

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.....	1
I.1. Datos generales del proyecto.....	1
I.1.1. Nombre del proyecto .....	1
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	1
I.1.3. Duración del proyecto .....	4
I.2. Datos generales del promovente .....	5
I.2.1. Nombre o razón social.....	5
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente .....	5
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.....	5
I.2.4. RFC y Clave Única de Registro de Población (CURP) del Representante Legal .....	5
I.2.5. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	5
I.3. Nombre del consultor que elaboró el estudio .....	6
I.3.1. Nombre o razón social.....	6
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	6
I.3.3. Nombre del coordinador del proyecto.....	6
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.....	6
Referencias .....	6

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

### I.1. Datos generales del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una nueva vía de comunicación terrestre denominada Ramal de Liga entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario (Zumpango), pretendiendo como objetivo contar con una longitud total de 15.970 km, proyectado como un camino Tipo A2 en la clasificación de carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La carretera proyectada tendrá como características: un ancho de corona y de calzada de 12.0 m para alojar los 2 cuerpos en ambos sentidos. La velocidad de proyecto, una vez terminada la pavimentación del tramo, será de 110 km/h.

Para una mayor y mejor interpretación del proyecto se determinó un Sistema Ambiental Regional (SAR), tomando como base principal los aspectos bióticos (clima, geología, geomorfología, edafología e hidrología), así como también el uso del suelo, vegetación y calidad ecológica del sitio, el cual arrojó una superficie de **39,373.00 ha**, lo cual representa el 100 % de superficie determinada para el proyecto. Además se obtuvo un Área Total de Afectación (ATA) que abarca **38.32 ha**; la cual sirvió como base referencial para interpretar los capítulos presentados en la MIA-R.

#### I.1.1. Nombre del proyecto

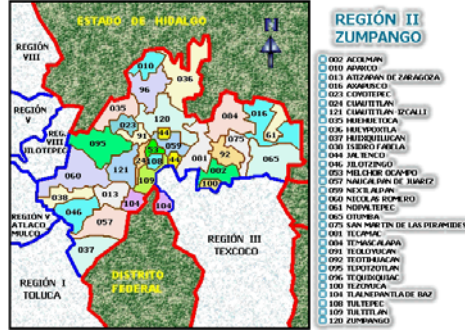
Ramal de Liga entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario (Zumpango), en una longitud de 15.970 km en el estado de México.

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

La ubicación del proyecto se especifica en el *Cuadro 1*, que se muestra a continuación.

**Cuadro 1. Ubicación del proyecto**

Estado	Región económica	Municipios
México	Zumpango (II)	Hueypoxtla y Zumpango



Para la realización del proyecto se determinó un Sistema Ambiental Regional (SAR), el cual incluye los municipios que se muestran en el *Cuadro 2*.

**Cuadro 2. Municipios del SAR**

Municipio	Superficie (ha)
Apaxco	7042.95
Hueypoxtla	14744.25
Tequixquiac	6866.26
Zumpango	10179.55

El SAR contempla 4 municipios, sin embargo el trazo que se somete a evaluación se establece dentro de la jurisdicción de 2 municipios los cuales son: *Hueypoxtla* y *Zumpango*, debido a esto todos los datos correspondientes al aspecto social y económico presentados en la MIA-R hacen referencia principalmente a dichos municipios.

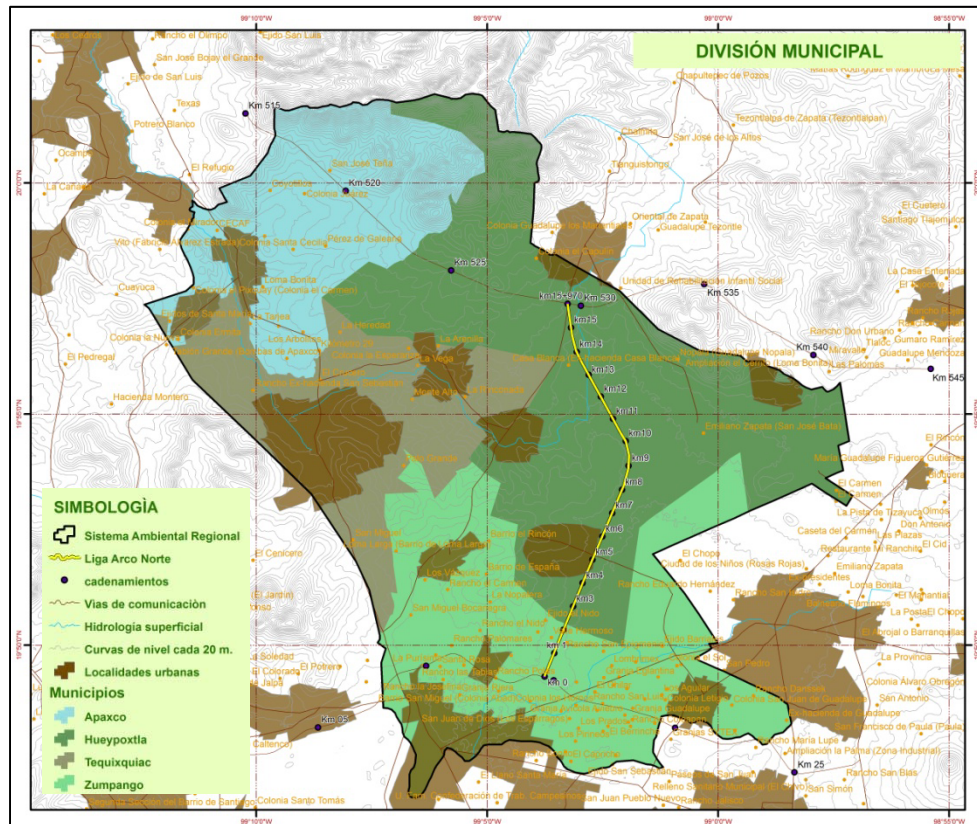


Figura 1. División municipal del SAR del proyecto

El resultado de la sobreposición y acotamiento de los temas que describen a cada componente ambiental y socioeconómico, arrojó un Sistema Ambiental Regional (SAR) de **39,373.00 ha**, cuya superficie será en la que se identifique el proyecto y el alcance de los resultados del presente estudio de impacto ambiental.

**Localidades:** las principales localidades que se encuentran directamente beneficiadas con la construcción del proyecto se incluyen en el *Cuadro 3*.

**Cuadro 3. Principales localidades del SAR**

<b>Localidad*</b>	<b>Municipio</b>
Zumpango de Ocampo*	Zumpango
Tequixquiac*	Tequixquiac
Apaxco de Ocampo*	Apaxco
San Bartolo Cuautlalpan	Zumpango
Jilotzingo	Hueypoxtla
San Francisco Zacacalco	Hueypoxtla
Tlapanaloya	Tequixquiac
Hueypoxtla*	Hueypoxtla
Santa María Cuevas	Hueypoxtla
Santa Ma. Cuevas	Zumpango
Nopala	Hueypoxtla
Emiliano Zapata	Hueypoxtla
Barrio de España Cuevas	Zumpango
Loma Larga	Zumpango
El Carmen	Hueypoxtla
Casa Blanca	Hueypoxtla

Según datos obtenidos con el shp-file del programa GPS-Track Marker, se obtuvieron las coordenadas UTM del trazo que se muestran en el *Cuadro 4*.

**Cuadro 4. Coordenadas UTM del trazo**

<b>UTM X</b>	<b>UTM Y</b>
494312.84	2206662.59
494489.00	2205401.91
494626.19	2204800.06
494801.15	2204413.72
495761.18	2202580.10
496336.97	2201469.96
496513.66	2201166.79
496635.24	2200615.19
496607.49	2200083.36
496443.92	2199421.27
495057.57	2195972.99
493436.37	2191789.17

### **I.1.3. Duración del proyecto**

Para la elaboración del proyecto, se requerirá de un tiempo aproximado de 3 años; esto desde la etapa de preparación del sitio hasta la etapa en la que el proyecto esté terminado para la apertura al tránsito vehicular. Los trámites y el tiempo requerido para los permisos son independientes.

\* Las localidades identificadas con el asterisco corresponden a las cabeceras municipales.

Las etapas generales para la ejecución del proyecto son: preparación del sitio, construcción y abandono del sitio, mientras que la operación del mismo no tiene término ya que al darle el mantenimiento adecuado éste podrá servir por tiempo indefinido.

## I.2. Datos generales del promovente

### I.2.1. Nombre o razón social

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

### I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente

SCT051121BDA

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

Ing. Clemente Poon Hung

Director General de Carreteras

### I.2.4. RFC y Clave Única de Registro de Población (CURP) del Representante Legal

POHC5711234I4

POHC571123HSLNNL09

5

### I.2.5. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Av. Insurgentes Sur 1089, 14º piso. Col. Noche Buena. Del. Benito Juárez. C.P. 03720. México D.F.

Teléfono: (55) 5482 4200, ext. 11214.

Fax. (55) 5482 4208.

E-mail: [dhernans@sct.gob.mx](mailto:dhernans@sct.gob.mx)

### **I.3. Nombre del consultor que elaboró el estudio**

#### **I.3.1. Nombre o razón social**

BIIA – Biología Integral en Impacto Ambiental

#### **I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

BBI080627E65

#### **I.3.3. Nombre del coordinador del proyecto**

Biól. José Gabriel Téllez Torres

#### **I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio**

Diagonal Cuauhtémoc 3124, Col. Valle Dorado. C.P. 72080. Puebla, Pue.

Teléfono / Fax: (222) 242 8114 y 231 5089.

Correo electrónico: [contacto@biia.com.mx](mailto:contacto@biia.com.mx)

### **Referencias**

GEM, Gobierno del Estado de México. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, estado de México, municipios: Apaxco, Hueypoxtla, Tequixquiac y Zumpango. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

LGEEPA, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2003. 21ª edición actualizada, Tomo I. Editorial Porrúa, México.

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. [www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx) (consultado en febrero, 2010).

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.....	8
II.1. Información general del proyecto.....	8
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	9
II.1.2. Justificación.....	9
II.1.3. Ubicación física.....	10
II.1.4. Inversión requerida.....	10
II.2. Características particulares del proyecto.....	11
II.2.1. Programa de trabajo.....	11
II.2.2. Dimensiones del proyecto.....	12
II.2.3. Representación gráfica regional y local.....	14
II.2.4. Preparación del sitio y construcción.....	18
II.2.4. Operación y mantenimiento.....	23
II.2.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	26
II.2.6. Residuos.....	27
Referencias.....	30



## **II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES**

### **II.1. Información general del proyecto**

El proyecto carretero consiste en la construcción de una ruta nueva así como de su pavimentación a lo largo de 15.970 km, en el estado de México.

La longitud del tramo deberá cumplir con las características de construcción de un camino Tipo A2. También se contempla la construcción de obras complementarias y asociadas; entre las que destacan: dos entronques y tres Pasos Inferiores Vehiculares (PIV) sobre el mismo trazo.

Para la ejecución de la obra se requiere de las siguientes etapas, mismas que se evaluarán en el presente estudio, así como sus actividades:

#### **1) Preparación del sitio**

- a. Desmonte
- b. Despalme

#### **2) Construcción**

- a. Construcción de obras provisionales
- b. Cortes y terraplenes
- c. Construcción de obras complementarias (incluye obras de drenaje menor, entronques y PIV)
- d. Pavimentación
- e. Señalización

#### **3) Operación y mantenimiento**

- a. Circulación Vehicular Diaria
- b. Actividades de mantenimiento de la carretera.

#### **4) Abandono del sitio**

Esta etapa no se considera por ser una obra de utilidad continua; sin embargo, se podrán desarrollar dentro de esta el retiro de las obras provisionales desarrolladas durante la etapa de construcción del proyecto (bodegas, talleres, oficinas, campamentos etc.), dejando el sitio antes de ser abandonado en condiciones similares a las encontradas.

### II.1.1. Naturaleza del proyecto

Con la información del proyecto descrita anteriormente se deberán cumplir las características de un camino Tipo A-2 de acuerdo con la clasificación de carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Por lo tanto, se determina que dicho proyecto requiere de la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-R), de acuerdo con lo establecido en el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA; ya que es una obra que se construirá con insumos de la Federación, promovida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Es importante aclarar que de acuerdo al Artículo 28, fracciones I y VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 5, incisos B y O de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, se somete a evaluación la presente MIA-R. En ésta, se presentarán los posibles impactos por la realización de dicho proyecto, los cuales para no alterar el entorno ecológico, se propondrán medidas de mitigación y preventivas las cuales aminorarán los posibles impactos. Cabe destacar, que para la realización de este proyecto se verán impactos negativos hacia diferentes componentes ambientales, pero el nuevo puente anulará los presentados por el actual, beneficiando los sectores sociales y económicos.

### II.1.2. Justificación

El reflejo de una sociedad en desarrollo y sinónimo de una civilización avanzada es la construcción de vías de comunicación eficientes y seguras. Las limitaciones económicas y los escasos servicios públicos, han demorado el crecimiento en las comunidades de la región para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores.

El presente proyecto tiene como objetivo principal la mejora de la infraestructura actual, creando una nueva ruta, eficiencia en el traslado de un lugar a otro y seguridad para los transeúntes de dicho libramiento. Así mismo, por el aspecto ambiental tiene el objetivo de la protección del ecosistema y de las especies representativas que se encuentran dentro.

El tramo a construirse deberá disminuir dichos impactos mediante la implementación de medidas de mitigación al daño ambiental y equipamiento del libramiento.

### II.1.3. Ubicación física

Como ya se mencionó en el capítulo anterior el trazo que se somete a evaluación se ubica en la Región económica Zumpango del estado de México, dentro de la jurisdicción de los municipios de Hueypoxtla y Zumpango.

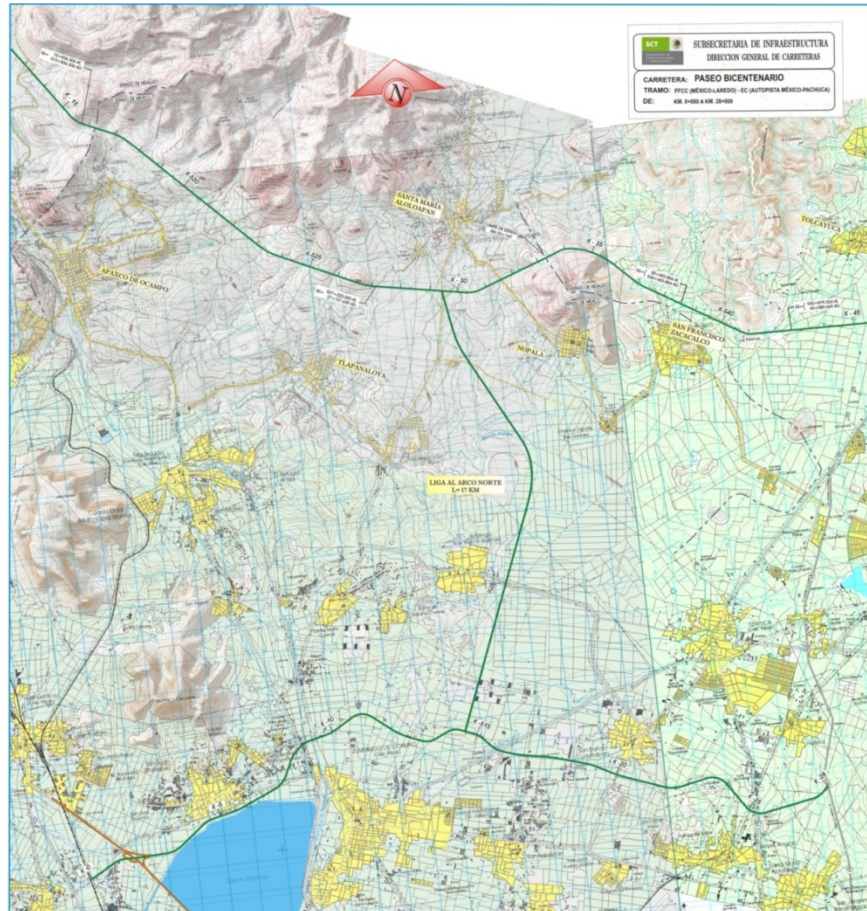


Figura 2. Microlocalización del proyecto dentro del estado de México

*Para facilitar la ubicación del SAR y de la trayectoria del proyecto, se cuentan con coordenadas UTM en tipo SHAPE-FILE, las cuales se pueden obtener en el disco anexo a la presente MIA-R.*

### II.1.4. Inversión requerida

La inversión requerida incluye los costos de las etapas de construcción. Los costos de las medidas de mitigación que se propondrán estarán basados en el presupuesto para elaborar dichas medidas, esto quedará a cargo del promovente.

Para la construcción del proyecto se requerirán de aproximadamente \$ 1 500 000 (un millón quinientos mil pesos 00/100 M.N.) por kilómetro, siendo aproximadamente para toda la longitud una inversión de \$ 23 955 000 (veintitrés mil novecientos cincuenta y cinco millones de pesos 00/100 M.N.). La cantidad en dólares varía de acuerdo al valor de cambio del dólar.

## II.2. Características particulares del proyecto

Por tratarse de un proyecto de Tipo A2 deberá de cumplir con las siguientes características de construcción de acuerdo a la clasificación de la SCT:

*Cuadro 5. Especificaciones de una carretera Tipo A2 (SCT)*

Carretera Tipo:	A2
Superficie de rodamiento:	Pavimentada
TDPA aproximada:	De 5000 a 20000 Veh.
Velocidad de proyecto:	110 km/h
Ancho de derecho de vía:	60.0 m
Ancho de corona:	12.0 m
Curvatura máxima:	1° 45' 00"
Pendiente máxima:	0.55 %
Pendiente gobernadora:	4.0 %

### II.2.1. Programa de trabajo

Elaborar un programa de trabajo en el que se indiquen de manera precisa el mes de inicio de las obras de construcción, así como su conclusión resulta un tanto complicado, ya que el inicio de la construcción de una obra depende de los tiempos de duración de los trámites ambientales y de la licitación de la obra, por lo que hemos considerado un tiempo de 6 meses aproximadamente para la realización de los trámites antes mencionados, distribuidos de la siguiente forma:

*Cuadro 6. Distribución de tiempos previos a la ejecución del proyecto*

Concepto	Actividades	1	2	3	4	5	6
<b>Resolutivo de impacto ambiental</b>	Ingreso de Información complementaria	X	X	X			
	Dictamen Final de la SEMARNAT	X	X	X			
<b>Licitación de la obra</b>	Invitación pública				X	X	X
	Recepción de documentación				X	X	X
	Apertura Técnica				X	X	X
	Apertura Económica				X	X	X
	Fallo				X	X	X

Una vez realizados los trámites correspondientes se podrá iniciar el proceso de acuerdo al siguiente diagrama, el cual es una representación esquemática del programa a realizar. Cabe mencionar que el trabajo se desarrollará en las etapas ya descritas con anterioridad, y una vez que se adquiera el derecho de vía.

*Cuadro 7. Programa de trabajo del proyecto*

Etapa	Actividad	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Preparación del sitio</b>	Desmonte	X	X	X	X								
	Despalme	X	X	X	X								
<b>Construcción</b>	Obras provisionales			X	X								
	Cortes y terraplenes				X	X	X	X	X				
	Obras complementarias				X	X	X	X	X				
	Pavimentación							X	X	X	X	X	
	Señalización							X	X	X	X	X	
<b>Operación y mantenimiento</b>	Tránsito vehicular diurno y nocturno	La operación la realizarán los transportes que circulen el camino las 24hrs del día los 365 días del año.											
	Programa de mantenimiento	Esta actividad queda excluida de dicho programa de actividades debido a que una vez abierto a circulación el camino será una actividad que se desarrollara periódicamente y que estará relacionada a la ocurrencia eventual de los daños al pavimento.											
<b>Abandono del sitio</b>	Desmantelamiento de las obras provisionales												X
	Limpieza del sitio												X
	Retiro de maquinaria y equipo												X
<b>Aplicación de las medidas de mitigación</b>		Se comenzaran a aplicar las medidas de mitigación requeridas descritas en el capítulo IV; desde el inicio de obras ya que algunas de ellas están orientadas con la ejecución de las actividades de las distintas etapas que establece el programa											

### II.2.2. Dimensiones del proyecto

La longitud total del proyecto se estima en 15.97 km con un derecho de vía de 60 m, por lo que el proyecto ocupará un total de 95.82 ha y se requieren unas 3.50 ha adicionales para la construcción de los dos entronques y tres pasos inferiores vehiculares, que sirvan de paso peatonal y ganadero en los cadenamientos donde sean requeridas dichas obras. Todas estas obras se realizarán sobre el mismo trazo y sus características particulares dependerán del proyecto definitivo.

Las especificaciones del camino son: tipo A2, carretera pavimentada con ancho de corona de 12.0 m, ancho de calzada de 7.0 m, acotamientos de 2.5 m, velocidad de proyecto de 80 a 110 km/h. La sección tipo se presenta en la siguiente figura:

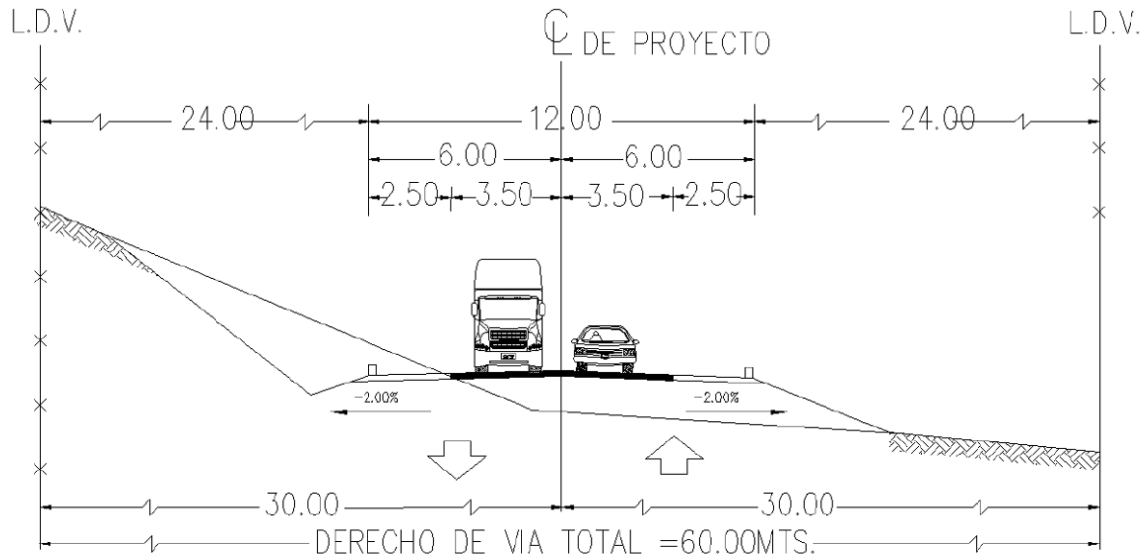


Figura 3. Sección tipo del proyecto

De acuerdo a la siguiente figura representativa de la sección del proyecto se calcula la afectación aproximada que se generará con dicha ejecución:

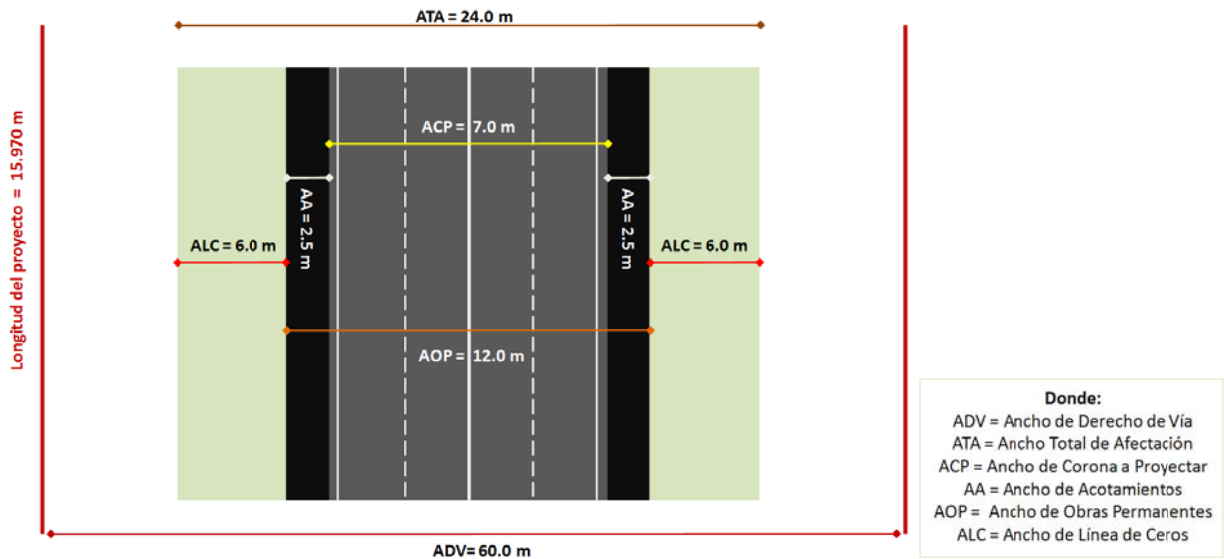


Figura 4. Figura representativa de las dimensiones del proyecto

*Cuadro 8. Dimensiones del proyecto*

<b>Concepto</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Superficie del camino con derecho de vía (15 970 m) (60.0 m)	958 200	95.82
Superficie de las obras permanentes <sup>1</sup> (15 970 m) (12.0 m)	239 550	23.95
Superficie de la línea de ceros <sup>2</sup> (15 970 m) (12.0 m)	239 550	23.95
Superficie que se desmontará y despalmará (Superficie de las obras permanentes más la superficie de la línea de ceros) (15 970 m) (24.0 m)	383 280	38.32
Superficie total destinada para obras complementarias y asociadas	35 000	3.5
Volumen de despalme (15 970 m) (24.0 m) (0.30 m)		114 984 m <sup>3</sup>

### II.2.3. Representación gráfica regional y local

El presente proyecto se ubica en el estado de México, en la zona central de la República Mexicana, al oriente de la mesa de Anáhuac. Se ubica geográficamente entre los paralelos 18°21' y 20°17' de latitud norte y 98°36' y 100°36' de longitud oeste, a una altura de 2,683 msnm, en su planicie más alta que es el valle de Toluca. Colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; y al sur con Guerrero y Morelos; al este con Puebla y Tlaxcala; y al oeste con Guerrero y Michoacán; así como con el Distrito Federal, al que rodea al norte, este y oeste. Cuenta con una extensión territorial de 22,499.95 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 1.09 % del total del país y ocupa el lugar 25 en extensión territorial, respecto a los demás estados.

**ESTADO:** México

**REGIÓN ECONÓMICA:** II denominada Zumpango

<sup>1</sup> Este resultado es la suma del ancho de corona del camino (7.0 m) más la superficie de acotamientos que es de 2.50 m a cada lado obteniendo un total de 12.0 m.

<sup>2</sup> Este dato está considerado de acuerdo a la superficie que se pretende afectar en las actividades de desmonte y despalme. Se considera de 6.0 m a cada lado del camino, obteniendo una superficie de 12.0 m en total, más el ancho de obras permanentes (12.0 m), por lo que la afectación total se llevará a cabo en 24.0 m.



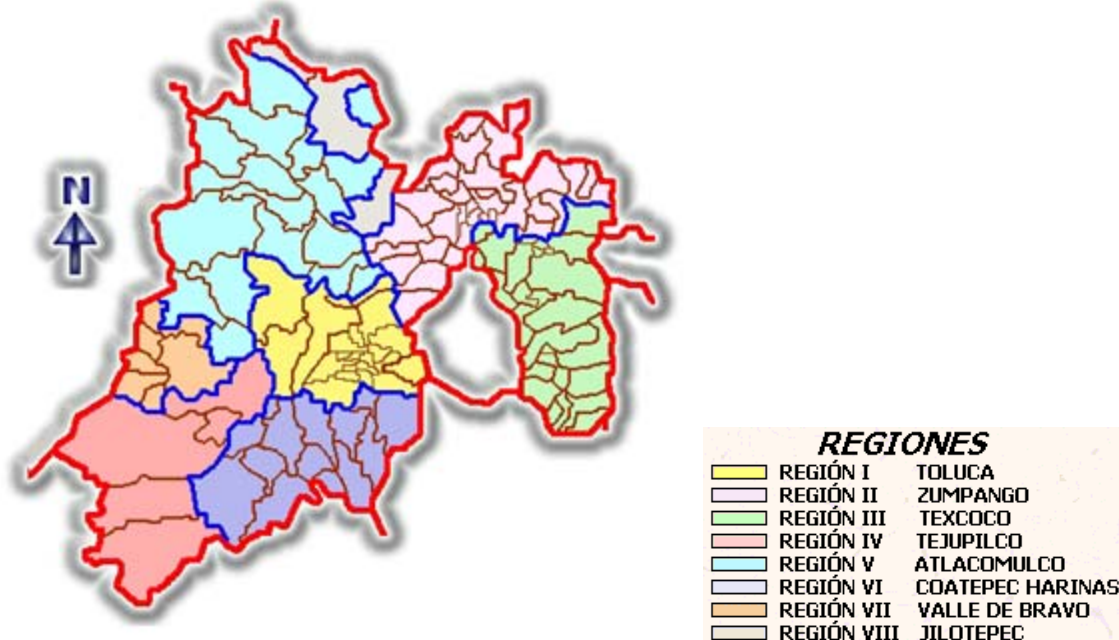


Figura 5.Regionalización económica del estado de México

**MUNICIPIOS:**

**Hueypoxtla** se localiza entre los paralelos 19°49'50" y 20°04'44" de latitud norte y entre los 98°55'55" y 99°08'35" de longitud oeste. Está integrado en tres partes geográficas: la mayor se ubica precisamente al norte del distrito de Zumpango, otra parte al noreste del municipio de Tequixquiac, precisamente por donde se encuentra la hacienda de San Sebastián y la otra al norte del municipio de Huehuetoca y oeste del municipio de Tequixquiac, donde se localiza el rancho El Cenicero. La altura aproximada sobre el nivel del mar de la cabecera municipal es de 2,260 m, mientras que el resto del municipio cuenta con una altitud de 2,335 msnm.

Limita al norte con los municipios de Ajacuba y San Agustín Tlaxiaca pertenecientes al estado de Hidalgo; al oriente con los municipios de Tolcayuca y Tizayuca de ese mismo estado; al sur con el municipio de Zumpango y al poniente, con los municipios de Apaxco y Tequixquiac, estado de México. Cuenta con una extensión territorial de 246.95 km<sup>2</sup>.

