	6 semestres	Renta de baños portátiles y pago de mantenimiento	Reporte de la empresa contratada	Volumen de aguas residuales recolectados por la empresa contratada

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
			Preventiva	El mantenimiento de maquinaria y/o equipo se realizará en áreas específicas alejadas a cuerpos de agua y se prohibirá verter cualquier tipo de residuo peligroso en los mismos	6 semestres	Pago de la empresa	Registro de empresa contratada para su disposición final	Volumen de residuos peligrosos dispuestos conforme a la normatividad/Volumen de residuos peligrosos generados
	Construcción	Afectación a los patrones de drenaje por el desvío de cuerpos de agua	Reducción	Se tratará en lo posible de evitar el desvío de cuerpos de agua, en caso de que esto no sea posible, se tratará de encauzarlos a otros ya existentes.	6 semestres	No se requieren recursos adicionales, ya están considerados en el proyecto	Bitácora de obra	Número de cuerpos de agua desviados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Construcción, operación y mantenimiento	Afectación a los patrones de drenaje por el desvío de cuerpos de agua	Reducción	Se construirán y se dará mantenimiento a los dispositivos que brinden continuidad a los patrones de drenaje: cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, etc. A fin de conducirlos a zonas de recarga.	Permanente	No se requieren recursos adicionales para la construcción de las obras ya que están consideradas en el costo del proyecto. Para el mantenimiento se requerirá personal de campo e insumos	Bitácora de obra y de mantenimiento	Número de dispositivos de drenaje en mal estado/Número de dispositivos de drenaje construidos

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapa del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
			Reducción	Se construirán pozos de absorción, previo estudio que defina su mejor ubicación, para la derivación de las aguas superficiales.	6 semestres	Costo del estudio de necesidades de obras de infiltración e identificación de áreas naturales susceptibles de infiltración y de la construcción de los pozos y obras de conducción	Bitácora de obra	Capacidad de absorción de los pozos
Hidrología subterránea	Preparación del sitio y construcción	Afectación a la calidad del agua subterránea por el inadecuado manejo de residuos	Preventiva	Se evitará depositar residuos (material vegetal, residuos urbanos, residuos de manejo especial y peligrosos), en barrancas o sitios en los cuales se puedan acumular y causar lixiviados.	6 semestres	Pago de la empresa	Bitácora de obra y registro de las empresas contratada para la disposición final de residuos, reporte fotográfico	Volumen de residuos no dispuesto conforme a la normatividad
		Afectación de la recarga de acuíferos por la pérdida de	Preventiva	En medida de las posibilidades se encauzará el agua pluvial captada por las obras de drenaje hacia	6 semestres	Costo del estudio de necesidades de obras de	Bitácora de obra	Capacidad de absorción de terrenos con sistemas de



Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
		vegetación y la modificación en las características fisicoquímicas del suelo		terrenos con sistemas de fracturamiento densos, a fin de infiltrar el agua al subsuelo.		infiltración e identificación de áreas naturales susceptibles de infiltración y de la construcción de los pozos y obras de conducción		fracturamiento
			Preventiva	Se delimitará el área que ocupará la carpeta asfáltica con el fin de evitar invadir otras áreas, lo anterior tiene como objeto evitar la reducción de zonas libres para la captación de agua pluvial.	6 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cuadrados de invasión de la carpeta asfáltica fuera del trazo
	Operación y mantenimiento	Afectación de la recarga de acuíferos por la pérdida de vegetación y la modificación en las características fisicoquímicas del suelo	Reducción	Se reforestarán zonas que establezca el programa de reforestación. Se incluirá la reforestación de estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, lo que a su vez incidirá en la modificación del suelo haciéndolo más permeable.	Permanente	Pago de las obras y actividades que deriven del Programa	Bitácora de seguimiento del Programa	Superficie intervenida/Superficie a intervenir determinada en el programa; % de supervivencia de individuos implantados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
Vegetación	Preparación del sitio	Afectación de la cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalle	Preventiva	Se realizará una visita previa al sitio donde se llevará a cabo el desmonte con el fin de delimitar las áreas a desmontar evitando la afectación a zonas aledañas, solo se desmontará la línea de ceros.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales, ya están considerados en el proyecto	Bitácora de obra	Superficie desmontada fuera del derecho de vía
	Preparación del sitio y construcción	Afectación de la cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalle	Reducción	El material vegetal producto del despalle será ocupado para el recubrimiento de los taludes y terraplenes, así como los pisos, fondo de excavaciones y taludes de los bancos al término de su ocupación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impidan el drenaje o que no invadan cuerpos de agua, lo anterior con el fin de favorecer el desarrollo de la vegetación; se adicionarán semillas de pastos o de vegetación propia de la zona adecuada al paisaje y que no impida la buena visibilidad.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Metros cúbicos de suelo vegetal no aprovechado

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Preparación del sitio		Preventiva	En el caso de encontrar individuos arbóreos de grandes dimensiones durante las actividades de desmonte y despalme, se deberá realizar su retiro siguiendo técnicas de derribo direccionado, con el objeto de evitar la afectación a otros elementos arbóreos que se encuentren fuera del derecho de vía a causa del derribo de dichos árboles.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales	Bitácora de obra y reporte fotográfico	Número de individuos afectados fuera del trazo de la carpeta asfáltica y obras auxiliares
	Antes de inicio de actividades	Afectación de la cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalme	Compensatoria	Se deberá realizar el pago de compensación por el cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales a la CONAFOR de acuerdo a lo que se determine dentro del Estudio Técnico Justificativo elaborado para el presente proyecto.	1 bimestre	Pago al Fondo Forestal Mexicano	Comprobante de pago de compensación	Pago de compensación por hectárea afectada
	Antes de inicio de actividades	Afectación de la cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalme	Reducción	Se deberá llevar a cabo el rescate de individuos pertenecientes a especies que se incluyan dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o apéndices de la	1 semestre	Pago por la ejecución de las obras y actividades del Programa	Bitácora de seguimiento del Programa	Número de individuos reubicados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				CITES, para lo cual se elaborará e implementará un Programa de Rescate y reubicación de Flora y Fauna				
	Construcción y operación y mantenimiento	Afectación de la cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalle	Reducción	Se realizará e implementará un Programa de Reforestación.	Permanente	Pago de las obras y actividades que deriven del Programa	Bitácora de seguimiento del Programa	Superficie intervenida/Superficie a intervenir determinada en el programa; % de supervivencia de individuos implantados
Fauna	Antes de inicio de actividades	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se implementará un Programa de Rescate y reubicación de Flora y Fauna que incluya a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o apéndices de la CITES, cabe señalar que dicho programa aún y cuando está dirigido al rescate y protección de los individuos que se encuentren dentro de la norma oficial antes señalada, también se empleará para el rescate	1 semestre	Pago por la ejecución de las obras y actividades del Programa	Bitácora de seguimiento del Programa	Número de individuos reubicados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				de cualquier individuo que se encuentre dentro del derecho de vía y que pudiera ser afectado por las actividades del proyecto.				
	Preparación del sitio	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se evitará colocar residuos o materiales fuera del derecho de vía los cuales puedan impedir el tránsito de organismos.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales al proyecto	Bitácora de obra y registro fotográfico	Superficie afectada fuera del derecho de vía
	Preparación del sitio y construcción	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Realizar las actividades de desmonte y despalle en etapas, con lo cual se permitirá el desplazamiento de las especies a áreas contiguas.	2 semestres	No se requieren recursos adicionales al proyecto	Bitácora de obra y registro fotográfico	Número de individuos reubicados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Preparación del sitio, construcción y operación	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se reducirán los límites de velocidad durante el tránsito en zonas donde se haya detectado la mayor presencia de especies (zonas críticas).	Permanente	Instalación y mantenimiento de señalización	Bitácora de obra y de mantenimiento y registro fotográfico	Número de individuos atropellados
	Preparación del sitio y construcción	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se llevarán a cabo pláticas de concientización a los trabajadores en las cuales se prohíba la captura o daño de animales silvestres. En caso de que se localice un ejemplar se informará al personal capacitado para su manejo.	6 semestres	Pago de capacitación a trabajadores	Informe de capacitador	Número de individuos reubicados

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Preparación del sitio, construcción y operación	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se prohibirá la introducción de especies exóticas.	Permanente	Instalación y mantenimiento de señalización Pago de capacitación a trabajadores	Bitácora de obra y de mantenimiento y registro fotográfico e informe del capacitador.	Número de trabajadores capacitados/Número de trabajadores de la obra; Número de señalamientos instalados
	Preparación del sitio y construcción	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Llevar a cabo técnicas de mejoramiento del hábitat, para proveer mejores condiciones a las especies desplazadas. Lo anterior de acuerdo a lo que establezca el conservación y mejoramiento de hábitat en los corredores biológicos y en los fragmentos de selva baja caducifolia.	Permanente	Recursos para la elaboración del programa de y la ejecución de las actividades que se deriven del mismo.	Bitácora de obra y registro fotográfico	Superficie de hábitat con actividades de mejoramiento/Superficie establecida en el programa



Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
	Construcción y operación y mantenimiento	Afectación a los parámetros poblacionales de fauna así como a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Reducción	Se llevará a cabo la construcción de pasos de fauna (obras de drenaje menor) lo que ayudará a evitar la barrera que forma la misma carretera. Se ejecutarán las obras complementarias establecidas en programa de mejoramiento y conservación de hábitat en corredores biológicos y en fragmentos de selva baja caducifolia	Permanente	Pago de mano de obra e insumos para el mantenimiento de pasos de fauna y señalética  Pago para la ejecución del programa y de las acciones que deriven del mismo	Bitácora de mantenimiento	Número de dispositivos de drenaje y pasos de fauna en mal estado/Número de dispositivos de drenaje y pasos de fauna construidos
	Construcción y operación y mantenimiento	Afectación a la fauna por la pérdida de hábitat	Reducción	Durante la etapa de operación y mantenimiento se implementarán acciones de mejoramiento del hábitat, lo cual proveerá de hábitats más adecuados a las especies que sean desplazadas.  Se ejecutarán las obras complementarias establecidas en programa de mejoramiento y conservación de hábitat en corredores biológicos y en	Permanente	Recursos para la elaboración del programa de y la ejecución de las actividades que se deriven del mismo.	Bitácora de obra y registro fotográfico	Superficie de hábitat con actividades de mejoramiento/ Superficie establecida en el programa

Planeación de las medidas de mitigación								
Componente ambiental afectado	Etapas del proyecto en que se aplicará la medida	Descripción del impacto	Carácter de la medida	Medida	Duración de la medida	Recursos necesarios	Insumos para supervisión	Indicador de cumplimiento
				fragmentos de selva baja caducifolia				
				Se llevará a cabo un Programa de Reforestación, dicha reforestación se llevará a cabo en las áreas establecidas en el Programa, e incluirá la reforestación de estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, lo que aumentará la creación de hábitats para especies de vertebrados.	Permanente	Pago de las obras y actividades que deriven del Programa	Bitácora de seguimiento del Programa	Superficie intervenida/Superficie a intervenir determinada en el programa

Se ha estimado que para la planeación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental se invertirá un monto aproximado de \$22,000,000.00 (veintidós millones de pesos 00/100 M.N.), que corresponden únicamente a las actividades de preparación de sitio y construcción del proyecto. La inversión correspondiente a las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental durante las etapa de operación y mantenimiento serán cubiertas por el concesionario de la obra. Seguimiento y Control (Monitoreo)

Las medidas de mitigación expuestas, en la sección anterior deberán estar incluidas dentro de un Programa de Seguimiento y Control. Dicho programa será el instrumento a partir del cual se establezcan los procedimientos y los medios para alcanzar los objetivos planteados, para cada uno de los programas ambientales específicos, así como las medidas de prevención y reducción mencionadas anteriormente. El objetivo del Programa de Seguimiento y Control es incluir todas las medidas y programas específicos con el fin de proponer los indicadores ambientales necesarios para monitorear el cumplimiento y eficacia de las medidas establecidas.

Dentro del Programa de Seguimiento y Control, se describirá brevemente en qué consiste la aplicación de cada uno de los acciones específicos planteadas en el Programa de Manejo Ambiental, incluyendo los objetivos, alcances, metodologías, técnicas de evaluación, indicadores que permitan llevar a cabo el monitoreo de la eficacia de la medida, y reportes sobre los avances en el cumplimiento de las actividades o acciones establecidas en cada uno de los programas.

La finalidad del seguimiento es:

- a) Proporcionar información permanente a los responsables y técnicos del programa sobre el avance en la ejecución de las actividades del mismo, la forma de utilización de los recursos disponibles y el nivel de logros de los resultados esperados;

- b) Facilitar a través de lineamientos claros, la tarea de modificar lo anteriormente planificado,
- c) Introducir modificaciones oportunamente en el programa.

A través del desarrollo del proyecto se generarán impactos ambientales adversos, algunos de los cuales se presentarán en todas las etapas y en otros casos se limitarán a una etapa. Por lo anterior, las medidas de mitigación propuestas se realizarán en proporción con la duración de los impactos.

### *6.1.3 Impactos acumulativos, sinérgicos y residuales*

De acuerdo con el artículo 3º del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los impactos acumulativos se definen como “el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente”. Los impactos sinérgicos se definen como “aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente”, en concordancia con lo anterior, a continuación se presentan los impactos acumulativos y sinérgicos identificados para el proyecto “Autopista Siglo XXI” en cada uno de los componentes ambientales que integran al SAR del proyecto.

Cabe señalar que la mayoría de los componentes ambientales que fueron evaluados dentro del proyecto se prevé sean afectados por varias obras y/o actividades derivadas de la construcción e implementación del proyecto o por actividades que se desarrollan en el SAR del mismo. En la Figura 6-2 se presentan un diagrama sobre los impactos acumulativos y sinérgicos que se presentarán por la construcción e implementación del proyecto.



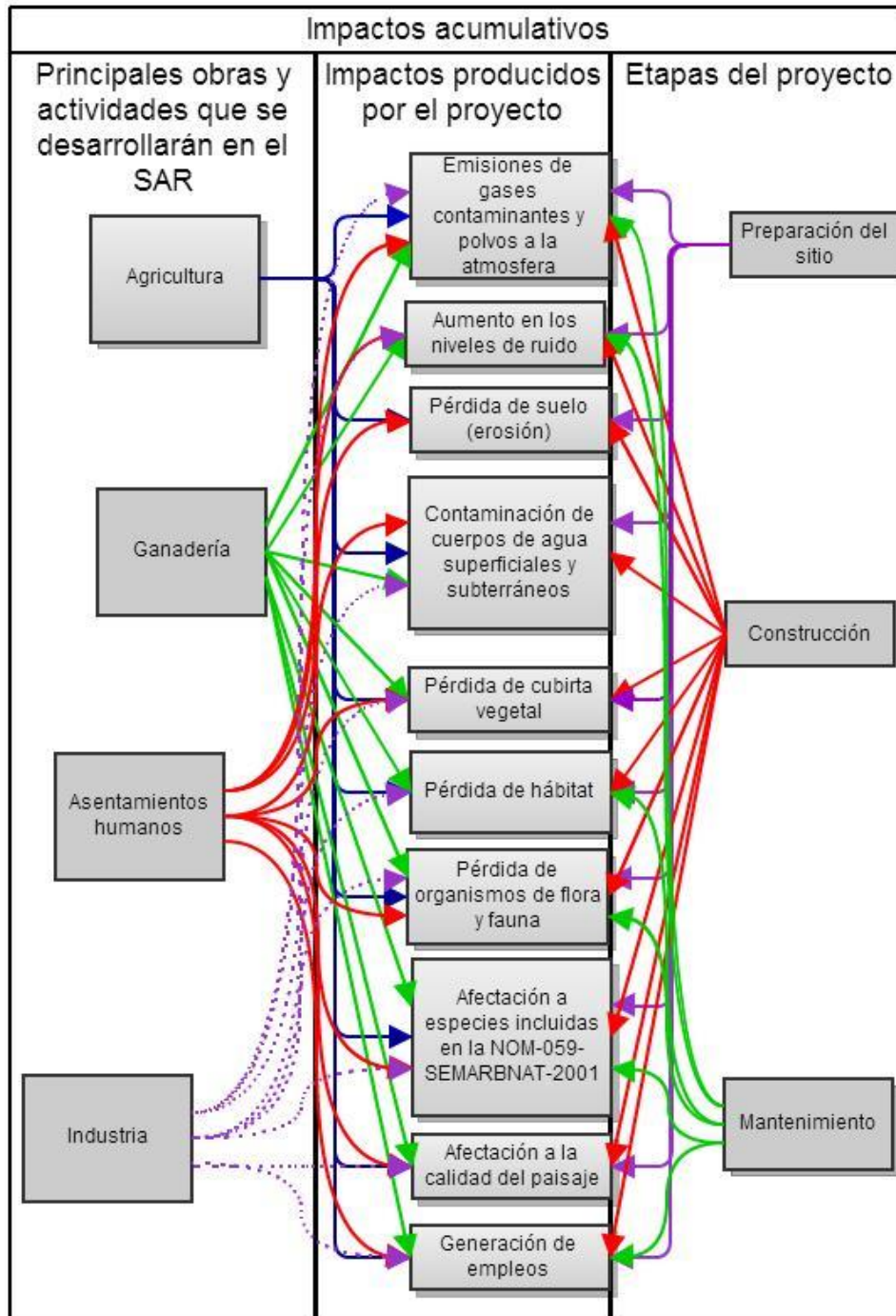


Figura 6-2 Diagrama de identificación de los impactos acumulativos

---

**Aire:**

La afectación a la calidad del aire se considera un impacto acumulativo, ya que como se mencionó en el apartado de evaluación (capítulo 5 de la presente MIA-R), este componente actualmente es afectado por las diversas actividades de desarrollo económico que se presentan en la zona, incluidas las actividades agrícolas, ya que se producen emisiones de gases durante de cultivos, entre ellos y de manera primordial la cosecha de caña. Además será afectado aunque de manera puntual y con una duración corta durante las etapas que conlleva el proyecto, el tema de los niveles sonoros, los cuales presentan acumulación debido de igual manera a la generación de ruido producido por las actividades que se desarrollan en la región como las agropecuarias, industriales y los mismos asentamientos humanos. La afectación a este factor ambiental será producida principalmente por el empleo de maquinaria y equipo que opere durante cada una de las actividades.

**Suelo:**

En el caso del componente ambiental suelo, es necesario señalar que este componente ya se encontraba afectado por varias causas:

- a) Pérdida de suelo a causa de las actividades productivas que se llevan a cabo dentro del SAR del proyecto, específicamente a causa de las actividades agropecuarias.
- b) Pérdida de suelo por el desmonte de áreas forestales para la ocupación de tierras como áreas de cultivo o pastoreo, así como para asentamientos humanos irregulares.
- c) Contaminación del suelo por el inadecuado manejo de residuos domésticos e industriales.



Aunado a lo anterior las afectaciones producidas a este componente por las obras y/o actividades que se llevarán a cabo para la implementación del proyecto, se adicionarán a las que existen actualmente, por lo que se considera un impacto acumulativo.

Por otro lado, es importante señalar que este factor también es afectado por la contaminación producida por el inadecuado manejo de residuos, asimismo, es posible durante la construcción del proyecto que se generen residuos, los cuales si son manejados y dispuestos de manera inadecuada pueden llegar a contaminar el suelo, por lo que este impacto se considera acumulativo.

#### **Hidrología superficial y subterránea:**

Actualmente dentro del SAR se ha identificado que una de las principales actividades que ocasiona la contaminación de los cuerpos de agua es la inadecuada disposición de residuos producto de los asentamientos humanos que se ubican cercanos a los mismos, así como, el uso de agroquímicos. Aunado a lo anterior, el proyecto generará residuos, por lo que si no se les da un adecuado manejo y disposición pueden ocasionar la contaminación de cuerpos de agua superficiales asimismo, la infiltración de lixiviado producto del inadecuado manejo de residuos puede ocasionar la contaminación de cuerpos de agua subterráneos, por lo antes señalado este impacto se consideró como acumulativo.

#### **Vegetación:**

La vegetación dentro del SAR actualmente es afectada por el desmonte de áreas forestales para su ocupación como zonas agropecuarias, asimismo, las áreas desmontadas han aumentado por el uso de estas zonas para asentamientos humanos, por lo que ha aumentado la pérdida de especies así como su densidad, encontrando

actualmente en la mayoría del SAR campos agrícolas o zonas con vegetación secundaria, por lo que las actividades de desmonte y despalme que se llevarán a cabo como parte de la preparación del sitio del proyecto se sumarán a las afectaciones antes señaladas.

Con respecto a la selva baja caducifolia que será desmontada para el desarrollo del proyecto, se considera mínima con respecto al tamaño de SAR (0.067 %). Sin embargo la eliminación de la vegetación se realizará con estricto apego a la normatividad ambiental aplicable, además que se desarrollarán los programas de rescate y reubicación de flora en la zona, tratando de trasplantar los individuos que puedan ser rescatados en áreas aledañas.

#### **Fauna:**

En el caso de la fauna, la pérdida de vegetación ocasiona a su vez la pérdida de hábitat, en consecuencia se afectan los parámetros poblacionales de las especies de fauna que se ubican dentro del SAR del proyecto, además de afectar a las especies incluidas dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 o los apéndices de la CITES. Lo anterior es causado por las actividades que implican el desmonte de áreas forestales, tales como: actividades agropecuarias y asentamientos humanos irregulares, de igual forma, el proyecto implica la remoción de vegetación, tránsito de vehículos, y generación de ruido, entre otras actividades, que pueden ocasionar la pérdida de organismos o la dispersión de los mismos a áreas con mejores condiciones para su desarrollo.

Para el caso de la fauna será aplicado en diversas fases del proyecto un programa de rescate y reubicación de los ejemplares ubicados en la zona del proyecto.

### **Empleo:**

El desarrollo del proyecto, propiciarán la generación de empleos a través de las diversas localidades ubicadas en el SAR. La derrama económica se verá en la implementación de cada uno de sus etapas, por lo que aumentarán las oportunidades económicas de la zona no solo con la generación de empleos propios de la construcción del proyecto, sino a través de la reactivación económica de la región. Lo anterior, propiciará la mejora en las condiciones de servicios y calidad de vida, por lo anterior, este impacto también fue considerado como un impacto sinérgico.

Cabe señalar que dentro de los impactos que se consideran residuales se encuentra:

La modificación de las características fisicoquímicas del suelo, especialmente la pérdida de suelo por las actividades propias del proyecto, ya que no se podrán revertir las condiciones que actualmente imperaban dentro del área del proyecto,

La modificación de la geoforma ya que no existen medidas que permitan revertir o reducir el impacto propiciado por los cortes y/o excavaciones que se lleven a cabo por las actividades del proyecto.

En general, los impactos acumulativos que se detectaron durante la evaluación del proyecto, se presentaron sobre prácticamente todos los componentes ambientales. De igual forma se detectaron impactos sinérgicos, los cuales son de carácter positivo, dichos impactos se identificaron en el componente ambiental economía. Por otro lado, se determinaron dos impactos residuales presente en los componentes suelo y geomorfología. El impacto es residual debido a que no existen medidas de mitigación que contrarresten la modificación de la geoforma que se originará por los cortes, ni que ayude a restablecer las características fisicoquímicas del suelo que se presentan actualmente.

## **6.2 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas**

Se ha estimado que para la planeación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental se invertirá un monto aproximado de \$22,000,000.00 (veintidós millones de pesos 00/100 M.N.), que corresponden únicamente a las actividades de preparación de sitio y construcción del proyecto. La inversión correspondiente a las medidas de prevención, mitigación y recuperación ambiental durante las etapa de operación y mantenimiento serán cubiertas por el concesionario de la obra.

La información anterior puede servir de base para el caso en que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales considere el que sea necesario establecer una fianza para el cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia.

## Índice de contenido

7. Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas.....	544
7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....	544
7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	546
7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 547	
7.4 Pronóstico Ambiental .....	550
7.5 Evaluación de alternativas .....	557

## Índice de tablas

Tabla 7-1 Uso de suelo y vegetación sin proyecto .....	545
Tabla 7-2 Uso de suelo y vegetación con proyecto .....	547
Tabla 7-3 Mejoras en las condiciones ambientales actuales del SAR derivadas de las acciones consideradas en los programas complementarios.....	548

## 7. Pronósticos Ambientales Regionales y Evaluación de Alternativas.

La integración de este capítulo tiene como objetivo dar cumplimiento a lo dispuesto por la Fracción VII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

De conformidad con lo anterior, en este apartado y posterior a la integración de los capítulos anteriores, se estará en condiciones de establecer un escenario actual del SAR, un escenario del mismo con proyecto y sin medidas de mitigación y un escenario con proyecto aplicando las medidas correspondientes para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales que conllevará el desarrollo del Proyecto, de tal forma que se podrá entender la dinámica ambiental resultante de cada uno de los escenarios modelados.

### 7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Partiendo del ejercicio integrador que representa esta Manifestación de Impacto Ambiental y con base en la información generada, analizada y valorada se está en posibilidad de describir e identificar las modificaciones y eventuales afectaciones que se puedan imprimir al Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado para este proyecto.

El sitio que acoge la construcción del Proyecto “Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco”, va más allá de la consideración espacial del derecho de vía, corresponde a un espacio en el que las actividades humanas se desarrollan

transformando las características naturales principalmente por las actividades agropecuarias.

Esta tendencia implica que el SAR delimitado y estudiado, presenta un grado de modificación, en el que 62.95% de su superficie, equivalente a 79,709.58 hectáreas, está actualmente transformado por tierras destinadas a usos urbanos, agrícolas y/o pecuarios. Esta situación, difícilmente reversible, implica que el espacio tenderá en el tiempo, a incrementar los cambios antrópicos sobre la naturalidad del espacio.

No obstante, desde una visión paisajística, el SAR delimitado presenta una cantidad limitada de áreas en buen estado de conservación, sobre las que se deberán ejecutar acciones encaminadas a mantener la integridad funcional y estructural de los ecosistemas, mismas que cobran una relevancia importante en la prestación de servicios ambientales, con alto valor ecológico, cultural y estético dentro de la zona.

El conjunto de usos de suelo y vegetación del SAR son cuantificables. Esto permitió realizar un inventario que refleja las condiciones del sitio analizado. A continuación se presentan los usos de suelo y vegetación actuales en el SAR.

Tabla 7-1 Uso de suelo y vegetación sin proyecto

Uso de suelo y vegetación sin proyecto		
Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cultivo	75,276.67	59.23
Selva baja caducifolia	41,975.91	33.03
Vegetación secundaria	4,181.33	3.29
Asentamiento humano	2,835.11	2.23
Zona urbana	1,893.17	1.49
Cuerpo de agua	734.97	0.58
Bosque de encino	200.87	0.16
Autopista siglo XXI	0.00	0
Total SAR	127,098.03	100



## 7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Siendo que el SAR se define como el espacio geográfico conformado por un ecosistema o conjunto de ecosistemas, comprendidos como unidades funcionales, cuya interacción comprende los subsistemas culturales, económicos y sociales, la construcción del proyecto corresponde, a un proyecto de importancia económica y social que habrá de formar parte del Sistema Ambiental Regional en el cual incide como una intervención adicional producto del desarrollo gradual del espacio con presencia humana.

Desde la perspectiva anterior, la construcción del proyecto implica una afectación total en el SAR de una superficie 422.97 hectáreas (0.33%) de las 127,098 ha que lo integran. Dentro de la superficie que incluye el trazo del proyecto, 130.6 hectáreas serán afectadas con actividades de desmonte (hay 3.4 ha más de selva baja mezclada con vegetación riparia ubicadas en las barrancas que no serán desmontadas) son de cubierta forestal, que corresponden al 0.1% del SAR. Lo anterior indica que el porcentaje de afectación a la vegetación forestal es realmente bajo, por lo que este importante recurso no sufrirá un impacto significativo.

El conjunto de usos de suelos y vegetación que se afectará con la ejecución del proyecto carretero, fue cuantificado. Esto permitió realizar un inventario que refleja las condiciones que presentará el sitio.