**Zumpango** se localiza en la parte noreste del estado de México, entre las coordenadas 19°43'10" y 19°54'52" de latitud norte y entre los 98°58'12" y los 99°11'36" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte con los municipios de Tequixquiac y Hueypoxtla; al sur, Teoloyucan



Cuautitlán, Nextlalpan, Jaltenco y Tecámac; al oriente, Tizayuca y Tecámac; y al poniente, Cuautitlán, Teoloyucan, Coyotepec y Huehuetoca; todos del estado de México, excepto Tizayuca que pertenece al estado de Hidalgo. Cuenta con una extensión territorial de 244.08 km<sup>2</sup>.

Las principales localidades que se encuentran directamente beneficiadas con la construcción del proyecto son:

*Cuadro 9. Principales localidades del SAR\**

Apaxco	Hueyoxtla	Tequixquiac	Zumpango
Apaxco de Ocampo*	Hueyoxtla*	Tequixquiac*	Zumpango de Ocampo*
	Casa Blanca	Tlapanaloya	Barrio de España Cuevas
	El Carmen		Loma Larga
	Emiliano Zapata		San Bartolo Cuautlalpan
	Jilotzingo		Santa Ma. Cuevas
	Nopala		
	San Francisco Zacacalco		
	Santa María Cuevas		

La región donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra en los límites de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que es el ámbito de influencia socioeconómica y físico-espacial de esta regionalización.

Esta región es una cuenca endorreica rodeada de sierras, cuyos escurrimientos desaguan en la planicie lacustre dando lugar a lagos como el de Zumpango, Chalco, Texcoco, Xaltocan y los humedales de Xochimilco. La región hidrológica a la que pertenece el Valle de México es la RH-Pánuco, a la cuenca del río Moctezuma y el proyecto transcurre por dos subcuencas: la del río Salado y del río Tezontepec. La subprovincia fisiográfica a la que pertenece es Lagos y Volcanes del Anáhuac, de la provincia Eje Neovolcánico Transversal.

El actual proyecto pretende unir estas dos vías de comunicación mediante una carretera que ligue a la altura del municipio de Zumpango y Hueyoxtla, en el norte del estado de México.

\* Las localidades identificadas con el asterisco corresponden a las cabeceras municipales.



Figura 6. La foto aérea de Google Earth (2008) muestra la situación actual de la zona. La vegetación natural está restringida a los cerros. En línea verde el Arco Norte de la Cd. de México. En morado el Paseo Bicentenario. En rojo el proyecto.

La vegetación nativa de la región ha sido casi totalmente eliminada desde épocas ancestrales debido al desarrollo de la agricultura, quedando solo remanentes con vegetación de matorral xerófilo y bosques de encino en los cerros. Las especies remanentes del ecosistema original son especies arvenses y ruderales como las chollas, magueyes, nopales y algunas otras plantas. Los ejemplares que se encuentran en mayor abundancia son especies exóticas, destacando el pirul (*Schinus molle*), especie introducida de Sudamérica y la cual ha encontrado en la región centro del país, las condiciones ideales para su propagación. Otras especies introducidas, muy abundantes, son el eucalipto (*Eucalyptus sp.*), la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y el sauce llorón (*Salix babylonica*).

La fauna, como consecuencia de la escasez de hábitats conservados (inalterados), es escasa y poco diversa, de hecho, la vegetación remanente constituye el hábitat mejor conservado de la zona y donde hay mayor número de especies. Entre los ejemplares que aún pueden encontrarse en esta área están conejos (*Sylvilagus floridanus*), liebres (*Lepus californicus*), tuzas (*Pappogeomys sp.*), zorrillos

(*Mephitis macroura*), comadreja (*Mustela frenata*), tlacuaches (*Didelphis marsupialis*), ardillas (*Spermophilus mexicanus*), halcones (*Buteo jamaicensis*), gorriones (*Carpodacus mexicanus*), cincuates (*Phituopsis deppei*), lagartijas (*Sceloporus spp.*), entre otras. Sin embargo, por la presión sobre su hábitat, las poblaciones actualmente son muy reducidas, los pobladores de la zona reportan que ahora es difícil observar algún tipo de fauna.

La zona donde se construirá el proyecto posee vocación agrícola, siendo este uso el presente en el 100% del trazo del proyecto.

#### II.2.4. Preparación del sitio y construcción

Se trata del trazo y apertura de vialidad con las características necesarias para el cumplimiento de las especificaciones para el tipo de carretera A2 y la construcción de 3 entronques a desnivel. La estructura de estos pasos está diseñada para soportar una carga móvil a base de concreto.

En síntesis, al proyecto corresponden las siguientes actividades:

- Desmonte y despalme en la superficie entre línea de ceros del proyecto
- Excavaciones, cortes para alojar la calzada y taludes
- Realización de nivelaciones y construcción de terraplenes
- Construcción de obras de drenaje
- Construcción de pasos vehiculares y entronques
- Construcción de terracerías
- Tendido de carpeta
- Señalización y terminados

**SUPERFICIES:** Se requerirá la liberación de derecho de vía en una superficie total de 95.82 ha para el tramo proyectado.

**Cuadro 10. Tabla de desglose de las superficies a afectar por las actividades del proyecto**

Actividades	(ha)	Superficie (%)
Sistema Ambiental Regional, SAR.	39 373.00	100.000
Derecho de vía (sin obras asociadas y complementarias)	95.82	0.243
Derecho de vía para la construcción de obras asociadas y complementarias	3.5	0.008
Superficie total entre línea de ceros o Superficie total de afectación	38.32	0.097
Campamentos, dormitorios y comedores.	Los trabajadores pernoctarán en cuartos rentados en los poblados cercanos, por lo que no se contempla la instalación de un campamento cercano al extremo del trazo.	
Bancos de préstamo	No se incluyen bancos de préstamo, deberán utilizarse bancos en operación comercial. De no ser así la empresa contratista deberá utilizar material pétreo solo de bancos autorizados en materia de impacto ambiental	
Superficie total en caminos de acceso	No se construirán caminos de acceso, se llegará al frente de obra por medio de caminos secundarios existentes.	
Almacenes, bodegas y talleres	No aplica, todas las reparaciones se realizarán en talleres que operan de forma comercial	
Instalaciones sanitarias	No aplica, ya que se recomienda la colocación de sanitarios portátiles en los frentes de obra	

**DESPALME:** esta actividad se hace para retirar el primer estrato de suelo y tratar de encontrar terreno de mejor calidad donde construir las terracerías, en este caso el despalme será en la longitud de 35,400 m, en el ancho de afectación total que es de 24.0 m y en un promedio de profundidad de 0.30 m. En total se obtendrá un volumen de **114,984 m<sup>3</sup>** del material del despalme del cual aquel que cumpla con las características específicas de la SCT, servirán para la construcción del cuerpo del terraplén.

**NIVELACIONES:** se realizarán de acuerdo a las necesidades que indique el proyecto en cuanto a curvas verticales. Se realizará una extracción del suelo y roca hasta alcanzar la calidad requerida, se compactará la base de dicha nivelación con profundidad de 0.10 m hasta alcanzar el 90 % de su peso volumétrico seco máximo de la prueba Proctor. El producto de las excavaciones se compensará para la construcción de terraplenes.

**OBRAS DE DRENAJE:** Antes de construir los terraplenes se construirán las obras de drenaje correspondientes, como son alcantarillas de tubos de concreto, losas y bóvedas. Las excavaciones para

las estructuras de obras de drenaje se ejecutarán hasta el nivel de desplante que se indica en el proyecto o el que se indique a juicio de la supervisión con una capacidad de fatiga del terreno natural de  $1.80 \text{ kg cm}^{-2}$ ; para ello deberá afinarse la excavación para recibir los elementos estructurales del proyecto ejecutivo.

El material producto de la excavación se aprovechará para la protección de las alcantarillas.

**PIV:** Se calcula la necesidad de construir 3 pasos inferiores vehiculares y para ganado, pero hasta el momento no se cuenta con el número y tipo de obra ya que se trabajo únicamente con el anteproyecto; estas se obtendrán con el proyecto definitivo.

*Cuadro 11. PIV considerados a construcción*

Ubicación del PIV	Camino	Coordenadas
km 5+210	Jilotzingo y San Bartolo Cuautlalpan	19° 49' 19.35" N 99° 02' 40.58" O 2285 msnm
km 13+350	Hueypoxtla – San Miguel Tepetates	19° 26' 01.78" N 99° 02' 54.47" O 2228 msnm
km 14+640	Hueypoxtla – Emiliano Zapata	19° 56' 40.81" N 99° 03' 09.19" O 2297 msnm

**CUERPO DEL TERRAPLÉN:** Los terraplenes, se construirán en tramos de la carretera donde haga falta material para cumplir con la sección del proyecto geométrico. Se utilizará material de banco con operación comercial, según corresponda al tramo del que se esté hablando, el cual tendrá un proceso de compactación en capas de 30 cm pasando la motoconformadora y posteriormente la compactadora hasta alcanzar el 90 % del peso volumétrico seco máximo para la prueba Porter.

**CAPA SUBRASANTE:** se construirá empleando material de los bancos autorizados según el tramo, posteriormente, en el sitio se retirarán rocas, agregando agua hasta compactar al 95 % de su peso volumétrico seco máximo para la prueba Porter, en capas de 15 cm hasta alcanzar un espesor mínimo de 30 cm, tanto en zonas de cortes, como de terraplenes. Se construirán cunetas y contracunetas en los tramos que se requieran.

Para las estructuras del pavimento se construirán las siguientes capas, que se regirán según las Normas de Construcción de la SCT en su libro 3°.

Base hidráulica, se construirá con material de bancos de material con operación comercial, que serán cribados a tamaño máximo de 3.8 cm y se colocarán en el tramo de tal manera que al mezclarse con agua y compactados al 98 % de su peso volumétrico seco máximo Porter.

Base estabilizada, se construirá de materiales provenientes de los bancos de material con operación comercial, éstos se triturarán y cribarán en el banco para obtener un tamaño máximo de 3.8 cm a finos. El material se acarreará al tramo de construcción para que extendido se le agregue el 5 % de cemento portland con respecto al peso volumétrico suelto del material y el agua necesaria.

Se conformará una capa que al ser mezclada y compactada al 100 % de su peso volumétrico seco máximo se obtengan 15 cm.

Se colocará un riego de impregnación, para que una vez terminada la base, barrida, húmeda y sin material suelto se le aplique un riego de impregnación para aglutinarla, el riego se realizará con una emulsión asfáltica tipo RR-3K o alguna similar en dosificación de 0.8 a 1.2 L/m<sup>2</sup>.

El riego de liga tiene la finalidad de unir las capas del pavimento y se aplicará una vez que ha fraguado el riego de impregnación, se efectuará con emulsión asfáltica de rompimiento rápido del tipo RR-3K o alguna similar en dosificación de 0.6 a 1.0 L/m<sup>2</sup>.

Carpeta asfáltica, se construirá utilizando concreto asfáltico de planta, la granulometría del material pétreo será de 1.9 cm a finos y cemento asfáltico del tipo AC-20. Se compactará al 100 % de su peso volumétrico máximo determinado por la prueba Marshall de tal forma que se obtengan 10 cm de espesor. La carpeta deberá tenderse a temperatura mínima de 120°C e iniciarse la compactación a 110°C.

El riego de sello, se coloca para impermeabilizar dicha carpeta y evitar filtraciones de agua y desprendimientos, se aplicara un riego de sello con emulsión asfáltica de rompimiento rápido RR-3K o alguna similar en proporción de 1.4 a 1.8 litros por metro cuadrado, cubriéndolo inmediatamente con material pétreo tipo 3ª en cantidad variable de 9 a 11 p/m<sup>2</sup>. El material provendrá de bancos de material con operación comercial, los materiales pétreos y asfálticos cumplirán las normas de calidad de los materiales indicados en el libro 4 de las especificaciones técnicas de la S.C.T.

**ENTRONQUES:** Se tiene contemplada la construcción de 2 entronques desnivel para unir este trazo con el punto de inicio (Km 0+000) y el final (Km 15+970). Para ello se requerirán 2 ramas a nivel de la carretera. La obra será sobre el derecho de vía de las carreteras correspondientes que están en operación y sobre el derecho de vía que se libere para el proyecto en cuestión.

*Cuadro 12. Entronques considerados a construcción*

Ubicación del entronque	Interceptara el trazo con	Coordenadas
km 0+000	Entronque al Arco Norte de la carretera Zumpango - Opanco	19° 49' 19.35" N 99° 03' 45.60" O 2285 msnm
km 15+970	Entronque del Arco Norte con la Cd de México	19° 57' 22.96" N 99° 03' 15.35" O 2316 msnm

**OBRAS COMPLEMENTARIAS:** Con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de las terracerías y el pavimento es necesario construir obras complementarias como son: bordillos, cunetas, canales y lavaderos que permitan el fácil y rápido desalojo del agua pluvial que se concentra en la superficie de rodamiento de acuerdo con los datos climatológicos observados de la región donde se ubica esta obra.

*Bordillos de concreto hidráulico:* Los bordillos se construirán en los lugares que se indican en el proyecto y serán de concreto hidráulico de  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  con sección de  $144 \text{ cm}^2$  como lo indicará el proyecto utilizando los agregados que cumplan con las normas de calidad especificadas.

*Cunetas revestidas de concreto hidráulico:* Las cunetas que se ubican a la derecha o izquierda de los cortes, se construirán de concreto hidráulico de una resistencia a la compresión de  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  y 10 cm de espesor según se indica en el proyecto utilizando los agregados grava y arena de bancos de material con operación comercial.

*Lavaderos y Canales de Concreto hidráulico.* Los lavaderos sobre los taludes de los terraplenes, canales revestidos de concreto y los que se requieran para proteger y canalizar el agua pluvial en la superficie de rodamiento y la salida de las obras de drenaje, se construirán de concreto hidráulico con fatiga a la compresión de  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  utilizando los agregados grava y arena de bancos de material con operación comercial.



**SEÑALIZACIÓN:** Finalmente se procederá al señalamiento horizontal y vertical: preventivo, restrictivo e informativo definitivo, según se señale en el proyecto de señalamiento.

#### II.2.4. Operación y mantenimiento

**OPERACIÓN:** Una vez terminado el camino se abrirá completamente a la operación diaria la cual la realizarán los vehículos que circulen diariamente el camino; se espera una velocidad para el proyecto de 80 a 110 km/h.

Este camino contará con un programa de conservación durante los primeros cinco años a cargo de la SCT del Estado de México. Para prevenir los riesgos de accidentes durante la operación vehicular, se repintarán las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas como las cunetas.

Como una de las principales medidas al finalizar el proyecto es la de reforestar los linderos del camino, ya que esta medida, mitigará en gran medida los niveles sonoros producidos por los vehículos que circulen el camino.

A continuación se mencionan los programas de conservación preventivos y correctivos, así como el programa de conservación rutinaria de la S.C.T. que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

#### **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA SEGÚN LA S.C.T.**

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro S.C.T.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.



3. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y repara aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el anexo PC-2 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
4. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
5. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada al centro SCT correspondiente.
6. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
7. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

#### **PROGRAMA DE CONSERVACIÓN RUTINARIA**

1. Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:
  - a. Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
  - b. Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
  - c. Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
  - a. Defensas y señales de tipo normal
  - b. Obras de drenaje
  - c. Obras complementarias de drenaje
  - d. Baches, calavereo<sup>3</sup>, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
  - e. Limpieza de cunetas y derecho de vía
  - f. Daños en el camino por efecto de accidentes
  - g. Contracunetas y subdrenajes

<sup>3</sup> Son las operaciones que se realizan para reparar áreas reducidas y aisladas, únicamente de la carpeta asfáltica, para devolverle las características de funcionalidad original.

- h. Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- i. Fallas locales de cortes
- j. Postes y fantasmas
- k. Deshierbe y poda de vegetación
- l. Pintura en general

**MANTENIMIENTO:** Durante el presente proyecto durante la etapa de mantenimiento no se tiene contemplado ningún método para el control de malezas o fauna nociva, por lo que las actividades a realizar durante esta etapa serán las siguientes según las Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras:

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

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

El *mantenimiento general del pavimento* se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pintura, etc.

Este mantenimiento se efectúa diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, reencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

#### *Mantenimiento Preventivo*

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

### *Mantenimiento Mayor*

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

### *Verificación del nivel de servicio*

Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad.

### *Recorridos de revisión*

Lo recorridos de revisión son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.

El proyecto no se abandonará, toda vez que se trata de una vialidad de altas especificaciones que estará en uso continuo.

## **II.2.5. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Antes de desmantelar las construcciones provisionales, al concluir la obra, y de ser posible, se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona.

Esta etapa no se considera por ser una obra de utilidad continua; mas sin embargo se podrán desarrollar dentro de esta el retiro de las obras provisionales del proyecto (bodegas, talleres, oficinas, campamentos etc.), y el sitio debe ser abandonado en condiciones similares a las encontradas.

El contratista deberá hacer una demolición total de cualquier construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes, señalados por el supervisor. El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.; sellando los pozos sépticos. Una vez desmantelada las instalaciones y patio de máquinas, se procederá a escarificar el suelo, y readecuarlo a la morfología existente del área, en lo posible a su estado inicial, pudiendo para ello utilizar la vegetación y materia orgánica reservada anteriormente. En la recomposición del área, los suelos

contaminados de patios de máquinas, plantas y depósitos de asfalto o combustible deben ser raspados hasta 10 cm por debajo del nivel inferior alcanzado por la contaminación.

## II.2.6. Residuos

Es el lugar donde se colocan todos los materiales de desechos y se construirán de acuerdo con el diseño específico que se haga para cada uno de ellos en el proyecto, en el que se debe contemplar la forma como serán depositados los materiales y el grado de compactación que se debe alcanzar, la necesidad de construir muros de contención, drenajes, etc., todo orientado a conseguir la estabilidad del depósito.

**Residuos sólidos.** En los frentes de obra se colocarán baños portátiles de tipo sanisecho. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente, el producto será revuelto con el material de despalme.

Para el caso de los residuos domésticos, en cada frente de obra se colocara 1 bote de basura con tapa donde tendrá que ser depositada, para luego ser entregada al sistema de limpia de la Ciudad Hueyoptla y Zumpango (según ubicación del frente de obra), para que sea llevada a su relleno sanitario.

**Residuos Peligrosos.** Las estopas con algún solvente, aceite, combustible o cualquier sustancia, deberán colocarse en el tambo para residuos peligrosos dentro de una bolsa con etiqueta que indique que contiene “RESIDUOS PELIGROSOS (ACEITES Y SOLVENTES)”. Aunque por su volumen estos residuos no se consideran peligrosos según la NOM-052-SEMARNAT-1993, deberán ser entregados a la gasolinera más cercana, previo acuerdo, para que los traten junto a sus propios residuos. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo<sup>4</sup>, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la

<sup>4</sup> En caso de derrame o fuga de algún residuo que por su volumen y naturaleza sea considerado peligroso (como los hidrocarburos) se deberá realizar una caracterización después de haber tomado las medidas de urgente aplicación, por parte de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos. La caracterización del sitio del derrame debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación, Estrategia de muestreo, Plan de muestreo e Informe; el sitio quedará limpio hasta que los muestreos indiquen que ya no se presenta la sustancia (NOM-138-SEMARNAT/SS-2003)

NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será la empresa la responsable de su manejo y la actuación será inmediata<sup>5</sup>.

Se prohíbe hacer cualquier tipo de reparación fuera de los talleres autorizados, la maquinaria si requiere algún tipo de mantenimiento deberá llevarse algún taller con operación comercial.

Inclusive, no se podrá cambiar aceite, lavar los automotores, o cualquier otro arreglo menor a los vehículos ni maquinaria fuera de los talleres, gasolineras y/o autolavados.

Se estima que los trabajadores de la obra serán unos 74 y el proyecto tendrá una duración aproximada de 60 meses, aunque no todas las actividades se realizarán de manera simultánea. Se asume que el 80 % de los residuos de tipo doméstico se generarán en sus lugares de residencia y sólo el 20% en los frentes de obra. Considerando el factor de generación de basura de 0.450 kg/persona/día, los desechos domésticos que se generarán en los frentes de obra se estiman en unos 9,590 kg en total para toda la obra. Esta basura será entregada por lo menos 3 veces por semana al sistema de limpia de la Ciudad más cercana al frente de obra, para evitar su acumulación.

Los residuos industrializados se generarán en los talleres de reparación de automotores que operan de forma comercial en las Ciudades de Hueycoxxtla y Zumpango, se verificará que dichos talleres traten los residuos peligrosos de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, dichos talleres deberán embalar y poner a disposición de una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición definitiva de estos materiales peligrosos.

Otro tipo de residuos sólidos serán los dejados por los usuarios de la carretera.

Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc. Por las características rurales de la zona, no es raro que también se deposite cascajo y otros materiales de desecho. Estos desechos serán recogidos periódicamente y trasladados a sitios que cumplan la normatividad para la disposición final de residuos domésticos.

<sup>5</sup> Los límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo es de 3000mg/kg (base seca) para suelo forestal y de conservación (NOM-052-Semarnat-2005). Situación difícil de suceder, tendría que ser un gran derrame y no una simple fuga. Como quiera que sea se evitará cualquier reparación en derecho de vía. Es importante también recordar que el trazo ni su derecho de vía se asientan en suelos forestales.

**Residuos líquidos.** No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo sanisecos o SIRDO), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo.

La obra en operación contemplará pendientes adecuadas para desalojar el agua de la superficie de rodamiento sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales.

El asfalto se comprará en un negocio establecido dedicado a la venta de mezcla asfáltica, se transportará caliente a los frentes de obra para su colocación. Por lo que tampoco se generarán residuos líquidos debido a la pavimentación.

**Emisiones a la atmósfera.** Durante la construcción, se generarán polvos durante casi todas las actividades, estos polvos serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores.

También habrá emisiones a la atmósfera por parte de los automotores, pero estas serán pocas en comparación con las que se generen durante la operación del trazo. Es importante mencionar que al agilizar el tránsito de la ruta actual, disminuirán las emisiones proporcionalmente al ahorro en tiempo de recorrido.

Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular.

Se estima que el umbral máximo de circulación será de 200 unidades/hora (horas pico representada en dicho tramo); con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones no significativa, sobre todo por las condiciones de no confinación de dicha ciudad.

En la etapa de operación, se tendrá que existe un dominio absoluto de las fuentes móviles que están propulsadas por gasolina y un mínimo de las emisiones de vehículos que utilizan diesel. El tránsito vehicular del proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de la cantidad de vehículos y cantidad de combustibles consumidos y el estado de los motores. Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Sin embargo, si se consideran niveles máximos

permisibles de emisiones contaminantes, publicados en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 22 y 25 de febrero de 1996 en las NOM-041-SEMARNAT-1996 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas.

El proyecto presenta un efecto de disminución de las emisiones de gases contaminantes, pues permite una reducción en la distancia y acortamiento en el tiempo requerido para el recorrido. Además, la zona presenta condiciones propicias para la rápida dispersión de las emisiones.

## Referencias

GEM, Gobierno del Estado de México. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, estado de México, municipios: Apaxco, Hueypoxtla, Tequixquiac y Zumpango. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

LGEEPA, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2003. 21ª edición actualizada, Tomo I. Editorial Porrúa, México.

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. [www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx) (consultado en febrero, 2010).

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	32
III.1. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región ....	32
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012.....	32
III.1.2. El Plan de Desarrollo del Estado de México (PDEM) 2005-2011.....	35
III.1.3. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (PEDUEM) .....	37
III.1.4. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (Modificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango 2008).....	40
III.2. Programas Sectoriales .....	41
III.2.1. Programa Nacional de Infraestructura (PNI) 2007-2012.....	41
III.2.2. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012 .....	42
III.2.2. Programa Carretero 2007-2012 .....	44
III.3. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) .....	45
III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) .....	45
III.4. Áreas Naturales Protegidas (ANP).....	46
III.4.1. Regiones Prioritarias .....	46
III.5. Análisis de los instrumentos normativos .....	48
III.5.1. Leyes Federales .....	48
III.5.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) .....	48
III.3.1.2. Ley de Vías Generales de Comunicación .....	49
III.3.1.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) .....	50
III.5.2 Reglamentos.....	50

III.5.2.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental.....	50
III.6. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) .....	51
Referencias .....	54



### **III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES**

Con base en la ubicación y el tipo de proyecto que se pretende realizar, se analizó la vinculación del mismo con los diferentes instrumentos de planeación, ordenamientos ecológicos, así como los lineamientos jurídicos y normativos aplicables, con el fin de demostrar la congruencia entre el proyecto y las estrategias que se establecen en los instrumentos citados.

#### **III.1. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región**

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

El Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012), es el instrumento rector de la administración pública federal, a partir del cual derivan instrumentos de planeación desde el nivel nacional, estatal y municipal. En dicho plan, se establecen cinco ejes de política pública que definen acciones transversales en los ámbitos económico, social, político y ambiental, así como un proyecto integral en el cual cada acción coadyuva a sustentar las condiciones bajo las cuales se logran los objetivos nacionales. Tales ejes rectores son los siguientes:

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

En el PND se indica que para alcanzar la sustentabilidad ambiental es indispensable que los sectores productivos y la población adopten modalidades de producción y consumo que aprovechen con responsabilidad los recursos naturales. En este sentido, el Gobierno Federal favorecerá esta transformación, para lo cual diseñará las políticas y los programas ambientales en estrecha coordinación con las dependencias de la Administración Pública Federal y los gobiernos estatales y

municipales. En este esfuerzo será imprescindible contar con la participación de los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal).

Por otra parte el PND señala que el deterioro del medio ambiente está frecuentemente asociado a la falta de oportunidades para amplios sectores de la población y que bajo la óptica del Desarrollo Humano Sustentable, la generación de oportunidades para estos sectores libera a algunos ecosistemas o reservas de la biosfera del efecto de depredación ocasionado por las actividades de subsistencia propias de las comunidades. En relación con lo anterior, los ejes rectores del PND con los que se vincula el proyecto se muestran en el *Cuadro 1*.

**Cuadro 13. Vinculación del proyecto con el PND 2007-2012**

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de acción
<p><b>Eje 2: Economía competitiva y generadora de empleos</b></p> <p>La finalidad de la política económica de la presente Administración será lograr un crecimiento sostenido más acelerado y generar los empleos formales que permitan mejorar la calidad de vida de todos los mexicanos.</p> <p>El crecimiento económico debe darse sin sacrificar los recursos naturales, respetando al medio ambiente y sin comprometer el bienestar de generaciones futuras.</p> <p>La estrategia de desarrollo económico cuidará el acervo natural del país y con ello evitará comprometer el bienestar de generaciones futuras.</p>	<p>Objetivo 4.- Tener una economía competitiva que ofrezca bienes y servicios de calidad a precios accesibles, mediante el aumento de la productividad, la competencia económica, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas.</p> <p>Objetivo 8.- Asegurar la sustentabilidad ambiental mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.</p>	<p>Es necesario que toda política pública que se diseñe e instrumente en nuestro país incluya de manera efectiva el elemento ecológico para que se propicie un medio ambiente sano en todo el territorio, así como el equilibrio de las reservas de la biosfera con que contamos. Sólo de esa manera lograremos que las políticas de hoy aseguren el sustento ecológico del mañana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos de la Administración Pública Federal serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.</li> </ul>
<p>2.9 Desarrollo regional integral</p> <p>El buen desempeño de las economías regionales dependerá, de la buena marcha de un círculo virtuoso por el cual el Gobierno Federal y todos los niveles de gobierno que constituyen cada región puedan colaborar, de manera eficiente, en establecer condiciones conducentes a la mayor competitividad y desarrollo en todo el territorio nacional.</p>	<p>Objetivo 13.- Superar los desequilibrios regionales aprovechando las ventajas competitivas de cada región, en coordinación y colaboración con actores políticos, económicos y sociales al interior de cada región, entre regiones y a nivel nacional.</p>	<p>Estrategia 13.4.- Asegurar que exista la infraestructura necesaria para que todos los mexicanos puedan tener acceso adecuado a la energía, a los mercados regionales, nacionales e internacionales y a las comunicaciones.</p>	

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de acción
<p>2.10 Infraestructura para el desarrollo</p> <p>La infraestructura es fundamental para determinar los costos de acceso a los mercados, tanto de productos como de insumos, así como para proporcionar servicios básicos en beneficio de la población y de las actividades productivas, siendo así un componente esencial de la estrategia para la integración regional y el desarrollo social equilibrado, así como para incrementar la competitividad de la economía nacional y, con ello, alcanzar un mayor crecimiento económico y generar un mayor número de empleos mejor remunerados.</p>	<p>El objetivo primordial del Plan Nacional de Desarrollo en esta materia es incrementar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura, de modo que al final de la presente administración, México se ubique entre los treinta países líderes en infraestructura de acuerdo a la evaluación del Foro Económico Mundial.</p>	<p>Revisar todas las etapas de desarrollo de los proyectos de infraestructura, desde las de planeación y evaluación hasta las de presupuestación, contratación y ejecución, con el fin de lograr que los proyectos que se desarrollen sean los de mayor rentabilidad social y económica, y que no se incurra en retrasos y sobrecostos innecesarios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un Programa Especial de Infraestructura, en donde se establezca una visión estratégica de largo plazo, así como las prioridades y los proyectos estratégicos que impulsará la presente administración en los sectores de comunicaciones y transportes, energía, agua y turismo, logrando un mayor acceso de estos servicios a la población, sobre todo en regiones de menor desarrollo.</li> <li>• Promover que la infraestructura y los servicios que se ofrezcan sean más eficientes y satisfagan de mejor forma las demandas sociales.</li> <li>• Impulsar un mayor uso de las metodologías de evaluación, para asegurar la factibilidad técnica, económica y ambiental de los proyectos.</li> <li>• Asignar más recursos e incorporar las mejores prácticas en los procesos de preparación, administración y gestión de los proyectos de infraestructura.</li> <li>• Facilitar los procedimientos para la adquisición de derechos de vía y simplificar los trámites para la obtención de autorizaciones en materia ambiental, respetando siempre los derechos y el patrimonio de las comunidades locales y la ecología.</li> </ul>
<p>Transportes</p> <p>El transporte ha crecido a un ritmo similar al de la economía en su conjunto. Durante los últimos años la inversión ha aumentado, sin embargo no ha sido suficiente para aumentar y modernizar la infraestructura de manera significativa.</p>	<p>Objetivo 14.- Garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en todo el país y con el mundo.</p>	<p>Estrategia 14.10.- Proponer esquemas de financiamiento y mejorar los ya existentes para fomentar el desarrollo de proyectos de infraestructura e impulsar su papel como generador de oportunidades y empleos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernizar la red carretera, así como mejorar su conectividad brindando continuidad a la circulación a través de la construcción de obras que permitan mejorar los accesos a regiones, ciudades, puertos y fronteras.</li> <li>• Ampliar la gama de fuentes de financiamiento y de formas de participación público-privada. Con estos modelos de asociación público-privada, se busca alentar el desarrollo de infraestructura carretera, tanto de cuota como libre, elevar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios, mejorar las condiciones físicas de las carreteras, así como generar un importante número de empleos directos e indirectos.</li> </ul>
<p><b>Eje 4: Sustentabilidad ambiental</b></p> <p>Como eje transversal de las políticas públicas debe ponerse en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos, particularmente los de infraestructura y los del sector productivo sean compatibles con la protección al ambiente.</p>	<p>Selvas y Bosques</p> <p>Objetivo 3.- Frenar el deterioro de las selvas y bosques en México.</p> <p>En la presente Administración será prioritario proteger la cobertura vegetal del país e incrementar la superficie bajo esquemas de protección y de manejo sustentable. Para la conservación y manejo de los bosques y selvas se fortalecerá la</p>	<p>Estrategia.- Realizar programas de restauración forestal en todo el territorio nacional como esquema de conservación de ecosistemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con el fin de recuperar la cobertura forestal del país, se incrementarán los apoyos destinados a las acciones de reforestación, incluyendo su protección y mantenimiento, así como para obras de conservación y restauración de suelos, diagnóstico y tratamiento fitosanitario. Estas acciones se realizarán con la participación directa de los dueños de los terrenos con aptitud forestal para mejorar la efectividad de los programas, a la vez que se generan empleos en las</li> </ul>

Eje	Objetivo	Estrategia	Línea de acción
	consolidación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y, junto con el programa Pro-Árbol y otros esquemas de manejo sustentable, coadyugarán en la atención a los problemas de marginación y pobreza, para así generar desarrollo y expansión económica a partir de la valoración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.		zonas rurales.
Gestión y Justicia en materia ambiental	Objetivo 6.- Garantizar que la gestión y la aplicación de la ley ambiental sean efectivas, eficientes, expeditas, transparentes y que incentive inversiones sustentables.	Estrategia 6.2.- Fomentar la participación del sector privado en la incorporación de práctica de ecoeficiencia en sus actividades productivas y en el desarrollo de la infraestructura ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos de la Administración Pública Federal serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el beneficio social, el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.</li> </ul>
Ordenamiento Ecológico	Objetivo 9.- Identificar y aprovechar la vocación y el potencial productivo de territorio nacional a través del ordenamiento ecológico, por medio de acciones armónicas con el medio ambiente que garanticen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	Estrategia 9.3.- Propiciar el desarrollo ordenado, productivo y corresponsable y la recuperación de los suelos nacionales con criterios de sustentabilidad, para aprovechar eficientemente su potencial a partir de su vocación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uno de los componentes naturales importantes en la determinación de la aptitud del uso del territorio lo constituye el suelo. Identificar su potencialidad y su deterioro permitirá identificar las áreas de mayor aptitud para la realización de las diferentes actividades sectoriales y promover la armonización de las competencias de los tres órdenes de gobierno para el uso del suelo.</li> </ul>

Come se puede observar en el análisis presentado, el proyecto se vincula y está de acuerdo con los ejes rectores, objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en el PND, por lo que es congruente con dicho instrumento de planeación.