Tabla 7-2 Uso de suelo y vegetación con proyecto

Uso de suelo y vegetación con proyecto		
Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Cultivo	74,987.72	59.00
Selva baja caducifolia	41,888.37	32.96
Vegetación secundaria	4,135.98	3.25
Asentamiento humano	2,835.11	2.23
Zona urbana	1,893.17	1.49
Cuerpo de agua	734.97	0.58
Bosque de encino	200.87	0.16
Autopista siglo XXI	422.97	0.33
Total SAR	127,098.03	100.0

Los impactos ambientales derivados del proyecto, dentro de los límites del SAR delimitado y estudiado, son mínimos en cuanto a afectación de la superficie que ocupa cada uso de suelo. Por ello se considera que con la construcción de la autopista, en el Sistema Ambiental Regional no se modificará la funcionalidad ecosistémica, ya que no se alterará la dinámica de los procesos naturales y productivos que el sitio soporta.

### 7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Derivado del análisis de las condiciones actuales del SAR, se conoce que éste presenta un deterioro ambiental considerable, derivado del cambio de uso de suelo por las actividades antrópicas. Lo anterior se manifiesta con la abundancia de campos agrícolas y la segmentación y deterioro de la vegetación aun existente.

Del escenario planteado anteriormente, las medidas de mitigación y compensación se encuentran enfocadas al mejoramiento y mantenimiento de la integridad biótica del SAR, principalmente con las acciones que derivan de los programas complementarios del presente estudio de impacto ambiental. A continuación se presentan las mejoras ambientales por la ejecución de los programas complementarios:

Tabla 7-3 Mejoras en las condiciones ambientales actuales del SAR derivadas de las acciones consideradas en los programas complementarios

Mejoras en las condiciones ambientales actuales del SAR derivadas de las acciones consideradas en los programas complementarios		
Programa	Acciones de intervención	Mejoras
Programa de reforestación	Reforestación de especies nativas. Se plantarán 477,366.25 nuevos individuos en una superficie de 381.89 ha del SAR.	Se modificará la cobertura vegetal del SAR, al incrementar en un 0.30% la cobertura de selva baja caducifolia.
Programa de conservación y mejoramiento hábitat en las zonas prioritarias de conservación y conectividad identificadas en el SAR	Habilitación de obras de drenaje, pasos a desnivel y estructuras como pasos de fauna en laderas y lomeríos, principalmente en cerro de Santa María y Temilpa. Las acciones de este programa se relacionan directamente con el de reforestación.	Con el incremento de la cobertura de selva baja caducifolia en el SAR y vegetación riparia, se incrementará el movimiento de especies entre los fragmentos de vegetación natural remanentes.  Con la habilitación de pasos de fauna se evitará el aislamiento de fragmentos de selva baja.
Programa de rescate y reubicación de flora y fauna	Reubicación de individuos, principalmente aquellos que se encuentren bajo	Se enriquecerán comunidades reducidas en biodiversidad. Se preservarán poblaciones de especies en

**Mejoras en las condiciones ambientales actuales del SAR derivadas de las acciones consideradas en los programas complementarios**

Programa	Acciones de intervención	Mejoras
	alguna categoría de protección	riesgo. Se incrementará la variabilidad genética en los sitios de reubicación.
Programa de restauración y mejoramiento de suelos	Estabilización de taludes creados por la ejecución del proyecto, mediante obras complementarias y revegetación. (Terrazas, zanjas derivadoras, trincheras, de gavión, etc.)	Se evitará un incremento en la pérdida de suelo del SAR por el desarrollo y operación del proyecto carretero. Se estabilizarán los suelos de las áreas con acciones de reforestación (381 ha).

Adicionalmente se ejecutarán las medidas de prevención, compensación y recuperación ambiental propuestas en el capítulo 5 del presente estudio, con las que se espera reducir las afectaciones del proyecto y mejorar las condiciones de áreas específicas del SAR.

Ejemplo de lo anterior será que derivado del rescate de suelo y la reforestación asociadas al proyecto se atenderán espacios degradados y se evitarán nuevos procesos erosivos que se observan actualmente dentro del sistema ambiental regional.

Bajo el concepto de desarrollo actual el crecimiento de la frontera agrícola es irreversible y se seguirá dando mientras la población no modifique las técnicas convencionales para la producción de alimentos. Por lo que las medidas de mitigación se concentrarán en áreas que aún conservan vegetación forestal.

Con la operación de la carretera, se reducirán emisiones de gases a la atmosfera en el SAR, generadas por el tránsito de vehículos automotores que requieren desplazarse entre el Golfo y el Pacífico de la República Mexicana.

El aspecto de mayor relevancia en el SAR por la ejecución del proyecto, será el beneficio social y económico, al ser una infraestructura que promueve el crecimiento económico y mejora la competitividad regional.

El escenario esperado en el SAR con la ejecución del proyecto, es contar con infraestructura de comunicaciones que no representa un impacto negativo significativo a las condiciones ambientales del SAR. Con base en lo anterior, la construcción de la autopista no contribuirá a disminuir la integridad biótica ya que los paisajes del SAR presentan alta fragmentación desde antes del proyecto a causa de varios tipos de actividades antropogénicas (agricultura, ganadería extensiva, desarrollo urbano, etc.). Los impactos adversos que podría generar la construcción del proyecto no serán de una magnitud alta ya que las acciones de mitigación y compensación estarán enfocadas a mantener la calidad biótica que aun muestran los escasos fragmentos de selva baja caducifolia existentes en el sitio.

#### **7.4 Pronóstico Ambiental**

Para la construcción del último escenario ambiental es necesario tomar en cuenta las fuentes de cambio existentes en el Sistema Ambiental Regional, con y sin proyecto, por esta razón se presentan las siguientes consideraciones:

En el capítulo 4 de Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional, se identificaron las tendencias de desarrollo y las actividades que principalmente causan deterioro dentro del SAR del proyecto. Entre las actividades que se identificaron se encuentran:

- Actividades Agropecuarias (agricultura y ganadería), cuyos efectos serán reflejados en impactos como: desmontes, erosión, pérdida de vegetación, pérdida de hábitat y contaminación de los suelos.
- Actividades industriales: los efectos que se presentan principalmente se relacionan con la contaminación de aire por la emisión de gases contaminantes, así como la contaminación de cuerpos de agua por el vertido de aguas residuales a dichos cuerpos de agua sin previo tratamiento.
- Asentamientos humanos irregulares: los asentamientos ocasionan el desmonte de áreas con vegetación natural, asimismo, propician la contaminación del suelo, aire y agua por el inadecuado manejo que se les da a los residuos.

Así mismo, dentro de los impactos significativos que se identificaron para el proyecto se encuentran:

- Impacto 1: Emisión de partículas suspendidas de polvo por la construcción de terracerías y estructuras.
- Impacto 2. Pérdida de suelo orgánico debido al desmonte y despalme de la zona.
- Impacto 3. Obras de mantenimiento de la carretera.
- Impacto 4. Afectación al flujo laminar, escurrimiento superficial e infiltración debido a la construcción de terracerías, estructuras y pavimento.
- Impacto 5. Perdida de 85.3 ha de selva baja caducifolia con distintos grados de perturbación, por las actividades de desmonte.
- Impacto 6: Pérdida de hábitat, efecto barrera, efecto de borde, riesgo de atropellamiento, efecto del ruido y de la luz de los vehículos sobre la fauna.

- Impacto 7. Afectación al paisaje por la ruptura visual, el inadecuado manejo de residuos y pérdida de conectividad.
- Impacto 8. Acortamiento en los tiempos de traslado y apertura de una nueva ruta para el comercio y el turismo.

Aun así, la mayoría de los impactos ambientales adversos identificados contará con el establecimiento de medidas de mitigación, existirán medidas preventivas, compensatorias y/o de reducción para cada impacto (capítulo 6 del presente estudio).

Con base en la información mencionada previamente, se presenta el escenario final para cada uno de los componentes ambientales con mayor afectación por la ejecución del proyecto.

#### Aire

La calidad del aire que se presenta dentro del Sistema Ambiental Regional actualmente se encuentra afectado por la emisión de gases producto de la cosecha de caña (principalmente dentro de los poblados de Jojutla y Tlaquiltenango), así como por las actividades industriales que se desarrollan en la zona y las emisiones de fuentes móviles. Cabe señalar que debido a las actividades de construcción del proyecto, así como su implementación, se afectará este componente, sin embargo derivado de la evaluación realizada dentro del capítulo 6 del presente estudio, se observa que la afectación será mínima por la aplicación de medidas de mitigación como son: el mantenimiento de la maquinaria y equipos a través del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas referentes a la emisión de gases contaminantes y los niveles de ruido. De igual forma para minimizar la dispersión de polvos por el tránsito de vehículos y el acarreo de materiales y/o residuos, se dispersará agua en los caminos con suelo no consolidado, dicha agua provendrá de pipas, y se emplearán lonas para evitar la dispersión de polvos y/o residuos durante su transportación.



Asimismo, otras medidas de mitigación que se implementarán para aminorar los impactos sobre este componente ambiental es a través del establecimiento de un Programa de Reforestación en el que se plasmarán todas las acciones que se llevarán a cabo para la colocación de una cortina de árboles que sirva para delimitar el trazo de la carretera, con lo cual se amortiguará el impacto audiovisual de la misma.

Se presentará un impacto acumulativo por las actividades que se desarrollan dentro del SAR sin embargo, con la aplicación de las medidas antes señaladas el impacto será mínimo, aunque dicho impacto persistirá durante la operación del proyecto, aún así no se considera que sea un impacto que afecte la integridad funcional del ecosistema, ya que con la reducción de los tiempos de traslado se disminuirán las emisiones de fuentes móviles.

#### Suelo

El componente ambiental suelo, actualmente se encuentra afectado por las actividades productivas que se presentan en la zona, lo que ha ocasionado la pérdida del mismo a causa de fenómenos de erosión tanto hídrica como eólica, asimismo, dichas actividades han propiciado la modificación en las características fisicoquímicas del suelo, ya que han disminuido la porosidad, permeabilidad, capacidad de retención de agua, entre otras modificaciones, por otro lado, las actividades que se desarrollarán como parte del proyecto también modificarán las condiciones fisicoquímicas del suelo. Cabe señalar que se plantean medidas que ayuden a reducir el efecto del proyecto sobre este componente, considerándose el impacto como residual dado que la afectación será permanente. Es necesario precisar que la afectación solo se acotará a la superficie que está destinada a la línea de ceros y se consideran acciones compensatorias de reforestación en 381.893 ha.

La contaminación del suelo a causa de la inadecuada disposición de residuos constituye otra actividad que ha propiciado la contaminación del suelo. Se ha

considerado la generación de residuos en cada una de las etapas del proyecto y por lo mismo se han establecido medidas que prevengan o reduzcan los efectos causados por estas actividades. En consecuencia este impacto se ha evaluado como un impacto acumulativo.

De acuerdo a los criterios anteriores, se espera que la afectación a este componente sea moderada a mínima, esto con la implementación de las medidas de mitigación y prevención establecidas en el capítulo 6 del presente estudio, de igual forma se espera que la afectación se lleve a cabo solo en el área de influencia, sin que esto modifique la estructura y funcionalidad del SAR en el que se desarrollará el proyecto.

#### Vegetación y fauna

La implementación del proyecto deteriorará el componente ambiental vegetación; las especies vegetales se verían reducidas como consecuencia del desmonte y despalme para las instalaciones. La pérdida de vegetación estará limitada al derecho de vía del proyecto, sin embargo, dentro del SAR se encuentran otras actividades que contribuyen a la pérdida de la misma, por lo que se trata de un impacto acumulativo, el cual en consecuencia afectará directamente a las especies vegetales e indirectamente al suelo, hidrología, paisaje, y a las especies de fauna silvestre, por la pérdida de hábitat, refugios y alimento.

Sin embargo se prevé un escenario final con las siguientes características:

Se contará con diversos programas complementarios, los cuales ayudarán a aminorar los efectos del proyecto sobre estas especies, estos programas son: Programa de reubicación y rescate de especies de flora y fauna. De la misma manera, se propone un Programa de Reforestación, que ayudará a crear hábitats para especies de pequeños

mamíferos, reptiles y aves, así mismo compensará en cierta medida la pérdida de cubierta vegetal ocasionada por las actividades de desmonte y despalme.

Por lo anterior, se espera que el impacto sea mínimo a estos componentes ambientales y que la afectación que se lleve a cabo solo impacte de manera negativa al área del derecho de vía sin interferir en la integridad ecológica del SAR en el que se desarrollará el proyecto.

Es importante mencionar que para realizar un seguimiento de la efectividad de las medidas de mitigación generales se implementará el Programa de Manejo Ambiental mismo que se describe en el capítulo 6.

#### Hidrología superficial y subterránea

La hidrología superficial puede ser modificada por la construcción del proyecto de la siguiente forma:

- a) Por la obstrucción de cuerpos de agua superficiales por el almacenamiento de material vegetal y/o materiales;
- b) Contaminación por el inadecuado manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, así como el vertido de aguas residuales a cuerpos de agua; y
- c) Modificación en los patrones de escurrimiento y desvío de cuerpos de agua para la realización de excavaciones y cortes.

No obstante en el capítulo 5 se describen de manera detallada las obras que permitirán la mitigación de los efectos anteriores y si bien se identifican afectaciones no se considera que puedan alterar de manera importante el sistema hidrológico del SAR.

#### Geomorfología

Este componente presentará un impacto no perceptible a nivel del SAR, por lo que no constituye un impacto acumulativo ni sinérgico, aún así la afectación a la calidad ambiental y por tanto a la integridad ecológica funcional del SAR se espera no sea afectada.

### Socioeconómico

La generación de empleos promoverá un cambio positivo en la economía local, y fomentará el desarrollo socioeconómico a nivel del SAR, ya que se establecerá una conectividad vial adecuada que permitirá un tránsito ágil y seguro.

En general se espera que la construcción del proyecto, afecte lo menos posible al SAR, y que no interfiera con la integridad y continuidad del mismo, aun así, es importante destacar que dentro del SAR son pocos los sitios que presentan una calidad ambiental alta, ya que en la mayor parte de su superficie la calidad ambiental va de moderada a baja, debido a que en la zona se presentan muchas áreas de cultivo o vegetación de acahual de selva baja caducifolia, por lo que la continuidad en los ecosistemas es baja. Las zonas que presentan una mejor calidad ambiental son las áreas con geoforma de sierra, lomerío o mesetas, dado que en ellas no es muy probable que se lleven a cabo actividades agropecuarias.

Por otra parte no se espera afectar o modificar la estructura e integridad ecológica del SAR, dado que la mayoría de los impactos son puntuales y se restringen al área del derecho de vía del proyecto.

## 7.5 Evaluación de alternativas

Derivado de los resultados de los trabajos de campo y del análisis del presente estudio, se detectó que la propuesta presentada es ambientalmente viable, al no afectar de forma significativa algún componente ambiental. Se determinó que una alternativa distinta no reduciría las afectaciones que el proyecto actual implica.

Lo anterior se fundamenta en que la superficie que se afectará por la ejecución del proyecto, corresponde en un 68.31% a campos agrícolas y el resto a terrenos forestales con evidentes signos de degradación ambiental, que será compensado con la implementación de las medidas de mitigación, compensación y recuperación ambiental, así como de las propuestas en los programas complementarios.

## Capítulo 8. Anexos

8.1 Sitios de muestreo, vistas selectas del trazo y cartografía de uso de suelo y vegetación.

8.1.1 Sitios de muestreo y vistas selectas del trazo.

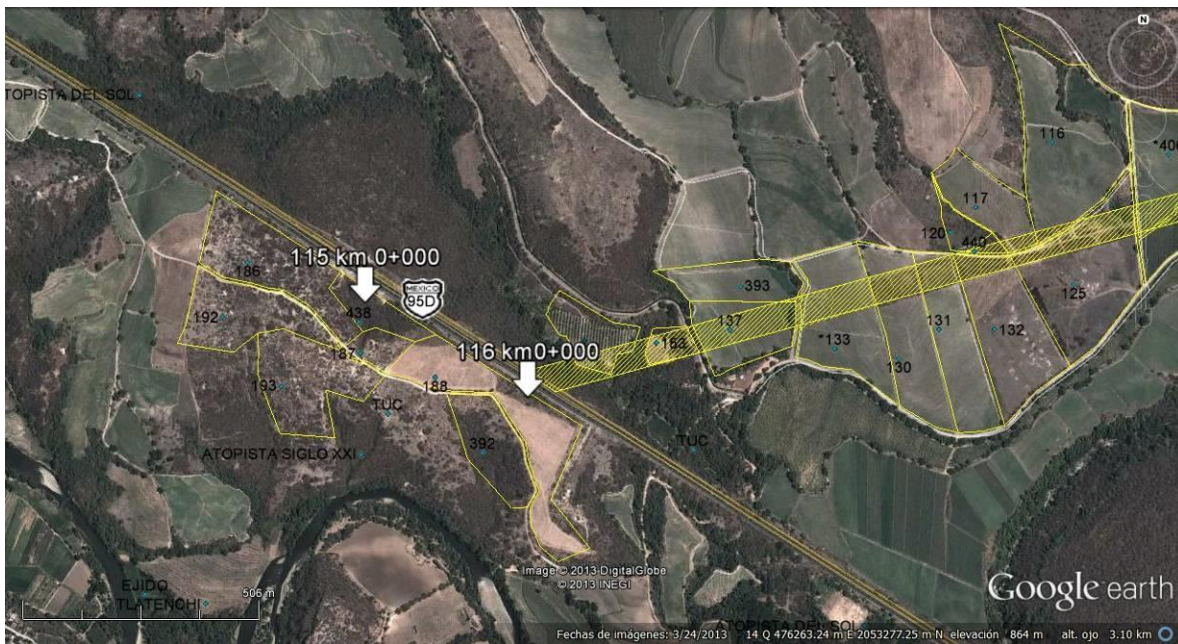






Fig 1. Parcelas de muestreo en el cadenamiento 0+000 al 1+100 y diferentes usos del suelo y vegetación en la zona (Agrícola y vegetación secundaria arbustiva).







Fig. 2 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 11+900 al 16+200 y vista de la zona (Agrícola y vegetación secundaria arbustiva).

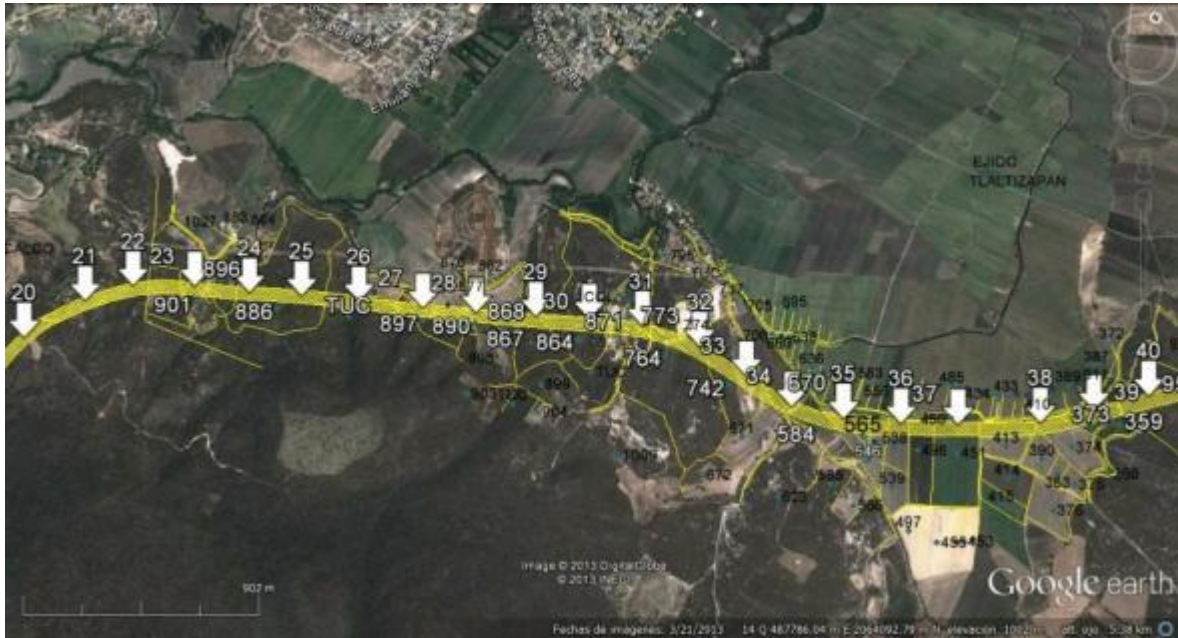


Fig. 3 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 16+200 al 20+700 y diferentes usos del suelo y vegetación en la zona (Vegetación secundaria arbustiva y agrícola).



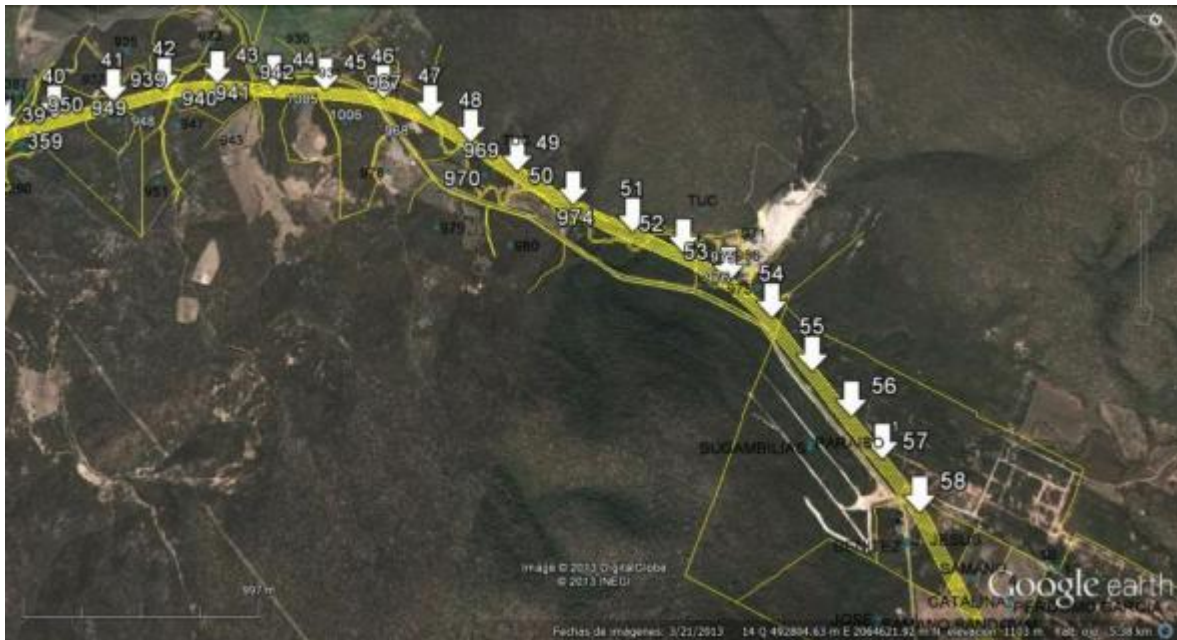


Fig. 4 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 20+700 al 26+700 y diferentes usos del suelo y vegetación en la zona (Vegetación secundaria arbustiva, agrícola y vegetación secundaria arbórea).

Capítulo VIII





Fig. 5 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 26+700 al 29+100 y diferentes usos del suelo y vegetación en la zona (Vegetación secundaria arbustiva, agrícola y pastizal inducido).

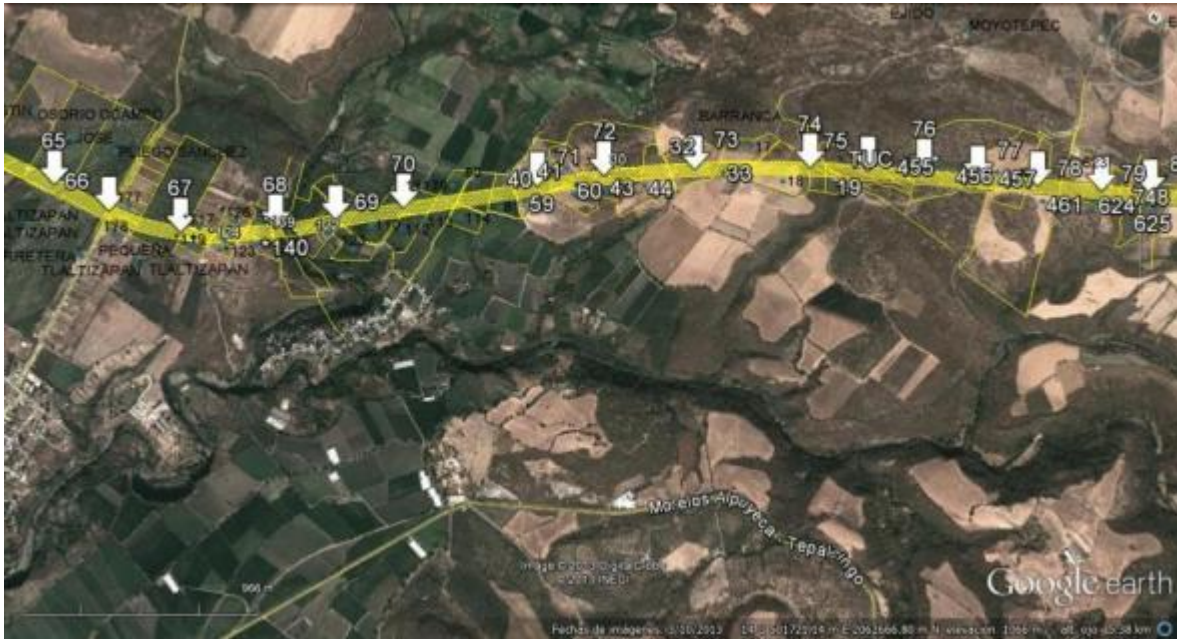


Fig. 6 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 32+400 al 36+700 y diferentes usos del suelo y vegetación en la zona (Agrícola y vegetación secundaria arbustiva).

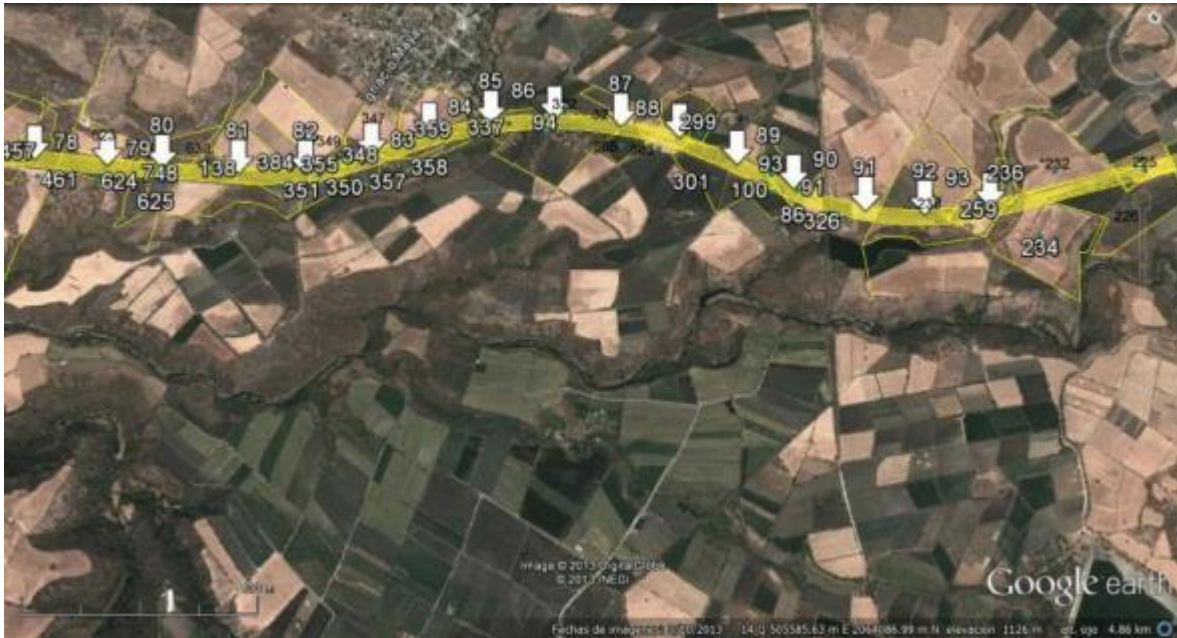


Fig. 7 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 36+700 al 40+300 (Agrícola, vegetación secundaria arbustiva).



Capítulo VIII





Capítulo VIII

Fig. 8 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 40+300 sl 44+600 (Agrícola).



Capítulo VIII



Fig. 9 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 44+600 al 47+900 (Agrícola).





Capítulo VIII



Fig. 10 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 47+900 al 53+800 (Agrícola).



Capítulo VIII



Fig. 11 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 50+300 (Agrícola y vegetación secundaria arbustiva).



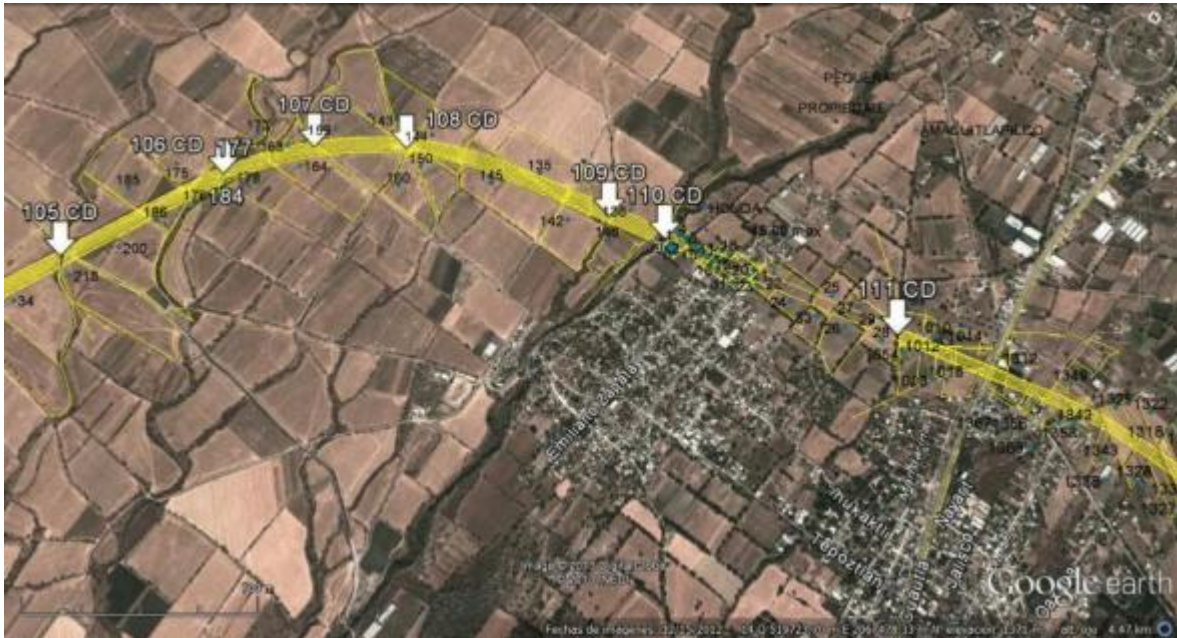


Fig. 12 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 53+800 al 56+800 (Agrícola).



Fig. 13 Localización de parcelas de muestreo a partir del cadenamamiento 56+800 al 61+800 (Agrícola y urbano).



8.1.2 Cartografía de uso de suelo y vegetación

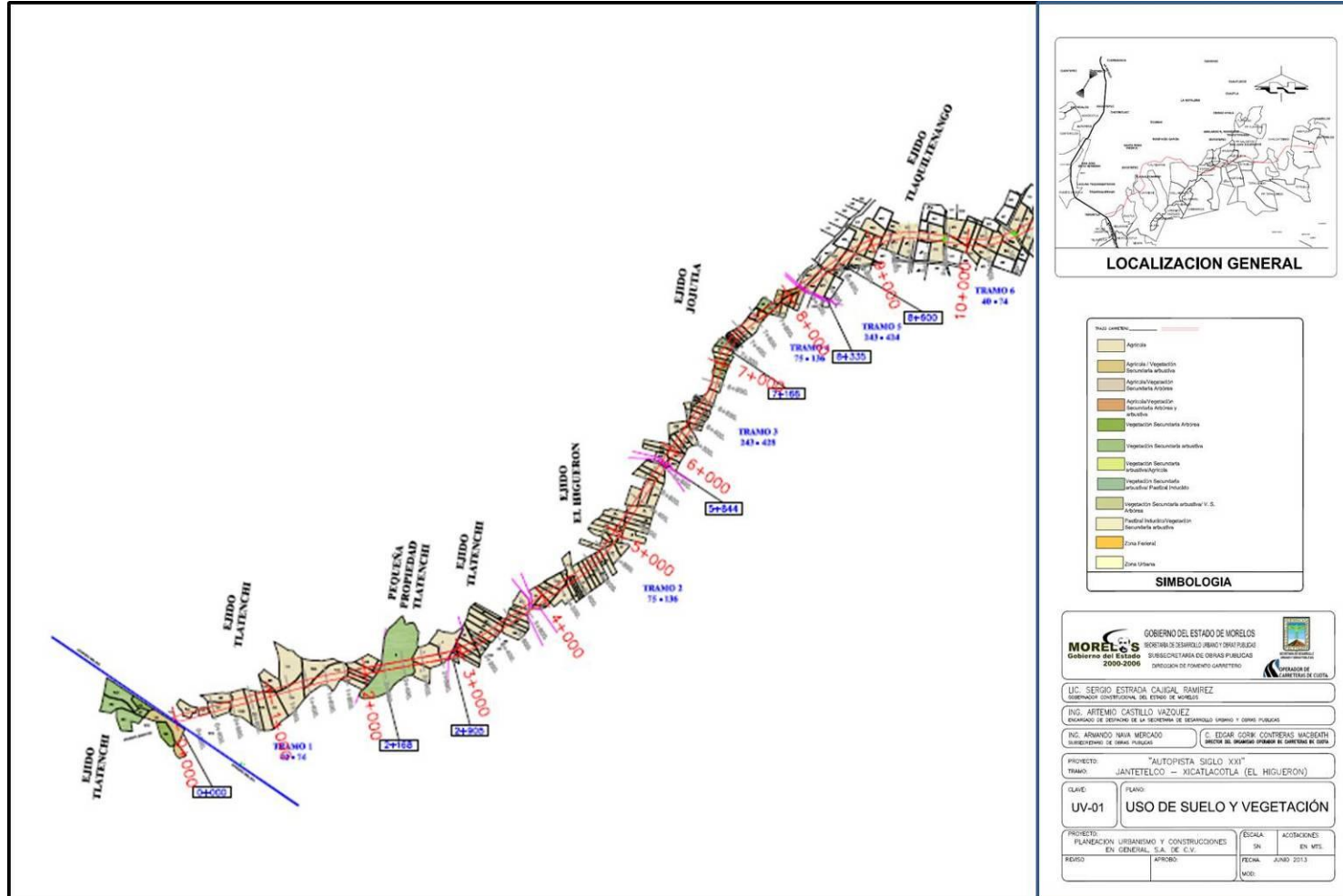


Fig. 1 Uso de suelo y vegetación del km 0+000 AL 10+000



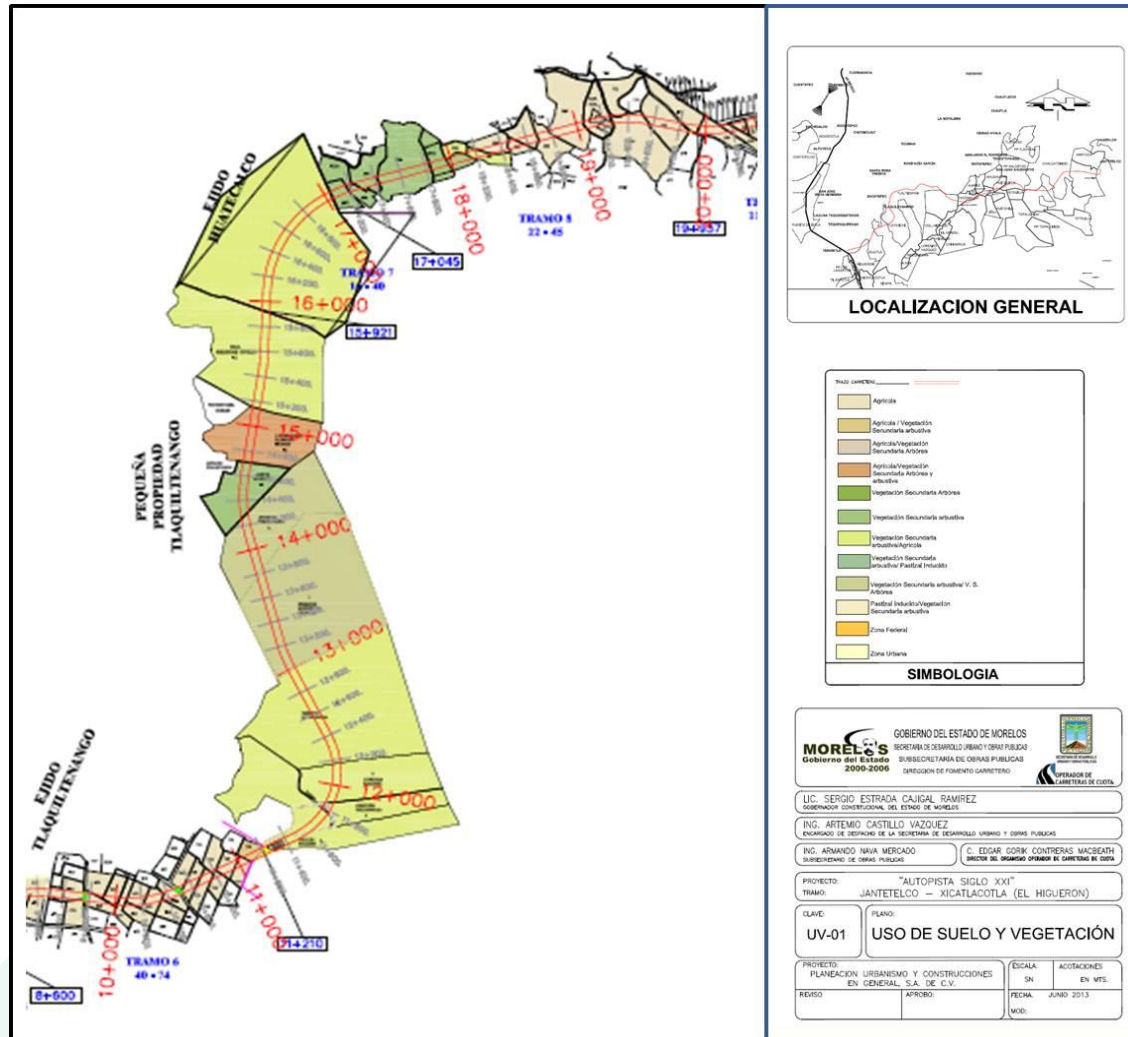


Fig. 2 Uso de suelo y vegetación del km 10+000 AL 20+000

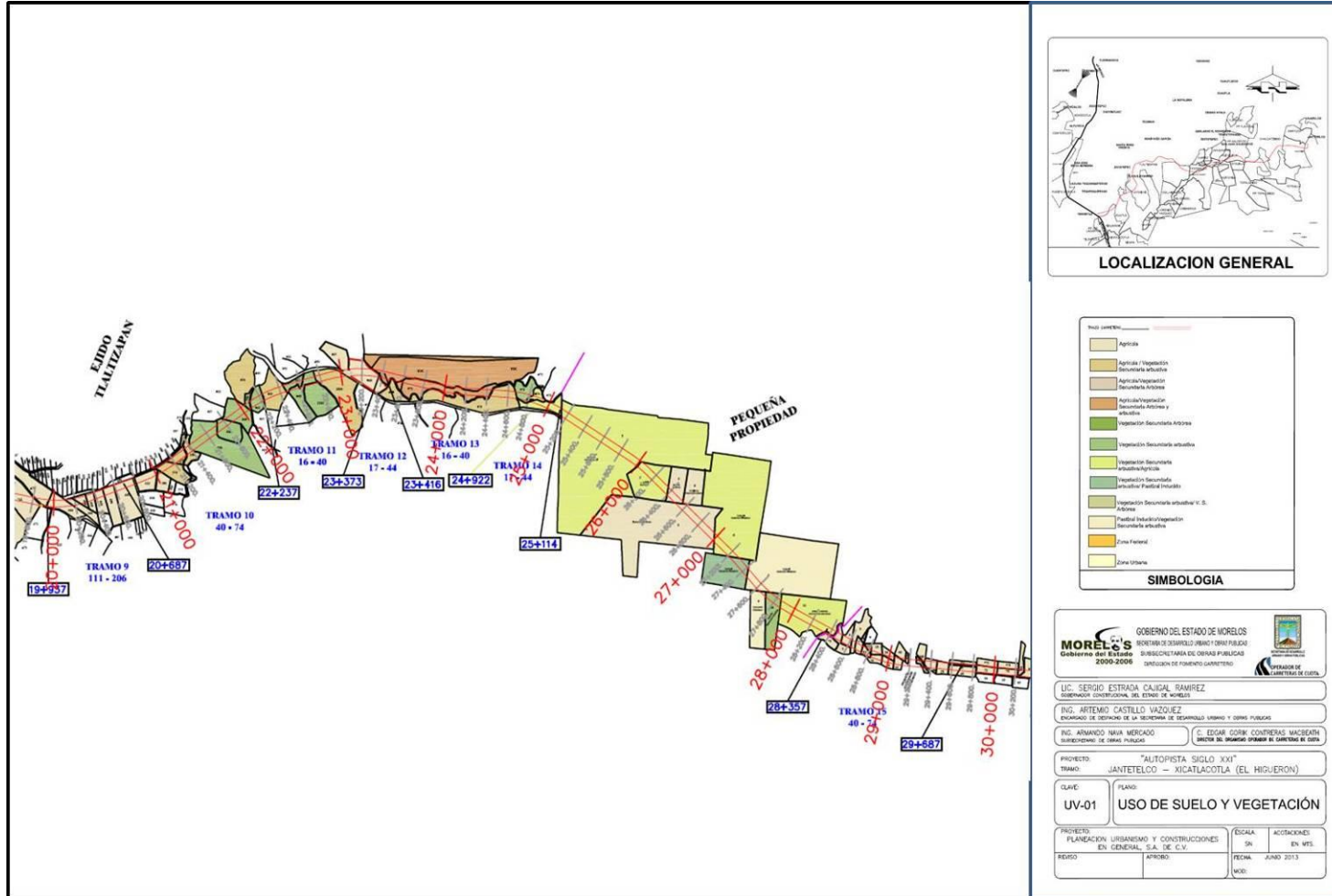


Fig. 3 Uso de suelo y vegetación del km 20+000 AL 30+000

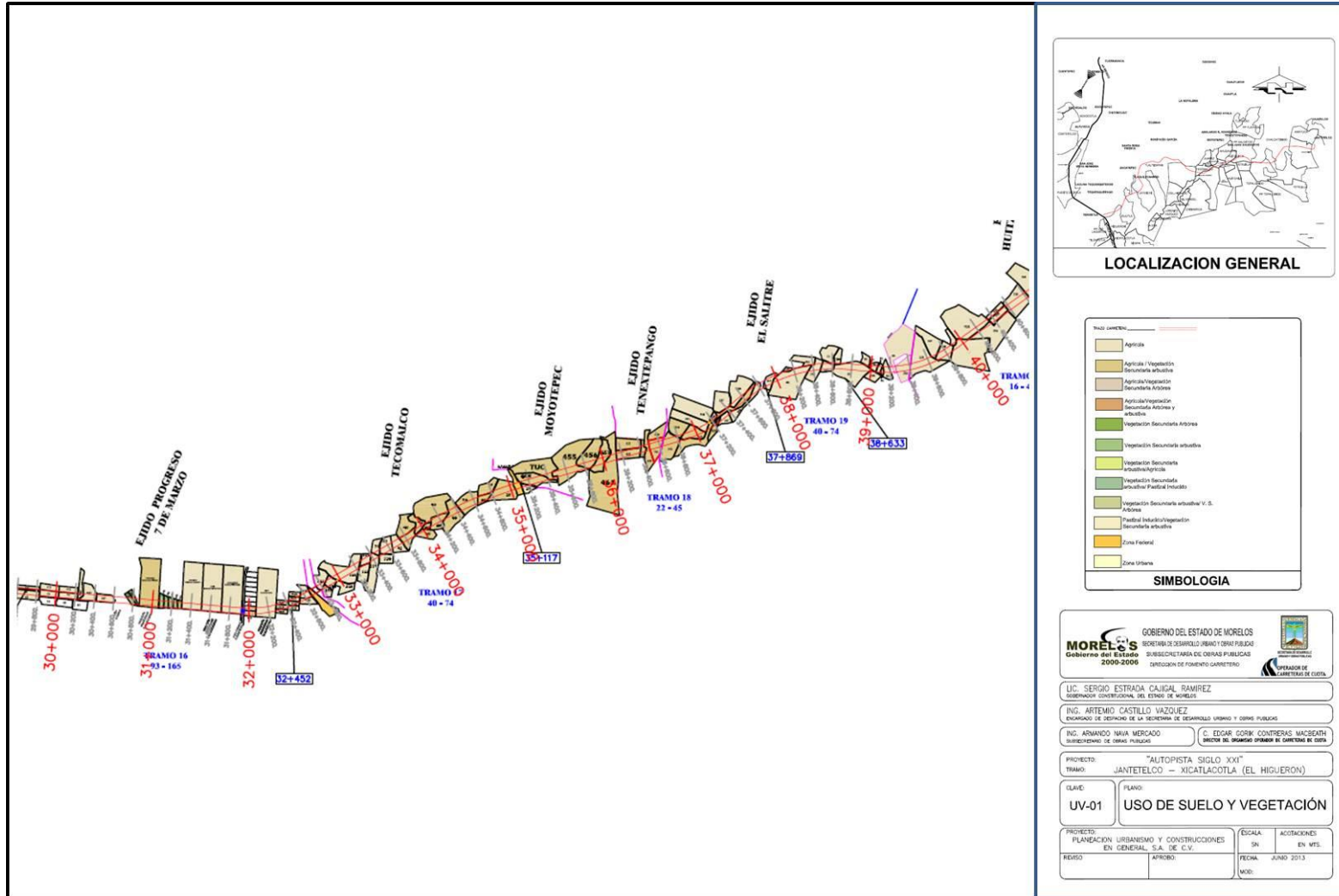


Fig. 4 Uso de suelo y vegetación del km 30+000 AL 40+000

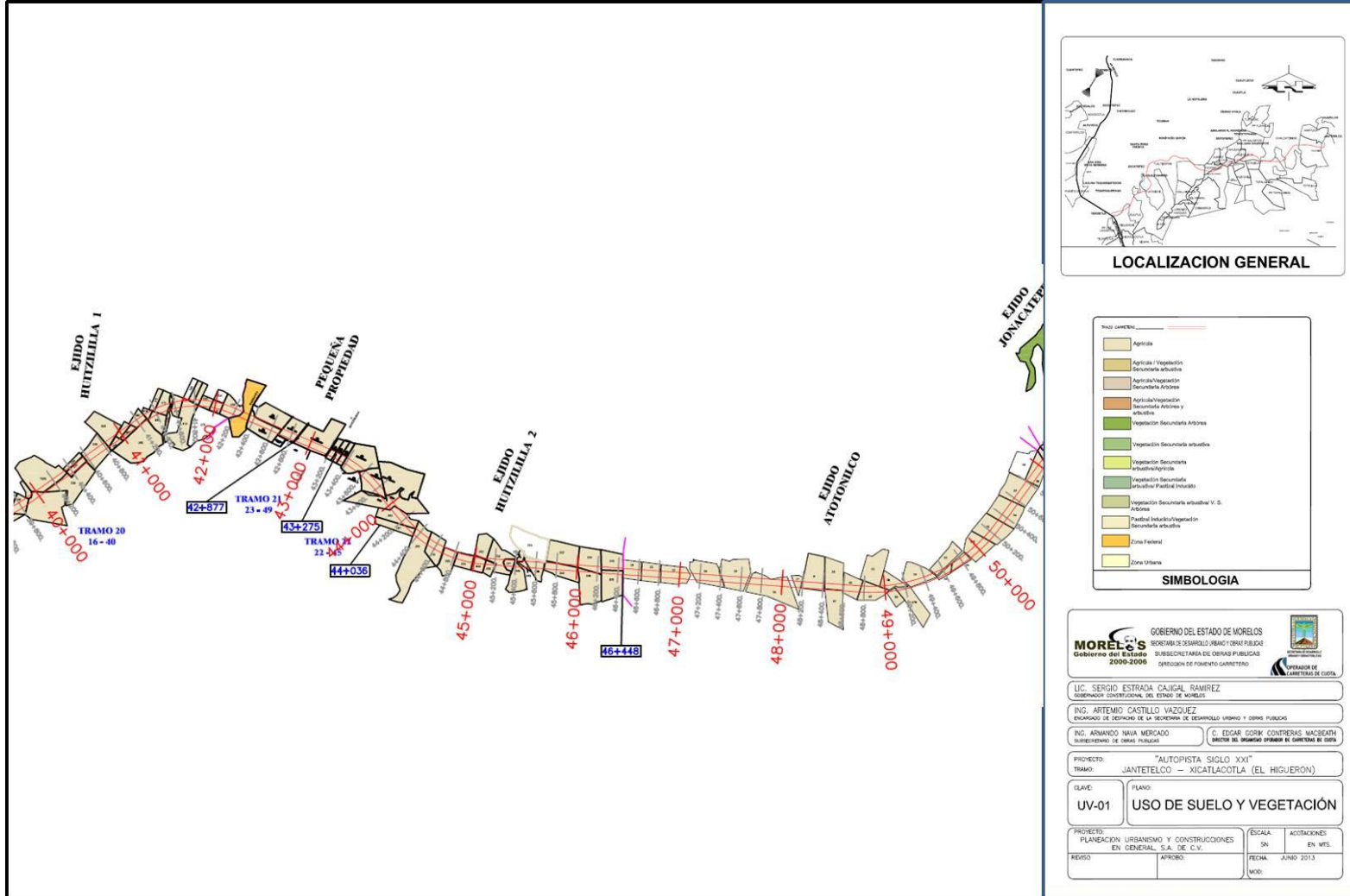


Fig. 5 Uso de suelo y vegetación del km 40+000 AL 50+000



Capítulo VIII

8.2 Listados de especies

8.2.1 Especies vegetales registradas sobre el trazo durante los muestreos

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	Estatus de conservación
<b>PTERIDOPHYTA</b>				
<b>ADIANTACEAE</b>	<i>Adiantum poiretti</i> Wikstr.		Herbácea	Nr
<b>SELAGINELLACEAE</b>	<i>Selaginella lepidophylla</i> (hook et. Grev.) Spring	Doradilla	Herbácea arrosetada	Nr
<b>GIMNOSPERMAE</b>				
<b>TAXODIACEAE</b>	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Ahuehuete	Árbol	Nr
<b>ANGIOSPERMAE</b>				
<b>AGAVACEAE</b>	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Maguey	Arbusto En forma de roseta	Nr
<b>AMARANTHACEAE</b>	<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	Cabezona, siempreviva	Herbácea	Nr
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Amphipterygium adstringens</i> Schiede ex Schlech.	Cuachalalate	Árbol	Nr
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Cyrtocarpa procera</i> H.B.K.	Chupandillo	Árbol	Nr
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Pseudosmodium perniciosum</i> (Kunth) Engelm.	Cuajilote	Árbol	Nr
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Spondias mombin</i> L.	Ciruelo	Árbol	Nr
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruelo	Árbol	Nr
<b>ANONACEAE</b>	<i>Annona muricata</i> L.	Chirimoyo	Árbol	Nr



Capítulo VIII

<b>APIACEAE</b>	<i>Eryngium carlinae</i> F. Delaroche	Hierba del sapo	Herbácea	Nr
<b>APOCYNACEAE</b>	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schumann.	Chiclillo	Árbol	Nr
<b>APOCYNACEAE</b>	<i>Plumeria rubra</i> L.	Cacalosúchil	Árbol	Nr
<b>APOCYNACEAE</b>	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A.DC	Cascabel	Arbusto	Nr
<b>ARECACEAE</b>	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	Palma	Arbusto	Nr
<b>ARACEAE</b>	<i>Pistia stratioides</i> L.	Lechuguilla de agua	Herbácea acuática	Nr
<b>ASCLEPIADACEAE</b>	<i>Asclepia curassavica</i> L.	chilillo	Herbácea	Nr
<b>ASCLEPIADACEAE</b>	<i>Asclepias glaucescens</i> Kunth.	Romerillo, venenillo	Herbácea	Nr
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Bidens pilosa</i> L.		Herbácea	Nr
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Mirasol	Herbácea	Nr
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Erigeron delphinifolius</i> Willd.	Árnica blanca	Herbácea	Nr
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.		Arbusto	Nr
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Taraxacum officinali</i> Weber	Diente de León	Herbácea	Nr
<b>ASTERACEAE</b>	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Girasol silvestre	Arbusto	Nr
<b>BIGNONIACEAE</b>	<i>Astianthus viminalis</i> (Kunth)		Árbol	Nr
<b>BIGNONIACEAE</b>	<i>Crescentia alata</i> Kunth.	Cirian o cuatecomate	Árbol	Nr
<b>BIGNONIACEAE</b>	<i>Crescentia cujete</i> L.	Güiro	Árbol	Nr



Capítulo VIII

<b>BIGNONIACEAE</b>	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem	Cuajote	Árbol	Nr
<b>BIGNONIACEAE</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth		Árbol	Nr
<b>BOMBACACEAE</b>	<i>Ceiba aesculifolia</i> Kunth.	Pochota	Árbol	Nr
<b>BOMBACACEAE</b>	<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	Pochota	Árbol	Nr
<b>BOMBACACEAE</b>	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand.	Clavellino	Árbol	Nr
<b>BORAGINACEAE</b>	<i>Cordia morelosana</i> Standl.	Anacahuite	Árbol	Nr
<b>BROMELIACEAE</b>	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Timbiriche	Herbácea arrosetada	Nr
<b>BROMELIACEAE</b>	<i>Tillandsia prodigiosa</i> (Lem.) Baker		Herbácea epífita	Nr
<b>BURSERACEAE</b>	<i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc. Ex DC.) Bulock	Copal	Árbol	Nr
<b>BURSERACEAE</b>	<i>Bursera fagaroides</i> (H.B.K.) Engl.	Papelillo	Árbol	Nr
<b>BURSERACEAE</b>	<i>Bursera morelensis</i> Ramirez		Árbol	Nr
<b>CACTACEAE</b>	<i>Mammillaria sp.</i>		Herbácea	Nr
<b>CACTACEAE</b>	<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i> (Bravo) Backeb.	Cardón	Arbusto	Nr
<b>CACTACEAE</b>	<i>Opuntia atropes</i> Rose.	nopal	Arbusto	Nr
<b>CACTACEAE</b>	<i>Opuntia velutina</i> Brenth.	nopal	Arbusto	Nr
<b>CACTACEAE</b>	<i>Pachycereus marginatus</i> (CC.) Britt. Et. Rose.	órgano	Arbusto	Nr
<b>CACTACEAE</b>	<i>Stenocereus weberi</i> (J.M. Coult.) Buxb.	órgano	Arbusto	Nr

Capítulo VIII

<b>CAPRIFOLIACEAE</b>	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H.B.K.)	Perlita	Arbusto	Nr
<b>CARICACEAE</b>	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Bonete	Árbol	Nr
<b>CONVOLVULACEAE</b>	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) G. Gordon.	Casahuate	Árbol	Nr
<b>CONVOLVULACEAE</b>	<i>Ipomea wolcottiana</i> Rose	Casahuate	Árbol	Nr
<b>CONVOLVULACEAE</b>	<i>Cuscuta mitraeformis</i> Engelm.	Tripa de pollo	Herbácea parásita trepadora	Nr
<b>CYPERACEAE</b>	<i>Cyperus seslerioides</i> HBK.	Tulillo	Herbácea	Nr
<b>CYPERACEAE</b>	<i>Eleocharis dombeyana</i> Kunth.		Herbácea	Nr
<b>ELAEOCARPACEAE</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Palmán	Arbusto	Nr
<b>ESTERCULIACEAE</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote	Árbol	Nr
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega.	Duraznillo	Arbusto	Nr
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Ricinus comunis</i> L.	Higuerilla	Arbusto	Nr
<b>FABACEAE</b>	<i>Acacia bilimekii</i> J. F. Macbr.	Tehuiztle	Arbusto, Árbol	Nr
<b>FABACEAE</b>	<i>Acacia cymbispina</i> Sprague & Riley.	Cubata	Arbusto	Nr
<b>FABACEAE</b>	<i>Acacia coulteri</i> Benth.	Palo blanco	Arbusto	Nr
<b>FABACEAE</b>	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Árbol	Nr
<b>FABACEAE</b>	<i>Acacia pennatula</i> (Cham. & Schlechtendal) Benth.		Árbol	Nr
<b>FABACEAE</b>	<i>Acaciella houghii</i> Britton & Rose.		Arbusto ripario	Nr