### III.1.2. El Plan de Desarrollo del Estado de México (PDEM) 2005-2011

El Plan de Desarrollo Estatal propone edificar una sociedad en la que todos gocen de servicios públicos suficientes y de calidad, en completa armonía con el medio ambiente. Para alcanzar este proyecto social, es necesario sustentarlo en la seguridad económica; en un crecimiento económico acelerado, sostenido y fincado sobre bases sólidas, **como el desarrollo de infraestructura de transporte y vialidad**, la renovación tecnológica del campo y la innovación en la industria.

En el denominado Pilar 2: Seguridad Económica del PDEM establece en el apartado de Infraestructura para el desarrollo económico que: *“El desarrollo de infraestructura física y humana es condición indispensable para elevar la competitividad y promover el crecimiento económico necesario para una mejor inserción en la globalidad”*. Asimismo, la infraestructura es eje del desarrollo económico porque aumenta el intercambio, ensancha los mercados, lleva salud, educación y crea puentes entre las regiones.

Por otra parte en el apartado denominado Infraestructura para Integrar el Estado y Apoyar al Aparato Productivo propone como objetivo *“Fortalecer la infraestructura estratégica de la entidad”*, contando dentro de su Estrategia denominada *“1. Fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones”* con las siguientes líneas de acción:

- Llevar a cabo una planeación integral de comunicaciones vinculada con el transporte público.
- Realizar el Programa de Desarrollo de la Infraestructura Carretera del Estado de México 2005-2011, con visión a largo plazo, para contar con una adecuada planeación de las estrategias de construcción, conservación y modernización de la infraestructura carretera.
- **Consolidar el sistema carretero estatal, concluir las obras en proceso y complementarlas con programas de nueva infraestructura para mejorar la conectividad inter e intra regional.**
- **Impulsar programas de infraestructura vial interurbana en los municipios pertinentes.**

En su vertiente de *“Estrategias y Programas Intraurbanos”* plantea para el rubro *“Vialidad”* que la infraestructura vial constituye un elemento fundamental para el ordenamiento territorial. Por una parte, los sistemas viales responden a una demanda de movilidad, mientras por otra, constituyen el andamiaje fundamental para la articulación funcional del sistema de ciudades del estado. En ese sentido, el propósito consiste en incrementar y mejorar la infraestructura de vías de comunicación, para propiciar y sustentar enlaces eficientes entre municipios y regiones, potenciando la capacidad de la entidad para responder a los retos del desarrollo socioeconómico y de la globalización.

En consecuencia y tomando como base el sistema de ejes viales estructuradores propuesto en el apartado de *“Enlaces de las Estrategias de Ordenamiento Territorial”* de este Plan, la estrategia en esta materia plantea ampliar y modernizar la estructura vial, tanto a nivel regional, como a nivel intraurbano. En el ámbito regional, la infraestructura vial deberá adoptar el esquema de *“corredores de*

desarrollo”, mediante el cual se posibilite una comunicación eficiente y eficaz entre los principales centros de población; se consolide el acceso a los mercados internos y externos, impulsando la competitividad del Estado; se asegure la movilidad en las zonas de la entidad con capacidades potenciales de desarrollo; se atenúe el aislamiento y la consecuente marginación de las zonas postergadas; se proporcione accesibilidad a los equipamientos regionales; y, se diseñe tomando en cuenta las condiciones ambientales que pueda afectar. Derivado de lo anterior, se plantea:

- Alcanzar una eficiente integración vial de la entidad que, a través de ejes estructuradores, articule los centros productivos en el interior del Estado y permita su comunicación hacia el exterior.
- Canalizar inversión pública y concertar la participación del sector privado en proyectos viales conforme a las políticas de desarrollo regional (vinculación Bajío-Golfo, eje TLC y sistema de ciudades) estableciendo preferentemente el concepto de corredor de desarrollo y no solo la construcción de vialidades.
- Actualizar el Programa de Desarrollo de la Infraestructura Carretera del Estado de México, para identificar, integrar e impulsar, con una visión de largo plazo, las acciones a realizar.
- Ejecutar acciones de ampliación y mejoramiento de vías de comunicación existentes, que resulten estratégicas para el ordenamiento territorial.

### III.1.3. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (PEDUEM)

A partir del análisis sistémico de las variables físico-geográficas de la entidad y del análisis de la situación actual urbana y socioeconómica, así como en respuesta a la problemática detectada y en congruencia con los niveles superiores de planeación, este instrumento de planeación cuenta entre sus objetivos que se vinculan con el proyecto propuesto:

- B) Fortalecer la infraestructura estratégica de la entidad, fundamentalmente la relacionada entre otros aspectos a las comunicaciones.

Por otra parte, las políticas de desarrollo urbano y sus consecuentes estrategias y programas se desprenden de un análisis de la situación actual, de los objetivos del presente Plan y de los lineamientos que establece el Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011; enfocados a ajustar

el ordenamiento del territorio y conducir el futuro crecimiento de la población con criterios que promuevan el desarrollo económico, el equilibrio regional, el impulso del equipamiento social y la sustentabilidad del medio ambiente.

En este sentido, el objetivo del PEDUEM citado, el cual se vincula directamente con el proyecto, se alinea con la política de vinculación de acciones e inversiones para construcción de infraestructura y equipamiento.

En relación con el rubro de Ordenamiento del Territorio y Orientación del Poblamiento en el ámbito urbano, se busca entre otras cosas, resolver los rezagos en infraestructura y equipamiento, con el fin de alcanzar un eficiente funcionamiento de las ciudades como motores del desarrollo.

En el aspecto de Articulación Regional del Estado y con el Resto del País, la ubicación estratégica de la entidad representa ventajas competitivas que deben ser aprovechadas adecuadamente. Para lograrlo, se deberá promover en coordinación con el Gobierno Federal y con los gobiernos estatales vecinos, la modernización y ampliación del sistema carretero existente para mejorar la conectividad a nivel nacional y consolidar las comunicaciones en la zona centro del país, mediante circuitos que eviten flujos concentrados y que permitan una comunicación interestatal, sin saturar las vialidades metropolitanas. Se pretende integrar territorialmente la entidad con ejes de desarrollo y enlaces para lograr un entramado que articule las diferentes regiones y municipios del estado. Básicamente, el sistema de comunicación vial mexiquense pretende articular vialidades troncales que permitan interrelacionar, dentro del territorio estatal, la comunicación con:

Vinculación de Acciones e Inversiones para Construcción de Infraestructura y Equipamiento. Bajo este marco, el ordenamiento territorial deberá integrar a las regiones y municipios mediante una planeación que vincule la construcción de infraestructura y equipamiento con los planes de desarrollo urbano, imprimiéndole una visión de mediano y largo plazos. Una infraestructura adecuada para el traslado de bienes y personas exige una planeación integral del uso del suelo. En este sentido, es en el renglón de infraestructura donde se presenta una de las principales problemáticas estatales; los puntos críticos son constituidos por la comunicación vial. Por ello, la formulación y la concreción de proyectos estratégicos de infraestructura y equipamiento constituirán acciones claves para contribuir a mejorar y ordenar la estructura de las áreas urbanas, a la vez que permitan la orientación de su crecimiento.

En razón de todo lo anterior, una de las políticas de este plan consiste en apoyar la creación de infraestructura y equipamientos estratégicos, principalmente de alcance regional, para lo cual se plantea, entre otros: impulsar proyectos de infraestructura y equipamiento de alcance regional, para superar los rezagos y adelantarse a la demanda, adoptando una visión integral que permita que se constituyan en eje de una estrategia de ordenación del territorio.

Así también, dentro del Esquema de Estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Urbano, en su estrategia sectorial, cuenta con la de Modernización y Ampliación de los Sistemas de Infraestructura y Equipamiento.

En cuanto a los Ejes y Enlaces para Detonar y Equilibrar el Desarrollo, otra estrategia para el ordenamiento territorial de la entidad consiste en la estructuración del territorio mediante la conformación de un sistema de ejes de desarrollo y enlaces, el cual se apoya en la infraestructura carretera existente así como la que se tiene en proceso o en proyecto de construcción, con el propósito de conformar una red vial estatal que mejorará la integración y conectividad estatal, entre sí y con las redes nacionales, lo que traerá como resultado ampliar las posibilidades de orientar el crecimiento demográfico hacia los lugares más aptos para el desarrollo urbano y, con ello, equilibrar las distintas regiones estatales, con un flujo más eficiente de bienes y población.

A este respecto, se tiene el Eje de Desarrollo Cinco, cuyo objetivo consiste en servir de base para orientar el crecimiento metropolitano hacia el norte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), así como en articular el potencial de desarrollo industrial y de servicios de Atlacomulco, Jilotepec, Huehuetoca, Zumpango y Tecamac.

La constitución de este eje de desarrollo resulta fundamental para la estrategia de ordenamiento territorial que se plantea en este Plan, en virtud de que permitirá estructurar el desarrollo urbano de todo el norte del estado, además de coadyuvar a aliviar las presiones de poblamiento que actualmente registran las 2 zonas metropolitanas.

*En todo lo anteriormente descrito se encuentra que el proyecto propuesto se vincula y está alineado con los objetivos, políticas y estrategias del Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México.*



### III.1.4. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (Modificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango 2008)

Entre sus objetivos generales se encuentran:

- Consolidar la estructura urbana de las zonas urbanizables, identificando zonas aptas para la ubicación de centros urbanos. Además de complementar la estructura vial regional y urbana.
- Dotar de manera paralela al crecimiento urbano, los elementos suficientes en materia de infraestructura, servicios, vivienda, así como equipamiento regional urbano.

Por otra parte uno de sus objetivos particulares:

- Ampliar y mejorar las oportunidades de comunicación y de transporte, para favorecer la integración intraurbana e interurbana del municipio en la región.

En su Estrategia Sectorial propone, lograr la integración vial de la región, articulando los centros productivos a su interior y permitiendo su comunicación hacia el exterior.

Dentro de sus Políticas Sectoriales contempla la construcción, ampliación y conservación de infraestructura regional y en sus estrategias se encuentra el proyecto de entronque al Arco Norte, que comunicará a Zumpango con el puente terrestre que unirá 4 puertos del pacífico y el golfo.

Así también, en la estrategia relativa a la Vialidad Regional establece que la definición de la estructura vial regional para el municipio de Zumpango, considera las vialidades existentes que dan accesibilidad a la Cabecera Municipal y sus localidades periféricas; así como las necesarias para dar acceso a las áreas propuestas para el futuro crecimiento. Entre otras menciona la conexión vial Zumpango-Arco Norte que aprovecha la localización estratégica de Zumpango respecto a este puente terrestre del Pacífico al Golfo.

Finalmente, en el Catálogo de Proyectos, Obras y Acciones del Plan de Desarrollo Urbano Municipal en particular en el Programa de Infraestructura Vial, para el rubro Construcción de los Distribuidores y Adecuaciones Viales se encuentra contemplado el proyecto Conexión al Arco Norte.

*De acuerdo a lo anterior se puede establecer que el proyecto se vincula con el PDEM y con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (2008), y que dicha obra de infraestructura concuerda con los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en el plan citado.*

### III.2. Programas Sectoriales

En lo que sigue, se describe la dinámica del desarrollo del sector comunicaciones y transportes y la manera en que el proyecto se vincula a las pautas establecidas en los instrumentos de política de estado para el sector.

#### III.2.1. Programa Nacional de Infraestructura (PNI) 2007-2012

El programa Nacional de Infraestructura se deriva del Plan Nacional de Desarrollo y es un elemento fundamental para elevar el crecimiento, generar más y mejores empleos y alcanzar el desarrollo humano sustentable. El Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece los objetivos, estrategias, metas y acciones para aumentar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura del país. Los objetivos del PNI que se vinculan con el proyecto se resumen en el *Cuadro 2*.

*Cuadro 14. Objetivos, estrategias y líneas de acción del PNI 2007-2012*

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

El proyecto que se propone, se encuentra vinculado con esta programa ya que cuenta entre sus objetivos principales, el de brindar una vía de comunicación más eficiente y segura dentro de la región, con el fin de que la población tenga más fácil acceso a los servicios, y mejor comunicación en la región.

### III.2.2. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012

Debido a que el Sector Comunicaciones y Transportes es motor de la actividad económica, política y social de nuestro país, en virtud de que promueve la integración de regiones y mercados; incrementa la productividad de la economía al reducir costos de producción y distribución; impulsa la competitividad de sectores estratégicos para México como el turismo y el comercio, al tiempo que es un generador directo de empleos productivos. Por ello la infraestructura y servicios de comunicaciones y transportes constituyen, en sí mismos, una fuerza fundamental de cambio social, no sólo al ampliar la cobertura y accesibilidad de los servicios tradicionales y de valor agregado, sino al promover el desarrollo humano sustentable.

#### Situación actual

Como resultado de la promoción de la inversión privada en el desarrollo del Sector, desde hace más de una década la inversión total destinada para tales efectos ha crecido una tasa real de 8.5 % en promedio cada año, lo que representa un crecimiento mayor al de la economía nacional, el cual fue de 3.2 % promedio anual. Con las nuevas inversiones, el Sector se ha vuelto uno de los más dinámicos de la economía, habiendo crecido en los últimos diez años 6.6 % en términos reales en promedio anual, es decir, más del doble de lo que creció la economía en su conjunto durante el mismo período. Este dinamismo ha sido apuntalado principalmente por el acelerado crecimiento del subsector de las comunicaciones.

En la actualidad el sector Comunicaciones y Transportes aporta directamente 2.2 millones de empleos, lo que representa un 5.1 % del mercado laboral. De esta manera, la participación del Sector en el Producto Interno Bruto (PIB) se ha incrementado de manera importante, pasando de 9.5 % en 1997 a 13.2 % en el primer semestre de 2007. En un segundo nivel se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción; para estas últimas, sólo se presentarán las que tienen una estrecha relación con el proyecto de interés y que básicamente son los relacionados con la “infraestructura”, el enfoque “regional” y la “sustentabilidad”.

**Cuadro 15. Misión y visión del sector Comunicaciones y Transportes**

<b>Misión</b>	“Promover sistemas de transporte y comunicaciones seguros, eficientes y competitivos, mediante el fortalecimiento del marco jurídico, la definición de políticas públicas y el diseño de estrategias que contribuyan al crecimiento sostenido de la economía y el desarrollo social equilibrado del país; ampliando la cobertura y accesibilidad de los servicios, logrando la integración de los mexicanos y respetando el medio ambiente.”
<b>Visión</b>	“Ser una dependencia eficiente en su gestión rectora del Sector, que garantice al país infraestructura de comunicaciones y transportes moderna y suficiente, que promueva la prestación de servicios de calidad y competitivos, que responda a las expectativas de la ciudadanía y a las tendencias de la globalización, contribuyendo con ello al desarrollo sustentable del país, preservando el medio ambiente y la seguridad.”

**Cuadro 16. Vinculación del proyecto con el sector Comunicaciones y Transportes**

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
<b>COBERTURA</b>			
<b>Infraestructura Carretera</b>			
Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el Sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.	Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• <b>Desarrollar ejes interestatales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.</b></li> <li>• 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.</li> </ul>	El proyecto no está encaminado a este tipo de actividades como tal, sin embargo, si sirve como un medio de conexión entre comunidades, municipios e incluso ciudades. Es por eso que se encuentra vinculado con este objetivo.  Por lo anterior, el proyecto tiene total congruencia con este, ya que es parte fundamental de los objetivos al mejorar la comunicación y conectividad entre regiones. Por lo que se puede decir que se vincula directamente con los objetivos establecidos para este rubro y porque esta clase de proyectos contribuyen a la descongestión vial típica de las grandes ciudades.
	Construir y modernizar la red de caminos rurales y alimentadores con objeto de facilitar el acceso a los servicios básicos a toda la población rural en especial a la de escasos recursos y promover un desarrollo social equilibrado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir y modernizar la infraestructura carretera de las comunidades rurales, en especial a las más alejadas de los centros urbanos.</li> </ul>	
<b>Autotransporte Federal</b>			
Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de la infraestructura complementaria del autotransporte, a fin de apoyar la adecuada prestación de los		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover inversiones privadas y públicas en infraestructura complementaria del autotransporte para proporcionar servicios seguros, eficientes y de calidad.</li> </ul>	Como ya se ha mencionado, la construcción de una carretera siempre es un indicador de desarrollo urbano e indudablemente favorecerá la amplitud de la cobertura tanto en la infraestructura carretera como el Autotransporte Federal; promoviendo de esta forma tanto a la iniciativa privada como a la pública.

Objetivos	Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
<b>CALIDAD</b>			
<b>Infraestructura Carretera</b>			
<p>Promover altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes, para contribuir a elevar la productividad del sector y el desarrollo económico y social del país. Abatir el costo económico, social y ambiental del transporte asociado con el estado físico de la infraestructura carretera, en beneficio de toda la población y la seguridad del tránsito vehicular.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforzar las acciones que permitan elevar la seguridad del usuario en las carreteras federales.</li> </ul>	<p>No es suficiente ampliar la cobertura e infraestructura carretera, al mismo tiempo debe existir la certeza de que la carretera brinde servicios de calidad y sobre todo que sea segura. Por lo anteriormente mencionado y en concordancia con este objetivo, es aquí donde se encuentra vinculación con el proyecto.</p>
<b>COMPETITIVIDAD</b>			
<b>Infraestructura Carretera</b>			
<p>Convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo, aprovechando sus ventajas geográficas y comerciales e incorporando de manera continua las nuevas tecnologías en el desarrollo del sector para detonar el comercio exterior e interior y el crecimiento económico del país.</p>	<p>Construir y modernizar la red carretera federal a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de las distintas regiones del país.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Desarrollar ejes interestatales, que mejoren la comunicación entre regiones y la conectividad de la red carretera.</li> <li>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.</li> </ul>	<p>En lo que se refiere a la competitividad se puede determinar una relación directa con la cobertura y la calidad ya que si estos dos aspectos se cumplen podemos estar seguros de que el nivel de competitividad será elevado, esto se traduce también en desarrollo económico y social. Esto nos lleva nuevamente al cumplimiento de los objetivos establecidos por el presente Plan, y por lo tanto el proyecto si se vincula correctamente con éstos.</p>

### III.2.2. Programa Carretero 2007-2012

Se señalan los objetivos, ejes rectores y los componentes que aplican por el tipo de proyecto propuesto en el *Cuadro 5*.

*Cuadro 17. Objetivos, ejes rectores y componentes del Programa Carretero 2007-2012*

Objetivos	Ejes rectores del programa	Componentes	Vinculación del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extender la comunicación y eliminar el aislamiento de las comunidades rurales.</li> <li>Impulsar el potencial de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentrar la mayor parte de la inversión en proyectos completos que transformen la geografía económica regional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar pequeños tramos y atender problemas locales.</li> <li>Caminos rurales y alimentadores para dar</li> </ul>	<p>Con el desarrollo de este proyecto se cumplen con los objetivos de este programa carretero. Ya que se ampliaría la comunicación vía terrestre entre los municipios y las comunidades de esta región</p>

---

desarrollo nacional y regional. acceso a comunidades reduciendo el aislamiento. aisladas.

---

### III.3. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET)

#### III.3.I. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM)

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM), fue decretado en el Periódico Oficial el 04 de junio de 1999 y actualizado el 19 de diciembre de 2006, es un instrumento de política ambiental que tienen como objetivo inducir los usos del suelo y las actividades productivas con la finalidad de lograr la protección al ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, como soporte y guía a la regulación del uso del suelo. El ordenamiento establece criterios de regulación ecológica para diferentes aspectos del desarrollo del estado tales como: desarrollo urbano, desarrollo rural, actividad minera de competencia estatal, manejo de áreas naturales protegidas.

De acuerdo a la ubicación del proyecto, en el municipio de Zumpango, se presentan las siguientes condiciones con respecto al POETEM:

*Cuadro 18. Unidades ecológicas del POETM en el municipio de Zumpango*

Unidad ecológica	Clave de la unidad	Uso predominante	Fragilidad ambiental	Política ambiental	Criterios de regulación ecológica
13.4.1.062.100	Ag-1-72	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131, 170-173, 187, 189, 190, 196
13.4.1.062.030	Ag-4-30	Agricultura	Alta	Conservación	109-131, 170-173, 187, 189, 190, 196

*Respecto a lo anterior, los criterios ecológicos que aplican para cada unidad ecológica, tienen carácter de recomendación, ninguno de ellos establece restricciones y se refieren al ámbito urbano, desarrollo rural, actividad minera de competencia estatal y manejo de áreas naturales protegidas. Después de haber realizado el análisis de cada uno de los criterios de regulación ecológica aplicables a las unidades ecológicas afectadas por el proyecto, se encontró que ninguno de ellos hace referencia a obras de infraestructura carretera, por lo que se puede concluir que no existen restricciones para este tipo de proyectos en este instrumento de planeación.*

### III.4. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas 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 presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico.

*Al respecto la región dentro de la cual se encuentra ubicado el proyecto, no cuenta con alguna Área Natural Protegida de carácter federal decretada, por lo que en este sentido no existen restricciones para la realización del proyecto.*

#### III.4.1. Regiones Prioritarias

Con relación a las regiones prioritarias establecidas por la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO), no se reconoce alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP) o Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) dentro o cerca de la región del proyecto; por otra parte se identifica una Región Hidrológica Prioritaria, la RHP-68 Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México.

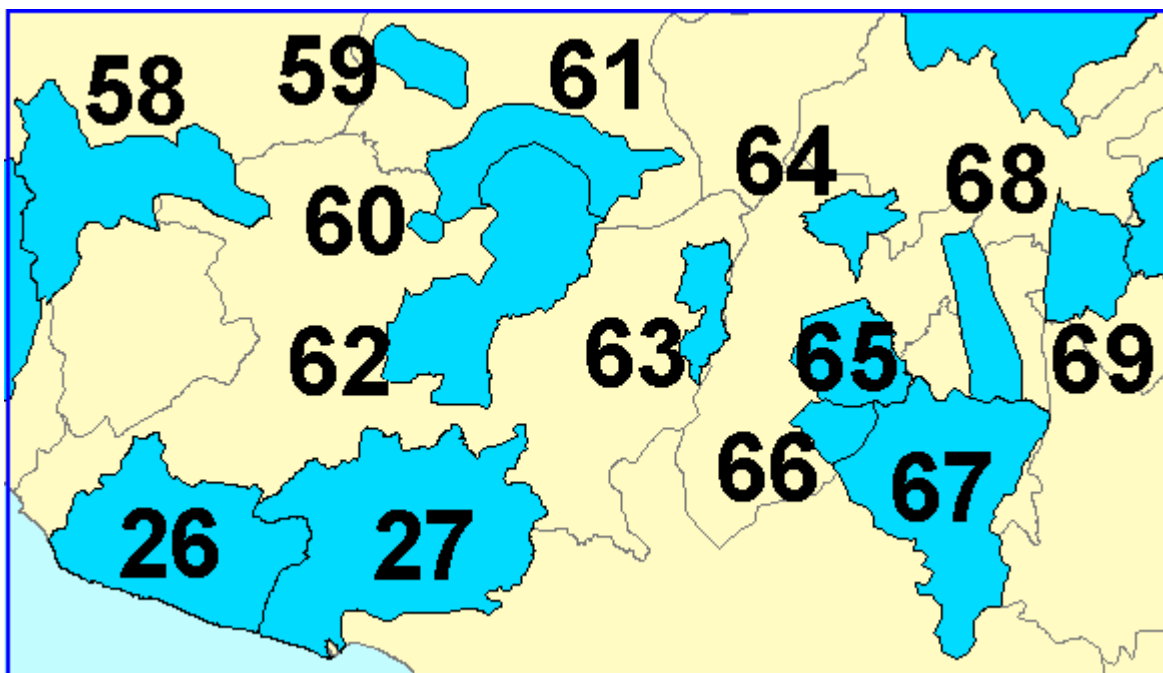


Figura 7.Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998)

Cuadro 19. RHP-68 Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México

RHP	Entidades	Conservación	Biodiversidad
RHP-68 Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México	D.F. y Edo. de México <b>Extensión:</b> 2,019.92 km <sup>2</sup>	Gran parte de los endemismos han desaparecido, así que se recomienda censar y conservar a los que aún existen. Hay conocimiento de los cuerpos de agua superficiales; el aspecto de aguas subterráneas requiere de mayores estudios en cuanto a su funcionamiento; por otra parte, la extracción de los acuíferos se hace a pesar de las consecuencias. Existe información gubernamental no disponible para el público. Los sistemas naturales están desarticulados aunque quedan microambientes relictos y en algunos vasos reguladores se conservan especies de aves migratorias.	Hay lagos, presas, ríos y arroyos (muy alterados, en proceso de desaparición o remanentes). Vegetación acuática: <i>Potamogeton spp.</i> , <i>Myriophyllum spp.</i> , <i>Utricularia spp.</i>

**Problemática:**

- Modificación del entorno: deforestación, denudación y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y cambios en el patrón hidrológico. Crecimiento urbano sin planificación.
- Contaminación por influencia de la zona urbana-industrial: metales pesados, nitratos y materia orgánica. Hay 5 sitios de confinamiento de desechos sólidos y sitios clandestinos. Entre 50 y 55 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales domésticas e industriales son exportadas sin tratamiento fuera de la cuenca. Los ríos Tula, Moctezuma y Pánuco reciben aguas residuales y urbanas altamente contaminadas. También existe contaminación por fertilizantes, biocidas, bacterias coliformes totales y coliformes fecales.
- Uso de recursos: especies terrestres y acuáticas amenazadas. Especies introducidas de *Cyprinus carpio* (carpa común), *Chirostoma attenuatum* (charal prieto), *Oreochromis aureus* (tilapia azul) y *O. mossambicus* (tilapia negra), *Xiphophorus variatus* (espada de valles). Se extraen aproximadamente 45 m<sup>3</sup>/s del sistema acuífero del valle de México causando hundimientos del terreno. Para complementar el abasto se extrae y bombea agua de los ríos Lerma y Cutzamala, afectando cuencas externas.

*Al respecto, la regionalización establecida por la CONABIO presenta las condiciones de las áreas delimitadas, no establece lineamientos, criterios o restricciones para el desarrollo de cualquier tipo de obra o actividad dentro de las regiones definidas. Sin embargo, durante la construcción del proyecto se*



*atenderán a las características, condiciones ambientales, la problemática establecidos, con el fin de evitar el incremento en el deterioro de la región.*

## III.5. Análisis de los instrumentos normativos

### III.5.1. Leyes Federales

#### III.5.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en 1988 (actualizada en 2003), es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de la Constitución General de la República relativas a la protección y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente en el territorio Nacional. Entre otros asuntos esta ley marca criterios que deberán aplicarse en la protección y conservación de áreas naturales protegidas y flora y fauna silvestres. Algunos de estos criterios son:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.
- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del hábitat natural de las especies silvestres, tanto faunísticas como florísticas.
- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- La protección y desarrollo de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.
- El combate del tráfico ilegal de especies.
- Garantizar la participación de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, conservación de las especies y la protección al ambiente.