Capítulo VIII

FABACEAE	<i>Caesalpinia sp.</i>		Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.		Arbusto	Nr
FABACEAE	<i>Conzattia multiflora</i> (B.L.Rob) Stand.	Guayacán	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Dalea foliolosa</i> (Ainton) Barneby		Herbácea	Nr
FABACEAE	<i>Diphysa suberosa</i> S.Watson		Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Parota	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp	Mata rata, Cacahuananche	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karsten	Palo Brasil	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Erythrina americana</i> Miller	colorín	Árbol	A
FABACEAE	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	Palo dulce	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Haematoxylon brasiletto</i> H. Karst.	Palo Brasil o Huachocote	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit.	Guaje colorado	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Lonchocarpus eriophyllus</i> Benth.	Guayacán amarillo	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Lysiloma microphylla</i> Benth.		Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Lysiloma tergeminum</i> Benth.	Papalote o Guaje	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Macroptilium gibbosifolium</i> (Ort.)A. Delgado		Herbácea	Nr
FABACEAE	<i>Mimosa lacerata</i> Rose		Arbusto	Nr

Capítulo VIII

FABACEAE	<i>Mimosa tricephala</i> Schltld. & Cham.	Uña de gato	Arbusto	Nr
FABACEAE	<i>Nossolam fruticosa</i> Jacq.		Trepadora	Nr
FABACEAE	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Retama china	Arbusto	Nr
FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jaboncillo	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Piptadenia flava</i> (Spreng. Ex DC.) Benth.	Uña de gato	Arbusto	Nr
FABACEAE	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guamúchil	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Prosopis laevigata</i> H.&B.Johnst.	mezquite	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	mezquite	Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose		Árbol	Nr
FABACEAE	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby		Herbácea	Nr
FABACEAE	<i>Senna skinneri</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby		Arbusto	Nr
FABACEAE	<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) Irwin & Barneby	Carroso	Arbusto	Nr
HYDROPHYLLACEAE	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	Ortiga de tierra caliente	Arbusto	Nr
LABIATAE	<i>Salvia polystachya</i> Ort.	Chía de campo	Herbácea	Nr
MALPIGIACEAE	<i>Malpighia mexicana</i> Juss.	Huachocote	Árbol	Nr
MALVACEAE	<i>Anoda cristata</i> (L.) Schlecht.	Malva	Herbácea	Nr
MALVACEAE	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Huinare	Herbácea	Nr

Capítulo VIII

MELIACEAE	<i>Trichilia hirta</i> L.	Tapaqueso	Árbol	Nr
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Amate	Árbol	Nr
MORACEAE	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth.	Amate amarillo	Árbol	Nr
MORACEAE	<i>Ficus</i> sp.	Amate	Árbol	Nr
OPILIACEAE	<i>Agonandra racemosa</i> Standl.		Arbusto	Nr
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		Herbácea	Nr
POACEAE	<i>Digitaria ternata</i> (Rich.) Stapf		Herbácea	Nr
POACEAE	<i>Eleusine multiflora</i> Hochst.		Herbácea	Nr
POACEAE	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka		Herbácea	Nr
POACEAE	<i>Otatea acuminata</i> (Munro) C.E. Calderón & Soderstr.	Bambú	Herbácea	Nr
POACEAE	<i>Paspalum notatum</i> Flügge		Herbácea	Nr
POACEAE	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	Carrizo	Herbácea acuática	Nr
POACEAE	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Herbácea	Nr
POTAMOGETONACEAE	<i>Potamogeton pectinatus</i> (L.) Les & Haynes	Zacatito de agua	Herbácea	Nr
RHAMNACEAE	<i>Colubrina macrocarpa</i> (Cav.) Don.	Trompillo	Arbusto	Nr
RUBIACEAE	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. DC.) Bullock	copalchile	Arbusto	Nr
RUBIACEAE	<i>Randia echinocarpa</i> Moc. & Sessé	Grangel	Arbusto	Nr

Capítulo VIII

RUBIACEAE	<i>Randia laetevirens</i> Standl.		Arbusto	Nr
RUTACEAE	<i>Citrus sinensis</i> L.	Naranja	Árbol	Nr
RUTACEAE	<i>Citrus paradisi</i>	Toronja	Árbol	Nr
SALICACEAE	<i>Salix bonplandiana</i> H.B.K.	Sauce	Árbol	Nr
SAPOTACEAE	<i>Bumelia persimilis</i> Hemsl.	Tempequixtle	Árbol	Nr
SOLANACEAE	<i>Solanum sp.</i>	Quita manteca	Arbusto	Nr
SOLANACEAE	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Ayohuixtle mala mujer	o Herbácea	Nr
STERCULICEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácima	Árbol	Nr
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav.	Palo santo	Arbusto	Nr
TILIACEAE	<i>Heliocarpus velutinus</i> Rose	Alahual	Árbol	Nr
TYPHACEAE	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Tule	Planta acuática emergente.	Nr
TYPHACEAE	<i>Typha latifolia</i> L.	Tule	Planta acuática emergente.	Nr
ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L).Blume.	Capulín negro	Árbol	Nr
VERBENACEAE	<i>Lantana velutina</i> M. Martens & Galeotti	Cacapuli	Arbusto	Nr
VERBENACEAE	<i>Lippia sp.</i>		Arbusto	Nr
VERBENACEAE	<i>Vitex mollis</i> Kunth.	Coyotomate, Atuto	Árbol	Nr
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	Guayacán rojo	Árbol	A

.2.2 Listado de la avifauna del área de estudio señalando la vegetación donde fueron registradas

Nombre común	Nombre científico	Vegetación			NOM-059-2010
		Acahual	Cultivo	Selva	
Garza ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	1	1	0	
Garza morena	<i>Ardea herodias</i>	0	0	1	
Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>	1	1	1	
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	1	1	1	
Caracara quebrantahuesos	<i>Caracara cheriway</i>	0	1	0	
Halcón guaco	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	0	1	0	
Gavilán de Cooper	<i>Accipiter cooperii</i>	0	0	1	Sujetas a protección especial
Aguililla cola-blanca	<i>Buteo albicaudatus</i>	0	1	0	Sujetas a protección especial
Aguililla gris	<i>Buteo nitidus</i>	0	0	1	
Aguililla cola-roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	0	1	0	
Aguililla-negra menor	<i>Buteogallus anthracinus</i>	0	1	0	Sujetas a protección especial
Chachalaca pálida	<i>Ortalis poliocephala</i>	0	1	1	
Codorniz rayada	<i>Philortyx fasciatus</i>	0	1	1	



Capítulo VIII

<b>Playero alzacolita</b>	<i>Actitis macularius</i>	0	1	0	
<b>Paloma alablanca</b>	<i>Zenaida asiatica</i>	1	1	1	
<b>Paloma huilota</b>	<i>Zenaida macroura</i>	0	1	1	
<b>Paloma arroyera</b>	<i>Leptotila verreauxi</i>	0	1	1	
<b>Tórtola colalarga</b>	<i>Columbina inca</i>	1	1	0	
<b>Tórtola coquita</b>	<i>Columbina passerina</i>	0	1	0	
<b>Correcaminos tropical</b>	<i>Geococcyx velox</i>	1	0	0	
<b>Cuclillo terrestre</b>	<i>Morococcyx erythropygus</i>	1	1	0	
<b>Cuclillo canela</b>	<i>Piaya cayana</i>	1	0	1	
<b>Garrapatero piyui</b>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	0	1	0	
<b>Tecolote colimense</b>	<i>Glaucidium palmarum</i>	0	0	1	Amenazada
<b>Tecolote del Balsas</b>	<i>Megascops seductus</i>	1	0	0	Amenazada
Vegetación					
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Acahual</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Selva</b>	<b>NOM-059-2010</b>
<b>Tecolote enano</b>	<i>Micrathene whitneyi</i>	1	0	0	
<b>Tapacamino tu-cuchillo</b>	<i>Antrostomus ridgwayi</i>	0	0	1	
<b>Chotacabras menor</b>	<i>Chordeiles acutipennis</i>	0	1	1	
<b>Colibrí pico ancho</b>	<i>Cynanthus latirostris</i>	0	1	1	
<b>Colibrí picudo</b>	<i>Heliomaster constantii</i>	0	0	1	

Capítulo VIII

<b>Momoto corona café</b>	<i>Momotus mexicanus</i>	1	1	1
<b>Martín-pescador verde</b>	<i>Chloroceryle americana</i>	0	1	0
<b>Carpintero pecho gris</b>	<i>Melanerpes hypopolius</i>	0	1	1
<b>Carpintero enmascarado</b>	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	1	1	1
<b>Carpintero mexicano</b>	<i>Picoides scalaris</i>	0	1	1
<b>Tirano pico grueso</b>	<i>Tyrannus crassirostris</i>	0	0	1
<b>Tirano tropical</b>	<i>Tyrannus melancholicus</i>	0	1	1
<b>Mosquero gris</b>	<i>Empidonax wrightii</i>	0	1	0
<b>Mosquero lampiño</b>	<i>Camptostoma imberbe</i>	1	1	1
<b>Luis bienteveo</b>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	1	0
<b>Papamoscas triste</b>	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	0	0
<b>Papamoscas tirano</b>	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1	1	1
<b>Luis gregario</b>	<i>Myiozetetes similis</i>	0	1	1
<b>Mosquero cardenal</b>	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	1	0
<b>Papamoscas negro</b>	<i>Sayornis nigricans</i>	0	1	0
<b>Mosquero-cabezón degollado</b>	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	0	1	0
<b>Alcaudón verdugo</b>	<i>Lanius ludovicianus</i>	0	1	0
<b>Vireo gorjeador</b>	<i>Vireo gilvus</i>	0	0	1

Capítulo VIII

Urraca-hermosa blanca	<i>Caracara</i>	<i>Calocitta formosa</i>	1	0	0
--------------------------	-----------------	--------------------------	---	---	---

Golondrina tijereta	<i>Hirundo rustica</i>		1	1	0
---------------------	------------------------	--	---	---	---

Golondrina risquera	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>		0	1	0
---------------------	---------------------------------	--	---	---	---

Golondrina aliaserrada	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>		0	1	0
------------------------	-----------------------------------	--	---	---	---

Vegetación

Nombre común	Nombre científico	Acahual	Cultivo	Selva	NOM-059-2010
--------------	-------------------	---------	---------	-------	--------------

Chirivín saltapared	<i>Troglodytes aedon</i>	1	0	0	
---------------------	--------------------------	---	---	---	--

Chirivín feliz	<i>Pheugopedius felix</i>	1	1	0	
----------------	---------------------------	---	---	---	--

Perlita azul-gris	<i>Poliophtila caerulea</i>	1	1	1	
-------------------	-----------------------------	---	---	---	--

Mirlo dorso rufo	<i>Turdus rufopalliatu</i>	0	1	1	
------------------	----------------------------	---	---	---	--

Cuitlacoche pico curvo	<i>Toxostoma curvirostre</i>	0	1	0	
------------------------	------------------------------	---	---	---	--

Chipe de Virginia	<i>Oreothlypis virginiae</i>	0	0	1	
-------------------	------------------------------	---	---	---	--

Mascarita pico grueso	<i>Geothlypis poliocephala</i>	1	0	0	
-----------------------	--------------------------------	---	---	---	--

Chipe de Tolmie	<i>Geothlypis tolmiei</i>	1	1	0	
-----------------	---------------------------	---	---	---	--

Buscabreña	<i>Icteria virens</i>	0	0	1	
------------	-----------------------	---	---	---	--

Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	0	1	0	
----------------	---------------------------	---	---	---	--

Tángara roja	<i>Piranga rubra</i>	0	0	1	
--------------	----------------------	---	---	---	--

Picogordo amarillo	<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	0	0	1	
--------------------	--------------------------------	---	---	---	--

Capítulo VIII

<b>Colorín azul</b>	<i>Passerina cyanea</i>	0	1	0	
<b>Picogordo azul</b>	<i>Passerina caerulea</i>	0	1	0	
<b>Colorín morado</b>	<i>Passerina versicolor</i>	0	1	0	
<b>Colorín pecho naranja</b>	<i>Passerina leclancherii</i>	0	0	1	
<b>Jilguero dominico</b>	<i>Carduelis psaltria</i>	1	1	0	
<b>Pinzón mexicano</b>	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	1	1	
<b>Semillero de collar</b>	<i>Sporophila torqueola</i>	0	1	0	
<b>Semillero brincador</b>	<i>Volatinia jacarina</i>	0	1	0	
<b>Zacatonero corona rayada</b>	<i>Peucaea ruficauda</i>	1	1	0	
<b>Zacatonero pecho negro</b>	<i>Peucaea humeralis</i>	1	1	1	
<b>Gorrión arlequín</b>	<i>Chondestes grammacus</i>	0	1	0	
<b>Tordo cabeza amarilla</b>	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	0	1	0	
<b>Tordo sargento</b>	<i>Agelaius phoeniceus</i>	0	1	0	
<b>Bolsero de Baltimore</b>	<i>Icterus galbula</i>	0	1	0	
<b>Bolsero dorso rayado</b>	<i>Icterus pustulatus</i>	1	1	1	
		Vegetación			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Acahual</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Selva</b>	<b>NOM-059-2010</b>
<b>Bolsero de Wagler</b>	<i>Icterus wagleri</i>	0	1	0	

Capítulo VIII

<b>Tordo ojo rojo</b>	<i>Molothrus aeneus</i>	1	1	0
<b>Tordo cabeza café</b>	<i>Molothrus ater</i>	0	1	0
<b>Zanate mexicano</b>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	1	0

### 8.2.3 LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS

LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADOS				
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	
Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i> (Keer 1792)	(Tlacuache)	
		<i>Tlacuatzin canescens</i> (J. A. Allen)	(Ratón tlacuache)	
Chiroptera	Emballonuridae	<i>Baliantopteryx plicata</i> (Peters, 1867)	(Murciélaguito)	
		Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i> (Gray, 1838)	(Murciélago de bigote)
			<i>Pteronotus parnelli</i> (Gray, 1843)	(Murciélago de bigote)
	Phyllostomidae	<i>Mormoops megalophyla</i> (Peters, 1864)	(Murciélago con cara de fantasma)	
		<i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842)	(Murciélago de orejas grandes)	
		<i>Anoura geoffroyi</i> (Gray, 1838)	(Murciélago sin cola)	
		<i>Choeronycteris mexicana</i> (Tschudi, 1844)	(Murciélago de nariz larga)	
		<i>Glossophaga leachii</i> (Gray, 1844)	(Murciélago de lengua larga)	
		<i>Glossophaga morenoi</i> (Martínez y Villa, 1938)	(Murciélago lengüilargo)	
		<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	(Murciélago lengüilargo)	
	<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	(Murciélago narizón)		
	<i>Leptonycteris yerbabuena</i> (Martínez y Villa, 1940)	(Murciélago narizón)		
	<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy St-Hilaire, 1810)	(Murciélago con charreteras)		
<i>Chiroderma salvini</i> (Dobson, 1878)	(Murciélago de lomo rayado)			
<i>Artibeus hirsutus</i> (Anderen, 1906)	(Murciélago frutero)			

Capítulo VIII

		<i>Artibeus intermedius</i> (J. A. Allen, 1897)	(Murciélago frutero)
		<i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach, 1821)	(Murciélago frutero)
	Desmodontidae	<i>Desmodus rotundus</i> (Geoffroy, 1810)	(Murciélago vampiro)
	Natalidae	<i>Natalus stramineus</i> (Gray, 1838)	(Murciélago con orejas de embudo)
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus furinalis</i> (d'Orbigny y Gervais, 1847)	(Murciélago grande café)
		<i>Rhoggessa alleni</i> (Thomas, 1892)	(Murciélago amarillo)
		<i>Rhoggessa parvula</i> (H. Allen, 1866)	(Murciélaguito amarillo)
	Molosidae	<i>Eumops underwoodi</i> (Goodwin, 1940)	(Murciélago de cola)
		<i>Molossus ater</i> (Geoffroy, 1805)	(Murciélago de cola libre)
		<i>Molossus sinaloe</i> (J. A. Allen, 1906)	(Murciélago aterciopelado de cola libre)
		<i>Nyctinomops femorosaccus</i> (Merriam, 1889)	(Murciélago)
		<i>Nyctinomops laticaudatus</i> (E. Geoffroy St-Hilaire, 1805)	(Murciélago)
<b>Xenarthra</b>	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	(Armadillo de nueve bandas)
<b>Lagomorpha</b>	Leporidae	<i>Lepus callotis</i> (Wagler, 1830)	(Liebre)
		<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	(Conejo de monte)
		<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1899)	(conejo de monte)
<b>Rodentia</b>	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i> (F. Cuvier, 1829)	(Ardilla arborícola)
		<i>Otospermophilus variegatus</i> (Erxleben, 1777)	(Cuinique o ardilla terrestre)
	Heteromyidae	<i>Liomys irroratus</i>	(ratón de bolsas)
	Muridae	<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)	(Ratón arrocero)
		<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Saussure, 1860)	(Ratón arrocero pigmeo)



Capítulo VIII

		<i>Peromyscus levipes</i> (Merriam, 1898)	(Ratón de campo)
		<i>Peromyscus maniculatus</i> (Wagner, 1845)	(Ratón de patas blancas de campo)
		<i>Peromyscus melonophrys</i> (Cues, 1874)	(Ratón de campo)
		<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)	(Ratón de campo)
		<i>Hodomys alleni</i> (Merriam, 1892)	(Rata de campo)
		<i>Reithrodontomys fulvescens</i> (J.A. Allen, 1894)	(Ratón de campo)
<b>Carnivora</b>	Canidae	<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	(Coyote)
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	(Zorra gris)
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	(Cacomixtle)
		<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	(Mapache)
		<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	(Tejón de nariz blanca)
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	(Comadreja)
	Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i> (Linnaeus, 1758)	(Zorrillo pigmeo)
		<i>Mephitis macroura</i> (Lichtenstein, 1832)	(Zorrillo de dos bandas)
		<i>Conepatus mesoleucus</i> (Lichtenstein, 1832)	(Zorrillo espalda blanca)
	Felidae	<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	(Puma o león de montaña)
		<i>Puma jagouarondi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	(Onza)
		<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	(Gato montés)
<b>Artiodactyla</b>	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	(Venado cola blanca)

### 8.3 Anexo fotográfico



Paisaje común en el sitio del proyecto en los alrededores de Tlaltizapan y Tlaquiltenango; cultivos de caña en las partes planas colindando con selva baja caducifolia (desde el inicio del trazo hasta el cadenamamiento 22+100).



Izq. Barranca ubicada cerca de del final del trazo (60+100) con agua permanente y con notables signos de contaminación.

Der. *Vtex mollis* (atuto) especie arbórea que solo se registró una vez sobre el trazo



Der. *Typha dominguensis* (tule), planta asociada a cuerpos de agua.

Der. *Asclepias curassavica* (venenillo), planta herbácea común cerca de cuerpos de agua y canales de riego.







Vegetación riparia en los diferentes cuerpos de agua por donde pasa el trazo carretero.



Izq. Panorámica del trazo a la altura del poblado de El Salitre (37+100), la vegetación secundaria domina el paisaje.

Der. *Ceiba aesculifolia* (pochote), árbol común en varias zonas del trazo



Izq. Panorámica del trazo entre Tlaltizapan y Tecamalco (21+500), se observa claramente el desmonte sobre el derecho de vía realizado hace algunos años. Resaltan los arbustos de color verde intenso de tehuixtle (*Acacia bilimekii*) que se muestra en la imagen de la derecha.



Izq. *Heliocarpus pallidus* (Tlailote), árbol de la selva baja  
Der. *Haematoxylum brasiletto* (Brasil) en floración, árbol común en la zona del proyecto



Panorámica del trazo en el cadenamiento 16+200, se observan fragmentos de selva baja con evidentes signos de manejo (arbolado abierto, aprovechamiento intensivo de agaves, etc).

Capítulo VIII



Izq. *Agave angustifolia* (maguey), planta común en la zona de estudio.  
Der. *Conzattia multiflora* (palo blanco).



Izq. *Amphipterigium adstringens* (cuachalalate), árbol común en los fragmentos de selva baja, ampliamente aprovechado por los beneficios medicinales de su corteza.



Capítulo VIII



Izq. Se muestra la ramificación de la especie *Pseudosmodium perniciosum*.

Der. Frutos de la especie *Guazuma ulmifolia* que se utilizan como parte de la medicina tradicional para problemas renales.



Izq. *Ipomoea wolcottiana* (casahuate), árbol común en zonas abiertas y perturbadas.

Der. *Plumeria rubra*, árbol escasamente registrado sobre el trazo, tiene alto potencial para usarse en reforestación urbana.



Capítulo VIII



Izq. Tronco de *Ceiba aesculifolia* (pochote) con abundantes espinas.  
Der. Se observa el cactus columnar *Stenocereus weberi*.



Capítulo VIII

Entronque con la autopista a Puebla. Se observan solo campos agrícolas de temporal, con escasa vegetación en las colindancias.



Individuo de *Pithecellobium dulce* (guamúchil) con alto grado de infestación por plantas parásitas, situación común en el arbolado del entronque a la autopista a Puebla.



Capítulo VIII

Izq. Individuo adulto de *Bursera morelosana* Der. *Bursera fagaroides*, ambas especie son de amplia distribución en selva baja.



Se muestran otras especies del género *Bursera* registradas en la selva baja.



Capítulo VIII



Izq. Se muestra la corteza de un individuo de *Lysiloma tergeminum*.  
Arbusto de la especie *Caesalpinia*.



Der.



Izq. *Jacaratia mexicana* (bonete), árbol común en los fragmentos de selva baja mejor conservados.



Ylang-Ylang

Capítulo VIII

Der. *Bursera fagaroides* (papelillo)



Izq. Se muestra una especie del género *Solanum* conocida localmente como quita manteca.  
Der. *Cordia sonorae* especie de árbol registrada en densidades muy bajas a lo largo del trazo. Los ejemplares que se registraron se encontraron floreciendo.



Izq. Individuo de la especie *Ficus petiolaris* que se distingue por sus raíces expuestas sobre las rocas y la tonalidad amarillenta de su corteza.  
Der. Se muestra un ejemplar de *Randia echinocarpa* se encontró en el trazo en densidades bajas.



Capítulo VIII



Izq. Se muestra un ejemplar de *Gliricidia sepium* encontrada en el área cercana a los basureros.  
Der. Se muestra un ejemplar de las especies encontradas en los sitios más húmedos.



En el trazo se encuentran algunas parcelas de toronja (*Citrus paradisi*) en evidente estado de abandono. Los frutos de tamaños relativamente pequeños y los árboles aún en pie con notorio estrés hídrico.



Se encuentran también algunas parcelas en uso con cultivo de maíz (*Zea mays*).  
Der. Rastrojo dentro de los 60 m delimitados para el proyecto a la altura de Atotonilco.

Capítulo VIII



Izq. Se encuentra un ejemplar de la especie *Guazuma ulmifolia* y se muestra el marcaje que se realizó en los centros de puntos de muestreo.

Der. Se encuentra una de las especies de mayor densidad a lo largo del trazo, conocida localmente con el nombre de Tehuixtle

(*Acacia bilimekii*).



Izq. Arbusto que se encuentra a lo largo del trazo *Thevetia thevetioides* en pocos sitios se encontró a la especie floreciendo.

Der. *Asclepias curassavica* fue una de las pocas herbáceas que se encontraron floreciendo cerca de los cuerpos de agua.



Izq. Enredadera que se encontró floreciendo (*Ipomea purpurea*) sobre rocas y cercas.

Der. Inflorescencia de una *Caesalpinia*.



Capítulo VIII



*Pseudobombax ellipticum* registrado solo en los sitios en mejor estado de conservación, en sitios de mayor humedad como las barrancas, que es donde se encontraron los ejemplares de mayores tallas y para lo cual se proponen pasos de fauna.



Der. *Diphysa suberosa* es un árbol registrado como una de las especies más representativas a lo largo del trazo, es conocida localmente con el nombre de zocón.

Izq. *Asclepias glaucescens*, planta abundante en sitios áridos y de vegetación secundaria.



Izq. Se registraron ejemplares de la especie *Ceiba parvifolia*, la mayoría de los individuos de esta especie fueron juveniles y en menor número árboles adultos de tallas mayores.

Capítulo VIII

Der. *Calliandra* fue otro de los arbustos que se registraron en repetidas ocasiones a lo largo del trazo.



*Ficus cotinifolia* esta especie, fue uno de los árboles registrados de mayores tallas, registrado solo en los sitios de mayor humedad.



*Acacia cymbispina* conocida localmente con el nombre de cubata, fue la especie de mayor densidad en la vegetación secundaria.



Izq. *Piscidia piscipula* especie registrada en bajas densidades sobre el trazo.

Der. *Stemmadenia donnell smithii* especie característica por sus frutos que se encuentra en selva baja.



Capítulo VIII



Izq. Se muestra uno de los escasos ejemplares de la especie *Crescentia alata* encontrados a lo largo del trazo.

Der. *Crescentia kujete* una especie que presenta una distribución aún menor en la salva baja.



Capítulo VIII



Se presentan algunas de las especies de cactáceas registradas a lo largo del trazo, destacan los géneros *Neobuxbaumia*, *Stenocereus*, *Pachycereus*, *Opuntia* y *Mammillaria*.



Izq. Se muestra la corteza de un individuo de la especie *Lysiloma microphylla*.  
Der. *Brahea dulcis* especie que utilizan para la construcción y la elaboración de artesanías.



Capítulo VIII



Izq. *Solanum rostratum* herbácea que se encuentra en las partes de vegetación secundaria, sobre todo en sitios muy abiertos.

Der. *Sida rhombifolia* se registró en algunos sitios del trazo a orillas de caminos, en los sitios que ya fueron desmontados.



Izq. Se presenta un ejemplar de *Acacia coulteri* es un árbol que utilizan como cercas vivos.

Der. *Opuntia* spp. Presente sobre todo el trazo del proyecto carretero.

Capítulo VIII



Se registraron diferentes especies de agaves.





Capítulo VIII



Las fotografías corresponden a las barrancas que se encuentran entre la Barranca Seca y el Cerro Dioloche.





Capítulo VIII

Herbácea conocida localmente como vara de cuete ya que es utilizada para la elaboración de las varas de los cuetes que se utilizan en los festejos locales. Se le puede encontrar sobre todo el trazo, principalmente en las partes ya despalmadas.



Izq. Sitios de selva baja donde se observa el trazo cadenamamiento 14+500.



Capítulo VIII



Diferentes tramos correspondiente al trazo en os que se aprecia la falta de cubierta vegetal debido al despalle que presentan. Esta condición se presenta particularmente los predios entre Jantetelco y Barranca La Cuera.

Capítulo VIII



Diferentes vistas del entronque con la Autopista del Sol (cadenamiento 0+000)



Anexo fotográfico



Caracara quebrantahuesos (*Caracara cheriway*) **Note el contraste entre el color de las plumas del cuello contra el resto del cuerpo, corona negra**



Papamoscas tirano (*Myiarchus tyrannulus*) **Note el tamaño grande, pico relativamente grande y el tono claro de amarillo que lo distingue de otros *Myiarchus***



Chotacabras menor (*Chordeiles acutipennis*) **Note que la banda blanca del ala derecha cruza las primarias en línea recta y no de manera diagonal como en la otra especie de *Chordeiles***

Capítulo VIII



Aguililla cola-roja (*Buteo jamaicensis*) Note que a pesar de ser una imagen oscura, resaltan los paneles traslucidos cerca de las puntas de las alas, así como los patagios oscuros



Tordo cabeza café (*Molothrus ater*) Note la complexión general del ave y el contraste entre el tono de la cabeza y el resto del cuerpo

Capítulo VIII



Cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*) Note el tamaño grande del ave, cola larga, color café y pico largo y curvado



Aguililla cola-blanca (*Buteo albicaudatus*) Note el color blanco de las partes superiores del ave, "casco" gris. En vuelo se aprecian que parte de las alas son rojizas y una banda negra en la cola

Capítulo VIII



Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*) Note el contraste del color rojo del pecho y cabeza, contra las alas y espalda de color café oscuro



Tórtola coquita (*Columbina passerina*) Note las manchas sobre las alas y la base del pico color rosada así como la falta de una apariencia general “escamada”



Capítulo VIII



Colibrí pico ancho (*Cyanthus latirostris*) Note la **compleción robusta del ave, su tamaño mediano y la presencia de marcas faciales distintivas de la especie**



Zacatonero corona rayada (*Peucaea ruficauda*) Note el **pecho gris sin marcas, alas y espalda color café, antifaz negro enmarcado por notorias líneas blancas**



Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) Note el tamaño de la cola, proporciones generales y el barrado horizontal del pecho que determina que es un *Accipiter* adulto. La cabeza proporcionalmente grande, cola muy larga con una banda terminal relativamente ancha, sugiere que es un *Accipiter cooperii*

#### 8.4 Monografías de algunas especies de fauna registradas

##### 8.4.1 Mamíferos

*Didelphis virginiana* Kerr, 1792

(Tlacuache)

#### DESCRIPCIÓN

Son marsupiales de tamaño mediano, los machos son mayores que las hembras. Tiene el aspecto de una rata grande, su cabeza y cuerpo miden de: 350-450 y su cola entre: 325-400), sin embargo, pueden llegar a medir: 645-1017; cola: 255-535; pata: 48-80; oreja: 45-60; con un peso de 1.9-2.8 kg. De cuerpo robusto, cuello rechoncho, hocico y nariz puntiaguda. Las extremidades son cortas y las posteriores superan en longitud a las anteriores. Los pulgares son oponibles y carentes de uñas en las patas traseras. Las orejas son cortas, redondeadas y casi desprovistas de pelo. La cola es 93% de la longitud total de la cabeza y cuerpo, es prensil, gruesa y puntiaguda, desnuda y escamosa de color negro en la parte basal y blanco en la punta, los ojos son negros. La coloración de *D. virginiana* varía de gris-oscuro a negro, rojizo o raramente blanco. El

rostro es de coloración más clara que el resto del cuerpo, las mejillas son blancas, bordeando la parte anterior y posterior por un pelaje oscuro, el pelaje está más o menos o igualmente distribuido sobre el dorso. La parte media basal de la cola, piernas, patas y orejas de color negro. Las hembras tienen una bolsa o marsupio que se abre en la parte posterior del vientre, en los machos el escroto es anterior al pene.

### **HÁBITAT**

*D. virginiana* es un animal muy adaptable, por lo que se le puede encontrar casi en cualquier tipo de hábitat, tanto en zacatonales, bosques de oyamel o pinares mixtos y tierras de cultivo. Así como en zonas relativamente áridas hasta zonas templadas, es común encontrarlos en lugares húmedos como márgenes de ríos, arroyos, esteros, pantanos, zonas de matorral y zonas suburbanas.

### **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

Este mamífero se caracteriza, por el marsupio o bolsa que presentan las hembras en el vientre donde las crías pasan sus primeros días. Las hembras aparentemente, después de los nacimientos pueden aparearse, existiendo dos períodos de reproducción, uno al final del invierno y el otro al principio de verano, variando de acuerdo con la temporada de lluvias, abarcando desde enero a junio y julio, presentando dos partos por año. Después de un período de gestación de 11-13 días, procrean hasta 21 crías que nacen en estado casi embrionario, continuando su desarrollo unidas a los pezones dentro del marsupio de la hembra durante dos meses. Las crías continúan amantándose hasta el destete, el cual ocurre entre 95 y 105 días posteriores al parto para adoptar los hábitos característicos de los adultos.

### **COMPORTAMIENTO**

Son animales nocturnos, ocasionalmente se les puede observar durante el día, la mayor actividad la realizan entre las 23:00 pm y 2:00 am; son abundantes y se

## Capítulo VIII

concentran en sitios cercanos al agua. De hábitos terrestres y arborícolas, Es de movimientos relativamente lentos cuando se desplazan por el suelo. Las características de sus patas y cola les proporcionan gran habilidad para trepar arbustos y árboles. Generalmente, se les encuentra como individuos solitarios, hembras con sus crías o en parejas en la época de apareamiento, Su ámbito hogareño varía de 1-23 ha. Llegan a moverse hasta 1 km por noche. Generalmente, ocupan madrigueras en árboles huecos, montones de piedras, debajo de tocones o bien pueden utilizar madrigueras hechas por otros animales, al igual que en construcciones abandonadas cercanas a poblados, ya que son favorecidos por la cercanía humana. Las madrigueras son siempre ocupadas por machos solitarios, hembras solas o con sus crías.

## ALIMENTACIÓN

Es un animal omnívoro con una dieta altamente oportunista, donde incluye una gran variedad de insectos e inclusive carroña, pequeños animales, como reptiles y anfibios, además gustan de frutos, semillas y retoños, así como de huevos, polluelos de aves silvestres y domésticas.

## DEPREDADORES

Son depredados principalmente por grandes carnívoros como: pumas (*Puma concolor*), lince (*Lynx rufus*) y coyotes (*Canis latrans*). En lugares cercanos a poblados, son presa común de perros, así como también son presas activas de algunas serpientes y aves rapaces nocturnas, que pueden ser el origen principal de la mortalidad de crías durante el primer año de vida (McManus, 1974).

## IMPORTANCIA

Esta especie se ha visto favorecida por la transformación que ha hecho el hombre al medio, adaptándose fácilmente a la perturbación y la presencia de recursos humanos como desechos, cultivos y criaderos de aves domésticas. Esto ha permitido que su área de distribución se haya extendido. Son perseguidos por los daños que causan a gallineros y cultivos, así como por su carne que se utiliza como alimento y las propiedades curativas que se le atribuyen a su cola.

## DISTRIBUCIÓN

Se encuentran desde el sureste de Canadá hasta Costa Rica. Las grandes planicies del sur de Canadá y los Estados Unidos, En México se le encuentra en casi todo el territorio, exceptuando el Altiplano Central al norte de Guanajuato y la Península de Baja California.

*Dasyus novemcinctus* Linnaeus, 1758

(Armadillo)

## DESCRIPCIÓN

Son mamíferos plantígrados, con cuatro dedos en las patas delanteras y cinco en las traseras, están equipados con largas garras ligeramente curvadas, adaptadas para excavar. Son de tamaño mediano, con una longitud total de: 615 -800; cola: 245-370; pata: 75-107; oreja: 35-57. Con un peso entre 2.9-7.6 kg. Los machos tienden a ser ligeramente más grandes que las hembras. Difieren de otros mamíferos por presentar escamas dérmicas osificadas. Este mamífero primitivo está cubierto por una concha fuerte en forma de armadura, con varias bandas flexibles en su parte media. Está provisto de nueve bandas, el caparazón se divide en dos escudos, uno que recubre las patas anteriores y otro las posteriores, ambos se unen por las nueve bandas flexibles, la cabeza esta acorazada y el hocico es puntiagudo, los ojos son pequeños, las orejas son largas y angostas, la cola es aproximadamente del mismo tamaño que el cuerpo. La coloración de la armadura en el dorso es negruzca, con manchas blanco opaco en los costados en donde tiene escamas individuales, puede variar de café oscura y a veces café negruzca, en la porción ventral es de color beige rosado, con pelos largos y escasos.

## HÁBITAT

Los armadillos, son mamíferos que se encuentran en una gran variedad de hábitats, tanto en zonas cálidas y templadas, al igual que en diversos tipos de vegetación, siendo comunes en planicies áridas, principalmente a lo largo de las corrientes de agua, así como en bosques mixtos y de coníferas en las montañas, selvas maduras e incluso en áreas de vegetación secundaria. El hábitat preferido del armadillo son los campos abiertos, provistos de abundante chaparral, zacatales y linderos de bosques.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

En las hembras de *Dasyus novemcinctus* el tracto reproductor es una mezcla de características especializadas y primitivas, el útero es simple y en apariencia similar al de los primates, donde la vagina y la uretra sirven como canal urogenital. En los machos los testículos descienden solamente cuando entran en el canal inguinal. El ciclo reproductivo se muestra al año de edad y la ovulación se presenta de junio a agosto. La fertilización se realiza cinco o siete días después. Continuando su desarrollo hasta 14 semanas después de la fecundación, este proceso se denomina implantación retardada, el período de gestación es de 120 días. Cada camada consiste de un juego de embriones cuádruples idénticos, los cuales son del mismo sexo, se desarrollan desde un simple huevo fertilizado. Las crías nacen totalmente desarrolladas y con los ojos abiertos, las cuales a las pocas horas pueden caminar, acompañando a la madre a las expediciones en busca de alimento.

## COMPORTAMIENTO

Es un animal nocturno y crepuscular, busca su alimento entre la hojarasca y en las orillas de la raíces y contrafuertes de los árboles. Son de hábitos terrestres, están adaptados para excavar, presentan diferentes períodos de actividad, durante el día permanecen en madrigueras subterráneas que ellos mismos excavan, estas no tiene ramificaciones y están aproximadamente 1 m por debajo del suelo, o pueden llegar a tener hasta 2 m de profundidad y 8 m de longitud, poseen varias madrigueras que utilizan para escapar, solamente una la utiliza como nido, que forma con hojas. Pueden compartir sus madrigueras con conejos, ratas, tlacuaches y zorrillos. A menudo se le encuentra como individuo solitario. No obstante son gregarios, habitando varios en una madriguera.

el ámbito hogareño también es variable y oscila entre 1.6 y 13.8 hectáreas. *Dasyus* aparentemente no muestra tendencias territoriales en los alrededores. Sus movimientos los realizan en áreas con maleza espesa o en pastizales abiertos durante



la noche. Un aspecto importante en cuanto a su comportamiento, es su habilidad para nadar y caminar bajo el agua.

### **ALIMENTACIÓN**

Los hábitos alimenticios indican que está constituido por insectos, incluyendo lombrices, caracoles, anfibios, reptiles, e inclusive aves acuáticas y sus huevos, así como carroña y materia vegetal principalmente bayas y frutas. En general consume alimentos blandos, debido principalmente a su dentición vestigial.

### **DEPREDADORES**

Son depredados especialmente por felinos como: pumas y jaguares, lince, coyotes y perros, así como por aves rapaces. Pero el principal depredador es el hombre, ya que los caza intensamente.

### **IMPORTANCIA**

Es un mamífero que frecuentemente es usado como alimento, ya que su carne es muy apreciada, también es aprovechada la concha para hacer bolsos y otros artículos como instrumentos musicales. No obstante, de que se alimentan de una gran cantidad de insectos perjudiciales, también son responsables de algunos daños causados a cosechas. Esto ha provocado que el armadillo comience a escasear en algunos lugares. Sin embargo, al construir sus madrigueras, también son utilizadas por otros animales de importancia económica para el hombre.

### **DISTRIBUCIÓN**

Se localiza desde el centro-norte de los Estados Unidos hasta Sudamérica, desde el norte de Argentina y Uruguay, a través de América Central. En México, se distribuye por la vertiente del Pacífico hasta Sinaloa, por el Golfo desde Tamaulipas hacia el sur, faltando excepto en el Altiplano Mexicano.

*Sylvilagus floridanus* (J. A. Allen, 1890)

(Conejo de campo)

### DESCRIPCIÓN

Es un conejo de tamaño mediano, con una longitud total de: 375-463; cola: 39-65; pata: 87-104; oreja: 49-68. El peso en machos adultos en promedio es de: 801- 1,411 g, y en hembras adultas: 842-1533 g. Las hembras son 1% más grandes que los machos. El pelaje es largo y denso de color café-amarillento a grisáceo en la región dorsal, con el vientre blanco y una mancha café rojiza detrás de la cabeza. Su cola es blanca por debajo. Las piernas rojizas son más brillantes que en otros conejos. Las extremidades posteriores son más largas que las anteriores, la cola es corta y las orejas grandes.

### HÁBITAT

*Sylvilagus floridanus* generalmente es considerado un mamífero de los campos de cultivo. Sin embargo, tiene una amplia tolerancia a diversas condiciones ecológicas y se les encuentra en una gran diversidad de hábitats desde bosques de pino, encino, oyamel, selvas bajas, zacatonales, matorrales, sembradíos, terrenos agrícolas, campos abiertos, desiertos, ciénagas y praderas. Al igual que áreas de vegetación secundaria y bordes de selva. También habita en los zacatales de los potreros y en las dunas costeras. El hábitat preferencial varía con la estación y entre región. En algunas áreas, los matorrales son propicios como refugio y sitio de descanso, mientras que los campos cubiertos de hierbas son especialmente favorables y representan un buen hábitat para estos conejos.

### REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

La actividad reproductiva está relacionada con el comienzo de la muda en los adultos. Donde los machos dominantes copulan con la mayoría de las hembras. Las hembras de *Sylvilagus floridanus* son las más fecundas entre los lagomorfos, pueden tener

varios partos dentro de este período. Las hembras pueden producir 35 crías por año en 5-7 camadas diferentes. En promedio el número de crías es de 3-5. El período de gestación es de 25-35 días. Las crías nacen sin pelo y ciegos, las jóvenes crías salen del nido entre los 14-16 días. La sobrevivencia en adultos en promedio en el medio silvestre es de 15 meses.

### COMPORTAMIENTO

Al igual que otros conejos, están activos principalmente en el crepúsculo y al amanecer. Son poco gregarios, salvo en la época de celo, en la que es posible observarlos juntos. *Sylvilagus floridanus* no es territorial, ocupan territorios pequeños, generalmente superpuestos a los de otros individuos. Pero cada animal mantiene sus propias madrigueras y sitios de descanso. Su ámbito hogareño va de 0.95-5 ha. Las poblaciones fluctúan de un individuo a varios, llegando a vivir hasta 15 individuos/ha. Pueden ocupar madrigueras abandonadas realizadas por zorrillos, armadillos u otros animales cavadores o que ellos mismos cavan. El comportamiento social incluye, el cortejo y la comunicación vocal, que consiste en chillidos y gruñidos. Los machos sexualmente maduros, cuando entran en interacción con hembras tienden a marcar la vegetación.

### ALIMENTACIÓN

Los hábitos alimenticios varían estacionalmente, así como por su distribución. Su dieta incluye gran variedad de vegetales, pastos, hierbas, legumbres, frutos y granos, mostrando preferencia por los brotes tiernos y las plántulas.

### DEPREDADORES

*Sylvilagus floridanus* constituye el alimento de muchos mamíferos carnívoros, entre los que se encuentran mapaches, cacomixtles, comadreas, zorra gris, coyotes, gatos

monteses así como de gatos ferales, incluyendo aves predatoras como halcones, águilas, búhos y lechuzas, además de serpientes.

### IMPORTANCIA

Es uno de los mamíferos más intensamente cazados, tanto por deporte como por ser un recurso alimenticio. Se han adaptado a la presencia del hombre y en ocasiones se convierten en plagas para los cultivos, principalmente en la época en que brotan las plántulas. Por otro lado, el excesivo pastoreo del ganado deja el terreno al desnudo, afectando con seguridad a los conejos más que la propia cacería, los depredadores o cualquier otro motivo, ya que dependen en gran medida de una determinada cantidad de cubierta vegetal constituida de pastos y malezas. Por otro lado, *Sylvilagus floridanus* constituye un importante eslabón en la red trófica, al constituir el principal alimento no solo del hombre, como también para varios depredadores.

### DISTRIBUCIÓN

Este conejo tiene el área de distribución más amplia de los miembros del género *Sylvilagus*, desde el sur de Canadá hasta Centroamérica y noroeste de Sudamérica. En México ocupa todo el territorio, extendiéndose hasta los trópicos del sureste, con excepción de la península de Baja California, el norte de la Altiplanicie y la península de Yucatán

*Otospermophilus variegatus* (Erxleben, 1777)

(Ardilla de tierra o cuinique)

### DESCRIPCIÓN

La ardilla de tierra *Otospermophilus variegatus* es el miembro más grande de las ardillas de tierra en su rango geográfico. De cuerpo cilíndrico, cuello y hocico cortos,

## Capítulo VIII

las orejas son cortas cubiertas de pelo, los ojos son grandes, negros y rodeados por anillos perioculares de color blanco. Las extremidades son de longitud media en comparación con otras ardillas, los antebrazos son más cortos que los miembros traseros. La cola es larga y espesa, es menor en longitud que la de las ardillas arborícolas. En *S. variegatus*, la longitud de la cola es un 73-83% de la longitud del cuerpo y generalmente más del 44% de la longitud total. La longitud total es de: 430-525; cola: 172-252; pata: 53-65; con un peso de 681-817 g. Los machos son más grandes que las hembras, mostrando un dimorfismo sexual en tamaño. El pelaje es altamente variable entre las poblaciones, presenta un patrón de motas de color negro, blanco a menudo con ante, la coloración en la región dorsal varían de gris mezclado con negro, blanco-grisáceo mezclado con ante-canela a café-tabaco, el vientre generalmente es grisáceo-claro o ante-rosado, los antebrazos son de color negro en muchas subespecies, la cabeza puede ser ante-rosado, canela-rosado, a café oscuro o negro-opaco. La cola es una mezcla de color negro o café y ante-blanquecino.

### HÁBITAT

Esta ardilla, habita en zonas accidentadas a menudo en laderas rocosas con suelos blandos, en regiones semiáridas y en las montañas. En el centro de México ocupa matorrales xerófitos, pastizales, comunidades de cactus, así como bosques de encino, pino y áreas agrícolas, son comunes en donde existen rocas y huecos que se encuentran en colinas, cañones, arroyos y acantilados, faldas de los cerros, así como estructuras hechas por el hombre como: edificios abandonados, puentes, bardas de piedra, paredes de adobe o de otros materiales.

### REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Al parecer, la reproducción se realiza en la primavera y a principios de verano. En una sola tarde de receptividad sexual, cada hembra puede copular hasta con tres o cinco machos. El período de gestación es de 30 días aproximadamente. *S. variegatus* puede

presentar hasta dos camadas en un año. Las camadas están formadas por 3 o 9 crías. Las crías nacen sin pelo, ciegas y con las orejas cerradas. La lactancia dura aproximadamente dos meses. A las ocho semanas alcanzan el 90% de la longitud total de un adulto.

### COMPORTAMIENTO

Son diurnas, sin embargo, su actividad puede variar estacionalmente. En general, andan entre las rocas, ocasionalmente suben a los árboles o arbustos. Frecuentemente penetran en los campos de cultivo. Son gregarias, formando pequeños grupos. Sus madrigueras están ubicadas entre fisuras de las rocas, grietas o en suelos blandos, algunas veces utilizan huecos entre los árboles, forman intrincadas y extensas galerías subterráneas con varias entradas y salidas. Las poblaciones de *S. variegatus* tienden a ser coloniales. *S. variegatus* al ser una ardilla diurna presenta una actividad pico, esta varía estacionalmente en el otoño, invierno y primavera donde su actividad es al medio día, en el verano puede tener actividad por la mañana, ocasionalmente son activas durante los días lluviosos. El ámbito hogareño de *S. variegatus* es grande y es trasladado considerablemente, el tamaño varía con la estación y con las condiciones de crianza.

### ALIMENTACIÓN

Consume una gran variedad de alimentos, incluyendo hojas, tallos verdes, raíces, flores, frutos, granos y semillas de diversas plantas, invertebrados y carne. También se alimenta de plantas cultivadas como maíz, cebada, avena, garbanzo, lenteja, sorgo, janamargo, duraznos, higos, chayotes y hortalizas, así como nueces, insectos y sus larvas, entre los cuales se encuentran saltamontes, escarabajos y lombrices de tierra, alimentándose también de algunas aves silvestres y domesticas cuando son crías, además de sus huevos.

## DEPREDADORES

Entre sus depredadores se encuentran aves rapaces diurnas como águilas, halcones y gavilanes, serpientes de cascabel, mamíferos carnívoros como: comadrejas, cacomixtles mapaches, coyotes, gatos monteses, zorras grises, así como gatos y perros domésticos, además del hombre.

## IMPORTANCIA

Económicamente son importantes, ya que en algunos sitios se han convertido en la principal plaga de los cultivos. *S. variegatus* se ha visto beneficiada por el aumento de zonas agrícolas y las bardas de piedra hechas por los campesinos, esto ha contribuido a su dispersión e incremento en sus poblaciones, proporcionándoles sitios de refugio y de madrigueras. Por otra parte, ayudan a la dispersión de diversas especies vegetales, permitiendo el mantenimiento y propagación natural de la vegetación, así como también son un eslabón importante en la cadena alimenticia, ya que forman parte importante en la dieta alimenticia de varias especies animales, así como para el hombre al constituir carne de campo en muchos hogares.

## DISTRIBUCIÓN

Se les encuentra desde los Estados Unidos hasta la región central de México, ocupando el altiplano, Guerrero y la región costera del Pacífico desde Sonora hasta Colima.

*Sciurus aureogaster* Cuvier 1829

(Ardilla gris)

## DESCRIPCIÓN

Es una ardilla de tamaño mediano, la longitud total es de: 418-573; cola 206-315; pata: 57-72 con un peso de 440-590 g. La coloración predominante en la región dorsal



es gris-clara o gris-oscuro, con una capa de color blanquecina o canosa, con parches irregulares bien desarrollados por encima de la nuca y caderas, así como en los hombros y costados de color marrón a naranja (los parches varían en tamaño y color). La región ventral, varía de blanco a un continuo color naranja, marrón u ocre o café-oscuro. La cola es usualmente jaspeada de color blanco-grisáceo o ante-grisáceo, algunos individuos tienen blanca la parte inferior o bien con una coloración marrón o naranja, está es larga y esponjada. Las orejas no presentan mechones de pelo. Son comunes los individuos melánicos, lo que les da el nombre vulgar de “ardilla negra”. En algunas poblaciones, la variación de color en algunos individuos es considerable, y esta variación en general es geográfica

## HÁBITAT

*S. aureogaster* habita en diferentes tipos de vegetación, en los que predominen los árboles, como en bosques de pino, encino, cedro, enebro y oyamel, al igual que en selvas maduras, áreas de vegetación secundaria, huertos y cultivos. Abarcando desde el bosque espinoso semiárido, hasta el bosque húmedo lluvioso, invadiendo mesetas templadas al sur.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

En la época de reproducción, estas ardillas llegan a formar grandes comunidades. La reproducción se realiza en cualquier época del año, generalmente está asociado con los períodos de lluvia, siendo un factor limitante el alimento disponible. El período de gestación es de 44 días, después del cual nace una camada de 2-4 crías, independientemente del sexo pueden ser negras o grises, naciendo regularmente en la primavera. Las crías nacen en nidos que se construyen generalmente en los árboles, donde estas se desarrollan muy lentamente.

## COMPORTAMIENTO

Son ardillas diurnas, de hábitos casi exclusivamente arborícolas, están muy bien adaptadas al medio arbóreo, en el cual se desplazan con agilidad, bajando de los árboles solo para trasladarse a otro o bien para buscar agua o alimento. Generalmente son solitarias, reuniéndose exclusivamente en la época de celo, en ocasiones es posible observar hasta cuatro individuos moviéndose juntos. Son activas durante la mayor parte del día, empleando la mayor parte de su tiempo para alimentarse, efectúan desplazamientos de un bosque cercano a otro, según la época de fructificación. Sus nidos generalmente se encuentran en las ramas de los pinos o de algún otro árbol, son de forma esférica, contruidos con ramas y hojas, pueden realizar sus nidos en oquedades de los árboles. Un signo evidente de su presencia, es el gran número de conos de pinos y bellotas roídas en el caso de los encinos, que aparecen debajo de los árboles en donde se han alimentado. Tiene el hábito de almacenar semillas en los huecos de los árboles y en ocasiones las entierran. Durante los períodos de escasez de alimento, las ardillas realizan frecuentes migraciones altitudinales en busca de un mejor sitio para alimentarse, moviéndose de una localidad a otra conforme llega la madurez de los frutos y semillas de los cuales subsisten.

## ALIMENTACIÓN

Se alimenta de frutos como aguacates, maíz, diferentes tipos de granos, hongos, polen, bellotas de encinos, semillas de pinos y algunas otras plantas. De igual manera come cortezas de ramas en crecimiento, hojas, tallos tiernos de plántulas en el piso del bosque, además de plantas parásitas en los troncos y ramas de los árboles, en algunos casos pueden ser oportunistas y consumir pequeños reptiles, insectos, huevos o polluelos de algunas aves.

## DEPREDADORES

Entre sus principales depredadores se encuentran aves rapaces como: gavilanes, halcones, aguilillas, tecolotes y lechuzas que suelen sacarlas de sus nidos por la noche. Asimismo, son devoradas por varias especies de serpientes como la serpiente de cascabel y por algunos carnívoros como: comadreas, tigrillos, ocelotes, gatos monteses, tejones, coyotes y zorras grises, siendo especialmente vulnerables cuando aún son jóvenes.

## IMPORTANCIA

Los cambios en la composición y riqueza de las comunidades vegetales, ha favorecido a especies como *S. aureogaster*, ya que la depredación que realiza esta ardilla en los conos de los pinos y semillas de especies forestales importantes como pinos y oyameles, les confiere una gran relevancia, ya que pueden influir directamente en la regeneración del bosque. En ocasiones, llega a establecerse cerca de cultivos y huertos frutales, donde puede convertirse en plaga. Sin embargo, en caso contrario en algunas áreas rurales, esta ardilla es cazada para consumirla en los hogares de escasos recursos como alimento. También son importantes dentro de las cadenas tróficas, al ser fuente de alimento para algunas especies animales. Por otro lado, pueden consumir gran cantidad de insectos que podrían convertirse en plagas.

## DISTRIBUCIÓN

Se le encuentra desde los planos costeros de Sonora, sur de Tamaulipas, partes altas del sur de México, partes bajas de Jalisco e Hidalgo hasta Chiapas, Quintana Roo y Centroamérica. No se presenta en el noroeste de la República Mexicana, Península de Baja California y Yucatán.

*Canis latrans* Say, 1823

(Coyote)

## DESCRIPCIÓN

Carnívoro de tamaño mediano, similar a un perro pastor alemán, de cuerpo esbelto, cuello corto y robusto, rostro alargado y angosto, cola de tamaño mediano y peluda, con una longitud aproximada a la mitad del cuerpo. Las extremidades son largas y delgadas. Las orejas son erectas y puntiagudas, ojos relativamente pequeños, presentando una alzada en promedio de 60 cm. Con una longitud total: 1075-1150; cola: 270-375; pata: 177-200; oreja: 107-110. Con un peso entre 8-16 kg. El tamaño del coyote varía con la subespecie y la localidad geográfica, los machos adultos generalmente son más grandes que las hembras adultas mostrando un marcado dimorfismo sexual. El color y textura del pelaje varia geográficamente, el pelaje es más largo y espeso en las subespecies del norte, los coyotes de altitudes altas tienden a ser mas grisáceos o oscuros, sin embargo en áreas desérticas son color amarillo-rojizo, normalmente su pelo es largo, en la parte dorsal es más oscuro y puede variar de café-amarillento a gris-castaño y en la parte ventral es más bien de una tonalidad clara, las extremidades y los lados pueden ser de color amarillo-rojizo y la punta de la cola es normalmente negra, las puntas de los pelos del dorso pueden estar matizadas con un tono negro.

## HÁBITAT

Los coyotes originalmente habitaban en áreas abiertas y pastizales, pero al paso del tiempo han ocupando una gran variedad de hábitats. Se les encuentra desde bosques templados, matorrales, pastizales y selvas tropicales, además de bordes de la selva, prados abiertos, zonas de cultivos, áreas perturbadas y fragmentadas. Así como también es común encontrarlos cerca de poblados, áreas urbanas y en carreteras.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Son principalmente monógamos, una pareja puede aparearse dentro de una misma región geográfica durante un período de tiempo prolongado. Las hembras presentan un ciclo estral con una duración de dos a cinco días, sexualmente son receptivas entre enero y marzo, con un período de gestación de 63 días, con camadas que varían en número de crías de 3-9 siendo en promedio (6). Las crías nacen con los ojos cerrados y los abren a los 14 días, salen de la madriguera a las 2-3 semanas de edad y son destetadas a las 5-7 semanas, permanecen con la madre entre 6-9 meses, de los cuales después se dispersan.