**Cuadro 20. Vinculación del proyecto con la LGEEPA**

<b>Fundamento jurídico</b>	<b>SECCION V</b> <b>Evaluación del Impacto Ambiental</b> Art. 28 fracción I, Art. 30
<b>Vinculación con el proyecto</b>	
<p>En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización. Destaca así mismo, las obras o actividades que se deben someter al procedimiento de evaluación para obtener la autorización en materia de impacto ambiental mediante la presentación de un estudio de Impacto Ambiental.</p> <p>Por lo tanto, cualquier persona física o moral que quiera o pretenda llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar un desequilibrio ecológico de acuerdo con lo anterior deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente. En base a lo anterior, el presente proyecto SE VINCULA con la LGEEPA, ya que se establece la necesidad de la presentación de un estudio de impacto ambiental debido a que el proyecto se encuentra entre las obras y actividades que requieren someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental por tratarse de vías generales de comunicación.</p>	

De acuerdo a lo anterior, los proyectos de obras y actividades de competencia federal son evaluados por medio de una Manifestación de Impacto Ambiental. Para el presente proyecto se presenta como una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R). En el *Cuadro 9* se presenta un desglose del fundamento jurídico de ésta.

**Cuadro 21. Normatividad para MIA-R**

Fundamento jurídico	MIA-R
<b>Disposiciones legislativas</b>	LGEEPA: Art. 28 fracción I, Art. 30.
<b>Disposiciones administrativas</b>	Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental: Art. 5, incisos B).
<b>Del instructivo</b>	Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental: Art. 9, Art. 11, Art. 13
<b>Del plazo de respuesta</b>	LGEEPA: Art. 35 bis

### III.3.1.2. Ley de Vías Generales de Comunicación

**Cuadro 22. Vinculación del proyecto con la Ley de Vías Generales de Comunicación**

<b>Fundamento Jurídico</b>	Capítulo I Clasificación Art. 1 D), Capítulo II De Jurisdicción
<b>Vinculación con el proyecto</b>	
<p>Esta ley establece que las vías generales de comunicación quedan sujetas exclusivamente a los poderes federales. El gobierno federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo, o en cooperación con las autoridades locales; así como el Ejecutivo ejercerá sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.</p> <p>En este caso, se vincula el presente proyecto con esta Ley por tratarse de la apertura y construcción de una vía general de comunicación. Y en consecuencia aplica para su evaluación en materia de impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido por la LGEEPA en su Artículo 28 Fracción I y 5 inciso B) de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental</p>	

### III.3.1.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

*Cuadro 23. Vinculación del proyecto con la LGPGIR*

<b>Fundamento Jurídico</b>	Título Primero Disposiciones Generales
	Capítulo Único Objeto y Ámbito de Aplicación de la Ley
	Art. 1 fracciones I y II, Art. 2 fracciones I, II, III, IX y XII
	Título Tercero Clasificación de los Residuos
	Capítulo Único Fines, Criterios y Bases Generales
	Art. 19 fracciones I y VII
	Capítulo II Planes de Manejo
	Art. 27 fracción II
	Título Sexto De la Prevención y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
	Capítulo Único
Art. 96 fracciones I, II y IX	

#### Vinculación con el proyecto

Considerando lo que dice esta ley tenemos que para el presente proyecto se deberá cumplir con lo que establece ésta instalándose y/o destinando sitios para el almacenamiento de residuos peligrosos y no, que se generen durante el desarrollo de esta vía general de comunicación.

En cuanto a las especificaciones que deberá de cumplir el almacén temporal de Residuos Peligrosos (RP's) vienen descritas en el reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Los residuos peligrosos generados deberán estar en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén durante un tiempo no mayor a seis meses. También se debe contar con letreros (indicando la ruta de evacuación, no fumar, no entrar con alimentos, portar el equipo de protección, extintor) y con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que se generen y las modalidades de manejo; así como con equipo de protección (guantes de carnaza, gafas, mascarilla, overol, botas de campo con casquillo) y un inspector del almacén designado que será el único que podrá entrar y salir y anotar en la bitácora los residuos que entren o salgan del sitio.

Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados, para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente y siempre que no exista riesgo alguno de liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos (LGPGIR 2006).

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos generados dentro de la obra se contratarán los servicios de empresas especializadas en el manejo de los RP's, que cumplan con lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, además de ser empresas autorizadas por la Secretaría, las cuales deberán proporcionar los contenedores para los diferentes RP's generados; o de lo contrario darán las especificaciones adecuadas para su debido almacenamiento. Como obras y actividades complementarias en el desarrollo del proyecto se instalarán sitios como bodegas, campamentos, oficinas y talleres, cada uno con su respectivo almacén temporal de residuos tanto peligrosos como no peligrosos, apegándose a lo establecido en la legislación antes descrita para su correcta operación y funcionamiento.

## III.5.2 Reglamentos

### III.5.2.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental

El Artículo 28 de la LGEEPA establece que es el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental el que determina las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y por tanto, también determina cuáles no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto ambiental.

**Cuadro 24. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA**

<b>Fundamento Jurídico</b>	Capítulo II De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones Art. 5 inciso B), Art. 11, Art. 13
<b>Vinculación con el proyecto</b>	
Los Artículos 5, 11 y 13 de este reglamento de la LGEEPA se vinculan con el proyecto ya que especifican las obras y/o actividades que requieren la evaluación del impacto ambiental a través de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental, así como la modalidad de esta, de acuerdo al tipo de proyecto.	

**III.6. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)**

**Cuadro 25. Vinculación del proyecto con las NOM**

<b>NOM-062-SEMARNAT-1996</b>			
Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionan por el cambio y uso de suelo de terrenos forestales agropecuarios.			
<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Etapas de preparación del sitio</b>	<b>Operación y ejecución del proyecto</b>	<b>Abandono del sitio de las obras</b>
<b>Numerales aplicables</b>	<p><b>4.2</b> Mantener franjas perimetrales de vegetación natural que sirvan como cortinas rompe vientos para mitigar el efecto de los procesos erosivos.</p> <p><b>4.3</b> Determinar para cada predio, con base en el tipo de cobertura que proporcione la vegetación presente, en el ancho de las franjas perimetrales y transversales para la división de parcelas.</p>	<p><b>4.6</b> En los predios sujetos a cambios de uso de suelo se deberá conservar como mínimo un 20 % de la superficie total cubierta por la vegetación original presente, distribuida en franjas y parches de vegetación.</p>	<p><b>4.7</b> En caso de encontrarse especies de flora o fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 como raras, amenazadas, en peligro de extinción, o sujetas a protección especial, únicamente se evaluará la posibilidad de llevar a cabo algún tipo de aprovechamiento sustentable del suelo u otros recursos, diferente al cambio de uso de suelo, que no implique la desaparición local de estas especies y sus requerimientos de hábitat. La evaluación estará sujeta a que el interesado presente una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional, la cual deberá ser complementada con la siguiente información:</p> <p><b>4.7.1</b> La distribución, características de la población y hábitat de las especies raras, amenazadas o en peligro de extinción.</p>
<b>Vinculación</b>	La norma será aplicable durante la aplicación del programa de reubicación y rescate de flora y fauna durante el tiempo que duren las obras contempladas en el proyecto y en la aplicación del programa de reforestación y desmantelamiento de obras provisionales.		
<b>NOM-EM-138-ECOL-2002</b>			
Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos.			
<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Etapas de preparación del sitio</b>	<b>Operación y ejecución del proyecto</b>	<b>Abandono del sitio de las obras</b>
<b>Numerales aplicables</b>	<b>NIGUNO</b>	<b>TODOS LOS NUMERALES</b>	<b>TODOS LOS NUMERALES</b>
<b>Vinculación</b>	La maquinaria pesada que se va a utilizar durante la obra, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentra estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo, por medio de manchas de combustible (diesel). Este efecto es totalmente mitigable, así que la empresa constructora deberá de considerar la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra.		

**ATMÓSFERA Y EMISIONES DE FUENTES MÓVILES**

**NOM-041-SEMARNAT- 2006**

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.

Etapas del proyecto	Etapas de preparación del sitio	Operación y ejecución del proyecto	Abandono del sitio de las obras
<b>Numerales aplicables</b>	<b>4.1.2</b> Los límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma.	<b>4.1.2</b> Los límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma.	<b>4.2.2</b> Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, y límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos de pasajeros, camiones ligeros CL1, CL2, CL3 y CL4, vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones medianos y camiones pesados en circulación que usan gasolina como combustible independientemente de su año-modelo, utilizados como taxis, colectivos, microbuses y todo tipo de transporte público de pasajeros, con placas locales, federales y/o metropolitanas, son los establecidos en la Tabla 4 de esta Norma.

**Vinculación**

Una vez iniciada la obra y mientras duren las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del camino, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diesel, respectivamente, produciendo gases contaminantes (COx, NOx, HC's) como resultado de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina, y partículas suspendidas en forma de humo de los motores que utilizan diesel, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada empleada en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en la NOM-041-SEMARNAT-1999 y en la NOM-045-SEMARNAT-1996. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra es responsabilidad de la empresa constructora.

**NOM-045-SEMARNAT-2006**

Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

Etapas del proyecto	Etapas de preparación del sitio	Operación y ejecución del proyecto	Abandono del sitio de las obras
<b>Numerales aplicables</b>	<b>4.1</b> Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, con peso bruto vehicular de hasta 2,727 kg, en función del año-modelo del vehículo, expresado en coeficiente de absorción de luz, son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma.	<b>4.2</b> Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, con peso bruto vehicular de más de 2,727 kg, en función del año-modelo del vehículo, expresado en coeficiente de absorción de luz, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma.	<b>4.2</b> Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, con peso bruto vehicular de más de 2,727 kg, en función del año-modelo del vehículo, expresado en coeficiente de absorción de luz, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma.

**Vinculación**

Una vez iniciada la obra y mientras duren las etapas de preparación del sitio, ampliación, construcción y mantenimiento del camino, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diesel, respectivamente, produciendo gases contaminantes (COx, NOx, HC's) como resultado de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina, y partículas suspendidas en forma de humo de los motores que utilizan diesel, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada empleada en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en la NOM-041-SEMARNAT-1999 y en la NOM-045-SEMARNAT-1996. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra es responsabilidad de la empresa constructora.

**RESIDUOS PELIGROSOS**

**NOM-052-SEMARNAT-2005**

Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Etapas del proyecto	Etapas de preparación del sitio	Operación y ejecución del proyecto	Abandono del sitio de las obras
<b>Numerales aplicables</b>	<b>TODOS LOS NUMERALES</b>	<b>TODOS LOS NUMERALES</b>	<b>TODOS LOS NUMERALES</b>
<b>Vinculación</b>	Mientras dure la ampliación y construcción del Proyecto se producirán residuos peligrosos, como resultado del mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria pesada, por lo que para el cumplimiento de las disposiciones que indican estas normas se contempla la construcción de almacenes temporales de residuos peligrosos en los sitios destinados para el mantenimiento de equipo; así mismo, se contratarán los servicios de recolección y transporte de estos residuos, por una empresa recolectora que se encuentre autorizada ante la SEMARNAT.		

**RESIDUOS MUNICIPALES**

**NOM 083-SEMARNAT-2003**

Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

Etapas del proyecto	Etapas de preparación del sitio	Operación y ejecución del proyecto	Abandono del sitio de las obras
<b>Numerales aplicables</b>	<b>6.1.2</b> No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de Manejo de éstas.	<b>6.1.4</b> No deben ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.	<b>6.1.5</b> El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.
<b>Vinculación</b>	Debido a la falta de infraestructura para la disposición final y adecuada de los residuos sólidos no peligrosos en las comunidades cercanas al proyecto, se prevé que si durante las etapas de preparación del sitio, ampliación y construcción, se autoriza un sitio para utilizarlo como tiradero, se deberán seguir las condiciones que indica esta Norma para elegir el sitio en donde se dispondrán los residuos, cuidando de no afectar cuerpos de agua y sitios con vegetación nativa; además, quedara estrictamente prohibido disponer algún tipo de residuo peligroso.		

**CONTAMINACIÓN POR RUIDO**

**NOM-080-SEMARNAT-2003**

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Etapas del proyecto	Etapas de preparación del sitio	Operación y ejecución del proyecto	Abandono del sitio de las obras
<b>Numerales aplicables</b>	<b>5.4.1</b> El equipo debe contar con el sistema de escape en buen estado de operación y libre de fugas. <b>5.4.2</b> El vehículo deberá encontrarse a la temperatura normal de operación.	<b>5.4.1</b> El equipo debe contar con el sistema de escape en buen estado de operación y libre de fugas. <b>5.4.2</b> El vehículo deberá encontrarse a la temperatura normal de operación.	<b>NO APLICA</b>
<b>Vinculación</b>	La maquinaria empleada en el proyecto, deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado; esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible. Además, las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.		

*Derivado de lo anterior y con base en el tipo de proyecto y las obras a realizar, se puede establecer que no existe ninguna limitación de los instrumentos de planeación y de ordenamiento ecológico así como de*

*las leyes y reglamentos aplicables en materia de evaluación del impacto ambiental y de normatividad aplicables.*

## Referencias

PND, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

PNI, Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012.

Programa Carretero 2007-2012.

PDEM, Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (Modificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zumpango (2008)).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México.

LGEEPA, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

Ley de Vías Generales de Comunicación.

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-045-SEMARNAT-1996, NOM-052-SEMARNAT-1993,  
NOM-061-SEMARNAT-1996, NOM-062-SEMARNAT-1996, NOM-080-SEMARNAT-1994,  
NOM-083-SEMARNAT-1996, NOM-EM-138-ECOL-2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx) (consultado en enero, 2010).

Arriaga L, Espinoza JM, Aguilar C, Martínez E, Gómez L, Loa E (coordinadores). 2000. Mapas de Regiones Prioritarias. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. CONABIO, México.

Arriaga-Cabrera L, Aguilar-Sierra V, Alcocer-Durand J, Jiménez-Rosenberg R, Muñoz-López E, Vázquez-Domínguez E (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. Edición. CONABIO, México.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	56
IV.1. Delimitación del área de estudio .....	57
IV.1.1. Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional .....	57
IV.1.1.1. Introducción .....	57
IV.1.1.2. Metodología de la delimitación .....	58
IV.1.1.3. Resultado .....	59
IV.2. Caracterización y análisis retrospectivo del Sistema Ambiental Regional .....	59
IV.2.1. Medio abiótico .....	59
IV.2.1.1. Fisiografía .....	59
IV.2.1.2. Geología .....	61

IV.2.1.3. Clima.....	61
IV.2.1.4. Edafología.....	64
IV.2.1.5. Hidrología .....	65
IV.2.2. Medio biótico .....	66
IV.2.2.1. Vegetación .....	67
IV.2.2.2. Fauna.....	75
IV.2.2.3. Poblaciones vulnerables.....	81
IV.2.2.4. Ecosistemas.....	85
IV.2.3. Aspectos socioeconómicos .....	86
IV.2.3.1. Contexto estatal .....	86
IV.2.3.2. Aspectos socioeconómicos del SAR .....	89
IV.3. Diagnóstico ambiental del SAR .....	99
Referencias .....	101



## IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

La zona donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra en los límites de la Zona Metropolitana del Valle de México, que es el ámbito de influencia socioeconómica y físico-espacial de esta región. Se trata de una cuenca endorreica rodeada de sierras, cuyos escurrimientos desaguan en la planicie lacustre dando lugar a lagos como la de Zumpango, Chalco, Texcoco, Xaltocan y los humedales de Xochimilco. La región hidrológica a la que pertenece el Valle de México es la RH-Pánuco, a la cuenca del río Moctezuma y el proyecto transcurre por dos subcuencas: la del río Salado y del río Tezontepec. La subprovincia fisiográfica a la que pertenece es Lagos y Volcanes del Anáhuac, de la provincia Eje Neovolcánico Transversal. De hecho, es debido a las condiciones orográficas que la región se encuentra en una cuenca atmosférica, que dificulta la circulación de vientos regionales y promueve la acumulación de contaminantes.

La geología de la zona es de origen volcánico, presentándose rocas ígneas extrusivas de tipo volcanoclásticas, así como suelos aluviales formados a partir de la reciente actividad volcánica en la región. Edafológicamente, se presentan suelos profundos como Feozems, Planosoles, Vertisoles y Cambisoles; los Litosoles son frecuentes en laderas de cerros y en la sierra. En las partes más bajas de la región se presentan Solonchaks.

La cuenca de México se presenta como una confluencia de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, siendo un área muy importante en cuanto a biodiversidad. Sin embargo, su riqueza natural también ha sido una determinante de la colonización y asentamiento humano desde hace varios miles de años.

En la zona del proyecto, la altitud promedio es de 2285 msnm y presenta un relieve llano de valle con un rango altitudinal muy bajo, superior a 2279 msnm e inferior a 2320 msnm, medido sobre los 15.9 km de longitud del trazo carretero. Se presenta una precipitación apenas superior a 600 mm de lluvia al año; con temperaturas medias anuales de 16°C, lo cual ha determinado un clima Semiseco Templado Subhúmedo, en el que el suelo conserva humedad 7 meses al año gracias a los escurrimientos.

## IV.1. Delimitación del área de estudio

### IV.1.1. Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional

#### IV.1.1.1. Introducción

Debido al centralismo tradicional de México, el crecimiento del país se ha orientado al desarrollo de núcleos urbanos y sus alrededores, principalmente de la Zona Metropolitana del Valle de México, teniendo a la industrialización y urbanización como estrategias fundamentales. Desde época de la Colonia, la Ciudad de México se presenta como el principal centro poblacional, económico, social y político del país. El desarrollo y crecimiento progresivo y desorganizado de la ciudad en los años treinta provoca su extensión hacia el Estado de México. Entre los años cincuenta y ochenta del siglo pasado inició el proceso de metropolización del Valle de México perfilándose a lo que actualmente se presenta como la Zona Metropolitana. Todo esto a costa de la transformación vertiginosa y desordenada del entorno natural, sin considerar las características de la cuenca de México. Los ritmos de recuperación de los recursos naturales y los flujos de energía necesarios para mantener los asentamientos humanos de tal magnitud se vieron fuertemente afectados bajo una lógica insustentable.

La ocupación del espacio vital en el valle de México ha modificado su tendencia. Actualmente, se observa por un lado, el descenso en la densidad poblacional del centro de la urbe; y por otro, la expansión hacia la periferia y el incremento de la densidad hacia municipios de los estados de México y Morelos. Estos procesos están asociados a la pérdida de dinamismo económico, formación de zonas industriales periféricas al valle, contaminación, necesidad de espacio y procesos de conurbación.

El crecimiento poblacional y urbanización masiva del Valle de México ha demandado grandes cantidades de recursos naturales de los alrededores, donde se ha presentado un fenómeno de saqueo ecológico y contaminación del medio; así como el reclamo de áreas cada vez mayores para actividades productivas (industriales, agropecuarias, de servicios, etc.).

Como resultado, hoy en día la región presenta problemas de gran importancia, siendo la contaminación -de la atmósfera, el agua y el suelo-, el deterioro hidrológico de la cuenca y la pérdida de áreas naturales los más importantes.

El municipio de Zumpango se encuentra en la periferia de esta zona metropolitana. Lugar en el que los programas de desarrollo y ordenamientos planifican nuevas vías de comunicación que desfoguen el tráfico de la Ciudad de México. Dos de estas importantes vías planificadas son el Arco Norte, actualmente en funcionamiento, y el Paseo Bicentenario; ambas, vías concéntricas y periféricas a la capital de la República. El presente proyecto pretende unir estas dos vías de comunicación mediante una carretera que ligue a la altura del municipio de Zumpango y Hueypoxtla, en el norte del estado de México.

#### **IV.1.1.2. Metodología de la delimitación**

Basados en mapas del Programa Estatal de Desarrollo Urbano (PEDU) del estado de México, se determinó que el clima presenta un patrón homogéneo en la zona, y engloba varias características particulares en las que se desarrolla el proyecto, como tipo de uso de suelo, edafología, origen geológico e hidrología, entre otras.

El primer factor para determinar un área con características relativamente homogéneas llevó al segundo, el uso de suelo de acuerdo con la Actualización del modelo de ordenamiento ecológico del territorio del Estado de México, llevado a cabo en diciembre de 2006. En concordancia con este modelo, se llevó a cabo un acotamiento del polígono climático mediante el uso de suelo agropecuario en los municipios cercanos al proyecto: Zumpango, Hueypoxtla, Apaxco y Tequixquiac.

El proyecto cae una región ecológica denominada 13.4.1 Planicies interiores y piedemonte con pastizal y matorral xerófilo, en dos unidades ecológicas dentro de esta región, de uso predominantemente agrícola y política ambiental de conservación cuya regulación ecológica permite el establecimiento de este proyecto, teniendo como limitantes el uso de vegetación nativa para reforestación y la prohibición de agroquímicos, ambas a tomar en cuenta para la ejecución del proyecto.

Para terminar con el acotamiento del SAR, se tomaron en cuenta los límites político-administrativos.

### IV.1.1.3. Resultado

De la metodología anterior se obtuvo como resultado la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), un área delimitada por criterios climáticos, de uso de suelo y político-administrativos municipales y estatales. Con las siguientes tres tipologías:

- Sistema de piedemonte, acumulativa-abrasiva, con procesos de arroyada y diseño de canales con patrón anastomasado.
- Sistema fluvial, valles aluviales con lechos amplios de fondo móvil, con corte transversal de fondo plano.
- Sistema fluvial, valles aluviales colmatados (anastomasados) de contacto geomorfológico entre rampas de piedemonte.

El proyecto en su totalidad cae en las dos últimas tipologías, de valle aluvial. Las características físicas y biológicas se describirán en el desarrollo de este capítulo.

*La ubicación de los vértices del SAR se incluye en formato de tabla y de manera gráfica en los anexos, así como de manera digital en formatos xls y shp.*

## IV.2. Caracterización y análisis retrospectivo del Sistema Ambiental Regional

### IV.2.1. Medio abiótico

#### IV.2.1.1. Fisiografía

Todo el Sistema Ambiental Regional definido para este estudio se encuentra en la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico, consistente en una enorme masa de rocas volcánicas, algunas cuyo origen data desde mediados del Terciario (hace 35 millones de años). Está integrada por sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, escudo-volcanes de basalto y depósitos de arena y cenizas; así como grandes estrato-volcanes. El SAR se ubica sobre dos subprovincias: Lagos y Volcanes de Anáhuac (85.18 % de la superficie) y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (el restante 14.82 %), al sur y norte del SAR respectivamente.

*Cuadro 26. Provincias y subprovincias fisiográficas del SAR*

	Superficie	
	(ha)	(%)
<b>Provincia fisiográfica</b>		
Eje Neovolcánico	39373.00	100.00
<b>Subprovincias fisiográficas</b>		
Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	5836.39	14.82
Lagos y Volcanes de Anáhuac	33536.62	85.18

La subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac cubre una superficie dentro del SAR superior a las 30 mil hectáreas en todos sus municipios: la mitad sur de Apaxco y la mayor parte de Hueyoptla, Tequixquiac y Zumpango. Por su parte, la subprovincia de Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo abarca la mitad norte de Apaxco y una pequeña franja al norte de Hueyoptla. Cabe mencionar que en esta última, la diversidad de suelos no es muy grande, aunque los presentes se caracterizan por ser muy fértiles y aptos para la agricultura y la ganadería.

Con respecto a las topoformas presentes en el área de estudio, se encuentra que aunque existe una amplia diversidad, la mayor parte de este territorio corresponde a sólo dos de ellas: Lomerío de Tobas y Valle de Laderas Tendidas, que en conjunto suman el 76.28 % de la superficie del SAR. Estas dos unidades de topoformas se distribuyen en el SAR en tres polígonos aproximadamente paralelos con orientación noroeste-sureste. El más grande ellos, al norte, correspondiendo a Valle de Laderas Tendidas. Contigua, una franja de Lomerío de Tobas, que colinda a su vez, al sur, con el polígono más pequeño de Valle de Laderas Tendidas. El resto de las topoformas se distribuyen en pequeños fragmentos solamente en la periferia del SAR. De hecho, en las imágenes satelitales consta el relieve poco accidentado que se presenta de manera general.

**Cuadro 27. Topoformas del SAR**

Topoformas	(ha)	Superficie
		(%)
Llanura de Piso Rocoso o Cementado	1494.77	3.80
Lomerío de Basalto	1216.49	3.09
Sierra Volcánica de Laderas Tendidas	3334.60	8.47
Sierra Volcánica de Laderas Tendidas con Lomerío	1285.31	3.26
Valle de Laderas Tendidas	12131.59	30.81
Vaso Lacustre con Lomerío	881.28	2.24
Vaso Lacustre de Piso Rocoso o Cementado	954.50	2.42
Vaso Lacustre Salino	165.23	0.42
Lomerío de Tobas	17909.25	45.49
<b>TOTAL</b>	<b>39373.00</b>	<b>100.00</b>

#### IV.2.1.2. Geología

La región que ocupa el Sistema Ambiental Regional está formada básicamente por rocas clásticas y volcánicas, principalmente de clase ígnea extrusiva que datan de la era Cenozoica, y sólo en el 7.48 % de la superficie del SAR, sedimentaria del Mesozoico.

**Cuadro 28. Unidades geológicas del SAR**

Clave	Clase	Tipo	Superficie	
			(ha)	(%)
Ts(Vc)	Ígnea Extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	24756.67	62.88
Q(s)	N/A	N/A	7841.30	19.92
Ts(Igeb)	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	3829.14	9.73
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	2945.90	7.48
<b>TOTAL</b>			<b>39373.00</b>	<b>100.00</b>

#### IV.2.1.3. Clima

El clima es una propiedad física que ejerce influencia directa sobre los ecosistemas presentes en una región. De manera especial, la humedad, que está determinada por la cantidad de precipitación pluvial anual y su distribución a lo largo del año. En el SAR delimitado para este estudio el clima es templado; pertenece a los grupos climáticos semisecos del nororiente del estado. Las variantes y su representación en el SAR se presentan en el *Cuadro 4*.

*Cuadro 29. Tipos climáticos del SAR*

Clima		Superficie	
		(ha)	(%)
C(w0)(w)	Templado subhúmedo	22358.40	56.79
BS1kw(w)	Semiseco templado	1533.62	3.90
BS1kw	Semiseco templado	15480.98	39.32
<b>TOTAL</b>		<b>39373.00</b>	<b>100.00</b>

El clima templado es el dominante en el SAR y se localiza en la parte central del polígono. Los climas secos abarcan superficies al sureste y noroeste del SAR; con la variante BS1kw como una pequeña franja hacia el municipio de Apaxco, y el BS1kw(w) en el otro extremo. En todo el SAR las lluvias se presentan en verano; las variantes climáticas en cuestión se diferencian precisamente por la cantidad de precipitación pluvial invernal con respecto al total anual. Los climas designados como C(w0)(w) y BS1kw(w) corresponden a regímenes con este parámetro menor al 5.0 %. Por su parte, el clima BS1kw presenta valores del mismo entre 5.0 y 10.2 %. Esta pequeña diferencia en el patrón de precipitación pluvial afecta menos del 4 % del SAR, en el municipio de Apaxco.

El Servicio Meteorológico Nacional (SNM) de la Comisión Nacional del Agua (CNA) tiene disponibles para consulta las normales climatológicas para el período 1971 a 2000. Dentro del SAR están ubicadas cuatro estaciones climatológicas cuya información se encuentra en los climogramas de la *Figura 1*. Nótese que la estación de San Marcos Jilotzingo carece de las normales de temperatura. Así como la gran uniformidad en los patrones de precipitación para las estaciones de El Tajo, Gran Canal y San Marcos Jilotzingo. Nopala, sin embargo, presenta menor precipitación que el promedio de la zona, lo que se debe a su ubicación en la base suroeste del cerro Apanda, que se encuentra en la periferia del SAR, al noreste.

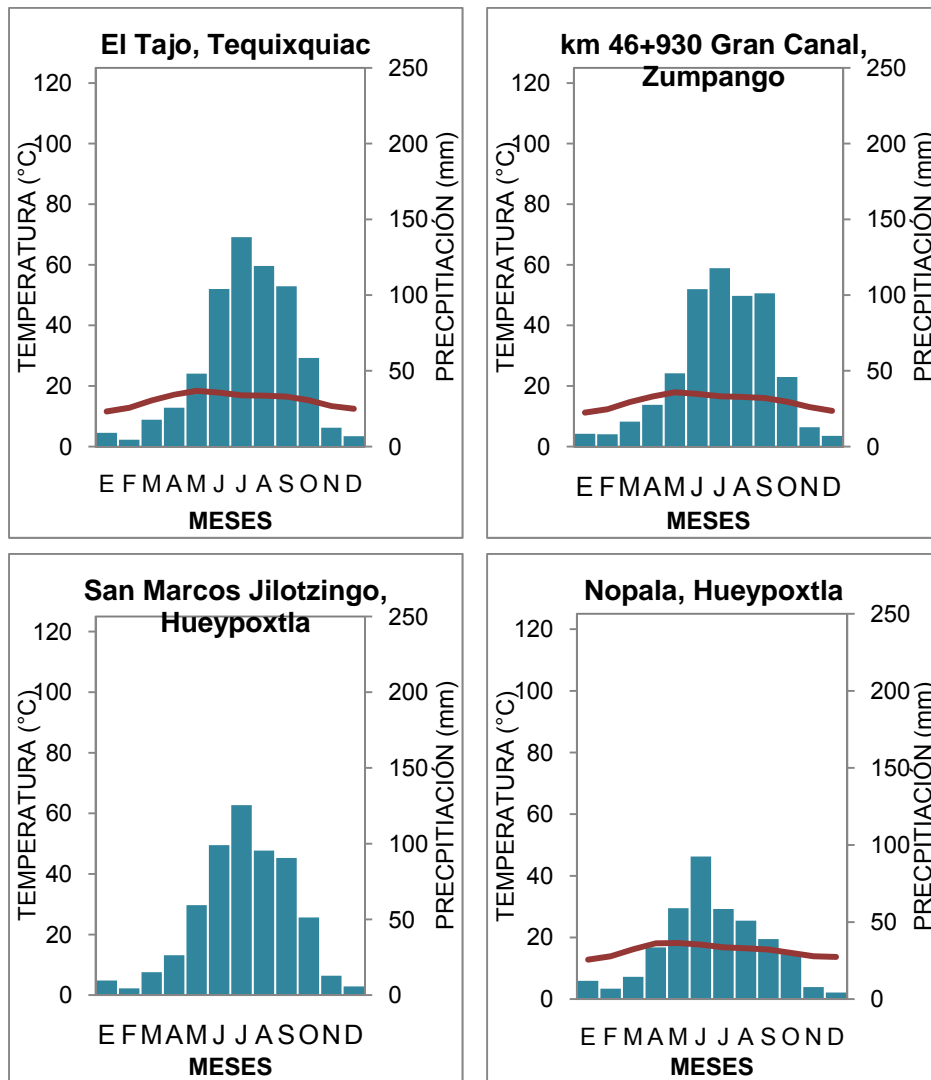


Figura 8. Climogramas de las estaciones meteorológicas del SAR<sup>6</sup>

También se observa claramente la presencia de lluvias en verano, siendo junio y julio los meses más lluviosos y el período de noviembre a marzo el más seco del año. Con precipitaciones inferiores a 8 mm en el mes más seco y entre 90 y 140 mm en el más húmedo. Siendo la precipitación anual entre 400 y 650 mm, la cual, evidentemente, se concentra en la temporada de verano. En el marco de los patrones de precipitación del estado de México, cabe mencionar que el SAR se encuentra en la parte más seca de la entidad.

<sup>6</sup> Elaborados a partir de la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en <http://smn.cna.gob.mx>.



Por otro lado, las temperaturas fluctúan entre los 11 y 18 °C, siendo mayo el mes más cálido del año y enero el más frío. Como los vientos predominantes provienen del norte, se observa la disminución de la temperatura coincidiendo con el período de invierno. Las heladas son frecuentes, principalmente en la parte norte del SAR, en los municipios de Apaxco y Hueypoxtla, alcanzando en este último, hasta 50 eventos por año, principalmente en el período de diciembre a febrero, pero incluso en septiembre, marzo y abril en los municipios de Tequixquiac y Zumpango.

*Cuadro 30. Frecuencia de eventos climatológicos anuales en el SAR*

	Estación climatológica				Promedio (días/año)
	El Tajo, Tequixquiac (días/año)	km 46+930 Gran Canal, Zumpango (días/año)	San Marcos Jilotzingo, Hueypoxtla (días/año)	Nopala, Hueypoxtla (días/año)	
Lluvia	87.2	88.2	64.9	60.8	<b>75.3</b>
Niebla	51.4	25.0	22.3	15.7	<b>28.6</b>
Granizo	0.6	0.7	4.7	2.4	<b>2.1</b>
Tormenta e.	13.0	0.9	7.0	15.5	<b>9.1</b>

También se presentan días con niebla, granizo y tormentas eléctricas. A partir de los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas, al año en el SAR el promedio de días con niebla es 28.6; con granizo 2.1 días; y con tormentas eléctricas 9.1 días.

#### IV.2.1.4. Edafología

El estado de México presenta una gran diversidad de suelo como resultado de las condiciones geológicas, topográficas y climáticas. Los grupos que se encuentran en el SAR son Feozem, Andosol y Regosol, con doce variantes que se muestran en el *Cuadro 6*. El grupo Feozem está representado con 6 de dichas variantes: Hc+E+Vp/2/D, Hc+Vp/2, Hh+E+Vp/2/L, Hh+Re/2/D, Hh+Re+I/2/D y Hh+Vp/2, siendo el grupo dominante al cubrir una superficie superior al 90 % del polígono del SAR. Las unidades Hc+E+Vp/2/D y Hc+Vp/2, entre ellas, son además las más abundantes (86.34 % del SAR) y se distribuyen en sin fragmentarse al centro del SAR, dejando al resto de las unidades en pequeños parches a la periferia.

**Cuadro 31. Unidades edafológicas del SAR**

Clave	Superficie		Clave	Superficie	
	(ha)	(%)		(ha)	(%)
E+Hc/2/L	483.25	1.23	Hh+Re+l/2/D	16.05	0.04
H2O	2.95	0.01	Hh+Vp/2	339.94	0.86
Hc+E+Vp/2/D	22687.12	57.62	I+Hh/2	230.44	0.59
Hc+Vp/2	11306.84	28.72	Vp+Hc/3/L	1239.69	3.15
Hh+E+Vp/2/L	1968.19	5.00	Vp+Hh/3	192.76	0.49
Hh+Re/2/D	184.75	0.47	Zg+Zm/3/n	721.01	1.83
			<b>TOTAL</b>	<b>39373.00</b>	<b>100.00</b>

De manera general, el Feozem es un suelo apto para la agricultura. De ahí, que en el ordenamiento territorial estatal se haya destinado esta zona a actividades principalmente agrícolas.

#### IV.2.1.5. Hidrología

El estado de México forma parte de las tres regiones hidrológicas más importantes del país, tanto por su extensión, como por su concentración de población y actividades económicas. El SAR forma parte una cuenca endorreica rodeada de sierras, cuyos escurrimientos desaguan en la planicie lacustre dando lugar a lagos como la de Zumpango, Chalco, Texcoco, Xaltocan y los humedales de Xochimilco.

Por ubicarse en el valle de México, todo el SAR pertenece a la región hidrológico RH-Pánuco y a su única cuenca, la del río Moctezuma. Si bien la atraviesan un número bastante alto de pequeños cauces temporales y canales de riego para la agricultura, en la zona de estudio sólo se encuentran 3 corrientes de tamaño significativo, dos de ellas intermitentes, y sólo una perenne: el río Salado.

Por otra parte, la superficie del SAR se encuentra en tres subcuencas hidrológicas denominadas San Juan - Tula, Salomón y Pachuca - Cd. de México, en las proporciones que se muestran en el *Cuadro 7*.

**Cuadro 32. Cuencas y subcuencas hidrológicas del SAR**

	Superficie	
	(ha)	(%)
<b>Cuenca hidrológica</b>		
Río Moctezuma	39373.00	100.00
<b>Subcuencas hidrológicas</b>		
San Juan - Tula	17843.16	45.32
Salomón	6370.11	16.18
Pachuca - Cd. de México	15159.74	38.50

El río Salado tiene su inicio precisamente en el lado este de la villa de Hueyoxtla, internándose por Tlapanaloya (en el municipio de Tequixquiac) y prosiguiendo al norte como afluente del río Tula, el cual se convierte posteriormente en el río Moctezuma. Las principales corrientes intermitentes son los arroyos Las Avenidas de Pachuca y Salado de Hueyoxtla. El primero, atraviesa el municipio de Zumpango de oriente a poniente y actualmente funge como conductor de aguas negras desembocando en el Gran Canal de desagüe del valle de México (GEM 2005a), que corre paralelo al lado oriental del lago de Zumpango. El segundo, es un afluente del río Salado que desciende hacia el sur proveniente del estado vecino de Hidalgo, atravesando el municipio de Hueyoxtla y luego parte del de Tequixquiac, donde se une con su efluente.

El lago de Zumpango es el cuerpo de agua más cercano al SAR, limitando con este al suroeste. No fue incluido en los análisis de este estudio, pues no será impactado por la obra proyectada. No obstante, cabe mencionar que el sistema hidrológico del SAR presenta serias afectaciones como resultado de los procesos de urbanización (contaminación y sobreexplotación para riego y consumo humano). Estos problemas se explican con mayor amplitud más adelante en el apartado dedicado al diagnóstico ambiental del SAR.

#### IV.2.2. Medio biótico

México es uno de los cuatro países con mayor diversidad biológica, ya que albergan el 70% de la biodiversidad mundial en tan solo el 10% de la superficie terrestre; en nuestro país esta característica es el resultado de varios factores, como la heterogeneidad topográfica que ha ocasionado el aislamiento de algunos linajes evolutivos originando especies endémicas de nuestro país. Sin embargo, al parecer el principal factor de esta megadiversidad está originada en la dinámica historia geológica de

México, relacionada con su posición geográfica, pues es el único país en el mundo en donde se presenta la sobreposición de dos zonas biogeográficas, Neártica hacia el norte y Neotropical hacia el sur. En particular, el Altiplano Mexicano está aislado de ambas costas por las cadenas montañosas Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental; es una interdigitación de ecosistemas templados y tropicales (Ceballos y Oliva 2005). Y además, se tienen las perturbaciones topográficas causadas por el vulcanismo característico de la región (Granados *et al.* 2004). De todas las regiones biológicas en que México está dividido, el Eje Neovolcánico Transversal es una de las zonas más importantes por la biodiversidad que alberga (Romero y Velázquez 1996).

### IV.2.2.1. Vegetación

La vegetación predominante en el SAR es la agricultura, cuya superficie alcanza casi el 70 % del total del SAR, principalmente de temporal. No menos importante es la cobertura de pastizales inducidos, que junto con el uso de suelo agrícola de riego y temporal abarcan casi el 90 % de la zona de estudio. Los tipos de vegetación natural se limitan a remanentes muy pequeños de Bosque de Encino, Matorral Crasicaule, Matorral Desértico Rosetófilo y Vegetación Halófila y Gipsófila, que en conjunto cubren menos del 6 % de la superficie del SAR. Los asentamientos humanos, por su parte, cubren un área inferior al 5 %, aunque su importancia no es proporcional a su tamaño, por el impacto que ejercen las actividades humanas en el centro poblacional y económico del país.

Cuadro 33. Usos de suelo y vegetación del SAR

			Superficie	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	8457.76	21.48		
Agricultura de temporal	19087.39	48.48		
Pastizal inducido	7514.18	19.08	35059.33	89.04
Bosque de Encino	890.93	2.26		
Matorral Crasicaule	1129.84	2.87		
Matorral Desértico Rosetófilo	117.14	0.30		
Vegetación Halófila y Gipsófila	60.04	0.15	2197.96	5.58
Área sin vegetación aparente	264.97	0.67		
Asentamiento humano	1850.75	4.70		
<b>TOTAL</b>	<b>39373.00</b>	<b>100.00</b>		

### *Agricultura de riego y de temporal*

El hecho del que en el SAR la cobertura vegetal predominante sea la agricultura de riego y de temporal tiene su origen en las características del suelo y climáticas de la región, además de las políticas económicas que han prevalecido en el estado. Ya en 2001, INEGI ubicaba esta superficie territorial en una zonificación denominada “Tierras aptas para la agricultura mecanizada continua”, que coincidía también con la de “Tierras aptas para el desarrollo de praderas cultivadas”, con fines agropecuarios. En ambos casos, la vocación de las tierras se determinó puesto que las geoformas predominantes son de escasa pendiente en los alrededores del lago de Zumpango, donde además, existen áreas de considerables dimensiones que tradicionalmente han sustentado actividades agrícolas. Los suelos, de hecho, se consideran de alta productividad a nivel estatal. De acuerdo con la misma fuente (INEGI 2001), la introducción de infraestructura para el riego y la labranza mecanizada se pueden llevar a cabo casi sin restricciones en estos suelos de origen aluvial y lacustre. Los cultivos más representativos que se producen en la región son maíz, papa, zanahoria, chícharo, cebolla y jitomate (INEGI 2001); en el SAR se constató la predominancia de cultivos de *Zea mays* (maíz).

Cabe mencionar, la importante presencia en los alrededores del lago de Zumpango de terrenos con pendientes planas, buena profundidad, drenajes normales a lentos, sin obstrucción superficial y ligeras concentraciones de salinidad o sodicidad. Precisamente en el SAR, los suelos son de tipo Feozem, de texturas medias y origen lacustre, asentados dentro de los lagos y volcanes de Anáhuac (en geoformas de vaso lacustre o vaso lacustre con lomerío), cuyas características físico-químicas permiten realizar las actividades agrícolas casi sin restricciones, tanto para efectuar las labores de labranza como la aplicación del riego. En contrapartida, no son raros los problemas de sodicidad y/o salinidad, que afectan con intensidad el desarrollo fisiológico de las especies cultivadas (INEGI 2001).

Por otra parte, en el contexto nacional, el estado de México es el tercer lugar en los bancos de germoplasma por su número de registros de maíz, que asciende a 439. Se conocen por lo menos tres variedades de maíz prioritarias para la conservación en esta entidad: el ancho, por ser de distribución restringida, el cacahuacintle, que es abundante en áreas amplias y el chalqueño, que es dominante en su área de distribución (PRONATURA 2007). El SAR, de hecho, coincide parcialmente con la “Zona Centro” definida por PRONATURA (2007) como sitio prioritario para la conservación de la agrobiodiversidad. En este sentido, con el objetivo de proteger la agrobiodiversidad, existen de hecho

algunos proyectos de conservación in situ de maíz criollo en el estado (PRONATURA 2007). Los mismos autores mencionan que el estado de México, junto con otros (Puebla, Oaxaca y Veracruz) son los más ricos en variedades de maíz.

#### *Pastizal inducido*

Se denomina así a la vegetación que aparece como consecuencia de desmontes de cualquier otro tipo de vegetación. Comúnmente, se establece en áreas agrícolas abandonadas y terrenos que se incendian con frecuencia. E incluso, son mantenidos por las actividades humanas para el mantenimiento de la ganadería extensiva mediante incendios periódicos y el pisoteo del ganado. Con lo que se impide el brote de elementos leñosos y arbóreos característicos de la sucesión natural. (INEGI 2001)

Su composición suele estar asociada con la vegetación secundaria circundante, y en el estado existen las siguientes especies: *Bouteloua gracilis* (navajita), *Aristida sp.* (zacate), *Sporolobus sp.* (zacate), *Bouteloua hirsuta* (navajita), *Digitaria sp.*, *Muhlenbergia rigida* (zacatón), *Aristida divaricata* (zacate), *Bouteloua simplex* (navajita), *Muhlenbergia dubia* (zacatón), *Muhlenbergia capilaris* (zacatón), *Cynodon dactylon* (zacate bermuda), *Aristida arizonica* (zacate), *Andropogon sp.* (zacate amarillo), *Eragrostis sp.* (zacate), *Muhlenbergia macroura* (zacatón), *Buchloe dactyloides* (zacate chino), *Festuca sp.* (zacatón), *Arthrostylidium sp.* (carricillo) y *Hilaria sp.* (zacate); como elementos acompañantes se puede encontrar: *Quercus sp.* (encino), *Pinus sp.* (pino), *Arbutus xalapensis* (madroño), *Salix sp.* (sauce), *Eucaliptus sp.* (eucalipto), *Ipomoea murucoides* (cazahuate), *Opuntia sp.* (nopal), *Schinus molle* (pirul), *Ipomoeae stans* (tumba vaqueros), *Baccharis conferta* (escobilla), *Leucaena sp.* (guaje), *Cyperus sp.* (tule), *Acacia cymbispina* (huizache), *Acacia pennatula* (tepame), *Dalea sp.* (engorda cabras), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce), *Mammillaria sp.* (mamilaria), *Buddleia sp.* (tepozán) y otras especies primarias. (INEGI 2001)

#### *Bosque de Encino*

En este tipo de vegetación las comunidades vegetales están dominadas por diferentes especies del género *Quercus*, también conocidas como robles o encinos. Por lo general, se presentan como una transición entre los bosques de coníferas (que se distribuyen en altitudes con respecto al nivel del mar mayores) y las selvas (de zonas más bajas). Alcanza alturas entre 4 y 30 m, pudiendo ser abierto o muy denso (INEGI 2001). En el SAR, este tipo de vegetación ha quedado relegado a las laderas y pendientes

del relieve que se ubican en su parte norte, donde las actividades agropecuarias y urbanas no han podido desplazarlo todavía. Su fase secundaria se debe a la extracción de madera para la elaboración de tablas y carbón para uso doméstico; o bien, al abandono de tierras que se utilizaron con fines agropecuarios (INEGI 2001).

Las especies que pueden encontrarse en el estrato arbóreo de 8 m son: *Quercus laurina* (encino laurelillo), *Quercus candicans* (encino blanco), *Quercus crassifolia* (roble), *Quercus rugosa* (encino quebracho), *Quercus crassipes* (encino tesmilillo), *Quercus urbanii* (encino cucharo), *Quercus microphylla* (charrasquillo), *Quercus castanea* (encino colorado), *Quercus mexicana* (laurelillo), *Quercus laeta* (encino prieto), *Juniperus sp.* (táscate), *Clethra mexicana* (jaboncillo), *Leucaena sp.* (guaje), *Ternstroemia pringlei* (tila), *Arbutus xalapensis* (madroño), *Cupressus sp.* (cedro) y *Alnus firmifolia* (aile); a nivel arbustivo menor de 5 m se tienen: *Arbutus xalapensis* (madroño), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Arctostaphylos sp.* (manzanita), *Smilax pringlei* (zarzaparrilla), *Clethra mexicana* (jaboncillo), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Buddleia sp.* (tepozán), *Prunus serotina* (capulín), *Alnus firmifolia* (aile), *Baccharis conferta* (escobilla), *Eupatorium sp.*, *Senecio sp.* (senecio) y *Stevia serrata* (requezón); y en el estrato herbáceo de 0.10 a 0.50 m son abundantes las siguientes especies de gramíneas: *Bouteloua sp.* (navajita), *Eragrostis sp.* (zacate), *Muhlenbergia sp.* (zacatón), *Aristida divaricata* (zacate), *Hilaria cenchroides* (grama negra) y *Senecio sp.* (senecio). (INEGI 2001)

#### *Matorral Crassicaule*

El matorral crassicaule es un tipo de vegetación dominado fisonómicamente por cactáceas de tallos aplanados y cilíndricos, con elementos arbustivos de hoja pequeña o reducida a espinas (INEGI 2001). En el SAR se presenta sobre suelos de tipo Feozem, ricos en arcillas y de profundidad variable, al norte del polígono de estudio. Los cuales, son muy susceptibles a la erosión por viento y agua (INEGI 2001).

Como especies características en el estrato superior a 2 m se encuentran: *Baccharis conferta* (escobilla), *Acacia shaffneri* (huizache), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce), *Opuntia streptacantha* (nopal cardón), *Opuntia sp.* (nopal), *Baccharis ramulosa* (hierba de escoba), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Mimosa biuncifera* (uña de gato), *Senecio praecox* (palo loco), *Prosopis sp.* (mezquite), *Buddleia sp.* (tepozán), *Zaluzania augusta* (cenicilla) y *Nicotiana glauca* (tabaquillo); el estrato medio de 1 a 2 m: *Zaluzania augusta* (cenicilla), *Baccharis conferta* (escobilla), *Stevia serrata* (requezón), *Baccharis ramulosa* (hierba de escoba), *Senecio sp.* (senecio), *Mimosa biuncifera* (uña de gato), *Opuntia imbricata*

(nopal cardenche), *Acacia farnesiana* (huizache), *Eysenhardtia polystachya* (vara dulce) y *Salvia microphylla* (mirto); en el estrato inferior a 1 m: *Muhlenbergia tenuifolia* (zacatón), *Buchloe dactyloides* (zacate), *Hilaria cenchroides* (grama negra), *Lycurus pheoides* (cola de zorra), *Muhlenbergia dubia* (zacatón), *Agave sp.* (maguey), *Sporobolus sp.* (zacate), *Bouteloua gracilis* (navajita), *Bouteloua sp.* (navajita), *Opuntia imbricata* (nopal cardenche), *Muhlenbergia robusta* (zacatón), *Dalea sp.* (engorda cabras), *Festuca sp.* (zacatón) y *Argemone mexicana* (chicalota); y como relictos: *Schinus molle* (pirul), *Yucca filifera* (palma) y *Prosopis juliflora* (mezquite). (INEGI 2001)

#### *Matorral Desértico Rosetófilo*

Este tipo de matorral está dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado. En él, se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de las regiones áridas como el *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Euphorbia antisiphylitica* (candelilla), *Parthenium argentatum* (guayule) y *Yucca carnerosana* (palma samandoca), entre otros (INEGI 2005b). En el SAR se encuentra en las laderas de la zona norte del polígono, en una superficie pequeña y alejada del trazo del proyecto.

#### *Vegetación Halófila y Gipsófila*

La vegetación halófila está constituida por comunidades vegetales arbustivas o herbáceas que se desarrollan sobre suelos con alto contenido de sales. Se presentan frecuentemente en las partes bajas de las cuencas endorreicas, sujetas a inundación, como es el caso del SAR. El suelo es característico del fondo de antiguos lagos, profundo y arcilloso, de origen aluvial. (INEGI 2001)

En el SAR se desarrolla en el fondo de la cuenca del municipio de Zumpango, en suelos sujetos a inundaciones periódicas y en un clima con baja precipitación. Está dominada por gramíneas con una altura menor de 0.80 m dominada por especies como: *Suaeda nigra*, *Atriplex linifolia*, *Atriplex muricata*, *Sesuvium portulacastrum* y *Xanthocephalum centauroides*; además de: *Ditichlis spicata* (zacate salado), *Agrostis obtusiflora* (zacate), *Sporobolus pyramidatus* (liendrilla) e *Hilaria cenchroides* (grama negra); y como elementos asociados: *Scirpus sp.* (tule) y *Baccharis conferta* (escobilla). (INEGI 2001)



## Riqueza florística del SAR

El Sistema Ambiental Regional definido en el estado de México para el estudio de impacto ambiental del proyecto en cuestión ha sido transformado desde hace cientos de años para el aprovechamiento humano: sea para la agricultura o la vivienda. Como es de esperarse en estas condiciones, la riqueza florística es poco diversa y está compuesta en gran medida por especies tolerantes a la perturbación, muchas de ellas introducidas, cuando no son de aprovechamiento agrícola. Además, el tamaño relativamente pequeño de esta región y su homogeneidad en cuanto a sus condiciones abióticas, principalmente relieve y clima, no da pie a que en ella se encuentre gran diversidad de ecosistemas.

Para el presente estudio se evaluó la riqueza florística del SAR a partir de los registros disponibles en línea de las bases de datos del Global Biodiversity Information Facility (GBIF), la Academia de Ciencias de California (CAS) y el Herbario Nacional de México (MEXU); esta información se complementó con visitas a campo. El análisis de las plantas registradas en el SAR partió de la depuración de los registros, con la que se eliminaron especies repetidas por estar escritas de manera incorrecta, o por la existencia de sinonimias. Además, se unificó el sistema de nomenclatura utilizado, sobre todo para el nivel taxonómico de familia. El listado florístico final resultó ser de 197 especies, como era de esperarse dado el estado sumamente alterado de los ecosistemas consecuencia del alto grado de urbanización de la Zona Metropolitana.

Del total de 286 registros de plantas en el SAR, en 277 se especificaba la fecha de colecta u observación del ejemplar. En la gráfica siguiente se puede observar la cantidad de registros por año (indicada por el tamaño de la burbuja) con la que se cuenta. Los cuales abarcan el período de 1932 a 1991, dentro del cual, destaca el año de 1968 por haberse registrado 83 ejemplares florísticos. Cabe mencionar que se revisaron los sitios de colecta y observación para ese año, encontrando en todos los casos que actualmente ya están urbanizados. De hecho, desde mediados de los 80 el SAR no ha sido prácticamente estudiado botánicamente; acontecimiento lógico tratándose de ecosistemas predominantemente agrícolas.

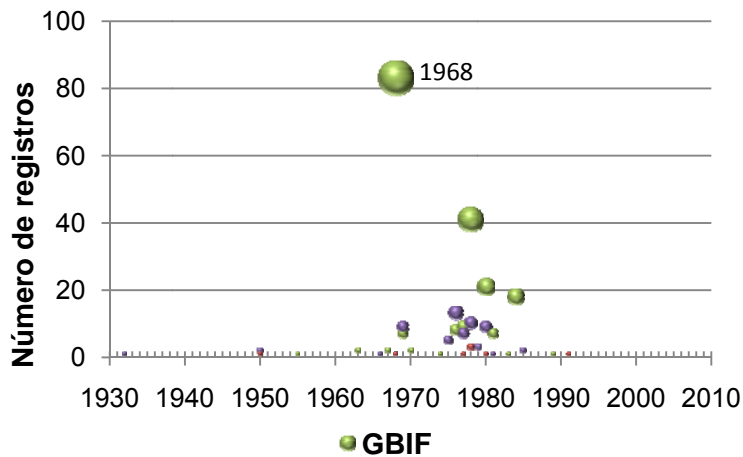


Figura 9. Registros de plantas por año en el SAR

La delimitación de la información de las fuentes consultadas fue sumamente precisa para las bases de datos del GBIF y del MEXU. No fue el caso de la CAS, que proporciona solamente la descripción del sitio donde los ejemplares fueron observados, pero no su georreferencia. Por esta razón, se consideraron todos los registros para los municipios del SAR. Estos últimos fueron poco numerosos y se encontraron sólo para Apaxco y Zumpango. En total, se tienen registradas para la zona 184 especies de angiospermas, 10 de briofitas y 3 de pteridofitas, siendo el número de las primeras el 93.40 % de las especies del SAR. De las cuales, ninguna se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

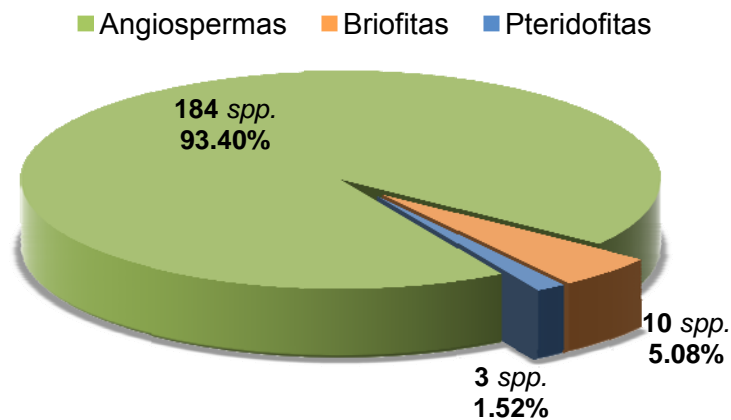


Figura 10. Riqueza florística del SAR por grupos

La riqueza florística del SAR está representada por 41 órdenes, 60 familias, 155 géneros y 197 especies. Mientras que las gimnospermas no tienen representación en la riqueza florística de la zona de estudio, las angiospermas son el grupo mejor representado.

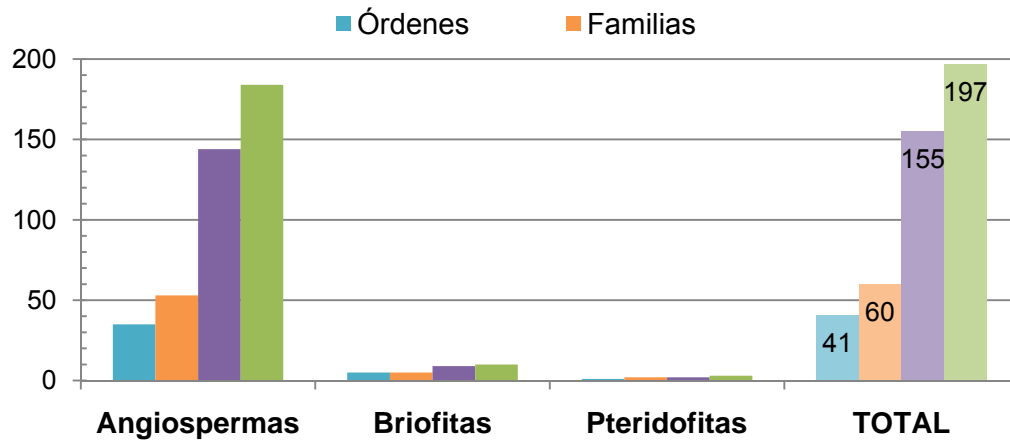


Figura 11. Riqueza florística del SAR por nivel taxonómico para cada grupo florístico

En el siguiente gráfico se muestran las 13 familias con mayor número de especies, en orden decreciente. Las más importantes por su riqueza específica son Asteraceae, que contiene al 13.71 % de las especies de flora del SAR y Poaceae, que en conjunto suman casi una parte del número de especies de plantas del SAR (48 especies, 24.37 %). En este mismo orden siguen las familias Cyperaceae, Verbenaceae, Solanaceae, Eurphorbiaceae, Lamiaceae, Fabaceae y Polygonaceae, que con las dos anteriores constituyen poco más de la mitad del total de especies (51.78 %). De hecho, las familias incluidas en la gráfica constituyen el 61.93 % de las especies del SAR, todas ellas angiospermas, con excepción de Pottiaceae, que pertenece al grupo de las briofitas.

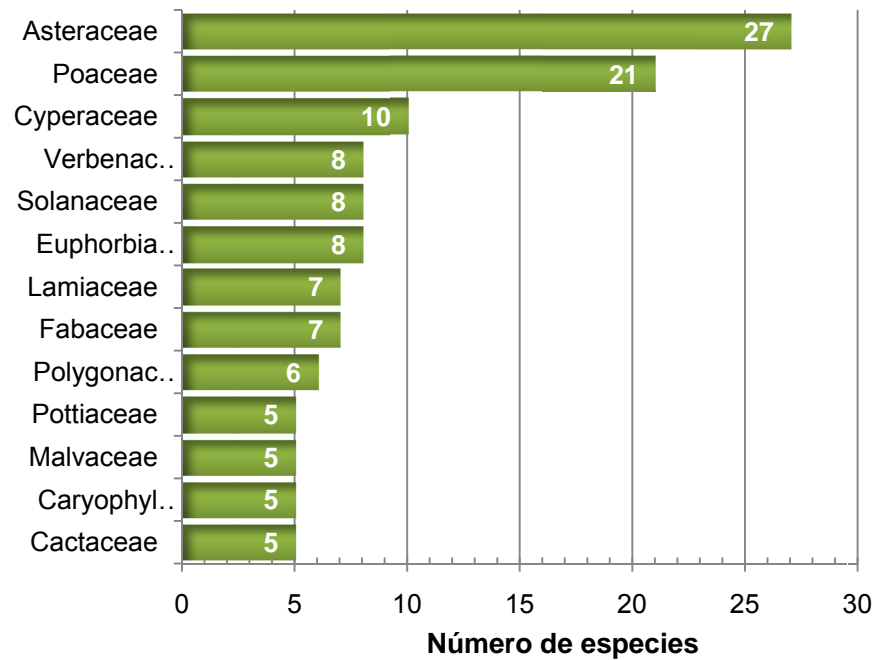


Figura 12. Principales familias de plantas dentro del SAR

Las familias principales del SAR ofrecen información importante sobre la fisonomía de la vegetación y su calidad ecológica. Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae, en principio, son por lo general plantas herbáceas. Asteraceae, además, es la segunda familia más diversa dentro del grupo de las angiospermas. Y en México, ocupa el tercer lugar por su porcentaje de endemismos (Martínez *et al.* 2002). De hecho, de las principales familias de angiospermas del SAR, por lo menos dentro de las primeras nueve predominan las especies con forma de vida herbácea. Esto denota la escasa presencia de vegetación arbolada en el SAR, la cual se restringe a los pequeños fragmentos de bosque de encino en las laderas de los cerros que se han indicado como remanentes de vegetación natural.

#### IV.2.2.2. Fauna

El estado de México tiene una gran diversidad debido a su ubicación dentro del Eje Neovolcánico Transversal o Faja Volcánica Transmexicana. Este estado de caracteriza por una heterogeneidad física y biológica y presenta diversas regiones fisiográficas, biogeográficas e hidrológicas, lo que determina una elevada riqueza biótica (Aguilar *et al.* 2009). En la entidad existen 84 áreas naturales protegidas, que en conjunto suman 978,967.43 ha, 39.3 % del territorio estatal; el proyecto de carretera no está dentro de ninguna área protegida (GEM 2008, Aguilar *et al.* 2009). Se tiene un total de 791 especies de

vertebrados registrados para el estado de México (Aguilar 2007, GBIF), que es el 25.1 % de la biodiversidad de vertebrados en México, siendo las aves las mejor representadas con 484 especies, seguido por los mamíferos con 130, los reptiles 105 y por último los anfibios con 72 especies reportadas. El estado de México cuenta con 115 especies endémicas y 91 en una categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2001), siendo la herpetofauna la mejor representada con endemismo y los taxones más vulnerables los reptiles y aves.