## COMPORTAMIENTO

*C. latrans* presenta actividad matutina y vespertina, durante las primeras horas del día y de la noche, aunque son nocturnos principalmente. El coyote es uno de los mamíferos terrestres más rápidos, cuando corre lo hace a velocidades de hasta 64 km/hr. Son animales muy astutos, pasan la mayor parte del tiempo en constante desplazamiento ya sea en busca de alimento o en movimientos de dispersión o migración. Se le encuentra como individuo solitario o en pequeños grupos sociales o en parejas en la época de celo, son territoriales y delimitan su territorio depositando marcas de orina, heces fecales y secreciones de glándulas interdigitales. El ámbito hogareño puede ser variable, de acuerdo a las condiciones locales oscilando entre 10-40 km<sup>2</sup> y puede llegar a ser de hasta 80 km<sup>2</sup>.

La estructura social y territorial varía dependiendo de las condiciones del hábitat y el suministro de alimento. Sus madrigueras son subterráneas de 2-3 m de largo, con una cavidad terminal de 1 m de diámetro, que ellos mismos excavan en sitios favorables como matorrales espesos, huecos de árboles y cavidades naturales entre las rocas, en ocasiones ocupan madrigueras abandonadas de otros mamíferos. Los coyotes utilizan signos táctiles, visuales, auditivos y olfativos con el propósito de comunicarse,

reconociendo tres llamados distintos (con chillidos, aullidos y llamados de peligro). Los sonidos mejor conocidos son los aullidos dados por uno o más individuos, estos aullidos pueden tener el cargo de anunciar su ubicación o bien la función de territorialidad y espacio.

### **ALIMENTACIÓN**

*C. latrans* es un carnívoro oportunista, incluye una gran variedad de alimentos en su dieta, esta varía de acuerdo a la estación y localidad, incluyendo vertebrados como: armadillos, conejos, liebres, ardillas, tlacuaches y roedores, en ocasiones hacen presas a mamíferos mayores como venados, aves silvestres y sus huevos, además de animales domésticos como: gallinas, guajolotes, borregos y chivos, ocasionalmente atacan algún becerro recién nacido que no esté protegido por la madre. Alimentándose también de anfibios, reptiles, peces, crustáceos e insectos, así como frutos y una gran variedad de vegetales, cerca del 90% de su dieta está constituida por mamíferos, inclusive pueden consumir carroña (Núñez, 2002).

### **DEPREDADORES**

El puma (*Puma concolor*) es uno de sus principales depredadores, ya que puede matar y alimentarse del coyote. Sin embargo, cuando aún son crías pueden ser atacadas por zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*), perros y gatos. Pero cuando son adultos, prácticamente carecen de depredadores naturales a excepción del hombre.

### **IMPORTANCIA**

Las poblaciones de coyotes se han visto favorecidas por los desmontes y otras perturbaciones ambientales, propiciadas por las actividades humanas, debido a esto han podido ampliar su área de distribución. Son animales importantes en el control de las poblaciones de roedores y lagomorfos, pueden llegar a causar daño a animales domésticos, razón por la cual son perseguidos considerándolos como una especie

perjudicial. Asimismo, es señalado como un competidor directo del hombre, porque en ocasiones se alimenta de especies de interés cinegético.

### **DISTRIBUCIÓN**

Se presenta desde Alaska a través de Canadá y Estados Unidos hasta Costa Rica. En México, prácticamente se encuentra en casi toda la República, excepto en la Península de Yucatán.



*Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775)

(Zorra gris)

## DESCRIPCIÓN

Son canidos de tamaño mediano, un poco mayor que un gato doméstico. Bastante menor que el coyote, con una alzada de 30-40 cm; de cuerpo esbelto, hocico largo y puntiagudo, orejas largas y puntiagudas, las patas son pequeñas, cortas y delgadas, contrariamente a los demás canidos sus uñas son semiretráctiles y agudas, aptas para trepar, la cola es larga y espesa, generalmente la lleva en forma horizontal. Los machos son ligeramente más grandes que las hembras, con una longitud total de: 800-1,125; cola: 275-443; pata: 100 150; oreja: 74-81. Con un peso de 3-7 kg en los adultos. El color del pelaje es gris jaspeado en el dorso y blanquecino en la garganta y vientre, separando el contraste de estos tonos, se localiza una banda de color café que ocupa los lados del cuello, costados y parte inferior de la cola, en la parte dorsal de la cola se encuentra una banda de color negro, la punta es completamente negra. Líneas negras también se presentan en las piernas en la mayoría de los individuos. Marcas faciales de color negro, blanco y leonado son distintivas en la zorra gris.

## HÁBITAT

*U. cinereoargenteus* habita en regiones muy diversas, se les puede localizar tanto en zonas tropicales como en zonas áridas y bosques templados, es común encontrarlos en lugares con vegetación densa, así como en vegetación decidua, matorrales xerófitos, terrenos abiertos con invasión de malezas y zonas suburbanas, además de zonas agrícolas y hábitats fragmentados. Las zorras grises frecuentan campos maderables y de matorrales, a menudo se encuentran en terrenos rocosos. Habitan preferentemente en las orillas de los bosques, donde estos tipos de vegetación constituyen un buen hábitat para este animal.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

La mayoría de las hembras pueden procrear al año de vida. Sin embargo, pueden ser sexualmente maduras a los diez meses de edad. La estación de apareamiento puede variar geográficamente. En el sur de México, la época de reproducción es más o menos la misma que en el norte. Los apareamientos se presentan a final del invierno, naciendo los cachorros durante los meses de marzo, abril y mayo, tienen una camada por año pariendo de 2- 5 crías en promedio (4) en cada parto, después de un período de gestación de 63 días, las crías de color negro y abren sus ojos después de 9-12 días, estas pueden trepar árboles con troncos verticales después de un mes de vida. Son amamantadas durante seis semanas y a los cuatro meses de edad son aptas para llevar una vida independiente e iniciar una dispersión hacia nuevas áreas.

## COMPORTAMIENTO

Presenta una actividad principalmente nocturna, se le puede observar al amanecer o al atardecer. Son los únicos cánidos capaces de trepar a los árboles, llegan a subir hasta 18 m de altura por troncos verticales para poder alimentarse. Las zorras grises de regiones tropicales de México, tienen las garras más recurvadas y filosas que las de las zonas altas templadas y son aún más arbóreas. Hacen sus madrigueras en troncos huecos, en grietas entre las rocas, ocupando también madrigueras abandonadas de otros mamíferos, pueden tener diferentes sitios de descanso que pueden ser utilizados en diferentes días, las madrigueras usadas para los nacimientos o pueden estar formadas entre la vegetación o bien en huecos de árboles a más de 9 m de altura.

Las zorras, son cánidos que localmente pueden ser muy abundantes, las densidades de sus poblaciones son muy variables dependiendo del hábitat, encontrándose las más altas en sitios con una cubierta arbustiva densa. En promedio el tamaño del ámbito hogareño varía de acuerdo al sexo y la locación geográfica y puede incrementarse en ambos sexos a finales del otoño e invierno. Son solitarios y únicamente forman grupos

familiares en la época de reproducción. Tienen su propio territorio que puede traslaparse con el de otros individuos, variando en tamaño entre 3.2 km<sup>2</sup> aproximadamente. La unidad social normal es un par de adultos y sus crías. La orina y las heces fecales juegan un rol importante en la comunicación, estas son evidenciadas por deposiciones en lugares notables como suelos descubiertos, troncos, rocas y sitios elevados o a lo largo de los territorios por donde transitan.

### **ALIMENTACIÓN**

Son carnívoros de dieta omnívora, pero en gran proporción está compuesta por mamíferos, en el invierno sus presas son conejos, tlacuaches, pero su principal alimento son roedores como ratones, tuzas y ardillas así como invertebrados predominantemente en el verano y materia vegetal durante el otoño como algunos frutos, maíz y bayas, también incluyen aves silvestres y de corral. Alimentándose también de huevos, anfibios y reptiles, siendo también afectas a buscar desperdicios entre la basura.

### **DEPREDADORES**

Las crías de zorra gris pueden ser depredadas por coyotes, gatos monteses y aves rapaces, así como por perros. Sin embargo, el depredador más importante es el hombre.

### **IMPORTANCIA**

Son cánidos que bajo ciertas circunstancias pueden ocasionar daños a los avicultores al depredar algunas aves domesticas, constituyéndose como plagas cuando abundan. Sin embargo, son importantes eslabones en la red trófica, ya que consumen muchos pequeños vertebrados, especialmente roedores, limitando de esta manera sus poblaciones.

## DISTRIBUCIÓN

Se distribuye desde el extremo sur de Canadá hasta el norte de Venezuela y Colombia. En México se presenta en toda la República en densidades variables de acuerdo al tipo de vegetación, desde Sonora y Baja California

*Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)  
(Mapache)

## DESCRIPCIÓN

Es un carnívoro de tamaño mediano parecido a un gato, de rostro parecido a una zorra. Con una longitud total de: 760-890; cola: 262-310; pata trasera: 110-120; oreja: 59-62. Con un peso de 3-9 kg. Los mapaches muestran dimorfismo sexual, los machos son 15-25% más grandes que las hembras. Especímenes que habitan en zonas tropicales son de talla más pequeña que las del norte. Tiene el cuerpo rechoncho, cabeza pequeña y de forma triangular, hocico afilado y corto, orejas redondeadas, cubiertas de pelo y claras en su margen, patas relativamente cortas, las posteriores son mayores que las anteriores, las plantas de las patas son desnudas y las anteriores están bien adaptadas para manipular objetos, cada una con cinco dedos sin pelo, largos y delgados, garras cortas no retráctiles, el modo de andar es semiplantígrado o plantígrado. La cola es esponjada y más corta que el cuerpo con bandas alternadas, formando anillos de color negro y blanco grisáceo o bien pardo amarillento (generalmente 6 o 7 anillos) con la punta negra. El pelaje es espeso, la coloración en la parte superior es de gris-metálico a negruzco o pardo-grisácea, más o menos cubierto de ante-atizonado o leonado-anaranjado, especialmente en la nuca, la cabeza es grisácea. La región ventral está tenuemente cubierta con un escaso pelaje grueso, corto y sedoso de color café o pardo-amarillento. Los antebrazos y muslos son similares en coloración a la región ventral, los miembros posteriores y los talones son

negruzcos, las patas anteriores y posteriores son blanquecinas. La cara presenta una máscara o antifaz de color negro, gris pálido o blanquecino alrededor del hocico y arriba de los ojos.

## HÁBITAT

Presenta una gran capacidad de adaptación a ambientes diferentes, siempre y cuando haya fuentes de agua permanente. Se considera que le es vital la presencia continua de agua. Son comunes en bosques templados de pino, encino y oyamel, en las zonas áridas solo se les puede encontrar cerca de bordos, presas y arroyos; también se presenta en bordes de selvas con ríos, lagos, lagunas, pantanos y esteros, así como en áreas con vegetación secundaria, cultivos agrícolas y huertos de árboles frutales, adentrándose en ocasiones a zonas suburbanas.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Tanto los machos como las hembras pueden aparearse en el primer año de edad, El apareamiento se realiza durante el invierno y a principios de la primavera, de diciembre a marzo. La estación reproductora puede extenderse desde febrero a agosto, donde la mayoría de los nacimientos se presentan en mayo. Después de un período de gestación de unos 63 días nacen de 2-6 crías en promedio (4). Las hembras tienen una sola camada al año, ocasionalmente llegan a tener una segunda camada en un año. Las crías abren los ojos después de 18 días, son destetados entre la séptima y doceava semana, donde aprende a alimentarse solos Las crías corren al frente o detrás de la madre en las excursiones. Durante el destete, eventualmente ellas comienzan a salir del nido ocasionalmente sin su madre, tomando un grado de independencia. El cuidado parental es realizado exclusivamente por la hembra. La dispersión de las jóvenes crías, de sus áreas de nacimiento, se presenta aproximadamente a los nueve meses o a finales de su primer año.

## COMPORTAMIENTO

Es un mamífero terrestre, de hábitos nocturnos, con habilidad para trepar árboles, también es un buen nadador. Pasan gran parte de la noche deambulando en busca de alimento, invadiendo frecuentemente cultivos y huertos de árboles frutales, sobre todo aquellos que se ubican cerca de vegetación abundante. No obstante, se han observado activos durante el día en lugares donde no es perseguido se vuelve confiado. Los machos son solitarios, excepto en la época de reproducción en la cual se les ve en compañía de la hembras o en pequeños grupos familiares de 2-3 individuos. Los encuentros agonísticos entre individuos son frecuentes, si dos mapaches vienen de áreas separadas. Esto sugiere que muestran cierto grado de reconocimiento vecinal, además de que los machos pueden ser territoriales entre ellos, pero no con las hembras, las cuales no son territoriales. Al ser buenos trepadores, es frecuente encontrar a todo un grupo familiar subiendo a un mismo árbol. Sus madrigueras son cuevas, huecos en los árboles, troncos caídos, oquedades naturales y madrigueras de otros animales, así como graneros, áticos y otras construcciones hechas por el hombre cuando están disponibles La densidad de los mapaches es variable dependiendo del hábitat. Estos pueden realizar desplazamientos entre 254-266 km<sup>2</sup>.

## ALIMENTACIÓN

A pesar de que es carnívoro, tiene una dieta altamente omnívora, alimentándose de una gran variedad de productos tanto vegetales como de animales, son selectivos cuando el alimento es abundante, pero si el alimento escasea pueden alimentarse casi de cualquier cosa. Entre los que se encuentran nueces y semillas de diferentes plantas, artrópodos (en particular langostinos y cangrejos), aves acuáticas, domésticas y sus polluelos, tortugas de agua dulce y sus huevos, también depredan huevos de tortuga de mar, caracoles, anfibios (ranas y sapos), peces, así como insectos acuáticos y pequeños mamíferos (roedores), en ocasiones frecuentan las milpas tirando las cañas para comer los elotes, comen casi toda clase de frutos carnosos como uvas, cerezas,

manzanas, chirimoyas y mangos. Por los hábitos alimenticios omnívoros del mapache, compite con muchas otras especies por el alimento, sin embargo, su misma amplitud de la dieta depende en gran parte a su habilidad para vivir casi en cualquier lugar.

### **DEPREDADORES**

Los mapaches se reproducen con facilidad y alcanzan altas densidades cuando no existen depredadores naturales. Cuando son pequeños, son depredados por mamíferos mayores, como: gato montés, coyote, caimanes y algunas aves rapaces. Sin embargo, su mayor depredador es el hombre.

### **IMPORTANCIA**

Los mapaches son perseguidos por su piel y carne en algunos lugares, llegan a invadir huertos frutales, así como cultivos, produciendo severos daños a las cosechas, por tal motivo, se consideran como una especie nociva, por lo que se le caza o envenena. Inclusive llega a afectar granjas, puesto que consume huevos de gallina. Las enfermedades entre los mapaches son interesantes por varias razones, ya que como especie, son indicadoras de zoonosis y contaminantes ambientales. Estos son causantes de enfermedades entre los humanos, así como reservorios de leptospirosis, rabia, enfermedad de Chagas y tuleramia. Los patógenos causantes de estas enfermedades, son a través de la contaminación del agua con heces y orina de los mapaches o por contacto directo. Sin embargo, sus poblaciones no se ven tan afectadas por tales motivos, si no por la persecución a la que son sometidos y a la destrucción de su hábitat.

### **DISTRIBUCIÓN**

Se extiende desde los trópicos hasta regiones frías, desde el sureste de Canadá hasta Panamá, incluyendo islas cercanas a las costas. *Procyon* fue introducido en Asia y Europa (Francia), así como en la Unión Soviética, reportándose también desde Indiana



atravesando dos islas de Alaska. En México se localiza en todo el país, en los lugares que cuentan con agua, siendo raro o inexistente en las más altas montañas. En las áreas desérticas del norte se encuentra confinado a los cauces de las corrientes y proximidades de los depósitos de agua.

*Nasua narica* Nasua (Linnaeus, 1766)

(Tejón de nariz blanca)

## DESCRIPCIÓN

El cuerpo es largo y esbelto con la cola larga la cual siempre la lleva erecta, hocico largo terminado en punta con la nariz negra y muy móvil, una mancha como antifaz oscuro cruza la cara, garras largas y ligeramente curvas (las garras posteriores son más cortas y agudas). Las orejas son cortas y redondeadas, la cola frecuentemente tiene anillos oscuros que en algunos individuos son escasamente visibles; es espesa disminuyendo hacia el final, es larga y no es prensil. El color de la parte superior es marrón oscuro, sobre los hombros o cuartos delanteros es gris. La cabeza es a veces de color marrón oxidado, el hocico y el mentón son de color blanco, que se extiende como rayas blancas arriba de los ojos, existen otras manchas blancas por encima y detrás de los ojos. Las orejas están bordeadas de blanco. La cola y las patas son de color marrón oscuro. La garganta y el pecho son blancos mate, el vientre puede ser marrón oscuro o blanco mate. Las medidas externas promedio (mm) machos y hembras respectivamente son: longitud total (850-1340); longitud de la cola (420-680); longitud de la pata trasera (95-122).

## HÁBITAT

Viven principalmente en las zonas tropicales y boscosas, habitando en selvas húmedas y secas, a lo largo de las planicies costeras. Sin embargo, es posible encontrarlos en

bosques de pino, pino-encino, bosques deciduos y de galería, matorrales de encino, así como en chaparrales. Se han encontrado por encima de su rango altitudinal, en elevaciones por arriba de los 2,500 m hasta el nivel del mar

## **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

La época de reproducción es en febrero o marzo, en áreas cálidas se pueden reproducir durante todo el año, solamente se presenta un estro al año. Los machos solitarios se unen al grupo y disputan entre ellos la posesión del grupo, para fecundar a las hembras. El período de gestación dura de 71-77 días, después de los cuales las hembras preñadas se separan del grupo para hacer el nido en el cual se realiza el parto. El nido está construido con ramas y hojas secas en oquedades de árboles o en el suelo. Después de aproximadamente 77 días de gestación, una hembra da entre dos y siete crías. El tamaño de la camada varía de 2-6, en promedio (4), las crías pesan entre 100 a 180 gr cada una, las cuales nacen con los ojos cerrados abriéndolos entre el quinto y séptimo día de vida. A los 15 días pueden ya moverse torpemente dentro del nido, Las crías alcanzan el tamaño adulto alrededor de los 15 meses de edad y se vuelven independientes a los dos años en promedio, cuando alcanzan la madurez sexual, las cuales lo abandonan en promedio a las cinco semanas de edad acompañando a la madre a alimentarse junto con otras hembras con crías del grupo original. En este punto, los machos son expulsados del grupo.

## **COMPORTAMIENTO**

su actividad es diurna por lo que durante las noches suele dormir en las ramas de los árboles, ya que trepa con facilidad gracias a sus garras y equilibrándose con la cola; su estructura social es un ejemplo de una interrelación ecológico-conductual, todas las hembras y machos menores de 2 años se agrupan en grupos de 4-20 (o más) individuos, los machos mayores son solitarios a excepción de la época reproductiva (en la cual es aceptado pero está subordinado a las hembras) ya que fuera de esta son

excluidos agresivamente de los grupos por las hembras adultas y los machos jóvenes ya que pueden atacar a las crías.

Pueden subir los árboles con facilidad, utilizando la cola para equilibrarse, pero es más frecuente que buscan alimento en el suelo. Son principalmente diurnos, retirándose por la noche en un árbol específico, para iniciar su labor diaria de forrajeo desde la madrugada. Sin embargo, sus hábitos son ajustables, y se vuelven más nocturnos en las zonas donde son cazados por los seres humanos, o cuando saquean los asentamientos humanos para su propia alimentación. Son animales gregarios, las hembras y los machos sexualmente inmaduros forman grupos sociales, usan señales vocales para comunicarse, generalmente los machos son solitarios, de ahí se deriva su otro nombre de “Tejón solitario”, esto ha originado que en muchos lugares se piense que es otra especie. Se mueven solos o en parejas, solamente se reúnen con las hembras durante la época de apareamiento. Durante el forrajeo, el cuidado de las crías queda a cargo de un par de niñeras, Cada grupo tiene un territorio bien definido, que puede traslaparse con el de otros grupos. La densidad de las poblaciones es altamente variada desde 2 individuos/100 ha hasta más de 40 individuos/100 ha. Asimismo, el ámbito hogareño también varía grandemente de 18-65 ha

Es frecuente verlos desplazarse a través del bosque escarbando con las uñas y metiendo continuamente su nariz olfateando en los agujeros, hojarasca, bajo rocas, o bien trepados en los árboles en busca de alguna presa, ocupando muchas horas de su actividad buscando alimento, los miembros de la manada se alimentan en grupo. Hacen sus madrigueras entre el follaje de los árboles o en grietas, huecos o cuevas abandonadas de otros mamíferos

## ALIMENTACIÓN

Se alimenta principalmente de invertebrados (insectos, larvas, caracoles, crustáceos), frutos donde en épocas de abundancia pueden ser totalmente frugívoros, así como también vertebrados como roedores, aves y sus huevos y reptiles. En ocasiones producen serios daños a los cultivos agrícolas y ocasionalmente llegan a atrapar aves de corral.

## DEPREDADORES

Entre sus depredadores naturales se encuentra felinos como el jaguar, puma, ocelote y yaguarundí, así como gatos monteses, coyotes y perros domésticos. Cuando son pequeños son presa fácil de aves de rapiña y algunas serpientes como boas e incluso por tejones machos adultos y el hombre.

## IMPORTANCIA

Los tejones por su dieta bastante diversa y la alta capacidad reproductora, además de que son altamente tolerantes a la transformación de su hábitat, le han permitido tener gran éxito en la adaptación ecológica de sus poblaciones y no es raro observarlos haciendo incursiones cerca a los caseríos o áreas de cultivo en busca de alimento, principalmente de maíz y cítricos. Un grupo grande puede causar serios daños en una sola noche, esto ha provocado que sean considerados una plaga por los campesinos, los cuales son perseguidos y envenenados o bien que sean cazados para consumo humano de manera intensiva, esto ha propiciado que poblaciones de *Nasua narica* sean bajas en algunas áreas.

## DISTRIBUCIÓN

Se distribuye desde el suroeste de los Estados Unidos, sur de Texas y Arizona, hasta Sudamérica. En México ocupan casi todo el territorio, están ausentes en Baja California y la Meseta Central.

*Mustela frenata* Lichtenstein, 1831

(Comadreja)

## DESCRIPCIÓN

Las comadrejas son pequeños carnívoros, se le distingue fácilmente del yaguarundí u onza y la nutria, por su menor tamaño. Es un mustélido sumamente ágil. Exhibe la típica forma del cuerpo de los mustélidos, cuerpo alargado y esbelto, piernas cortas y cola delgada, de menor tamaño que el resto del cuerpo, 44-70% la longitud total de la cabeza y cuerpo. Su cabeza es triangular comprimida dorso-ventralmente, cuello largo, vibrisas largas, ojos pequeños y oscuros, orejas cortas y redondeadas. Los machos son más grandes que las hembras, con marcadas diferencias, las medidas corporales en machos: longitud total: 300-550 (Hall, 1981b); cola: 132-294. Peso: 160-450 gr y en hembras la longitud total es de: 280-350; cola: 112-245. Peso: 80-250 gr La coloración de la piel es café-rojiza en el dorso y en la parte exterior de las patas, la cola es del mismo color con la punta negra. El vientre es amarillento, coloración que se extiende a la parte interior de las patas, cuello y mandíbula. La cabeza presenta una banda de color negro a manera de antifaz con una mancha blanca en los ojos. Poseen glándulas odoríferas en la región perianal, productoras de almizcle.

## HÁBITAT

Habitan en cualquier tipo de vegetación, a excepción de zonas muy áridas. Se presentan en selvas maduras, bordes de áreas de vegetación secundaria, matorrales, pinares y zacatonales, así como en áreas de cultivos. También se le puede encontrar cerca del agua, en praderas a lo largo de riachuelos, lagos y pantanales. Prefiriendo lugares con vegetación densa y terrenos rocosos, se les encuentra en tierras desmontadas y zonas suburbanas, casas viejas y otros refugios seguros, donde rara vez se le ve al descubierto.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Las hembras son monoestras y el estro en hembras receptivas es de 3-4 días, el apareamiento se realiza entre los meses de marzo y abril, las crías nacen después de un período de gestación de 220-337 días, presentan implantación retardada, ya que el desarrollo embrionario no sigue inmediatamente después de la fecundación, si no que los óvulos fecundados se implantan hasta la primavera siguiente y el desarrollo subsiguiente necesita de 27 días. La camada puede variar de 3-6 crías con un máximo de (9). Las crías son cuidadas exclusivamente por la madre. A las cinco semanas de edad, las crías comienzan alimentarse de carne y el destete toma lugar. Las crías se desarrollan rápidamente y a los tres meses de edad las hembras están completamente desarrolladas, los machos jóvenes permanecen en condiciones de inmadurez sexual durante el primer verano.

## COMPORTAMIENTO

Es una especie de hábitos nocturnos, aunque se le puede ver activa de día, no se le ve con frecuencia y cuando es posible observarla siempre es por breves momentos. Es capaz de escalar árboles con gran agilidad y de nadar. Sus madrigueras son subterráneas que ellas mismas excavan, también ocupan cavidades entre rocas o huecos en los árboles y madrigueras abandonadas de otros mamíferos. Alterna sus períodos de actividad y de descanso. Pueden ser solitarias o formar grupos familiares, excepto en la época de apareamiento. Los machos son territoriales y utilizan sus glándulas productoras de almizcle para delimitar y defender su territorio de otros machos y las hembras se defienden de otras hembras.

Su ámbito hogareño varía de 10-16 ha dependiendo de la época del año y la edad del individuo, la densidad de población varía de entre 7-10 individuos por km<sup>2</sup>. Los machos y hembras viven separadamente, sin embargo, pueden traslapar sus ámbitos hogareños. El ámbito hogareño de las hembras generalmente es más pequeño y están

incluidos dentro del territorio de los machos. Durante la estación de apareamiento, el ámbito hogareño de los machos incrementa en tamaño, seguido por un contacto más frecuente con las hembras. Prefiere hábitats con abundantes presas, probablemente la diversidad de estas son un factor importante en la determinación del hábitat adecuado. La actividad fuera de la madriguera consiste en recorridos en su territorio en busca de alimento, sus presas principalmente las detecta por su olor y oído, previo a localizarlas visualmente. Puede perseguir a sus presas trepando a los árboles fácilmente. Su esbelta forma le permite introducirse en grietas y madrigueras de sus presas para poder capturarlas.

### **ALIMENTACIÓN**

Es el miembro más especializado de los pequeños carnívoros, siendo un depredador generalista. La frecuencia de ocurrencia de presas en su dieta varía estacionalmente, geográficamente, ya que los machos generalmente se alimentan de presas más grandes a diferencia de las hembras. Las comadreja se alimentan de gran variedad de pequeños vertebrados, pero se concentran en roedores como ratones, tuzas y ardillas, así como conejos, musarañas y murciélagos en menor medida cuando están disponibles. También hacen presa a aves silvestres, domésticas, polluelos y sus huevos y en ocasiones de alguna lagartija, serpiente o insecto, al igual que carroña cuando las presas escasean. Las comadreas comen enteros a los pequeños animales que capturan,

### **DEPREDADORES**

Los principales depredadores de la comadreja son aves rapaces como lechuzas, halcones de cola roja y por otros carnívoros tales como la zorra, coyote, gato montés, perros y gatos domésticos, así como serpientes de cascabel y el hombre.



## IMPORTANCIA

En ocasiones puede ser considerada una plaga, debido a la depredación que causa en gallineros, pero estos ataques no son comunes. Sin embargo, el rol positivo de las comadrejas, es que es un depredador eficiente de roedores que pudieran convertirse en plaga, constituyendo un factor importante en el control de las poblaciones de los mismos, ya que son los únicos carnívoros presentes en los cultivos y los daños que causa a las poblaciones de caza menor son imperceptibles. Sin embargo, es una especie rara debido a la baja densidad poblacional.

## DISTRIBUCIÓN

Se le encuentra desde el suroeste de Canadá hasta Sudamérica. En México se les encuentra en toda la República, con excepción de Baja California y el Altiplano.

*Mephitis macroura* Lichtenstein, 1832  
(Zorrillo de dos bandas)

## DESCRIPCIÓN

Son zorrillos de mayor tamaño que los del género *Spilogale*. Se puede diferenciar de los zorrillos del género *Conepatus* en que estos últimos son de mayor tamaño y no presentan la línea blanca en el rostro (Ceballos y Galindo, 1984). Tiene el tamaño de un gato doméstico. Los machos son más grandes que las hembras en un 15% en promedio. Las medidas externas en machos varían, longitud total: 558-790; cola: 275-435; pata: 58-73 oreja: 25-45, con un peso de 700-2,500 gr. De cuerpo rechoncho, relativamente corto, con una alzada en promedio de 20cm. La cabeza es pequeña y aguzada, hocico alargado, orejas redondeadas cubiertas de pelo, patas cortas con cinco dedos. La cola a diferencia de la de otros zorrillos es de mayor tamaño que el resto del

cuerpo completamente cubierta de pelo muy largo y esponjada, está es llevada en posición vertical con la punta caída hacia abajo.