### Riqueza faunística del SAR

Para obtener información acerca de la fauna registrada dentro del SAR se realizó una revisión de bases de datos de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF), la cual contiene datos de UNBIO y REMIB (CONABIO). La deforestación de áreas naturales para el cambio de uso de suelo (pastizales y zonas agrícolas) ha provocado la disminución de los hábitats disponibles para la fauna silvestre. La contaminación y desecación de los cuerpos de agua del estado de México ha repercutido en la distribución y abundancia de sus poblaciones de animales y vegetales (Manjarrez 1999). Se encontraron pocos registros para la zona del SAR, esto se debe principalmente a que la zona tiene mucho tiempo que es utilizada con fines agrícolas y los asentamientos humanos tienen ya muchos años ocupando el lugar, además que los registros tienen más de 20 años (1956-1989). Se obtuvieron un total de 31 registros de especies de vertebrados y cuatro de invertebrados, de los cuales cuatro especies de reptiles y dos de aves son endémicos y dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 se encontraron dos especies de reptiles y una especie de ave; ninguna especie obtuvo categoría de riesgo en la Lista Roja publicada por la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

*Cuadro 34. Riqueza faunística del SAR*

Clase	Familias	Géneros	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2001	
				Endémicas	Categoría de riesgo
Anfibios	0	0	0	0	0
Reptiles	2	3	5	4	2
Aves	7	16	16	2	1
Mamíferos	2	7	10	0	0

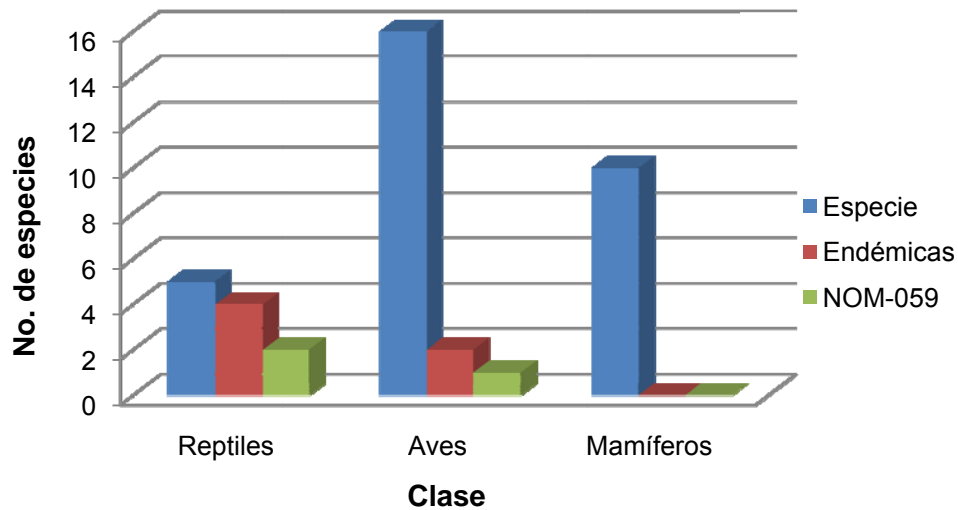


Figura 13. Vertebrados del SAR por clase faunística

#### Entomofauna

Se encontraron únicamente cuatro registros de invertebrados para el SAR, todos ellos de la clase Insecta. Tres del orden lepidóptera: *Eurema daira daira* y *Pontia protodice* (familia Pieridae), y *Danaus gilippus thersippus* (familia Nymphalidae). Y el otro del orden Siphonaptera: *Plusaetis aztecus* (familia Ceratophyllidae). Ninguna de estas especies se encuentra en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2001 como endémicas o bajo alguna categoría de riesgo.

#### Herpetofauna

La problemática más evidente de la herpetofauna del estado de México es la disminución de la abundancia de sus poblaciones, la amenaza de desaparición de algunas de las especies más sensibles, principalmente los anfibios, los cuales son los primeros en resentir los cambios de ecosistemas ya que al ser especies que necesitan hábitats específicos, los convierte en las principales poblaciones en riesgo; el rápido cambio de uso de suelo, la contaminación, desecación de cuerpos de agua y la extracción ilegal de fauna son los factores principales que contribuyen a la extinción de poblaciones y especies de anfibios y reptiles.

Con los datos obtenidos del Red Mundial de Información de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (REMIB) y de la Unidad de Informática para la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM (UNBIO) se encontraron registros de cinco especies de reptiles dentro del SAR, donde cuatro son endémicas y dos están dentro de una categoría de riesgo

según la NOM-059-SEMARNAT-2001. Dentro del SAR no se obtuvo ningún registro para anfibios, probablemente debido a la falta de cuerpos de agua, ya que los pocos que se encuentran en la zona son utilizados para el riego de la agricultura.

**Cuadro 35. Especies de reptiles dentro del SAR en el estado de México**

Especie	Orden	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
			Endémica	Categoría de riesgo
<i>Conopsis lineatus</i>	Squamata	Colubridae	-	-
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Squamata	Phrynosomatidae	Si	<b>Amenazada</b>
<i>Sceloporus grammicus</i>	Squamata	Phrynosomatidae	Si	<b>Protección especial</b>
<i>Sceloporus spinosus</i>	Squamata	Phrynosomatidae	Si	-
<i>Sceloporus torquatus</i>	Squamata	Phrynosomatidae	Si	-

Se realizó una visita de campo al lugar del proyecto, en el camino se encontró atropellado un cincuate (*Pituophis deppei*), esta especie es endémica y se encuentra Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001. Cabe mencionar que la categoría de riesgo le fue dada por su carácter de endémica para el país, a pesar de que la especie es muy abundante, incluso en el SAR de este estudio.

#### Avifauna

La transformación del hábitat por influencia humana es la mayor amenaza para las poblaciones de aves en la Faja Volcánica Transmexicana; el cambio de uso de suelo a zonas ganaderas agrícolas y urbanas traen como consecuencia la contaminación atmosférica y de acuíferos lo cual constituye una grave amenaza a las poblaciones de aves, así como la cacería clandestina y las quemas intencionales de vegetación natural para generar zonas agrícolas como los incendios forestales (Navarro-Sigüenza *et al.* 2007). Dentro del SAR se encuentran registradas 16 especies de aves en colecciones científicas obtenidas a través de redes de información (REMIB, UNBIO), dos de ellas son endémicas (*Rallus elegans* y *Toxostoma ocellatum*) y una se encuentra en peligro de extinción (*Rallus elegans*).

Cuadro 36. Especies de aves registradas para el SAR

Especie	Orden	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
			Endémica	Categoría de riesgo
<i>Ixobrychus exilis</i>	Ciconiiformes	Ardeidae	-	-
<i>Rallus elegans</i>	Gruiformes	Rallidae	Si	Peligro de extinción
<i>Chondestes grammacus strigatus</i>	Passeriformes	Emberizidae	-	-
<i>Junco phaeonotus</i>	Passeriformes	Emberizidae	-	-
<i>Junco phaeonotus phaeonotus</i>	Passeriformes	Emberizidae	-	-
<i>Melospiza melodía</i>	Passeriformes	Emberizidae	-	-
<i>Pipilo fuscus fuscus</i>	Passeriformes	Emberizidae	-	-
<i>Carpodacus mexicanus mexicanus</i>	Passeriformes	Fringillidae	-	-
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Passeriformes	Icteridae	-	-
<i>Icterus spurius</i>	Passeriformes	Icteridae	-	-
<i>Molothrus ater</i>	Passeriformes	Icteridae	-	-
<i>Sturnella magna</i>	Passeriformes	Icteridae	-	-
<i>Toxostoma ocellatum*</i>	Passeriformes	Mimidae	Si*	-
<i>Polioptila caerulea</i>	Passeriformes	Sylviidae	-	-
<i>Polioptila caerulea caerulea</i>	Passeriformes	Sylviidae	-	-
<i>Podilymbus podiceps</i>	Podicipediformes	Podicipedidae	-	-
<i>Cistothorus palustris</i>	Trogoniformes	Troglodytidae	-	-
<i>Cistothorus palustris plesius</i>	Trogoniformes	Troglodytidae	-	-
<i>Thryomanes bewickii</i>	Trogoniformes	Troglodytidae	-	-
<i>Thryomanes bewickii murinus</i>	Trogoniformes	Troglodytidae	-	-

\* Esta especie es endémica (González-García y Gómez de Silva 2003) pero no se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2001

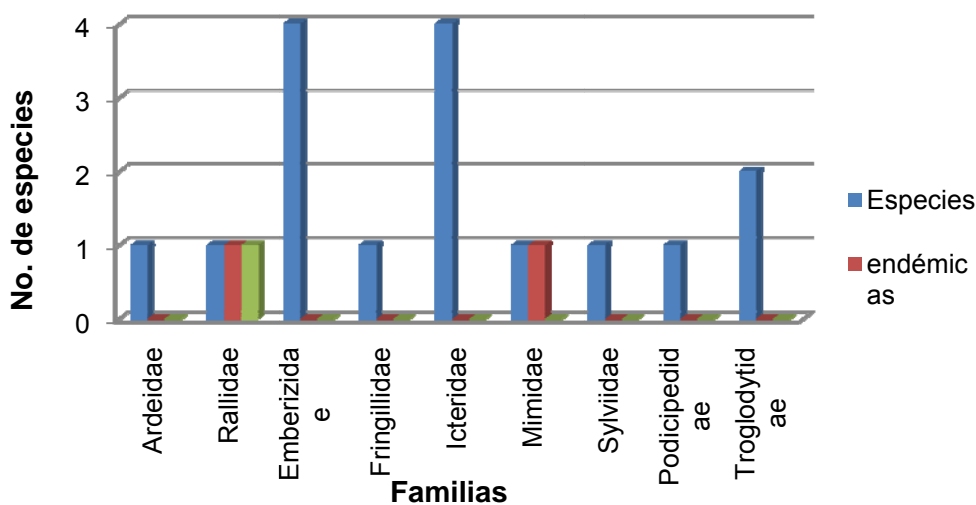


Figura 14. Avifauna del SAR por familias



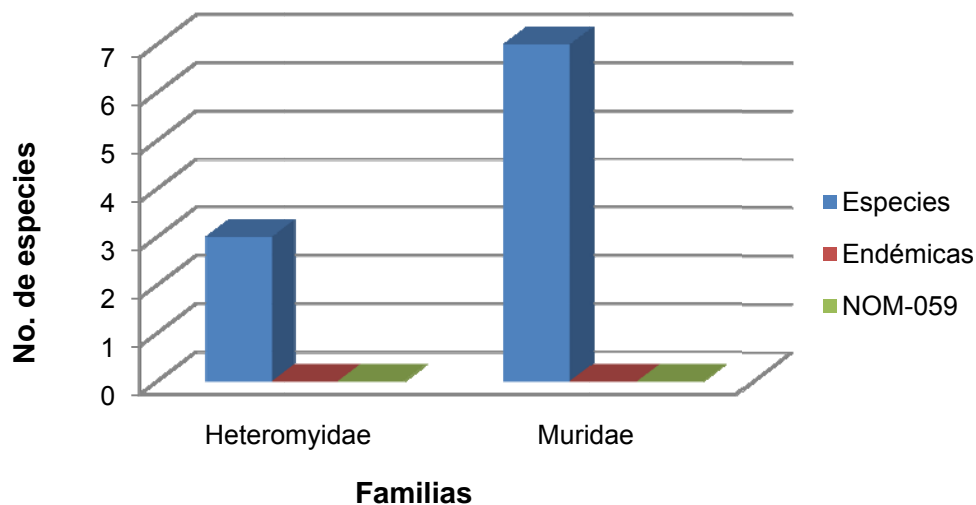
En la visita de campo, en el camino del proyecto Liga del Paseo Bicentenario al Arco Norte de la Cd. De México se observaron 7 especies de aves, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo o es endémica de México.

*Cuadro 37. Especies de aves registradas durante la visita de campo*

Especie	Orden	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
			Endémica	Categoría de riesgo
<i>Coragyps atratus</i>	Charadriiformes	Charadriidae	-	-
<i>Columbina inca</i>	Columbiformes	Columbidae	-	-
<i>Buteo jamaicensis</i>	Falconiformes	Accipitridae	-	-
<i>Corvus corax</i>	Passeriformes	Corvidae	-	-
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Passeriformes	Emberizidae	-	-
<i>Hirundo rustica</i>	Passeriformes	Furnariidae	-	-
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Passeriformes	Icteridae	-	-

*Mastofauna*

El estado de México cuenta con 130 especies de mamíferos en 23 familias, siendo los roedores y murciélagos los más abundantes, seguidos por los carnívoros. Dentro del SAR se obtuvieron registros de únicamente 10 especies de mamíferos (REMIB, UNBIO), todos de ellos son roedores y ninguno se encuentra dentro de una categoría de riesgo o es endémico de México. Siendo el área del estudio agrícola y urbana, no se han realizado trabajos de otros taxones de mamíferos para la zona, por lo cual no se encontraron datos de otras familias para el SAR.



*Figura 15. Mamíferos registrados en el SAR por familia*

En la visita de campo al camino del proyecto se observaron seis especies de mamíferos, ninguna especie es endémica o se encuentra en riesgo. Debido a la escasez de hábitats conservados, la fauna silvestre es escasa, siendo las especies generalistas de hábitat que se adaptan a ambientes perturbados, los pocos organismos todavía visibles en el ecosistema.

**Cuadro 38. Mamíferos encontrados en el camino del proyecto**

Especie	Orden	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2001	
			Endémica	Categoría de riesgo
<i>Mephitis macroura</i>	Carnívora	Mephitidae	-	-
<i>Mustela frenata</i>	Carnívora	Mustelidae	-	-
<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphimorphia	Didelphidae	-	-
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Lagomorpha	Leporidae	-	-
<i>Lepus californicus</i>	Lagomorpha	Leporidae	-	-
<i>Spermophilus mexicanus</i>	Rodentia	Sciuridae	-	-

### IV.2.2.3. Poblaciones vulnerables

Dadas las condiciones tan perturbadas del SAR y la predominancia de agroecosistemas sobre los ecosistemas naturales, quedan muy pocas poblaciones vulnerables en el área de estudio. De la revisión bibliográfica y las visitas a campo sólo se detectaron 5 especies de animales cuyas poblaciones pueden calificarse como vulnerables, por ser todas ellas especies endémicas de nuestro país. Se trata de tres reptiles de las familias Colubridae y Prhynosomatidae, y dos aves de las familias Mimidae y Rallidae. Se constató la presencia actual de *Pituophis deppei* (cincuate), que se encontró atropellada en campo.

**Cuadro 39. Poblaciones vulnerables del SAR**

Familia / Especie	NOM-059-SEMARNAT-2001	
	Endémica	Categoría de riesgo
Colubridae		
<i>Pituophis deppei</i>	Si	<b>Amenazada</b>
Mimidae		
<i>Toxostoma ocellatum</i>	Si*	-
Phrynosomatidae		
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Si	<b>Amenazada</b>
<i>Sceloporus grammicus</i>	Si	<b>Protección especial</b>
Rallidae		
<i>Rallus elegans</i>	Si	<b>Peligro de extinción</b>

\* Esta especie es endémica pero no se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2001

Dos reptiles, *Pituophis deppei* y *Phrynosoma orbiculare* están bajo la categoría de Amenazadas; mientras que un ave y un reptil, *Rallus elegans* y *Sceloporus grammicus*, están bajo la categoría de Sujetas a protección especial.

La CONABIO tiene disponibles fichas técnicas de algunas de las especies que se encuentran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2001. En particular, se cuenta con las fichas de los reptiles incluidos entre las poblaciones vulnerables del SAR.

*Phrynosoma orbiculare* es el camaleón de montaña, también llamado coatapalcate, tapayaxin y torito de la virgen y habita en pastizal-huizachal, matorral semiárido, bosque de pino-encino y de encino-pino. De acuerdo con Méndez de la Cruz et al. (2003) su distribución actual incluye el estado de México, aunque se desconoce el número de poblaciones actuales y se estima que las densidades poblacionales son bajas. Habita en zonas semidesérticas (Davis 1953) y de clima templado, prefiriendo las zonas abiertas (Montanucci 1981, Castro-Franco 2002). Esta especie es particularmente relevante porque es una de las pocas lagartijas del género que habita zonas desérticas y templadas con modo reproductor vivíparo (Méndez de la Cruz et al. 2003).

*Sceloporus grammicus*, conocido comúnmente como “lagartijo”, puede habitar en distintos tipos de vegetación; entre ellos, chaparral, pastizal, matorral xerófilo, bosque de encino y bosque de pino. Se sabe que también puede localizarse entre las asociaciones antes mencionadas e incluso, áreas alteradas de los mismos (Ramírez y Arizmendi 2004b). Es de hábitos diurnos, arborícolas y arborícolas-terrestres,

pudiéndosele encontrar también entre piedras naturales o paredes de casas (Uribe *et al.* 1999). Es una especie de la cual se tiene buen nivel de conocimiento en el estado de México y que forma parte de proyectos como el de “Distribución ecológica de una lagartija (*Sceloporus grammicus*)” (Ramírez y Arizmendi 2004b).

Por su parte, *Pituophis deppei* es una serpiente, de nombre común alicante, cincuate o culebra que se establece en matorral xerófilo, bosque de encino y bosque de pino-encino. De hábitos diurnos se le puede encontrar bajo rocas, entre la hojarasca, en pastizales y en madrigueras, o bien, en espacios abiertos termorregulando (Uribe-Peña *et al.* 1999, Ramírez-Bautista *et al.* 1995, Ramírez y Arizmendi 2004a).

Con hábitos distintos y preferencias de microhábitat ligeramente diferentes, las tres especies de reptiles presentadas comparten su distribución en ciertos tipos de vegetación que se encuentran en el SAR; así como su problemática ambiental. Las amenazas que enfrentan se relacionan con la destrucción, alteración y fragmentación de su hábitat debido a la urbanización, a la construcción de carreteras, a la agricultura y al pastoreo. De modo particular, *Phrynosoma orbiculare* es capturada para su comercio como mascota (Méndez de la Cruz *et al.* 1993). Y *Pituophis deppei* es constantemente perseguida, tanto por motivos comerciales (es buscada por su piel y como mascota), como medicinales y rituales; e incluso se le considera una amenaza para las aves de corral (CONABIO 2001, Hiatt 1998).

Con excepción de *Pituophis deppei*, el resto de las poblaciones vulnerables cuenta con registros en las bases de datos del GBIF. Una revisión de la información de cada uno de ellos reveló que los sitios de observación y colecta de dichos organismos corresponden a zonas que actualmente están completamente urbanizadas (ver *Figura 9*). Los reptiles *Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus grammicus*, así como el ave *Toxostoma ocellatum* fueron observados en la localidad de Tequiquiac. Por su parte, *Rallus elegans* se encontró en el lago de Zumpango.





Figura 16. Poblaciones vulnerables en el SAR: a. ubicación con respecto al trazo; b. registros de *Phrynosoma orbiculare* y *Toxostoma ocellatum* en Tequixquiac; c. registro de *Rallus elegans* en Zumpango de Ocampo; d. registro de *Pituophis deppel* atropellado en el trazo, pasando el km 7+000.

De las aves, *Rallus elegans* cuenta con un registro sin fecha en la base de datos del GBIF, mientras que *Toxostoma ocellatum* cuenta con dos del año 1987. De los reptiles, *Phrynosoma orbiculare* tiene 6 registros y *Sceloporus grammicus* 11, de los que tampoco están disponibles las fechas de observación. El hecho de que la única fecha de registro con que se cuenta date de hace más de 20 años, y que los sitios de observación actualmente correspondan a zonas urbanas, reduce la probabilidad de que estas

especies se distribuyan actualmente en el SAR. La excepción serían los pequeños fragmentos de vegetación natural remanentes al norte de dicho polígono, los cuales se encuentran a más de 5 km del final del trazo.

#### IV.2.2.4. Ecosistemas

##### Interacciones fauna-ecosistema

La vegetación nativa dentro de SAR ha sido desplazada por el hombre que ha utilizado los terrenos para las actividades agropecuarias, esto ha modificado el hábitat adecuado para la presencia de la fauna silvestre de la región, siendo remanentes las especies generalistas de hábitat, ya que la fauna nativa se ha trasladado a otras regiones con menor presencia del hombre o se han extinguido localmente.

Los agroecosistemas son el resultado de la modificación de áreas de vegetación nativa, para establecer campos de cultivo o pastizales para la actividad ganadera, estos ecosistemas inducidos han generado una pérdida de la biodiversidad de la región, ya que también junto con el hombre llegan especies colonizadoras, invasoras que compiten con las especies nativas por los recursos (palomas) e incluso nuevos depredadores (ratas, gatos, perros, por ejemplo) y enfermedades, lo cual reduce a las poblaciones faunísticas susceptibles o vulnerables, inclusive hasta el punto de la extinción local. A pesar de esto, muchas especies generalistas visitan continuamente estos lugares, para obtener recursos alimenticios durante los meses en los que escasea en las áreas forestales.

##### Ecosistemas ambientalmente sensibles

Como se ha visto, dentro del SAR sólo quedan algunos remanentes de vegetación natural, y estos, se encuentran al norte del polígono, en las laderas de geoformas cerriles alejados del trazo por lo menos a una distancia de 5 km. Predominan los ecosistemas artificiales, en este caso, los campos agrícolas que se han establecido en la región desde hace mucho tiempo.

Por otra parte, si bien los agroecosistemas podrían definirse como ecosistemas ambientalmente sensibles puesto por la situación del SAR coincidiendo parcialmente con una zona prioritaria para la conservación de la agrobiodiversidad (PRONATURA 2007). También es cierto que esta circunstancia es atenuada dado que los municipios del SAR tienen una participación irrelevante en la producción agrícola estatal. Por otra parte, se reconoce que la producción comercial del maíz en la actualidad no

contribuye a su diversificación, sino que la agrobiodiversidad se conserva en la agricultura de traspatio, la cual es poco probable que haya sido mantenida, dadas las tendencias de rápida urbanización del SAR.

### IV.2.3. Aspectos socioeconómicos

El Sistema Ambiental Regional del presente proyecto se encuentra dentro de la jurisdicción de 4 municipios del estado de México: Apaxco, Hueyoxtlá, Tequixquiac y Zumpango. La trayectoria del trazo, de 15.97 km transcurre en su inicio sobre el municipio de Zumpango, al norte de su cabecera municipal; y posteriormente sobre Hueyoxtlá, donde se tiene proyectada la mayor cantidad de obras de este camino (13.72 km, el 85.91 % del trazo). El proyecto se desarrolla principalmente en superficies con uso de suelo agrícola, de este último municipio. De hecho, no se afecta en absoluto vegetación natural, la cual ha sido transformada desde hace varios siglos por la persistente ocupación humana de este territorio.

#### IV.2.3.1. Contexto estatal

El SAR fue delimitado en el estado de México incluyendo parcialmente los municipios de Apaxco, Hueyoxtlá, Tequixquiac y Zumpango. El municipio con mayor superficie dentro del SAR es Hueyoxtlá, y es también en él donde se tiene proyectada la mayor parte del trazo del camino. Zumpango, por su parte, es el municipio que ocupa el segundo lugar en superficie del SAR. De los municipios del SAR, solamente sobre Hueyoxtlá y Zumpango se construirá el camino, los cuales, en conjunto, cubren el 65 % de la superficie total.

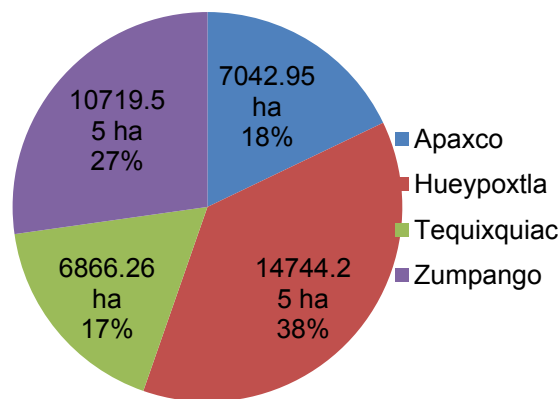


Figura 17. Superficie del SAR por municipios



Ninguno de los municipios incluidos en el SAR se encuentra comprendido completamente en el polígono de estudio. En la gráfica siguiente se observa la proporción de cada municipio dentro y fuera del SAR. En la zona de estudio se incluye el 93.73 % de la superficie de Apaxco, el 63.74 % de Hueypoxtla, el 56.17 % de Tequixquiac y el 48.37 % de Zumpango.

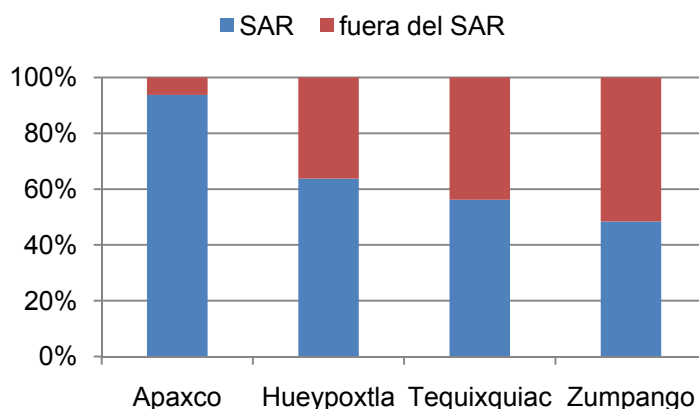


Figura 18. Superficie de los municipios dentro y fuera del SAR

El estado de México se ha caracterizado por su evolución demográfica en perfecta correlación con las modalidades que ha adquirido en los ámbitos económico y urbano. Su alto ritmo de crecimiento demográfico desde la década de los sesenta la ha convertido en la más poblada del país. En 1950, representaba apenas el 5.4 % de la población nacional, mientras que para el año 2000 esta proporción alcanzó el 13.43 %. Ascendiendo a más de 14 millones de habitantes en el 2005. De hecho, su tasa de crecimiento demográfico, principalmente en el período de 1950 a 1990, ha sido significativamente superior al índice nacional, si bien ha descendido en los últimos 20 años, para el 2005 alcanzó el valor de 1.19, mientras que la nacional fue todavía de 1.02. (GEM 2008)

Cuadro 40. Población total nacional y del estado de México (1950-2000)

Año	Nacional (Habitantes)	Estatal (Habitantes)	Estatal / Nacional (%)
1950	25779254	1392623	5.40
1960	34923129	1897851	5.43
1970	48225238	3833185	7.95
1980	66846833	7564335	11.32
1990	81249645	9815795	12.08
1995	91158290	11707964	12.84
2000	97483412	13096686	13.43
2005	103263388	14007495	13.56

(INEGI 2000, INEGI 2005a)



Es importante mencionar que aunque el crecimiento natural de la entidad tiende a reducir su ritmo, el crecimiento social continúa siendo significativo. A partir de 1980, el estado de México reemplazó al Distrito Federal como principal destino de los migrantes del país, destacando el D.F. como sitio de procedencia. (GEM 2008)

Por su parte, la economía estatal se ha caracterizado por su dinamismo y crecimiento sostenido, resultado de una política de industrialización y de transformación tecnológica. En los últimos años el Producto Interno Bruto (PIB) del estado de México ha elevado su ritmo de crecimiento, e incluso en 2005 fue superior al nacional. (GEM 2008)

*Cuadro 41. Producto Interno Bruto (PIB) nacional y del estado de México (2002-2005)*

<b>Año</b>	<b>Nacional</b> (millones de pesos)	<b>Estatad</b> (millones de pesos)	<b>Estatad / Nacional</b> (%)	<b>Percápita</b> (\$/habitante)
2000	1604835	168923	10.50	12898
2005	1756206	181731	10.30	12974

(INEGI 2000, INEGI 2005a, GEM 2005b)

En la estructura sectorial de la economía estatal, destaca el sector terciario, que ha tenido un fuerte impulso en los últimos años y que en 2004 generó más de la mitad del PIB estatal (59 %), seguido por la manufactura (30 %), cuya participación ha disminuido. En ese mismo año, el primero empleó al 67 % de la población ocupada, mientras que el segundo, al 30 %. El crecimiento del sector terciario es el resultado de la urbanización y el desarrollo del mercado interno. Destacando en él las actividades de comercio al por menor de alimentos, bebidas y tabaco, servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos, servicios de remediación, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. El sector secundario compuesto principalmente por microindustrias. Y finalmente, el sector primario se ha mantenido en niveles bajos. (GEM 2008)

El centro del país se ha convertido en el sitio con procesos de urbanización más intensos. En el caso del estado de México, este fenómeno se acentuó a partir de la década de los cincuenta con el inicio de la expansión de las actividades industriales y de la ocupación habitacional del Distrito Federal hacia los municipios estatales ubicados en su periferia. La polarización campo-ciudad se hizo cada vez más aguda hasta que en el 2005 casi el 82 % de la población estatal se encontraba asentada en las 2 zonas metropolitanas del estado, principalmente en la del Valle de México. En tres décadas, esta entidad se ha transformado de ser un territorio eminentemente rural a uno absolutamente urbano. (GEM 2008)

### IV.2.3.2. Aspectos socioeconómicos del SAR

Para la evaluación de los aspectos socioeconómicos del SAR se revisaron las características en este ámbito de los 4 municipios comprendidos en él. Los cuales se describirán en los siguientes rubros: demografía, economía y desarrollo social.

#### Aspectos demográficos

El SAR de este estudio se encuentra en el área periférica de la Zona Metropolitana del Valle de México. Zumpango, el municipio donde inicia el proyecto, es uno de los municipios conurbados del Valle Cuautitlán-Texcoco desde la década de los noventa (GEM 2008). Y se reconoce que los municipios contiguos, que es el caso de Apaxco, Hueyoxtla y Tequixquiac, presentan ya también síntomas de conurbanización. En consecuencia, se observa que las tasas de crecimiento poblacional son positivas en todos los casos, y superiores precisamente en Zumpango. Sin embargo, por tratarse de superficies con predominio agrícola, el tamaño poblacional apenas supera el 1 % de la cantidad de habitantes en el estado.

*Cuadro 42. Tendencias demográficas de los municipios del SAR*

<b>Municipio</b>	<b>2000</b> (habitantes)	<b>2005</b> (habitantes)	<b>Tasa de crecimiento</b> (%)	<b>Municipal / Estatal</b> (%)
Apaxco	23734	25738	1.63	0.18
Hueyoxtla	33343	36512	1.83	0.26
Tequixquiac	28067	31080	2.06	0.22
Zumpango	99774	127988	5.10	0.91
			<b>TOTAL</b>	<b>1.57</b>

(INEGI 2000, INEGI 2005a)

Se ubicaron las principales localidades del SAR, mismas que se presentan en la siguiente tabla. La zona de estudio incluye a las cabeceras municipales de todos los municipios comprendidos. De las cuales, Zumpango de Ocampo, Tequixquiac y Apaxco son también las localidades más pobladas. Además, todas ellas representan por lo menos, el 40 % de la población de sus respectivos municipios. No así Hueyoxtla, cabecera municipal de la entidad del mismo nombre, que figura como la octava localidad más poblada y representando apenas el 9.60 % de la población total municipal.

**Cuadro 43. Aspectos demográficos de las principales localidades del SAR**

Localidad	Municipio	Población (Habitantes)	Localidad / Municipio (%)
1 Zumpango de Ocampo*	Zumpango	41084	41.17
2 Tequixquiac*	Tequixquiac	18845	67.14
3 Apaxco de Ocampo*	Apaxco	12703	53.52
4 San Bartolo Cuautlalpan	Zumpango	9080	
5 Jilotzingo	Hueyoptla	7083	
6 San Francisco Zacacalco	Hueyoptla	6491	
7 Tlapanaloya	Tequixquiac	5898	
8 Hueyoptla*	Hueyoptla	3204	9.60
9 Santa María Cuevas	Hueyoptla	3013	
10 Santa Ma. Cuevas	Zumpango	3013	
11 Nopala	Hueyoptla	2005	
12 Emiliano Zapata	Hueyoptla	1841	
13 Barrio de España Cuevas	Zumpango	1534	
14 Loma Larga	Zumpango	1470	
15 El Carmen	Hueyoptla	990	
16 Casa Blanca	Hueyoptla	357	

\* Cabecera municipal  
(INEGI 2000)

Por su cercanía con el proyecto cobran relevancia las localidades de Jilotzingo y Casa Blanca, que se encuentran aproximadamente a 700 y 200 m, respectivamente, de la línea del camino proyectada. Por último, cabe mencionar que la población indígena en estos municipios es muy pequeña, inferior al 5 % para los municipios de Apaxco, Hueyoptla y Tequixquiac y apenas superior en el municipio de Zumpango. Con respecto al porcentaje estatal, que concentra al 2.76 % de la población indígena nacional, se reitera la baja población de grupos indígenas en el SAR.

**Cuadro 44. Población indígena en el SAR**

Municipio / Estado	(%)
Apaxco	0.33
Hueyoptla	0.33
Tequixquiac	0.36
Zumpango	0.60

### Aspectos económicos y empleo

La estructura sectorial de los municipios del SAR refleja claramente la de toda la entidad. La Población Económicamente Activa (PEA) municipal se concentra en los sectores secundario y terciario, siendo este último el más importante -con excepción de Hueypoxtla, donde el sector secundario ocupa un porcentaje de la PEA ligeramente superior al terciario-. El sector primario, sin embargo, está representado por un porcentaje menor al 15 % de la PEA para los municipios en cuestión. Nótese que la proporción de la PEA ocupada en este último sector en Apaxco y Zumpango es la mitad de la presentada en Hueypoxtla y Tequixquiac. Esto se corresponde con la predominancia del uso de suelo agrícola en la zona del trazo, que se proyectó mayoritariamente sobre el municipio de Hueypoxtla.

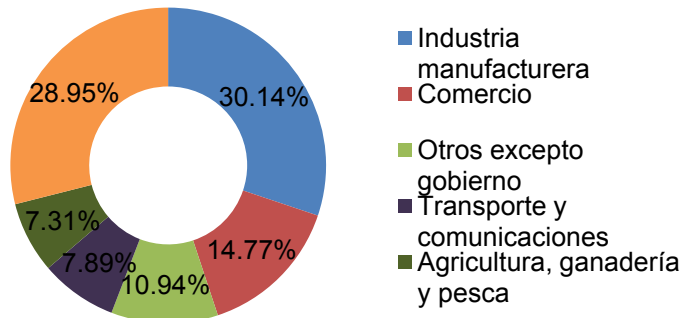
*Cuadro 45. Población Económicamente Activa (PEA) ocupada por sector económico*

Municipio	Primario (%)	Secundario (%)	Terciario (%)
Apaxco	7.31	44.01	45.90
Hueypoxtla	13.98	45.42	37.83
Tequixquiac	14.68	40.95	41.76
Zumpango	7.12	41.76	48.35

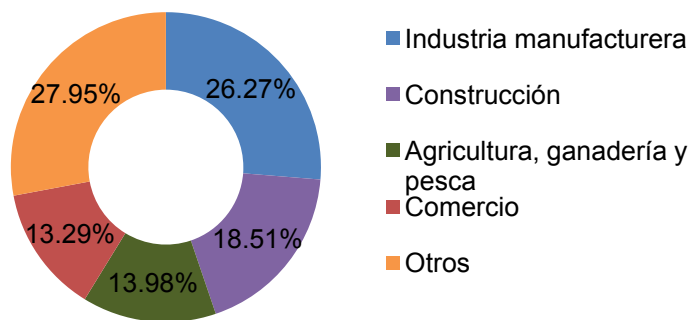
(INEGI 2000)

Con respecto a la PEA ocupada por actividades, en todos los municipios del SAR la mayor proporción se encuentra en la industria manufacturera. En segundo lugar se encuentra la construcción (con excepción de Apaxco). El comercio también es una de las actividades representativas del SAR. Por su parte, la agricultura, ganadería y pesca, siendo las actividades predominantes del sector primario sólo son más o menos relevantes en los municipios de Hueypoxtla y Tequixquiac.

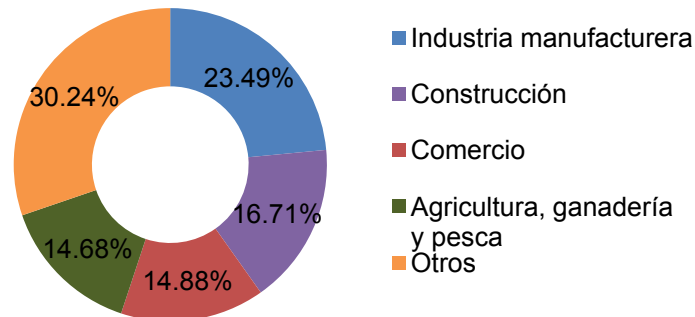
### Apaxco



### Hueyoptla



### Tequixquiac



### Zumpango

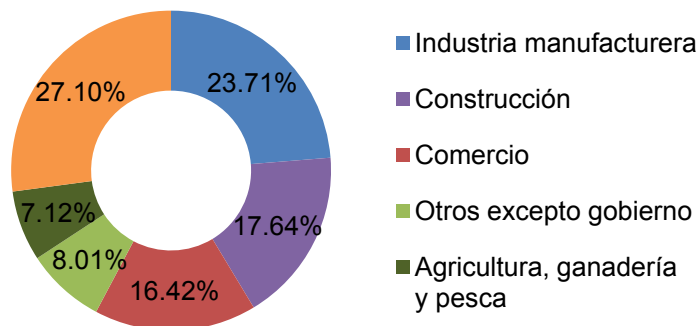


Figura 19. Porcentaje de PEA ocupada por actividad para los municipios del SAR

Cabe mencionar que el estado de México se destaca por su producción agrícola: tercer lugar nacional en producción de avena forrajera, tomate verde y maíz grano (SIAP-2008). Si bien en el SAR se cultivan avena forrajera y maíz grano, con respecto al total estatal la producción es muy pequeña, apenas alcanzando el 1 % en el municipio de Zumpango para el maíz en grano.

*Cuadro 46. Producción municipal de avena forrajera y maíz grano y su contribución al total estatal*

Municipio	Avena forrajera		Maíz grano	
	(ton)	(%)	(ton)	(%)
Apaxco	3,700	0.23	5,406	0.28
Hueyoptla	1,950	0.12	9,447	0.50
Tequixquiac	5,510	0.34	7,779	0.41
Zumpango	10,251	0.63	22,377	1.18

(SIAP-2008)

Las estadísticas agrícolas para estos cultivos en el período de 2002 a 2008 son congruentes con los porcentajes de ocupación de la PEA y la situación histórica económica descrita en este capítulo: las actividades agropecuarias se encuentran en franco detrimento.

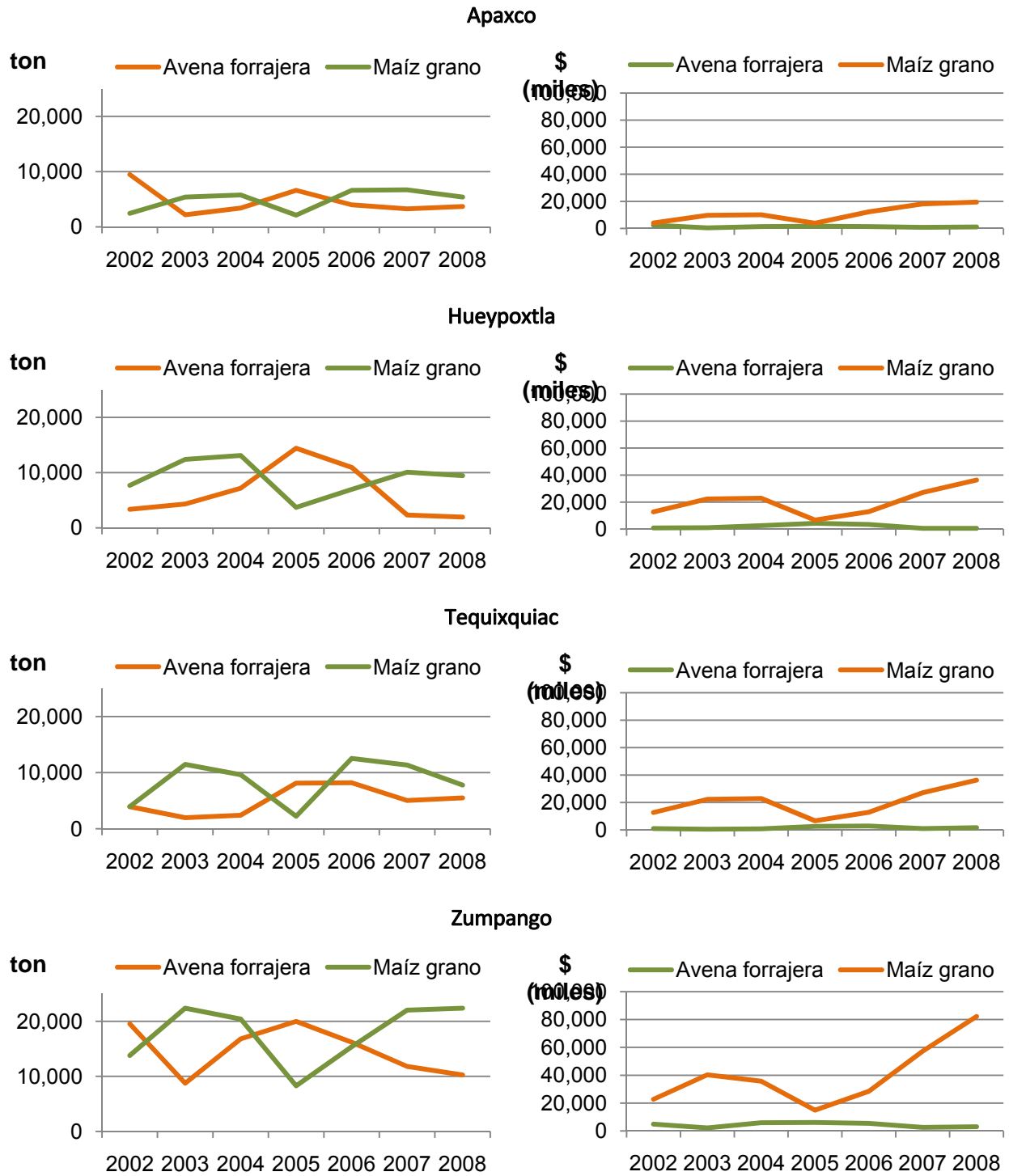


Figura 20. Producción agrícola municipal de avena forrajera y maíz grano (SIAP-2008)

Por una parte, se observa que la producción neta de ambos cultivos presenta marcados altibajos en el período analizado. Y por otra, una clara tendencia a la alza en el valor del cultivo. Sin embargo,

considerando la casi nula participación con respecto al estado, este dato se vuelve irrelevante. Por último, el hecho de que el rendimiento de los cultivos se haya mantenido constante durante casi una década, es un indicador de la carencia de desarrollo tecnológico de las actividades agrícolas en la región.

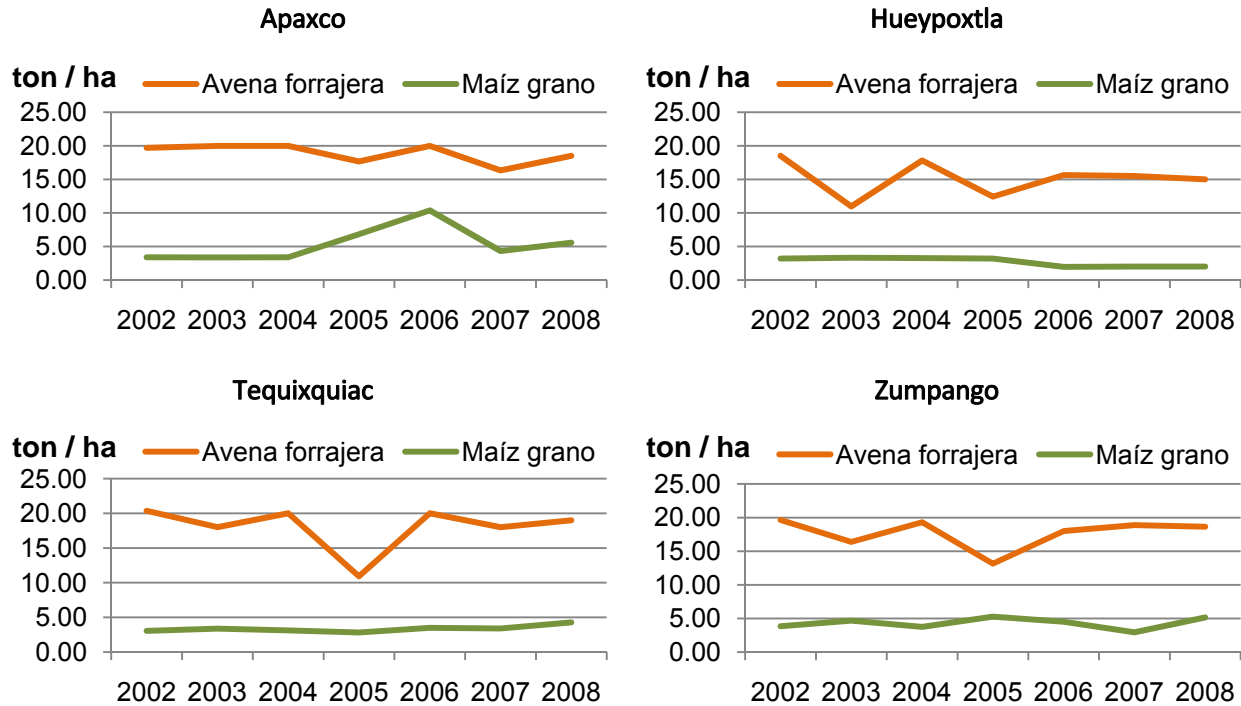


Figura 21. Rendimiento de producción de avena forrajera y maíz grano (SIAP-2008)

Se revisaron además las tasas de ocupación y desempleo (INEGI 2000). Con excepción de Apaxco, el desempleo es menor a la media estatal en los municipios del SAR, la cual se ubica en 1.63 % (Figura 15).



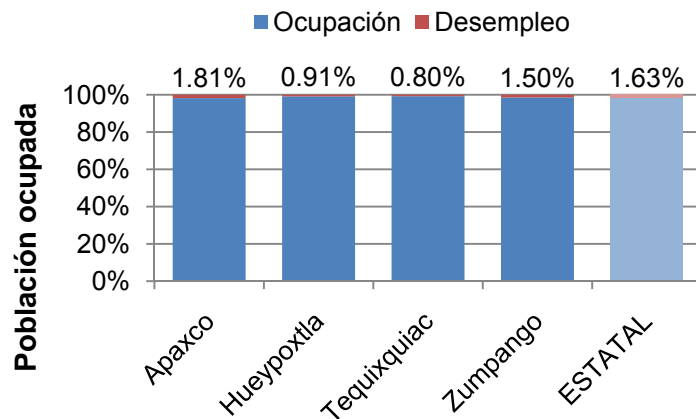


Figura 22. Tasa de ocupación de los municipios del SAR (INEGI 2000)

Con respecto al salario percibido por la población ocupada del SAR, de acuerdo con la información proporcionada por INEGI (2000), se tiene que alrededor del 80 % de la población percibe ingresos menores o iguales a 5 salarios mínimos. Mientras que menos del 14 % perciben menos del salario mínimo, aunque este porcentaje presenta diferencias entre los municipios, pero se mantiene superior en todos los casos al valor estatal, de 9.13 %. En este sentido, en el municipio de Apaxco, donde la tasa de ocupación es la menor del SAR, también se encuentra la mayor proporción de población ocupada con ingresos menores a un salario mínimo (13.37 %).

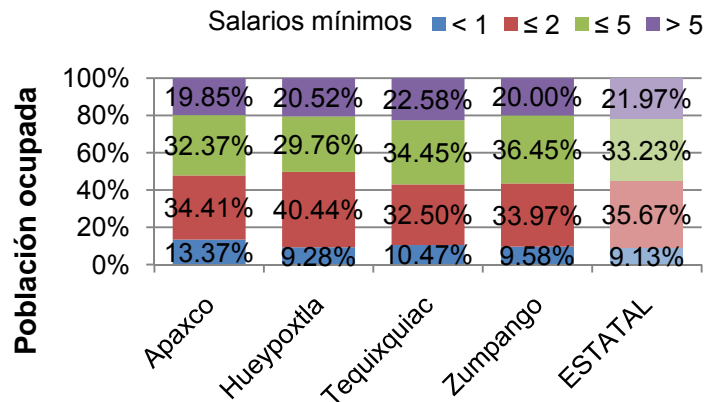


Figura 23. Niveles de ingreso de la población ocupada del SAR

Por último, en la *Figura 17* se muestran el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita para los municipios del SAR, que de manera general, es superior al valor esperado para el estado de México, el cual se ubica en los 5,672 dólares ajustados. Sólo para el municipio de Hueypoxtla este valor es ligeramente inferior

al estatal. Mientras que, por el contrario, es superado por mucho en el municipio de Zumpango, donde alcanza los 9,924 dólares ajustados.

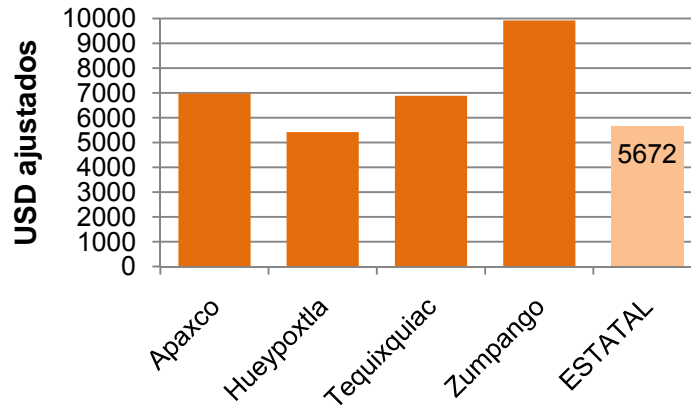


Figura 24. PIB per cápita en dólares ajustados

### Desarrollo social

En este apartado, los aspectos socioeconómicos del SAR han sido abordados desde las perspectivas demográfica y económica. A continuación se presentan otros indicadores que servirán para fundamentar el diagnóstico presente del SAR, así como las tendencias futuras del mismo. En primer lugar, con respecto a la educación, las tasas de alfabetización. Y posteriormente los índices de desarrollo humano y marginación.

Respecto al sector educativo, en el estado de México la proporción de la población alfabeta de 15 años o más se ha incrementado notablemente en el período de 1970 a la fecha. Y en la actualidad, se ubica por encima de la media nacional (GEM 2008). Sin embargo, en los municipios observan diferencias significativas. Dentro del SAR, con excepción de Tequixquiac, el índice de analfabetismo es, de hecho, superior que la media estatal. Hueypoxtla se destaca como el municipio con el índice de analfabetismo más alto: 12.61 %, casi el doble del mismo para la entidad: 6.47 %. (SEP, INEGI 2000)

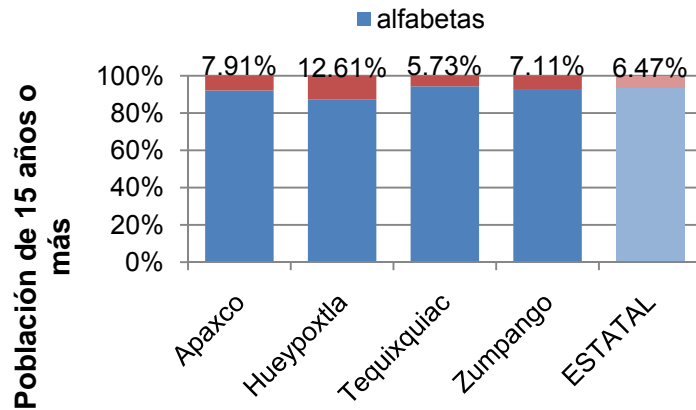


Figura 25. Alfabetismo en los municipios del SAR (SEP, INEGI 2000)

Las fuentes oficiales proporcionan dos índices antagónicos denominados “índice de desarrollo humano” e “índice de marginación” que resumen una serie de parámetros sociales y permiten la comparación entre estados, municipios y localidades del país. En la *Figura 19* se aprecian estos índices para los municipios del SAR, así como los definidos para toda la entidad, con fines de contextualización. El índice de desarrollo humano se ubica en valores medio y altos, muy semejantes al valor correspondiente para todo el estado. Por el contrario, el índice de marginación presenta mayor variación oscilando entre muy bajo (Zumpango) y bajo. Siendo en todos los casos inferior a su equivalente para toda la entidad. (CONAPO, INEGI 2000)

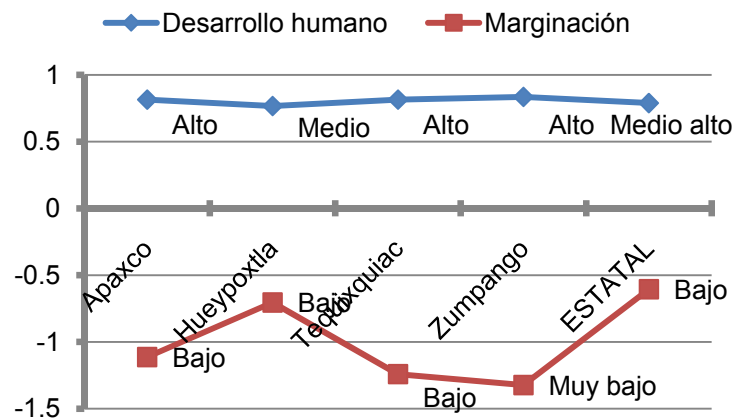


Figura 26. Índices de desarrollo urbano y marginación del SAR (CONAPO, INEGI 2000)

Otro indicador del desarrollo social representativo de las condiciones del SAR es el lugar en el contexto nacional con respecto al estado de marginación de su población. El estado de México ocupa el lugar 21

en el contexto nacional, con lo que se entiende que sus niveles de marginación son menores que otros estados de la República. Por su parte, se puede consultar también el lugar que ocupan en el contexto nacional los municipios del SAR. En orden decreciente, de menor a mayor marginación, los municipios del SAR se encuentran de la siguiente manera: Hueypoxtla, Apaxco, Tequixquiac y Zumpango.

*Cuadro 47. Lugar nacional de marginación del SAR*

Municipio	Lugar nacional
Hueypoxtla	1782
Apaxco	2083
Tequixquiac	2176
Zumpango	2227
<b>ESTATAL</b>	<b>21</b>

(CONAPO, INEGI 2000)

### IV.3. Diagnóstico ambiental del SAR

A lo largo del presente capítulo se han seleccionado y presentado distintos indicadores de la situación presente del SAR, separando el medio biótico del abiótico. En el área de estudio están casi ausentes ecosistemas naturales. Su ubicación en la periferia de la Zona Metropolitana del Valle de México ha hecho que en esta región se lleven a cabo acelerados procesos de urbanización. En el 2005, el estado de México ya contribuía con 9.87 millones de habitantes a la zona metropolitana distribuidos en 35 municipios conurbados. Continuamente se incorpora suelo, en su mayoría agrícola, a la expansión de las áreas urbanas. Cabe mencionar, que del crecimiento urbano estatal, solamente el 51% se da a través de procesos planeados y ordenados. Todo lo cual continúa transformando el ambiente natural y social de la región. (GEM 2008)

En el ámbito social y económico destaca la contradicción entre la tendencia de los programas oficiales a la construcción de infraestructura, vivienda y comunicaciones para la población; y el hecho de que la mayor parte de la población carece de formas de financiamiento para adquirir una vivienda digna.

Por una parte, la biodiversidad se ha visto mermada como resultado de varios años de presencia humana. Las especies que forman parte de las comunidades actuales son en su mayoría, generalistas tolerantes a la perturbación. Muchas de ellas introducidas o exóticas. En resumen, el SAR no presenta

zonas con condiciones naturales y especies representativas del patrimonio natural de la entidad y que deben ser conservadas.

La principal cubierta vegetal corresponde a campos agrícolas, siendo el maíz el principal cultivo. Si bien el SAR se ubica en una zona prioritaria para la conservación de la biodiversidad, los terrenos de cultivo que serán afectados no corresponden con el perfil de agricultura de traspatio que es en donde, por lo general, se conservan las distintas variedades de maíz. Para los pequeños productores de variedades de maíz de interés para la conservación de la agrobiodiversidad, la ejecución del proyecto de construcción de la liga del Arco Norte al Paseo Bicentenario no representa una amenaza superior a la ya presente: su producción es para autoconsumo y su acceso a los mercados está restringido, principalmente por las tendencias de los consumidores.

El SAR, como parte de la Zona Metropolitana del Valle de México presenta importantes problemas de contaminación, en todos los medios: aire, suelo y agua. De acuerdo con el GEM (2008), dicha zona metropolitana registra los mayores niveles de contaminación en el país, siendo la cuarta ciudad más contaminada del mundo. La concentración poblacional y de actividades económicas requiere de una gran cantidad de insumos que deben ser extraídos de otras entidades donde los recursos no han sido agotados todavía. Por otra parte, se genera una cantidad importantísima de residuos, domésticos e industriales, para los cuales todavía no se cuenta con un sistema adecuado de tratamiento y disposición final. Y cuando existe, este resulta insuficiente.

Los automóviles son los responsables del 98 % de las emisiones de monóxido de carbono y del 80 % de los óxidos de nitrógeno. Las fuentes industriales de contaminación se ubican en un 75 % en los municipios conurbados. Otros problemas ambientales graves son la deforestación y la erosión. Se pierden aproximadamente 3,600 ha de bosques cada año por incendios, tala, erosión y cambios de uso del suelo. Las áreas forestales perturbadas se estiman en 40% de la superficie total de bosques en la entidad. Y 75.1 % de la superficie estatal presenta condiciones de erosión, principalmente en terrenos de cultivo, de pastizal y en los alrededores de las zonas urbanas. (GEM 2008)

Por otra parte, el SAR no se encuentra ubicado en zonas de riesgo por actividad volcánica o deslizamiento de tierra. Aunque sí por inundación, pero sólo en una pequeña franja al oriente del área

de estudio. Es importante mencionar que el camino no está trazado sobre esta zona de riesgo, sino a un costado de ella.

Pero quizá el problema más delicado en este contexto esté relacionado con los recursos hidrológicos. La cuenca del río Pánuco está considerada como de primer orden en cuanto al nivel de contaminación a nivel nacional, y se debe, en primera instancia, a las descargas de la zona metropolitana. La cuenca recibe 82.7 % de las descargas domésticas y 80.3 % de las industriales, con respecto al total estatal. Puesto que la capacidad de tratamiento de aguas residuales en la región es sumamente limitada, tanto los principales afluentes de la cuenca como las presas presentan un alto grado de contaminación. En la entidad se genera un caudal del orden de 32.17 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales, 77.72 % de las cuales se producen en la cuenca del valle de México-Pánuco. Sólo se recicla el 10 % de lo que se consume. La capacidad instalada de tratamiento de aguas residuales es de sólo 7.55 m<sup>3</sup>/s; y la capacidad de operación de 5.14 m<sup>3</sup>/s. Lo que significa que se cubre tan sólo el 22.23 % de lo que se produce. (GEM 2008)

Por si fuera poco, los acuíferos con los que cuenta la entidad están siendo explotados al 175 %. En la cuenca del Pánuco el balance resulta negativo en 11.9 m<sup>3</sup>/s (la sobreexplotación de las aguas subterráneas asciende a 25 m<sup>3</sup>/s). En realidad, las aguas superficiales de la cuenca ofrecen 12.1 m<sup>3</sup>/s que no pueden aprovecharse por su alto grado de contaminación. La cuenca del río Pánuco aporta al Distrito Federal 3.4 m<sup>3</sup>/s provenientes del acuífero subyacente. La mitad del agua en el estado de México se destina al uso doméstico, comercial e industrial. La otra mitad se ocupa para la agricultura, para la que se calcula un desperdicio del 70 %. (GEM 2008)

## Referencias

- Aguilar MX, Casas AG, Cárdenas RPJ, Cantellano RE. 2009 Análisis espacial y conservación de los anfibios y reptiles del estado de México. *Ciencia Ergo Sum* 16(2): 171-180.
- Aguilar MX. 2007. Lista taxonómica de los vertebrados terrestres del estado de México. UNAM, 226pp.
- Altamirano ATA, Soriano SM, Torres RS. 2006. Anfibios y reptiles de Tepetzotlán, estado de México. *Rev. Zool.* 17: 46-52.
- Bojorges-Baños JC. 2004. Riqueza de aves de la región noreste de la Sierra Nevada, estado de México. *Acta Zool. Mexicana* 20(3): 15-29.
- Canales DJC, Altamirano ATA, Soriano SM. 2004. Riqueza avifaunística del municipio de Isidro Fabela, estado de México. *Revista de Zoología, UNAM*, 15: 14-19.