El pelaje es denso y largo, de color negro, sobre todo en el cuello y cola que es particularmente negra, presenta dos líneas o bandas de color blanco, en ocasiones solo presentan una fase de coloración de espalda blanca, en donde se presentan pelos blancos mezclados con negros sobre la espalda y otra fase donde las bandas blancas que recorren la espalda están ampliamente separadas. Una característica que diferencia a *M. macroura* de otras especies de zorrillos, es la presencia de una pequeña línea blanca angosta y vertical sobre la frente, desde la nariz hasta la coronilla. Existe variación individual considerable en la coloración a partir del patrón típico negro y blanco, sobre todo en lo largo y ancho de las franjas dorsales, inclusive existen individuos completamente negros.

Posee dos glándulas odoríferas colocadas a los lados del ano encapsuladas por músculos muy fuertes, de las cuales expulsan una sustancia olorosa a través del ano a manera de spray o rocío formado de pequeñas gotas. El líquido es utilizado como defensa

### **HÁBITAT**

*M. macroura* se presenta a elevaciones por debajo de los 2,500 msnm en gran variedad de hábitats, tolerando muy diversas situaciones ecológicas, habitando en áreas áridas, prefiere sitios escarpados, cañones pedregosos, márgenes de arroyos con vegetación densa y barrancas, así como matorrales y prados, son comunes en tierras de cultivo, bosques de oyamel y pino, pastizales inducidos y zonas desmontadas e inclusive basureros. Así mismo, se han registrado en áreas con mezquite y bosques de pino-encino, campos abiertos y chaparrales, pero nunca penetra en las selvas. Las poblaciones con más alta densidad se encuentran en zonas agrícolas donde los

campos de cultivo están entremezclados con matorrales, cercas con vegetación cerrada, huertas, bardas de piedras o casas abandonadas

## **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

Las hembras regularmente son monoestras y si la fecundación no es exitosa llega a presentarse un segundo período de estro. Aparentemente son activamente reproductivos a mediados de febrero y a finales de marzo. Después de la copula, construyen el nido recubriéndolo con hojarasca. El período de gestación es de 55-70 días. El parto ocurre entre mayo y junio. El tamaño de la camada varía de 2-10 crías en promedio (5-6), las cuales, cuando nacen tienen los ojos cerrados, carecen de pelo y dientes, pesando unos 30 gr. Abren los ojos a los 20-25 días de edad. Son amamantados y destetados a las 8-10 semanas y se separan de la madre en el otoño, después de lo cual los juveniles se dispersan. Las hembras pueden tener su primera camada al año de edad. Las hembras con crías periódicamente las cambian de refugio, en ocasiones hasta cada dos días y a distancias hasta de 1.5 km entre cada madriguera.

## **COMPORTAMIENTO**

Son zorrillos de hábitos nocturnos principalmente y sus períodos de actividad son largos. Ocupa la mayor parte de su tiempo en la búsqueda de alimento. En días fríos o nublados se les puede ver activos durante el día. En poblados pequeños anda entre las casas durante las primeras horas de la noche y poco antes del amanecer. Los adultos generalmente son solitarios, pasan la mayor parte del tiempo en horas calurosas del día dentro de madrigueras subterráneas. Sin embargo, algunas madrigueras pueden contener varios individuos, sobre todo en la época de reproducción. Sus madrigueras pueden ocupar troncos huecos, cavidades entre las rocas o casas abandonadas, también puede ser una cueva excavada por el propio zorrillo. Evita la cercanía del hombre, sin embargo, se llegan a encontrar refugios por debajo de los canales de concreto usados en el riego de campos agrícolas. Al igual que otras especies de zorrillos, se defiende con descargas de sustancias olorosas, cuando se ve amenazado.

El ámbito hogareño es variable, oscilando entre 280 y 500 ha. Su área de actividad está confinada a un radio de 800 a 3,000 m<sup>2</sup>. Es común que la densidad de población sea de 1 individuo/4 ha o hasta 27 individuos/km<sup>2</sup>.

### **ALIMENTACIÓN**

Son omnívoros oportunistas, consumen principalmente insectos especialmente escarabajos y saltamontes y sus larvas, ranas, salamandras, serpientes, lagartijas, roedores, aves y sus huevos, al igual que gran variedad de plantas, semillas y raíces, incluyendo frutos espinosos de cactáceas, cerezos, manzanas, fresas y frutos tropicales como anonas, chirimoyas, mangos y plátanos, así como pequeños peces y carroña. Aproximadamente el 80-90% de su alimento es de origen animal.

### **DEPREDADORES**

Tiene pocos depredadores naturales, a pesar de su penetrante olor entre los que se encuentran, el coyote, gato montés y algunas aves rapaces como grandes búhos y ciertos gavilanes, así como el hombre al extraer especímenes del campo para distintos usos

### **IMPORTANCIA**

*M. macroura* tolera bastante bien las perturbaciones ambientales provocadas por el hombre. Al igual que otras especies de mamíferos se ha beneficiado con la expansión de las tierras de cultivo. Sin embargo, cuando el uso de la tierra se hace demasiado intenso, ocasiona la destrucción de la cubierta vegetal y la pérdida de la fertilidad del suelo y es cuando la población de zorrillos resulta severamente afectada. Son muy codiciados en el medio rural por las supuestas propiedades medicinales que se le atribuyen a su sangre y carne. No obstante, por su preferencia que tienen por alimentarse de huevos de aves y ocasionalmente capturar alguna ave que esté incubando, causan daños severos en la avicultura. En el medio silvestre sus

depredaciones tienen poco efecto en las poblaciones de aves silvestres. En cambio, son altamente benéficos para la agricultura por el gran consumo de insectos y roedores que pueden convertirse en plagas. Asimismo, al consumir gran cantidad de frutos de cactáceas, facilita la dispersión de estas plantas.

### **DISTRIBUCIÓN**

Se les encuentra desde el suroeste de los Estados Unidos en Arizona y sur de Texas hasta Costa Rica. En México se distribuye en la mayor parte del territorio, excepto en la Península de Yucatán, Baja California y el noroeste del país.

*Conepatus mesoleucus* (Lichtenstein, 1832)

(Zorrillo espalda blanca)

### **DESCRIPCIÓN**

Es el zorrillo más grande en tamaño de la República Mexicana, alcanzado hasta 25 cm de alzada, es ligeramente más grande que *Mephitis macroura*, difiere en apariencia por presentar toda la región dorsal y la cola de color blanco, formando una sola banda ancha que cubre desde la parte superior de la cabeza y los hombros continuando hasta la punta de la cola. La longitud total en machos es: 400-838.2 (promedio 626.4); cola: 127-351 (promedio 242.7); en hembras longitud total 452-725 (promedio 590.23); cola: 122-372 (promedio 236.4). El peso varía de 2.3-4.5 kg. El cuerpo es robusto, las patas delanteras son musculosas y están provistas de cinco garras muy grandes y poderosas, adaptadas para cavar de unos 15-20 mm de largo. Las patas traseras son más delgadas y con garras pequeñas. La cola es corta y peluda, de menor longitud que el resto del cuerpo. El hocico es alargado, parcialmente desnudo en el dorso, el cojinete nasal es largo, ancho y está desprovisto de pelo. El pelaje es denso, largo, grueso y poco sedoso. La coloración del cuerpo es negra, con el dorso blanco, la cara es negra y no presenta la característica línea blanca sobre la frente que posee *M. macroura*. La coloración no es variable. Como todos los zorrillos, poseen dos glándulas

odoríferas bien desarrolladas, una a cada lado del ano, envueltas por músculos que al contraerse provocan la salida de un chorro de líquido pestilente que alcanza varios metros de distancia.

## HÁBITAT

Esta especie de zorrillo tiene amplia distribución, las densidades de sus poblaciones son bajas en todos los hábitats que ocupa. Se le encuentra en regiones templadas y tropicales. Su hábitat incluye bosques templados, chaparrales, pastizales y terrenos cultivados. También se le puede encontrar en barrancas, lechos de corrientes de agua, terrenos rocosos, tienen preferencia por zonas de vegetación en clima árido, áreas abiertas o boscosas evitando los bosques densos. Son abundantes en algunas partes de bosques de pino-encino, pero son raros en densos bosques tropicales.

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Poco se sabe sobre la biología reproductiva. La hembra tiene solamente tres pares de mamas en comparación con los cuatro o seis pares que tienen los otros zorrillos. La época de apareamiento se realiza en febrero y marzo. El parto ocurre después de un período de gestación de 60 días aproximadamente. Nacen entre 1-5 crías con los ojos cerrados. En México las crías nacen en la primavera, desde principios de abril a principios de junio. Generalmente, por el mes de agosto y septiembre empiezan a dispersarse e independizarse. La madurez sexual comienza a los 10-11 meses de edad.

## COMPORTAMIENTO

Son animales casi estrictamente nocturnos, sin embargo se puede llegar a encontrar a algún individuo al atardecer o al amanecer. Deambulan gran parte de la noche, en el curso de sus caminatas nocturnas escarban continuamente en el suelo con sus garras, guiados por su olfato, removiendo y escarbando la tierra con su nariz en busca de insectos para alimentarse. Su actividad inicia cuando ha oscurecido por completo y

concluye antes de que aclare el día. El resto de la jornada, lo pasan ocultos dentro de sus madrigueras. Estas pueden ser subterráneas o superficiales o entre montones de piedras, cavidades entre las rocas y troncos huecos.

Estos zorrillos tienen una amplia distribución, pero sus poblaciones son menos abundantes que las de otros géneros de zorrillos, con densidades más bajas. En gran parte del área de su distribución son simpátricos con *Mephitis macroura* y *Spilogale putorius*. Existe evidencia que indica que entre las tres especies existe una explotación diferencial del recurso alimenticio ya que *Conepatus* es un género casi exclusivamente insectívoro, mientras las otras dos especies son omnívoras.

*C. mesoleucus* presenta características más ventajosas para remover y escarbar, de tal manera que así obtiene sus presas con mayor facilidad. Esta adaptado para cavar en terrenos duros y rocosos, debido a sus corpulentas extremidades. Son capaces de trepar, pero no es tan ágil como el zorrillo pigmeo (*Spilogale*). Son de movimiento lentos. *C. mesoleucus* no es tan social como *Mephitis* y generalmente un solo individuo vive en el nido. Son solitarios y tienen un área de actividad fija. Solamente durante la época de celo se reúnen en grupos pequeños de individuos. En general son poco agresivos, pero cuando se encuentra en peligro no dudan en colocarse en posición de defensa.

## ALIMENTACIÓN

*C. mesoleucus* tiene una dieta muy especializada, presenta una alimentación más estricta de insectos a diferencia de *Mephitis* y *Spilogale* que tienen preferencias más generales. Una proporción muy importante en su dieta la constituyen los escarabajos y diversas larvas como las llamadas gallinas ciegas. También llegan a consumir gusanos, chapulines, huevos de aves y frutos maduros de cactus *Opuntia engelmanni*. Así como vertebrados, incluyendo roedores y serpientes como crótalos. Los recursos alimenticios difieren dependiendo de la estación y la disponibilidad de los mismos.



## **DEPREDADORES**

Pocos animales los depredan, ya que al igual que los otros zorrillos su característica arma defensiva les brinda una protección apropiada. Sin embargo, grandes serpientes como boas pueden llegar a consumir a esta especie de zorrillo, así como perros domésticos, que pueden llegar a matarlos únicamente sin llegar a consumir la carne.

## **IMPORTANCIA**

Es común que este zorrillo sea considerado una peste para los granjeros, ya que pueden causar algunos daños a cosechas y por hurtar huevos y polluelos. Sin embargo, son animales altamente benéficos ya que consumen una gran cantidad de insectos y roedores que pudieran causar daños a cultivos contribuyendo con esto a la regulación de las poblaciones potenciales de convertirse en plagas. En la medicina tradicional son fuente importante de productos para remedios de ciertas enfermedades como reumas, además, de que en algunas zonas le reconocen propiedades curativas a la carne de este zorrillo. Por otro lado, algunas poblaciones han sido diezmas por el hombre y frecuentemente se les encuentra atropellados en carreteras.

## **DISTRIBUCIÓN**

Se distribuye desde el sur de los Estados Unidos en Arizona, sureste de Colorado, Nuevo México y sur de Texas hasta México, incluyendo el norte de Nicaragua. Ocupa toda la República Mexicana con excepción de la península de Baja California, la vertiente del Golfo de México y Península de Yucatán, así como los desiertos del norte

*Puma concolor* (Linnaeus 1771)

(Puma, león de montaña)

## DESCRIPCIÓN

El puma es el segundo felino más grande de América. La coloración del dorso y la cabeza es parda amarillenta o arenosa, variando a café rojizo; en el vientre es blancuzca. El pelaje es corto y denso. Las puntas de las orejas y la cola son negras. Presenta marcas faciales claras, con una mancha blanca alrededor del hocico y un parche negro en la base de los bigotes. Las piernas son largas; las manos son robustas y tiene cinco dedos, mientras que las posteriores presentan cuatro. Las uñas son largas fuertes y retractiles. Las crías de la especie son moteadas; las motas desaparecen entre los seis y los diez meses. La longitud total oscila entre 1710-2743 en machos, el peso promedio de los adultos varía entre 30 y 103 kg.

## HÁBITAT

El puma habita prácticamente en todos los hábitats, se le encuentra en todos los tipos de vegetación natural, desde los bosques de pino, de encinos, matorral xerófilo y bosque mesófilos de montaña y selvas bajas. En algunos sitios los pumas pueden tolerar la presencia humana por lo cual con frecuencia pueden vivir en regiones ya bastante transitadas, siempre que disponga de buenos escondites como áreas peñascosas o profundos barrancos. Sin embargo, en las localidades muy frecuentadas por el hombre por sus actividades, ausencia de presas y cambios en su hábitat en la pérdida de cobertura vegetal, permanecen ocultos durante el día y su actividad es nocturna principalmente. La densidad en sus poblaciones esta determinada por las relaciones intraespecíficas como las presas de las cuales se alimenta y establecen densidades de un puma/25-50 km<sup>2</sup>.

## **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

El apareamiento tiene lugar en cualquier época del año. tienen camadas de 1 a 4 crías. nacen después de un periodo de gestación que dura alrededor de 90 días. Las crías nacen con pelaje amarillento y con manchas negras, las cuales pierden cuando tienen 6 meses de edad. las crías permanecen con la madre hasta 1.5 o 2 años en promedio Su madriguera, cuando las hembras tienen crías pequeñas puede ser una cueva natural en algún sitio con buena visibilidad

## **COMPORTAMIENTO**

Los pumas son solitarios, presentando únicamente vida social durante la etapa maternal de una madre con sus crías, los cuales evita interacciones con otros pumas. Siendo un cazador solitario, terrestre, activo en el día y la noche, pero sus actividades son básicamente nocturnas. No caza en los arboles, pero es un buen trepador y nadador. Es probable que en áreas donde el puma coexista con el coyote, gato montés y jaguar lleguen a ser competidores directos.

## **ALIMENTACIÓN**

El puma es generalista, teniendo una dieta muy diversa según el sector geográfico en donde se ubique. Consume preferentemente mamíferos terrestres desde grandes cérvidos hasta diminutos roedores, aunque no descarta reptiles y aves. Así como animales domésticos.

## **DEPREDADORES**

Solamente en la etapa juvenil es atacado por otros carnívoros como coyotes y gato montés.

## **IMPORTANCIA**

## Capítulo VIII

El papel que han venido desempeñando los pumas dentro de los ecosistemas se ha visto afectado por la reducción de sus poblaciones, principalmente debido a su disminución de sus presas habituales y la alteración, fragmentación de su hábitat. Además de ser perseguido por el hombre su piel y considerar a este felino nocivo al atacar el ganado domestico.

### **DISTRIBUCIÓN**

Desde Canadá hasta Argentina, habita desde el nivel del mar hasta 4,000 msnm, pero está mejor representado entre 1,500 y 2,500 msnm. En México se presenta en todo el territorio.

*Puma jagouarondi* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)  
(Onza)

### **DESCRIPCIÓN**

Es un felino de tamaño pequeño, como un gato domestico, se destaca por poseer un cuerpo largo y esbelto. Las extremidades son proporcionalmente más cortas en relación con su longitud. La cola es larga casi igual que el tamaño del cuerpo. Su cuello es largo y cabeza pequeña, ojos pequeños bastante juntos. Las orejas son pequeñas y redondas, el hocico es muy corto. Es de los pocos felinos que presenta dos fases de coloraciones de pelaje, una oscura (café, con matiz negro-grisáceo) y otra amarillenta (café-rojiza), en ambas fases la coloración ventral es mas pálida. La longitud total es de 870-1372, cola: 330-609, pata: 120-132, oreja: 25-40, con un peso de 6-9 kg.

### **HÁBITAT**

Habita en una extensa variedad de tipos de vegetación, incluyendo bosques tropicales perennifolios, y caducifolios, bosques de niebla y bosques templados, desde el nivel del mar hasta los 2 000 m. prefieren vivir en selvas y matorrales muy densos.

### **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

La época de reproducción se lleva acabo aparentemente durante todo el año concentrándose entre abril y junio. La gestación dura 60-70 días. Las crías pueden nacer en la época seca o a principios de la época de lluvias entre marzo y agosto.

### **COMPORTAMIENTO**

Son de hábitos nocturnos principalmente, buscan el alimento durante las primeras horas de la noche y la madrugada. Son solitarios o viven en parejas, tienen un territorio bien definido que puede sobrelaparse con el de otras parejas. La especie presenta ámbito hogareño muy variable; en machos fluctúa de 17.6 a 99.9 km<sup>2</sup> y en hembras de 6.8 a 20.1 km<sup>2</sup>. Aunque, su preferencia por áreas cubiertas de densos matorrales es notoria en mezquiales, bosques de pino-encino y bosques tropicales húmedos y secos, frecuentemente visto en áreas con vegetación secundaria producto de disturbios, este felino aparentemente se ah beneficiado por este tipo de coberturas vegetales. Hacen sus madrigueras con ramas y hojarasca en huecos de arboles o cavidades en las rocas, siempre en lo mas denso de la selva dependiendo de la región y hábitat.

### **ALIMENTACIÓN**

Su dieta se basa principalmente en pequeños mamíferos como roedores, conejos y aves, así como pequeñas serpientes y lagartijas que cazan. En ocasiones incursionan en granjas donde capturan animales domesticas como aves de corral.

## DEPREDADORES

Los principales depredadores en su etapa juvenil son boas, aves rapaces y mamíferos carnívoros.

## IMPORTANCIA

Esta especie de felino tiene un rol importante en los ecosistemas donde se presenta, ya que ayuda en el control de poblaciones de roedores. Sin embargo también es perseguido por su mala fama y desconocimiento, de ser una especie peligrosa además de llega a atacar pequeños animales domésticos por lo cual es perseguido esto sin contar con la alteración y fragmentación de su hábitat.

## DISTRIBUCIÓN

Se le encuentra en regiones tropicales desde el sur de EU hasta Sudamerica. En Mexico se encuentra desde Sonora y Tamaulipas hasta Chiapas.

*Lynx rufus* (Schreber, 1776)

(Gato montés)

## DESCRIPCIÓN

Es un felino de talla mediana, piernas largas, las delanteras son más largas que las traseras, provisto de una cola muy corta, cuya punta es negra en la parte dorsal y blanca en la parte ventral, con indistintivos anillos negros, la cual mide más de la mitad de la longitud de la pata trasera. Las orejas son grandes y puntiagudas. Con una longitud total: 650-1250; cola: 110-190. Altura al nivel de los hombros de 450-580. El peso puede variar desde 4.1-15.3 kg. Puede mostrar dimorfismo sexual los machos son 10% más grandes y un 25-80% más pesados que las hembras. La coloración en *Lynx. rufus* es más rojiza. El pelaje del gato montés es denso, corto y suave. Ocasionalmente pueden presentarse casos de melanismo y el albinismo puede ocurrir.

La coloración en general es amarillenta o café rojizo, con numerosas manchas negras, el vientre es blanco con manchas negras). La parte superior de la cabeza esta jaspeada con líneas negras, así como la cara dorsal de las orejas es negra con una mancha blanca, poseen un mechón de pelo en la punta la cual puede estar ausente durante la muda. La variación individual de color es considerable, por diferencias geográficas o estacionales, posee dos mechones de vibrisas faciales en cada mejilla.

### **HÁBITAT**

Ocupa una gran variedad de hábitats, desde áreas áridas en el noroeste, pantanales subtropicales en el sureste y montañas boscosas del norte. Siendo abundante en el norte de México, extendiendo su área de distribución hacia el sur en las altiplanicies templadas, en las zonas montañosas de bosques de pino, pino-encino y oyamel del centro de México, así como también en matorrales, en combinación con sitios rocosos y cañadas profundas, campos cubiertos de chaparral, arbolados ralos y sembradíos densos como cañaverales

### **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

es un felino polígamo, las hembras son estacionalmente poliestrás. La madurez sexual se presenta al primer o segundo año de edad en las hembras y los machos llegan a ser fértiles a partir del segundo año. La época precisa de reproducción en México no se conoce, aparentemente el apareamiento es más común a principios de verano en los meses de agosto y julio, también, se pueden reproducir entre los meses de abril y septiembre. El ciclo estral dura en promedio 44 días, el estro se presenta durante 5-10 días. El período de gestación dura alrededor de 62 días. La estación de apareamiento de *L. rufus* varía geográficamente. El número de crías en promedio por camada es de tres en un rango de 1-8, nacen cubiertos de pelo y con los ojos cerrados, con un peso entre 280-340 gr. Abren los ojos a los 10 días de edad. A las cuatro semanas de edad las crías comienzan a explorar en los alrededores y requerir de alimento sólido. Son



destetados a la séptima o octava semana de edad comienzan a acompañar a la madre en cortas excursiones. A los cuatro meses de edad se mueven alrededor del ámbito hogareño de la madre y a los siete meses se dispersan de su área natal comenzando a independizarse. Las crías pueden permanecer con la madre durante 12 meses, en este período la madre les enseña a cazar y evitar los peligros naturales. Los machos jóvenes pueden viajar entre 158-182 km durante su dispersión.

### COMPORTAMIENTO

Son felinos solitarios, forman parejas solamente durante la época de apareamiento. Su actividad es principalmente durante la noche, en ocasiones se le puede observar durante las primeras horas del día. Pasan gran parte de su tiempo buscando alimento. Cuando cazan, generalmente lo hacen solos o en grupos constituidos por la hembra y sus crías. Raramente trepan a los árboles para cazar, regularmente acechan a sus presas muy sigilosamente y con mucha paciencia, hasta que después de un rápido salto la capturan. Cada gato montés tiene un área de caza más o menos fija de varios kilómetros de diámetro, los desplazamientos generalmente son nocturnos llegan a ser desde 3-11 km; ambos sexos exhiben un patrón similar de actividad, dentro del cual tiene un número indeterminado de sitios de descanso durante el día, estos pueden estar en cavidades rocosas, árboles y troncos huecos, entre matorrales y zacatonal de cobertura densa.

Las madrigueras natales, generalmente se encuentran en sitios relativamente inaccesibles y a menudo son usados durante varios años, estos se encuentran en cuevas naturales en áreas rocosas. Las hembras frecuentemente mueven a las crías a madrigueras adyacentes, pueden tener desde 1-5 madrigueras extras para la crianza de la camada, con esto ofrecen protección para las crías y están ubicadas a unos 6.5 km de distancia de la madriguera natal. *L. rufus* utiliza caminos, senderos, plantaciones y acantilados para viajar. Seleccionan su ámbito hogareño con

densidades altas en brechas y densidades bajas en carreteras. La preferencia del hábitat en machos y hembras es estacional a lo largo del año reflejado grandemente por la abundancia de presas. El ámbito hogareño se incrementa si la abundancia de alimento decrece. El ámbito hogareño en los machos se incrementa durante la estación de apareamiento y de las hembras es más pequeño durante el período de apareamiento y crianza.

Generalmente, el ámbito hogareño de individuos del mismo sexo no se traslapa apreciablemente, sin embargo, los de los machos y hembras usualmente se traslapan extensivamente. Los adultos residentes en un área ocupan ámbitos hogareños que se estiman en un rango de 0.6-201 km<sup>2</sup>. El número de gatos monteses en algunos lugares difiere, variando de 4-274 individuos/100 km<sup>2</sup>. En general, son animales cuya densidad es muy variable, las más altas se encuentran en sitios rocosos y con cubierta vegetal densa, con marcada dependencia con la disponibilidad de alimento, fluctuando de manera semejante a las poblaciones de sus presas. *Lynx rufus* puede competir con el coyote (*Canis latrans*) por el alimento, ya que la dieta del gato montés como la del coyote es similar y los rangos hogareños continuamente pueden ser traslapados. Comúnmente los territorios son mantenidos por signos visuales y olfatorios, depositando heces, orina y esencias de glándulas anales en lugares notorios, ya que juegan un papel importante en la organización social del gato montés. Esta territorialidad es más acentuada en las hembras.

### ALIMENTACIÓN

Debido a la amplia variedad de presas de las cuales se alimenta, se le puede considerar como un depredador generalista. No obstante, es estrictamente carnívoro, La dieta del gato montés se basa casi en un 100% en mamíferos. Entre las presas frecuentes se encuentran conejos, roedores así como armadillos, tlacuaches, musarañas, murciélagos y ocasionalmente de carnívoros como zorrillos, zorras grises comadrejas, mapaches e inclusive de gatos domésticos, al igual que jabalíes y venados. Los

ungulados pueden ser consumidos como carroña, ya sean animales atropellados o cazados. También puede consumir reptiles, peces, insectos, aves silvestres y domésticas. En ciertos casos pueden consumir cervatillos y muy raramente terneras cuando la madre los abandona. *Lynx rufus* no ataca animales domésticos cuando sus presas naturales son abundantes.

### DEPREDADORES

Tienen pocos depredadores naturales, entre los que se encuentra el puma, que como regla general, el gato montés es escaso donde abunda el puma y parece probable que estos grandes felinos realicen depredaciones sobre los más pequeños y no es raro encontrar restos de gatos monteses en los estómagos de pumas. Al igual que coyotes, zorras así como otros gatos monteses que ocasionalmente puede presentar canibalismo, además de perros domésticos y aves rapaces como búhos. Sin embargo, el hombre es el que mayor mortalidad causa ya sea por ejemplares atropellados en carreteras, cacería y trampeo. A veces factores de mortalidad natural incluye la inanición a causa del hambre.

### IMPORTANCIA

Es un depredador efectivo de muchas especies de roedores que se han extendido junto con la agricultura, se le considera un excelente regulador de roedores que podrían convertirse en plaga para los cultivos. Sin embargo, en México los gatos monteses se les mata cuando se les encuentra ocasionalmente.

### DISTRIBUCIÓN

*L. rufus* es el felino más ampliamente distribuido en Norteamérica, se distribuye desde el sur de Canadá hasta Baja California, centro de México y sur hasta Oaxaca y Chiapas.

*Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780)

(Venado cola blanca)

## DESCRIPCIÓN

Son de tamaño mediano, de 70-110 cm de alzada, con una longitud total: 1340-2060; cola: 152-330; pata: 362-521; oreja: 140-229 (Ceballos y Miranda, 1986). Muestra una variación considerable en tamaño y peso. Los machos son aproximadamente de 20-30% más grandes que las hembras y presentan cuernos. El cuerpo es esbelto, con el cuello largo bien desarrollado, grueso y robusto. Las orejas son grandes, lanceoladas, erectas y móviles. Por debajo de los ojos presentan una pequeña glándula preorbital que desemboca en el saco lacrimal. Las extremidades son largas, delgadas y fuertes, cada una posee cuatro dedos, dos están reducidos y los otros dos están bien desarrollados como pezuñas estrechas y agudas. El pelaje es denso, corto y de textura suave. La cola es corta y ancha, cubierta de abundante pelo de color café en la cara dorsal y blanco en la ventral. Presenta dos fases de coloración, dependiendo de la época del año. En verano el pelaje es de color café-rojizo y en invierno es café-grisáceo (poco evidente en regiones tropicales). El vientre y parte interior de las extremidades, cara interna de las orejas, la barba y ancas son de color blanco. Los cervatillos nacen con la piel de color café-rojizo, con manchas blancas en el cuerpo, a los costados y en el dorso. Los machos están provistos de un par de astas iguales y caducas,

## HÁBITAT

El venado cola blanca es uno de los pocos animales en el mundo que puede adaptarse a condiciones muy diferentes y cambiantes. Ocupando áreas tan contrastantes como los bosques tropicales más húmedos y los desiertos más cálidos, hasta las regiones templadas. Habitan en bosques templados de pino, encino y oyamel. Así como en bosques espinosos y bosques tropicales caducifolios de las zonas más áridas.

Presentándose en áreas donde la selva forma bordes con ríos, lagunas, esteros y pastizales. El mosaico de bosques de crecimiento secundario, áreas abiertas, así como el desarrollo de tierras de cultivo y el desmonte, ha beneficiado en cierta manera al venado cola blanca. Prefiere habitar los matorrales de cualquier tipo incluyendo vegetación secundaria, ya que en ellos encuentra protección y abundante alimento.

### **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO**

El apareamiento en el venado cola blanca es promiscuo, donde los machos pelean entre ellos, cubriendo a las hembras el macho más grande y fuerte. El período de reproducción varía con la latitud, pero generalmente se realiza a mediados del invierno entre noviembre y diciembre. Los machos alcanzan la madurez sexual al 1.5 años de edad y las hembras aún jóvenes pueden procrear a los 6-7 meses de edad, pero generalmente esto sucede a 1.5 años de edad. La actividad de procreación de las hembras es influenciada por la presencia de un macho maduro en brama, así como su condición física y genética. El período de gestación oscila entre 201 y 212 días. Sin embargo. En cada camada nacen en promedio una o dos crías. Los cervatillos nacen durante los meses de junio, julio y agosto. Las hembras dan a luz en algún echadero ubicado en los sitios arbustivos más densos. Las crías son amantadas durante seis semanas, tiempo en el cual ya empiezan a ramonear la vegetación, siendo rumiantes eficientes a los dos meses de edad. El destete se presenta típicamente a las 10 semanas. Las crías permanecen con la madre hasta por dos años. Sin embargo, los machos jóvenes abandonan a la madre al primer año de edad.

### **COMPORTAMIENTO**

Es crepuscular, principalmente en las primeras horas de la mañana y al anochecer. Algunas veces están activos durante el día. Sin embargo, la actividad puede variar de acuerdo a diferentes variables medioambientales, incluyendo disturbios humanos, presenta una gran tolerancia a la presencia humana, al igual que a las prácticas

## Capítulo VIII

agrícolas y forestales, así como a la intensa persecución de la cual es objeto. Los venados cola blanca viven en áreas bien delimitadas en las que encuentren agua, alimento y sitios de descanso (hechaderos), donde pasan la mayor parte del tiempo rumiando, generalmente se encuentran ubicados entre lo más denso de la vegetación. Los matorrales densos de cualquier clase son los refugios favoritos como los bosques de encino arbustivo, acacia y entre vegetación secundaria, que le proporcionan la mayor parte de su alimentación. Habitualmente permanecen en estos lugares, pero en alguna época del año, ya sea por sequía o en el invierno realiza migraciones, lo más común es que sean altitudinales, para posteriormente regresar a su sitio original. Estos traslados estacionales se presentan en respuesta a cambios locales, como la disponibilidad de alimento, cobertura vegetal, agua y a la interacción con el ganado, así como a los depredadores.

Son gregarios, con grupos sociales básicos, el pequeño grupo familiar está centrado alrededor de una matriarca con hembras jóvenes (cervatos de generaciones previas) y otros cervatillos, así como grupos fraternales compuestos por adultos y ocasionalmente de machos jóvenes. Un grupo familiar pueden permanecer juntos alrededor de un año, excepto durante el la época de apareamiento. Los machos adultos tienden a separarse de estos grupos todo el año. Animales jóvenes que se marchan de sus áreas natales pueden dispersarse cruzando distancias de entre 10-200 km. El ámbito hogareño varía inversamente con la densidad y cobertura vegetal, así como la diversidad del hábitat. Los movimientos dentro del ámbito hogareño están influenciados por la edad, sexo, densidad poblacional, interacciones sociales, estación y características del hábitat. Los machos se mueven más y ocupan grandes rangos hogareños especialmente durante la época de celo. Se desplazan a través de la densa vegetación por medio de senderos que ellos mismos forman por el uso constante. Sus requerimientos de agua son grandes, por lo que se les ve obligados a trasladarse en ocasiones a grandes distancias durante la noche a los arroyos o manantiales.

## ALIMENTACIÓN

Es un mamífero herbívoro, ocupa más tiempo alimentándose, seleccionando el alimento más nutritivo que encuentre disponible. Son ramoneadores, alimentándose de la punta de las ramas de los árboles, arbustos y hierbas. Su dieta varía estacionalmente de acuerdo a la región donde habite. En hábitats de matorrales xerófitos del noreste de México el nopal (*Opuntia engelmannii*) y el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), constituyen un alimento importante como suplemento forrajero en la dieta del venado cola blanca a lo largo del año. Las plantas suculentas constituyen el 70% del total de su dieta durante la estación seca. Durante la primavera y principios de verano, los pastos dominan la dieta. En el otoño predominan plantas y brotes tiernos, así como algunos frutos como bellotas cuando están disponibles. La dieta invernal está determinada por la disponibilidad del alimento como hojas secas de árboles deciduos, juncos, pastos, hongos y renuevos leñosos. En áreas agrícolas las cosechas son un importante recurso alimenticio durante el año en el que se incluyen maíz, frijol y alfalfa, que son altamente utilizadas durante la estación de crianza. De igual manera, tienen un gusto especial por el chile, col, calabaza, melones y viñedos. Sin embargo, la mayoría de las plantas preferidas son invasoras secundarias de terrenos donde se ha cortado el bosque.

## DEPREDADORES

Históricamente el puma, además del jaguar, son los principales depredadores del venado cola blanca, así como el gato montés, coyote y otros carnívoros depredadores ocasionales. Sin embargo, hoy en día, los perros domésticos son los depredadores más expandidos, atacando principalmente cervatos, hembras preñadas y venados desnutridos. Además de estos depredadores, sus poblaciones son mermadas por parásitos y principalmente por el hombre.



## **IMPORTANCIA**

El venado representa un valioso recurso para la gente de campo ya que constituye una fuente de proteínas, así mismo, es un mamífero de gran importancia cinegética. Sin embargo, el número de ejemplares de venado cola blanca ha decrecido donde antes eran abundantes, después del desmonte de las tierras y la explotación forestal, también han sido reducidas sus poblaciones como resultado de la cacería. En muchos lugares, esta especie ha sido llevada a un límite de extinción local. En ciertas épocas, incursionan en los cultivos que quedan lejos de las granjas causando fuertes daños en las cosechas y por tal motivo igualmente son perseguidos. El resultado de esta persecución sin fin de los venados, es una aguda disminución en casi todo México. Esta situación se agrava por el sobrepastoreo del ganado doméstico en las áreas donde se encuentran aún venados.

## **DISTRIBUCIÓN**

Es uno de los mamíferos de Norte América más ampliamente distribuido, desde el sur de Canadá a través de los Estados Unidos, costas del Atlántico hasta América Central y norte de América del Sur. En México ocupan todo el territorio, así como a lo largo de las islas del Golfo de México, con excepción de la Península de Baja California.

#### 8.4.2 Anfibios y reptiles

##### *Rhinella marina* (linnaeus, 1758) sapo venenoso

**Descripción:** Sapo de talla grande y cuerpo robusto, la talla de las hembras excede aquella de los machos y puede alcanzar una longitud HC 200 mm, la cabeza es tan larga como ancha, las extremidades son cortas y robustas. El cuerpo presenta tuberculos grandes, esparcidos irregularmente por todo el cuerpo. Tienen glándulas paratoides grandes y triangulares que se extienden posteriormente hasta los hombros. Las crestas craneales se encuentran bien desarrolladas y prominentes, los dedos de las manos y pies son cortos con las puntas redondeadas, los tímpanos son más pequeños que el diámetro de los ojos, carecen de membranas entre los dedos de las manos, mientras que en los dedos de los pies presentan una pequeña membrana en la base, existe un distintivo pliegue torzal, y los machos tienen un saco vocal subgular.



**Hábitos:** Son diurnos y nocturnos, se alimentan de insectos, se reproducen durante la época de lluvias.

**Hábitat:** Habita en matorral subtropical, selva baja, matorral xerófilo, manglar, palma

*Exerodonta smaragdina* (Taylor, 1940) ranita

**Descripción:** Son ranitas pequeñas (LHC 28 mm.) la coloración general es verde pálido amarillento, en ocasiones con manchas oscuras muy pequeñas en el cuerpo. Hay una línea oscura entre el nostrilo y el ojo. La porción inguinal y algunas partes de los muslos en ocasiones con tonos rojizos. Ventralmente son de color claro.

**Hábitos:** Son nocturnas, arborícolas, riparias e insectívoras. Se reproducen por huevos depositados en charcas y estanques, los renacuajos presentan metamorfosis.



**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia y vegetación riparia. Se les encuentra en arboles y arbustos y en los alrededores de arroyos y cuerpos de agua.

Es una especie endémica a México, que se distribuye por la vertiente del pacifico, desde Sinaloa hasta Michoacán y por la sierra desde el sur de Sinaloa hacia el noreste de Michoacán y en Morelos.

*Lithobates forreri* (Boulenger, 1883) rana común

**Descripción:** Son ranas medianas (LHC 102 mm) de color general del dorso verde olivo, con manchas oscuras en el cuerpo, y bandas en las extremidades, una línea oscura entre la punta del hocico y el tímpano hacia la ingle por los lados del cuerpo. Ventralmente son de colores claros.



**Hábitos:** Son nocturnas, riparias e insectívoras. Depositán sus huevos en estanques y charcas, presentan fase larvaria.

**Hábitat:** Habitan en selva baja caducifolia y vegetación riparia, se les encuentra en los alrededores de cuerpos de agua. Se distribullen por la vertiente del pacífico, desde Sonora hasta Centroamérica.

*Hemidactylus frenatus*

(Schlegel, 1836)

Besucona

**Descripción:** Lagartija pequeña, que presenta ojos sin párpados, una escama traslúcida y una pupila vertical que revela sus hábitos crepusculares, las escamas dorsales son granulares y están



Foto: Oscar Medina Agilar

mezcladas con algunos tuberculos pequeños, escamas ventrales redondeadas y aplanadas. Poros femorales de 15 a 18 en cada lado, dispuestos en una serie continúa en forma de V invertida. Una característica particular de esta especie son 2 hileras continuas de laminillas en la parte ventral de los dedos, que van desde las primeras falanges, hasta la base de la uña, la cual sobresale ampliamente entre las 2 hileras de laminillas.

**Hábitos:** Es de hábitos arborícolas y terrestres, son nocturnas, insectívoras y ovíparas. se alimentan de pequeños insectos coleópteros, hemipteros, etc. Se puede encontrar bajo cortezas, troncos, suelos, árboles y arbustos.

**Hábitat:** Habitan en selva baja caducifolia y matorral xerófilo





*Heloderma horridum* (Wiegman, 1829) lagarto venenoso

**Descripción:** Lagartos grandes con el cuerpo cubierto de escamas granulares agrandadas, escamas ventrales cuadrangulares lisas, cabeza robusta y aplanada en sentido dorsoventral, cuerpo y extremidades robustas, cola casi del mismo tamaño que la longitud del cuerpo, robusta y no es autotómica, lengua larga y



bifurcada en el extremo, la coloración es café muy oscuro casi negro, con pequeñas manchas irregulares de color amarillo dispuestas sobre todo el cuerpo, hay variaciones en el tamaño de las manchas y el color de la cola. En algunos la cola anillada con 11 bandas amarillas angostas y en otras completamente oscuras con algunas escamas de color amarillo.

**Hábitos:** Habita en lugares de abundantes rocas, en los cuales se encuentran numerosas cuevas, es de hábitos diurnos, su alimentación está basada en huevos de algunas aves que los depositan en tierra, también suele alimentarse de roedores como son los ratones.

**Hábitat:** Habitan en selva baja caducifolia, subperenifolia y matorral xerófilo.



*Ctenosaura pectinata* (Wiegmann, 1834) Garrobo

**Descripción:** Son lagartijas muy grandes (LHC 360 mm), robustas y de cola larga con anillos de escamas espinosas, presentan una cresta a lo largo de la región ventral del cuerpo y un pliegue gular transversal en el cuello, más notorio en los machos. La coloración general del dorso es grisácea a negruzca, con los lados del cuerpo amarillento en los machos y naranja en las hembras. La cola tiene bandas claras y oscuras alternadas, las crías son completamente verdes. Ventralmente son de coloración oscura.

**Hábitos:** Son diurnas, arborícolas, terrestres y omnívoras que se alimentan de hojas, flores y frutos e insectos, son ovíparas.

**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia, matorral xerófilo, manglar y palmar. Se les encuentra sobre árboles, arbustos y en el suelo. Son endémicas a México, con una distribución que abarca desde Durango y Sinaloa hasta Chiapas.



*Iguana iguana* (Linnaeus, 1758) iguana verde

**Descripción:** Esta especie es de tamaño grande (1400 mm.) el cuerpo es robusto y comprimido lateralmente. Los machos presentan una cresta en la línea vertebral que se extiende desde la cabeza a la cola. La cola es



Foto: Alejandro Ordoñez

extremadamente grande, los ojos son moderadamente grandes, un abanico gular bien desarrollado se encuentra en los machos. Existe un cambio de color de acuerdo a la edad, los individuos jóvenes son verdes brillante, mientras que los adultos son verde olivo, con coloraciones naranjas o amarillo en las extremidades, los adultos presentan barras transversales en el dorso.

**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, vegetación riparia y manglar.

**Hábitos:** Son arborícolas, viven en arboles de talla muy grande que se localizan cerca de los ríos y conservan el follaje durante todo el año, los adultos de esta especie son estrictamente herbívoros, mientras que los juveniles parecen ser herbívoros pero por también se les ha observado comiendo insectos, son especies diurnas que presentan su actividad de 10 de la mañana a 6 de la tarde presentando su mayor actividad entre las 2 y tres de la tarde. La población de esta especie se reproduce en los primeros meses del año, y las crías emergen del huevo en la época de lluvias. El tamaño de la nidada es de 23 a 42 huevos.

*Sceloporus horridus* (Wiegmann, 1834) Roño espinoso

**Descripción:** Lagartijas de tamaño mediano (75-100 mm), de aspecto robusto y espinoso. Cabeza ancha con cuello poco conspicuo; escamas del cuerpo imbricadas y fuertemente aquilladas y mucronadas; con cuatro escamas supraoculares a cada lado. Seis o menos poros femorales en ambos muslos (Smith y Taylor, 1950). La coloración del dorso es castaño claro o pardo grisáceo, con un par de franjas dorsolaterales de color blanco amarillento a cada lado del cuerpo, que se originan en el cuello y finalmente en la región caudal; región ventral de color verde claro; región gular con barras inconspicuas de color gris.



**Hábitat:** Habita ambientes de matorral espinoso y selva baja caducifolia.

**Hábitos:** Es arborícola, diurna, insectívora, se reproduce en la estación de lluvias y el tamaño de la nidada es de 7 a 16 huevos (Ramírez Bautista, 1991). Esta especie es endémica a México, tiene una distribución amplia, se encuentra en la vertiente del pacífico, se extiende desde una pequeña franja en el sur de Sonora, hasta el centro de Oaxaca, abarcando también algunos estados del centro del país y la cuenca del balsas.

*Sceloporus melanorhinus* Bocourt, 1876 (Cuije)

**Descripción:** Lagartija de tamaño mediano a grande y de forma robusta. Cabeza redondeada; un pliegue o bolsa nugal, con numerosos gránulos en la región lateral; escamas del dorso imbricadas y quiladas; escamas de la cabeza lisas, las supraoculares realzadas, dando la apariencia de que presentan cuernos; cuatro escamas supraocular; numerosos poros femorales.



El cuerpo es pardo grisáceo; una mancha color gris interorbital, con una mancha gris en la región nugal, que se extiende a nivel de los hombros; en la región dorsal tienen barras discontinuas transversales; el vientre de los machos presenta parches de color azul fuerte y amarillo – naranja, en las hembras el color azul es tenue. Esta especie se caracteriza por la coloración brillante del vientre de los machos.

**Hábitos:** Esta especie es de hábitos totalmente arborícolas, ya que siempre se les ve asoleándose en los arboles, su época de actividad es durante la estación húmeda, cuando se reproduce; el tamaño de la nidada va de 6 a 9 huevos en una sola puesta en la estación reproductiva. Se alimenta de insectos.

**Hábitat:** Esta especie se distribuye en ambientes húmedos, habita en selva baja caducifolia y selva mediana caducifolia. Se distribuye por toda la vertiente del pacifico desde Nayarit hasta Guerrero y en la cuenca del Balsas.

*Sceloporus ochoterenae* (Smith, 1934) Chintete

**Descripción:** Lagartijas pequeñas que presentan una escama rostral, sin escamas postrostrales, internasales agrandadas, el dorso es de color café claro, con una banda para ventral color blanco cenizo en cada lado, que se inicia en el cuello y se prolonga hasta la base de la cola, costados color café



más oscuro que el dorso, el campo comprendido entre las bandas paravertebrales con manchas diagonales de color café más oscuro, escamas de la región mentonal de color amarillo claro, región gular azul claro con algunos puntos blancos, cuello y tórax de color blanco cenizo, los machos con manchas ventrales de color azul claro, costados algunas veces de color amarillo, en hembras el vientre es de color blanco cenizo con azul tenue.

**Hábitos:** Es una especie diurna, insectívora, terrestre.

**Hábitat:** Especie endémica a México, que habita en la selva baja caducifolia y subperenifolia.



*Sceloporus gadovi* Boulenger, 1905 (Chintete, lagartija de árbol)

**Descripción:** Lagartija de tamaño mediano, llega a alcanzar una LHC de 67 mm. Los machos son más grandes y robustos que las hembras la LC es 1.2 a 1.3 veces, mayor que la longitud del cuerpo. Las escamas del cuerpo son pequeñas y quilladas, las escamas ventrales son lisas. La cola se encuentra comprimida lateralmente en machos, la cual la distingue del resto de las especies del género, la cola presenta un color azul marino o azul cobalto, en hembras la cola es cilíndrica y de color naranja a rojo. La coloración dorsal es grisácea con varias manchas oscuras, claras y azules. Unas barras laterales oscuras están presentes en los lados del cuello se presenta una barra oscura lateral la región gular se encuentra barrada, ventralmente los machos son de color azul marino y las hembras presentan un color azul claro y rosa.



**Hábitos:** Es terrestre y de hábitos saxícolas suelen ser vistas en sitios con paredes rocosas o erosionadas, es una especie insectívora, la dieta de esta especie está constituida principalmente por varios tipos de hormigas (Hemynoptera) termitas (Isoptera) larvas y adultos de escarabajos (coleóptera) abejas (Hymenoptera, larvas de mariposas (Lepidoptera) chapulines (Ortóptera), insectos palo además de arañas.

**Hábitat:** Se encuentra en regiones semiáridas, en la selva baja caducifolia, esta especie es endémica de México, su distribución se encuentra solo en el centro de México en los estados de Guerrero, Michoacán, Morelos, Puebla y noreste de Oaxaca.

*Sceloporus utiformis* (Cope, 1864) roño del suelo

**Descripción:** Lagartija mediana, de forma alargada y esbelta. El color de fondo es pardo oscuro con dos líneas crema en la región dorsolateral y una serie de manchas de color pardo intenso u oscuro a negras a lo largo del dorso; cola anillada con franjas de color pardo; región ventral de azul tenue a blanco amarillento, garganta y pecho de color blanco amarillento miembros con barras de color gris pardo a oscuro.



**Hábitos:** Esta especie de hábitos diurnos y terrestres, vive dentro del bosque, entre la hojarasca, su actividad se realiza entre 10 am y 5 pm, principalmente en la época más húmeda del año que es cuando se lleva a cabo su reproducción; es ovípara y las crías nacen entre los meses de octubre y noviembre; el tamaño de la nidada es de cinco a ocho huevos. En una sola puesta durante todo el año. Se alimenta de pequeños invertebrados.

**Hábitat:** Esta especie habita en selva baja caducifolia y mediana caducifolia desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm. Bosque espinoso y palmar.



*Urosaurus bicarinatus* (Dumeril, 1856) Chintete

**Descripción:** Son lagartijas pequeñas (LHC 45 mm) de piel granulosa. La coloración general del dorso es grisácea con puntitos blancos y manchas alargadas de color café oscuro en el cuerpo, extremidades y cola. Ventralmente son de color claro con garganta de color amarillo en hembras y azul en machos.



**Hábitos:** Son diurnos arborícolas insectívoros y ovíparos.

**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y vegetación riparia. Es una especie endémica a México con amplia distribución en el occidente de México, desde el sur de sonora y chihuahua por el interior, hasta el sur de Puebla y norte de Oaxaca. Por la costa del pacifico desde sonora hasta Chiapas.

*Anolis nebulosus* (Wiegman, 1834) roño de paño

**Descripción:** Son lagartijas pequeñas (LHC 43) y de cola larga, se caracterizan por presentar un abanico grande y desplegable, desde la garganta a la región del tórax, de color naranja con marguen blanco



más notorio y grande en los machos que en las hembras. La coloración general del dorso es grisácea, con una línea oscura entre los ojos y barras transversales en los labios, marcas oscuras en forma de V en el cuerpo de los machos y una franja longitudinal clara bordeada de oscuro en el cuerpo de las hembras; extremidades con barras delgadas oscuras y tenues, ventralmente son de color claro.

**Hábitos:** Son diurnas, se les encuentra sobre árboles y arbustos, son insectívoros y ovíparos.

**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia, selva mediana y vegetación riparia.

*Aspidoscelis communis* (Cope, 1878) Cuije

**Descripción:** Es una lagartija mediana (LHC 155 mm) la coloración general del dorso es café con un patrón que varía con la edad; juveniles con líneas amarillas, subadultos con líneas e hileras de puntos amarillentos y adultos con hileras de puntos amarillos, ventralmente son de color café oscuro con tonalidades rojizas en la cola.



**Hábitos:** Son diurnas, terrestres, insectívoras y ovíparas.

**Hábitat:** Habita en la selva baja caducifolia, se le encuentra sobre el suelo, cerca de pastizales.

*Aspidoscelis costata* (Reeder, Cole y Dessauer, 2002) Cuije

**Descripción:** lagartijas rayadas con cabeza triangular y cuerpo robusto, el patrón de coloración de los jóvenes consiste en 6 bandas blancas o amarillo muy claro, dispuestas longitudinalmente sobre el dorso y una sobre la región



vertebral, los campos de las bandas son de color café oscuro, en adultos las bandas se fragmentan y forman puntos claros, sobre los campos oscuros se forman manchas irregulares color grisáceo o algunas veces amarillento con barras transversales color café. Los machos tienen la región de la garganta de color rosa, que se acentúa durante la época de reproducción.

**Hábitos:** Son diurnas, terrestres, insectívoras y ovíparas.

**Hábitat:** habitan en la selva baja caducifolia, palmar, cultivos y pastizal, se les encuentra sobre el suelo.

*Aspidoscelis lineattissimus* (Cope, 1878) Cuije

**Descripción:** Son lagartijas medianas (LHC 112mm) la coloración general del dorso es oscura con varias líneas longitudinales amarillas en el cuerpo, ventral mente son de color claro en hembras y juveniles, y azulosas con manchas oscuras en los machos; cola y partes cercanas a las extremidades posteriores de color azul claro.



**Hábitos:** Son diurnas, terrestres, insectívoras y ovíparas.

**Hábitat:** habitan en la selva baja caducifolia, palmar, cultivos y pastizal, se les encuentra sobre el suelo.



*Aspidoscelis sackii* (Reeder, Cole y Dessauer, 2002) Cuije

**Descripción:** Lagartijas grandes con el cuerpo cubierto de numerosas y pequeñas escamas granulares, cabeza grande, escamas ventrales cuadrangulares, dispuestas en ocho hileras, el número de poros femorales varía entre 32 y 49. La coloración varía considerablemente entre jóvenes y adultos y entre hembras y machos; los jóvenes tienen 6 franjas longitudinales de color blanco, que se hacen difusas y desaparecen en el estadio adulto. Al formar manchas irregulares oscuras que se disponen como barras que cruzan el cuerpo. Los machos adultos tienen el vientre oscuro y la garganta de color rosa pálido, las hembras tienen el vientre de color rosa claro difuso al igual que la garganta.



**Hábitos:** Son diurnas, terrestres, insectívoras y ovíparas.

**Hábitat:** habitan en la selva baja caducifolia, palmar, cultivos y pastizal, se les encuentra sobre el suelo.

*Coluber mentobarius* (Dumeril, Bibron y Dumeril, 1854) Nescua, ratonera

**Descripción:** Culebra de tamaño grande, cuerpo robusto y cola tan larga como un tercio de la longitud del cuerpo, el color general es gris plomizo, incluyendo los extremos de las escamas ventrales, escamas preoculares amarillentas, del mismo color q los bordes inferiores que las escamas supralabiales e



Foto: Oscar Medina Agilar

infralabiales. En el primer tercio del cuerpo una línea de color amarillo difuso, sobre el borde inferior de la primera hilera de escamas dorsales, ventralmente la coloración es amarillo, la garganta del mismo color pero moteada con manchas irregulares de color gris obscuro.

**Hábitos:** Son diurnas, terrestres riparias y carnívoras, se alimentan de ratones.

**Hábitat:** Es una especie endémica a México, habitan en la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y vegetación riparia, manzanillera, palmar cultivos y pastizal



*Drymarchon melamurus* (Boyle , 1827) Tilcuate

**Descripción:** Es una serpiente grande (más de 2 metros), de forma robusta, muy ágil; junto con las boas constituyen los especímenes más grandes de serpientes de la zona; la cabeza relativamente corta.



Máximo número de hileras

a mitad del cuerpo 17 y en la región posterior del mismo 15 o 14; escamas ventrales menos de 202; caudales 78 o menos. Escamas del cuerpo lisas (Smith y Taylor, 1945). El patrón de coloración del cuerpo consiste en barras oscuras, entremezcladas con barras de color blanco amarillento que llegan a tocar la punta de las escamas ventrales. La cola es pardo grisáceo. En organismos adultos el color es pardo fuerte. Labiales superiores e inferiores barradas de pardo oscuro; región ventral anterior con color blanco amarillento y con motas oscuras; región caudal pardo grisáceo.

**Hábitos:** Son diurnas, terrestres riparias y carnívoras, se alimentan de ratones, de lagartijas y serpientes. Son ovíparas.

**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y vegetación riparia, manzanillera, palmar cultivos y pastizal. Es una especie de amplia distribución desde el sureste de los estados unidos y Sonora en México, hasta el norte de Argentina.

*Salvadora mexicana* (Dumeril, Bibron y Dumeril, 1854) Cuijera

**Descripción:** Son serpientes medianas (LHC 915 mm) y esbeltas. La coloración general del dorso es café claro. Con bandas transversales claras y oscuras en el primer tercio del cuerpo,



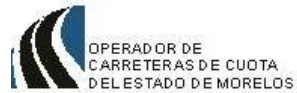
seguidas de varias manchas pequeñas. El resto del cuerpo y cola con cuatro franjas longitudinales café oscuro. La cabeza presenta una mancha de en forma de M. ventralmente son de color claro.

**Hábitos:** Son diurnas, terrestres y carnívoras que se alimentan de lagartijas. Son ovíparas.

**Hábitat:** Habitan en la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, matorral xerófilo, cultivos y pastizal. Se les encuentra sobre el suelo. Es una especie endémica a México que se distribuye por la costa del pacífico, desde Nayarit hasta Oaxaca y en la cuenca del balsas hasta Morelos y Puebla. Además en el norte de Michoacán, centro de Guerrero y en el estado de México.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para la construcción de la Autopista Siglo XXI, tramo El Higuierón (Xicatlacotla)-Jantetelco, en el Estado de Morelos.



Capítulo VIII

---