- CAS, California Academy of Sciences. [www.calacademy.org](http://www.calacademy.org) (consultado en febrero, 2010).
- Castro-Franco R. 2002. Historia natural de las lagartijas del estado de Morelos, México. Tesis (maestría). Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos G, Oliva G. 2005. Los mamíferos silvestres de México, CONABIO. Fondo de Cultura Económica.
- Cervantes FA, Castro-Campillo A, Ramírez-Pulido J. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Serie Zool. 65(1): 177-190.
- Cervantes FA, Matamoros-Trejo G., Martínez-Mateos I. 1995. Mamíferos silvestres de la Unidad de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad "Ing. Luis Macías Arellano", San Cayetano, Estado de México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Serie Zool. 66(2): 233-239.
- Cuauhtémoc C, Ceballos G. 2002. New records of tropical dry forest's mammals from the State of Mexico. Revista Mexicana de Mastozoología 6: 90-98.
- Davis WB, Smith H. 1953. Snakes of the Mexican state of Morelos. Herpetologica 8(4).
- GBIF, Global Biodiversity Information Facility. <http://www.gbif.org>
- GEM, Gobierno del Estado de México. 2005a. Enciclopedia de los Municipios de México, estado de México, municipios: Apaxco, Hueyoxtla, Tequixquiac y Zumpango. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.
- GEM, Gobierno del Estado de México. 2005b. Secretaría de Desarrollo Económico.
- GEM, Gobierno del Estado de México. 2008. Plan Estatal de Desarrollo Urbano, Gobierno del Estado de México, 25pp.
- González-García F, Gómez de Silva H. 2003. Especies endémicas, riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. Pp. 150-194. En: Gómez de Silva H, Oliveros de Ita, A. (eds.). Conservación de aves, experiencias en México. Natural Fish and Wildlife Foundation y CONABIO.
- González-Ruiz N, Navarro-Frías J., Arroyo-Cabrales J. 2002. Registros adicionales de roedores para el estado de México, México. Revista Mexicana de Mastozoología 6: 171-175.
- Granados SD, López RGF, Hernández GA, Sánchez GA. 2004. Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra Nevada del Ajusco. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 10(2): 11-117.
- Hiatt S. 1998. The *Pituophis* Page, the Online Reference Guide to Snakes of the Genus *Pituophis*. USA.
- INEGI. 2000. Censos Generales de Población y Vivienda de 1950 a 2000.
- INEGI. 2005a. Censos de Población y Vivienda, 1995 y 2005.
- INEGI. 2005b. Guía para la interpretación de la cartografía. Uso de suelo y vegetación.
- IUCN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Lista Roja de Especies Amenazadas. <http://www.iucnredlist.org/> (consultado en febrero, 2010).
- Manjarrez SJ. 1999. Diversidad, problemática y perspectivas de los anfibios y reptiles del estado de México. Cultus, Universidad Autónoma del Estado de México, 1(2): 45-51.
- Martínez M, Jiménez J, Cruz R, Juárez E, García R, Cervantes A, Mejía R. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica 73(2): 155-281.
- Méndez de la Cruz F, Hernández Gallegos O, Rodríguez Romero F. 2003. *Phrynosoma orbiculare*. Elaboración de fichas de 5 especies de lacertilios: PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W033. México. D.F.

Montanucci R. 1981. Habitat separation between *Phrynosoma douglassi* and *P. orbiculare* (Lacertilia: Iguanidae) in México. *Copeia*. (1).

Navarro-Sigüenza AG, Lira-Noriega A, Peterson AT, Oliveras IA, Gordillo-Martínez A. 2007. Diversidad, endemismo y conservación de las aves. En: Luna I, Morrone JJ, Espinosa D. (eds), 2007. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, UNAM, México D.F., 461-483pp.

NOM-059-SEMARNAT-2001. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx) (consultado en febrero, 2010).

Pronatura México, A.C. – The Nature Conservancy, 2007. Biodiversidad del centro y occidente de México planeación ecorregional: avances y próximos pasos. Parques en Peligro / USAID. México. 80 pp.

Ramírez A, Arizmendi MC. 2004a. *Pituophis deppei*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México D.F.

Ramírez A, Arizmendi MC. 2004b. *Sceloporus grammicus*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México D.F.

Ramírez-Bautista A, Gutiérrez-Mayén G, González-Romero A. 1995. Clutch sizes in a community of snakes from mountains of the Valley of México. *Herpetological Review* 26 (1): 12-13.

REMIB, Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, [www.conabio.gob.mx/remib](http://www.conabio.gob.mx/remib)

Romero FJ, Velázquez A. 1996. La región de montaña del sur de la cuenca de México: una revisión de su importancia biológica. En: Luna I, Morrone JJ, Espinosa D. (eds), 2007. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, UNAM, México D.F.

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2008. Anuarios Agropecuarios. <http://www.siap.gob.mx/> (consultado en enero, 2010).

SMN, Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas. [smn.cna.gob.mx](http://smn.cna.gob.mx) (consultado en febrero, 2010).

UNBIO, Unidad de Información para la Biodiversidad. Inst. de Biología, UNAM, [unbio.unam.mx](http://unbio.unam.mx)

Uribe-Peña Z, Ramírez-Bautista A, Casas-Andreu G. 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del D.F., México. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ..... 105

V.1. Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del SAR ..... 106

    V.1.1. Situación ambiental en la zona del proyecto ..... 107

    V.1.2. Proyección de la ruta de la liga del Arco Norte de la Ciudad de México con el Paseo Bicentenario ..... 109

V.2. Identificación de puntos críticos ..... 109

    V.2.1. Identificación de interacciones ..... 109

    V.2.2. Relaciones causa-efecto identificadas ..... 111

        V.2.2.1. Interacciones por componente ambiental ..... 111

        V.2.2.2. Interacciones por etapa del proyecto ..... 112

    V.2.3. Identificación de impactos ..... 112

        V.2.3.1. Impactos relevantes ..... 113



V.2.3.2. Tipos de impacto .....	115
V.2.3.3. Residuales, acumulativos y/o sinérgicos.....	116
V.3. Área de influencia de los impactos ambientales .....	117

## **V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

La región donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra en los límites de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que es el ámbito de influencia socioeconómica y físico-espacial de esta regionalización.

Esta región es una cuenca endorreica rodeada de sierras, cuyos escurrimientos desaguan en la planicie lacustre dando lugar a lagos como los de Zumpango, Chalco, Texcoco, Xaltocan y los humedales de Xochimilco. La región hidrológica a la que pertenece el Valle de México es la RH-Pánuco, a la cuenca del río Moctezuma y el proyecto transcurre por dos subcuencas: la del río Salado y del río Tezontepec. La subprovincia fisiográfica a la que pertenece es Lagos y Volcanes del Anáhuac, de la provincia Eje Neovolcánico Transversal.

Es debido a las condiciones orográficas que también la región se encuentra en una cuenca atmosférica, que dificulta la circulación de vientos regionales y promueve la acumulación de contaminantes.

La geología de la zona es de origen volcánico, presentándose rocas ígneas extrusivas de tipo volcanoclásticas así como suelos aluviales formados a partir de la reciente actividad volcánica en la región. Edafológicamente se presentan suelos profundos como Feozems, Planosoles, Vertisoles y Cambisoles; los Litosoles son frecuentes en laderas de cerros y en la sierra. En las partes más bajas de la región se presentan Solonchaks.

La cuenca de México se presenta como una confluencia en las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, siendo un área muy importante en cuanto a biodiversidad, sin embargo su riqueza natural también ha sido una determinante de la colonización y asentamiento humano desde hace varios miles de años.

En la zona del proyecto, la altitud promedio es de 2,285 msnm y presenta un relieve llano de valle con un rango altitudinal muy bajo, de 2,279 a 2,320 msnm en los 15.9 km de longitud del trazo carretero. Se presenta una precipitación apenas superior a 600 mm de lluvia al año; con temperaturas medias

anuales de 16°C, lo cual ha determinado un clima Semiseco templado subhúmedo donde el suelo presenta humedad 7 meses en el año debido a los escurrimientos.

## V.1. Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del SAR

Debido al centralismo tradicional de México, el crecimiento del país se ha orientado al desarrollo de núcleos urbanos y sus alrededores, principalmente de la Zona Metropolitana del Valle de México, teniendo a la industrialización y urbanización como estrategias fundamentales. Desde época de la Colonia, la Ciudad de México se presenta como el principal centro poblacional, económico, social y político del país. El desarrollo y crecimiento progresivo y desorganizado de la ciudad en los años treinta provoca su extensión hacia el estado de México. Entre los años cincuenta y ochenta del siglo pasado inició el proceso de metropolización del Valle de México perfilándose lo que actualmente se presenta como la zona metropolitana. Todo esto a costa de la transformación vertiginosa y desordenada del entorno natural, sin considerar las características de la Cuenca de México. Los ritmos de recuperación de los recursos naturales y los flujos de energía necesarios para mantener los asentamientos humanos de tal magnitud se vieron fuertemente afectados bajo una lógica insustentable.

La ocupación del espacio vital en el valle de México ha modificado su tendencia. Actualmente se observa un descenso en la densidad poblacional del centro de la urbe, una expansión hacia la periferia y mayor densidad hacia municipios de los estados de México y Morelos. Estos procesos están asociados a la pérdida de dinamismo económico, formación de zonas industriales periféricas al valle, contaminación, necesidad de espacio y procesos de conurbación.

El crecimiento poblacional y urbanización masiva del valle de México ha demandado grandes cantidades de recursos naturales de los alrededores, donde se ha presentado un fenómeno de saqueo ecológico y contaminación del medio; así como el reclamo de áreas cada vez mayores para actividades productivas (industriales, agropecuarias, de servicios, etc.).

Actualmente la región presenta problemas de gran importancia, siendo la contaminación de la atmósfera y el suelo, el deterioro hidrológico de la cuenca y la pérdida de áreas naturales los más importantes.

La zona del municipio de Zumpango es considerada la parte periférica de la Zona Metropolitana, donde los actuales programas de desarrollo y ordenamientos planifican nuevas vías de comunicación que desfoguen el tráfico de la Ciudad de México. Dos de estas importantes vías planificadas son el Arco Norte, actualmente en funcionamiento, y el Paseo Bicentenario, ambas vías concéntricas y periféricas a la capital de la República. El actual proyecto pretende unir estas dos vías de comunicación mediante una carretera que ligue a la altura del municipio de Zumpango y Hueypoxtla, en el norte del estado de México.

### V.1.1. Situación ambiental en la zona del proyecto

La vegetación nativa de la región ha sido casi totalmente eliminada desde épocas ancestrales debido al desarrollo de la agricultura, quedando solo remanentes con vegetación de matorral xerófilo y bosques de encino en los cerros. Las especies remanentes del ecosistema original son especies arvenses y ruderales como las chollas, magueyes, nopales y algunas otras plantas. Los ejemplares que se encuentran en mayor abundancia son especies exóticas, destacando el pirul (*Schinus molle*), especie introducida de Sudamérica y la cual ha encontrado en la región centro del país, las condiciones ideales para su propagación. Otras especies introducidas y muy abundantes son el eucalipto (*Eucalyptus sp.*), la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y el sauce llorón (*Salix babylonica*).

La fauna, como consecuencia de la escasez de hábitats conservados (inalterados), es escasa y poco diversa, de hecho, la vegetación remanente constituye el hábitat mejor conservado de la zona y donde hay mayor número de especies. Entre las especies tolerantes a disturbio que aún pueden encontrarse en esta área están conejos (*Sylvilagus floridanus*), liebres (*Lepus californicus*), tuzas (*Pappogeomys sp.*), zorrillos (*Mephitis macroura*), comadreja (*Mustela frenata*), tlacuaches (*Didelphis marsupialis*), ardillas (*Spermophilus mexicanus*), halcones (*Buteo jamaicensis*), gorriones (*Carpodacus mexicanus*), cincuates (*Phituopsis deppei*) y lagartijas (*Sceloporus spp.*), entre otras. Sin embargo, por la presión sobre su hábitat, las poblaciones actualmente son muy reducidas. Los pobladores de la zona reportan que ahora es difícil observar algún tipo de fauna.

La zona donde se construirá el proyecto posee vocación agrícola, siendo este uso el presente en el 100 % del trazo del proyecto. La descripción particular del trazo se realiza a continuación.

Del km 0+000 al km 1+800 se encuentran aproximadamente 55 árboles de pirul (*Schinus molle*), 15 casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), 4 eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) y 1 árbol de mezquite (*Prosopis juliflora*). En el estrato arbustivo se encuentran nopales (*Opuntia ficus indica*), chollas (*Cylindropuntia echinocarpa*), magueyes pulqueros (*Agave sp.*) y herbáceas ruderales. Aledaños al trazo del proyecto se encuentran campos de cultivo de maíz principalmente, en menor medida de nopales, y a partir del primer kilómetro, granjas avícolas.

Del km 1+800 al km 12+100 el proyecto transcurre sobre campos de cultivo de maíz y rastrojos sin vegetación arbórea. En el estrato arbustivo se encuentran nopales (*Opuntia ficus indica*), chollas (*Cylindropuntia echinocarpa* y *C. cholla*), magueyes pulqueros (*Agave sp.*) y herbáceas ruderales. En el km 2+230 se encuentra una cárcava. En el km 5+220 se encuentra el cruce con una carretera alimentadora pavimentada, en las inmediaciones de la población de Jilotzingo; también se encuentra una gasolinera cercana al trazo. En el km 7+000 se encuentra un pequeño embalse para riego. Del km 7+000 al km 7+450 el trazo va sobre una carretera alimentadora pavimentada. En el km 10+140 se encuentran instalaciones de PEMEX sobre el gasoducto Zempoala-Santa Ana.

Del km 12+100 al km 13+000 se encuentran cultivos con algunos árboles de pirul (*Schinus molle*) diseminados, de los cuales probablemente se afecten 13 individuos.

Del km 13+000 al km 14+500 son campos de cultivo de maíz y rastrojos sin vegetación arbórea. En el km 13+370 el proyecto cruza con una carretera alimentadora pavimentada que va a la comunidad de Emiliano Zapata.

Del km 14+500 al km 15+970, donde finaliza el proyecto, son campos de cultivo de maíz con algunos árboles de pirul (*Schinus molle*), de los que probablemente serán afectados 25 individuos, y dos árboles de mezquite (*Prosopis juliflora*). La vegetación arbustiva se compone de especies ruderales anuales como el acahual (*Titonia tubiformis*), chichiquelite (*Bidens odorata*) y tabachín (*Nicotiana glauca*).

El trazo del proyecto carretero que ligará el Arco Norte de la Ciudad de México con el Paseo Bicentenario no afectará vegetación nativa, transcurre completamente por áreas con vocación agrícola, los árboles afectados son de especies exóticas introducidas y son en su mayoría de pirul, y en menor número casuarinas y eucaliptos. No se afectarán las instalaciones de las granjas avícolas de los primeros kilómetros, ni la gasolinera de Jilotzingo o las instalaciones del gasoducto de PEMEX. El embalse que se

encuentra en el km 7+000 es artificial y no presenta vegetación acuática ni fauna aparente; es un embalse para riego y no se afectará en su totalidad. La zona no presenta especies en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

### **V.1.2. Proyección de la ruta de la liga del Arco Norte de la Ciudad de México con el Paseo Bicentenario**

El proyecto pretende crear una liga exclusiva entre el Arco Norte de la Ciudad de México con el Paseo Bicentenario –actualmente en construcción- mediante un camino tipo A2, de especificaciones que no permitan el establecimiento de nuevos asentamientos humanos. Sin embargo esta ruta mejorará el tráfico que se dirija de la zona metropolitana norte de la Ciudad de México hacia el Arco Norte y viceversa.

La ruta se proyectó fuera de poblaciones y sobre campos de cultivo de temporal, sin vegetación nativa, afectando algunos árboles de especies introducidas como el pirul, eucalipto y casuarina. En menor medida afectará a algunas especies arbustivas nativas e introducidas. No se afectará vegetación natural ni especies en incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

## **V.2. Identificación de puntos críticos**

Debido a las características naturales y paisajísticas de la región, no se determinaron puntos críticos en el proyecto.

### **V.2.1. Identificación de interacciones**

Para llevar a cabo la identificación de interacciones se integró una matriz de correlación entre las actividades de cada etapa del proyecto y los principales factores ambientales del sistema.

Para las 4 etapas del proyecto se consideraron un total de 14 actividades, desde el desmonte y despalle hasta el uso de la carretera. Para el medio, se identificaron 16 factores ambientales, separados por componente ambiental, por subsistema y finalmente por sistema.

**Cuadro 48. Matriz de identificación de impactos**

Etapas del proyecto	Sistema	Sistema natural						Medio socioeconómico										
	Subsistema	Medio físico		Medio biótico		Medio perceptual												
		Hidrosfera	Suelo	Atmósfera	Flora													
	Componente ambiental	Corrientes temporales	Suelo y subsuelo	Drenaje superficial	Confort sonoro	Partículas suspendidas	Vegetación nativa (matorral xerófilo)	Especies en nom-059-semarnat-2001	Terrenos agrícolas	Especies en nom-059-semarnat-2001	Fauna	Fauna tolerante	Calidad paisajística	Medio económico	Empleos	Vialidades	Bienes y servicios	Accidentes
Preparación del sitio	Desmante																	
	Despalme	1	1			1			1									
	Operación de maquinaria				1													
	Requerimiento de mano de obra													1				
Construcción	Transporte del material geológico				1	1												
	Construcción de obras asociadas (entronques y PSVs)	1														1		
	Construcción de terraplenes								1									
	Requerimientos de mano de obra													1				
	Pavimentación		1			1												1
Operación y mantenimiento	Circulación vehicular diaria										1		1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de mano de obra													1				
	Mantenimiento y conservación												1	1				1
Abandono del sitio	Limpieza del sitio													1	1			
	Aplicación de medidas de mitigación																	1

En principio se ha establecido la relación de afectación de las actividades de construcción a cada uno de los factores ambientales del sistema ambiental regional. Esto mediante la matriz que se muestra en el

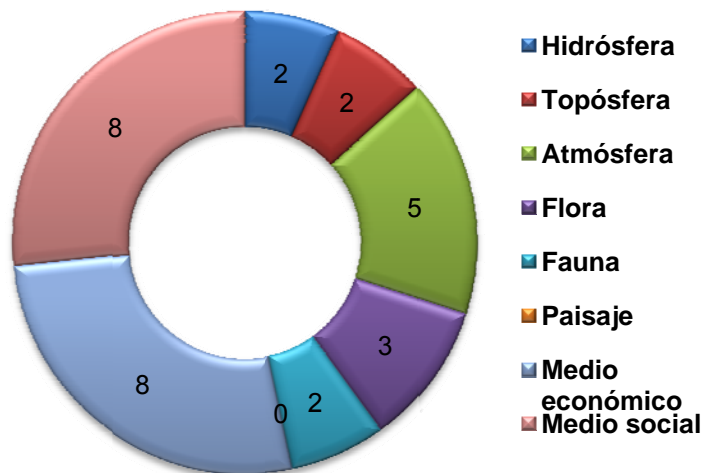
*Cuadro 1*, en la cual se establece si existe o no relación entre una actividad y un factor ambiental por medio de una solución lógica. El criterio para establecer la relación se ha basado en los capítulos anteriores y la estimación cualitativa de posibilidad de afectación.

De dicha matriz de identificación de impactos se obtuvieron los siguientes resultados, encaminados a realizar la identificación de impactos ambientales.

## V.2.2. Relaciones causa-efecto identificadas

### V.2.2.1. Interacciones por componente ambiental

Cada componente ambiental será afectado de diferente manera por las actividades del proyecto, esto nos ayuda a identificar qué componente es más afectado por el proyecto.



*Figura 27.* Número de incidencias por componente ambiental. Este gráfico indica que los medios económico y social serán los más impactados por la construcción de la liga entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario.

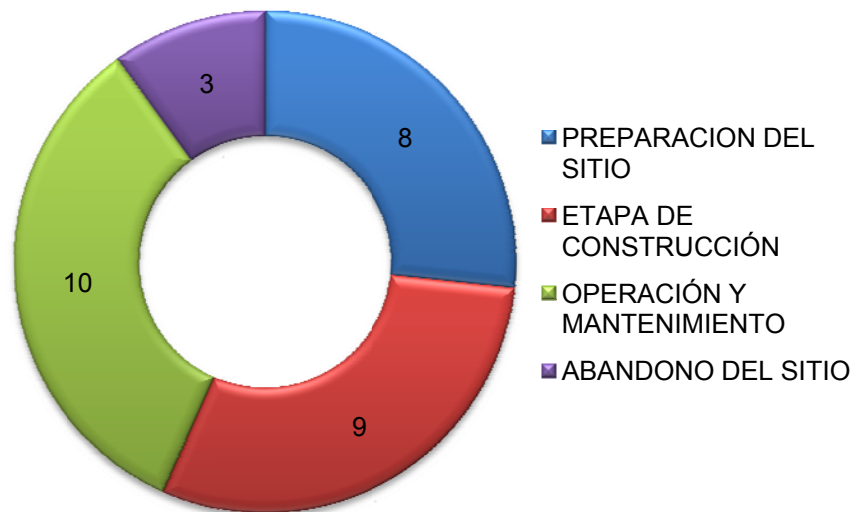
De los ocho componentes ambientales, el medio socioeconómico será el que presente mayores interacciones con el camino, identificándose al menos 16 interacciones, en su mayor parte positivas. La atmósfera es el factor más impactado negativamente, ya que se identificaron al menos 5 interacciones negativas, seguido del componente florístico, por afectaciones a cultivos. Debido a que el paisaje en general está completamente antropizado, no se consideró que haya alguna interacción importante con



este componente, el camino es un elemento más del paisaje típico de la Zona Metropolitana del Valle de la Ciudad de México.

### V.2.2.2. Interacciones por etapa del proyecto

Una vez identificado el componente más vulnerable, se procedió a conocer la etapa del proyecto más agresiva, para lo cual se obtuvo el siguiente gráfico.



*Figura 28.* Interacciones agrupadas por actividad del proyecto. Regularmente la etapa de construcción es la que mayores interacciones presenta, en el caso de este proyecto la etapa de operación generará mayor interacción, principalmente con el componente socioeconómico.

La etapa del proyecto que más incidencia tendrá es la etapa de operación, con al menos 10 interacciones con los diferentes componentes ambientales, principalmente con el medio socioeconómico, seguido de la etapa de construcción con 9 interacciones probables, la etapa de preparación del sitio con 8, por último está la etapa de abandono del sitio con 3 interacciones.

### V.2.3. Identificación de impactos

La valoración cualitativa numérica es un método sencillo, desarrollado por Vicente Conesa Fernández-Vítora y descrito en su Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa 1997), mediante el cual se consigue dar un grado numérico a la importancia de un impacto determinado. Para ello han de darse una serie de valores a las características de los impactos.

Finalmente la importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo siguiente, en función del valor asignado a las características del impacto consideradas:

$$I = +/- [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Este modelo es aplicable en el proyecto para los impactos que tienen una extensión considerable, tales como impactos sobre medio socioeconómico, paisaje y fauna; sin embargo, al tratarse de un proyecto sobre un ambiente casi homogéneo se consideró también la modificación del modelo para ser aplicable al medio físico, específicamente para los componentes hidrológicos y del terreno. Donde la sinergia juega un papel mayor y la extensión del impacto es reducida, se consideró el siguiente modelo:

$$I = +/- [2 I + EX + MO + PE + RV + 2 SI + AC + EF + PR + MC]$$

Para el componente atmosférico se consideró el mismo modelo pero dando más importancia a la extensión del impacto a causa de los gases pero de menor intensidad, para lo cual el modelo quedó como sigue:

$$I = +/- [2 I + 2 EX + MO + PE + RV + 2 SI + AC + EF + PR + MC]$$

### V.2.3.1. Impactos relevantes

Una vez identificadas las interacciones se procedió a generar la matriz causa-efecto para evaluación de impactos ambientales mediante la metodología de Conesa Fernández-Vítora.

De acuerdo a las interacciones identificadas anteriormente, se determinaron cuáles serían los impactos sobre cada factor en base a las actividades del proyecto.

Se identificaron 19 posibles impactos, que fueron evaluados cualitativamente asignando un valor cuantitativo y mediante las fórmulas descritas anteriormente, asignadas a los diferentes componentes, de acuerdo a la importancia que se ha considerado para cada uno. La evaluación de impacto ambiental arrojó los siguientes resultados que se muestran en el *Cuadro 2*.

**Cuadro 49. Tipos de impacto generados por el proyecto**

COMPONENTE	IMPACTO	TIPO DE IMPACTO			
		SEVERO	RESIDUAL	ACUMULATIVO	GENERAL
HIDROSFERA	Depósito de material geológico u orgánico en cauces temporales	No	No	No	No
SUELO	Pérdida de uso del suelo	No	No	No	No
	Alteración del patrón de drenaje establecido	No	No	No	No
ATMÓSFERA	Aumento del ruido	No	No	Si	No
	Generación de polvos	No	No	Si	No
	Aumento de contaminación por escapes de maquinaria, camiones y automóviles	No	No	Si	No
FLORA	Afectación a vegetación nativa de matorral xerófilo	No	No	No	No
	Eliminación de especies citadas en la Norma ecológica	No	No	No	No
	Eliminación de especies	No	No	No	No
FAUNA	Afectación a individuos y poblaciones en la Norma ecológica	No	No	No	No
	Muertes por atropellamientos	No	No	No	No
	Invasión de especies oportunistas y exóticas	No	No	No	No
	Pérdida del hábitat remanente	No	No	No	No
PAISAJE	Alteración de la calidad de paisaje	No	No	No	No
MEDIO SOCIAL	Liga del Arco Norte al Paseo Bicentenario	Si	Si	Si	Si
	Mejoramiento de la circulación vehicular de la ZMCM	Si	Si	Si	Si
	Aumento y/o mejoramiento de los servicios públicos	Si	Si	Si	Si
	Riesgos de accidentes	No	Si	Si	No
	Oportunidades para el mejoramiento habitacional	Si	Si	Si	Si

### V.2.3.2. Tipos de impacto

Como resultado de la matriz de evaluación de impactos, se tienen 9 en la categoría “irrelevante” y 6 en la categoría “moderados”. Estos últimos serán tomados en cuenta para ser mitigados, mientras que los primeros se considera que debido al medio modificado donde se llevará a cabo el proyecto no generarán algún tipo de cambio en el medio actual. Los 4 impactos restantes conjugan cualidades acumulativas, residuales y mayor sinergia, por tanto la evaluación arrojó categoría de “severo” y “crítico” para estos casos. Sin embargo estos cuatro impactos son de naturaleza positiva y corresponden a mejoramiento de la circulación vehicular y conexiones entre las dos principales arterias viales en el norte de la Zona Metropolitana del Valle de México, y oportunidades para el mejoramiento habitacional, este último se estimó debido a la cercanía con la Ciudad de México y estar considerado como parte de la zona metropolitana y áreas conurbadas.

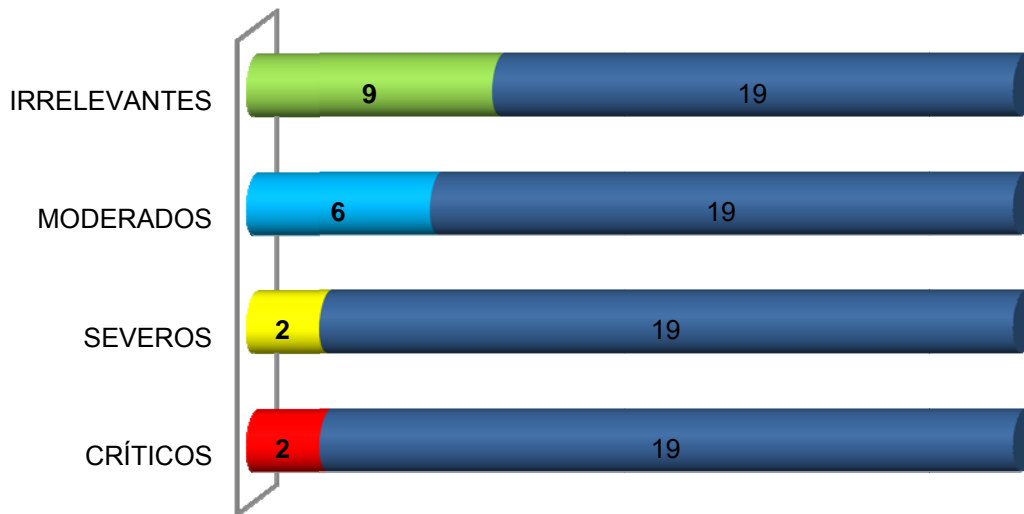


Figura 29. Impactos sobre el total de interacciones

De los impactos, se han marcado en amarillo los impactos que resultaron con categoría “severo” y en rojo los que tienen categoría de “crítico”, conjugando efectos residuales, acumulativos y mayor sinergia. Estos impactos se han separado y se muestran a continuación, así como el argumento por el cual se han considerado de esta manera.

*Cuadro 50. Impactos severos y críticos del proyecto*

Componente	Factor	Impacto	Intensidad	Categoría
Medio social	Vialidades	Mejoramiento de la comunicación entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario.	+ 76	Crítico
Medio social	Vialidades	Mejoramiento de la circulación vehicular en la zona metropolitana norte de la Ciudad de México.	+ 76	Crítico
Medio social	Bienes y servicios	Aumento y mejoramiento de los servicios públicos. Oportunidades para mejoramiento habitacional.	+ 52 + 59	Severo Severo

El Arco Norte de la Ciudad de México y el Paseo Bicentenario son dos vialidades cuyo principal objetivo es agilizar la circulación alrededor de la zona norte conurbada al Distrito Federal, actuando como periféricos y a la vez como arterias de comunicación importantes. La liga entre ambas vialidades amplía la red vial y la comunicación entre estas dos importantes vías, evitando el paso por poblaciones como Zumpango, Hueyponxtla, Jilotzingo, Tizayuca y otras, generando una comunicación directa para los usuarios.

Ambientalmente el proyecto no provocará daños a ecosistemas estables o especies con poblaciones en algún estatus de riesgo. Se considera que existen especies en la zona resistentes a las perturbaciones y modificaciones drásticas del hábitat que ha sufrido el SAR, principalmente a causa del antaño uso agrícola y la expansión de la zona conurbada a la Ciudad de México.

Las muertes por atropellamientos pueden ocurrir todo el tiempo, aunque se considera mayor para los reptiles y anfibios debido a que son animales con movilidad menor y en muchos casos lenta (ranas, sapos, lagartijas y algunas serpientes), principalmente al amanecer, cuando estos animales son torpes. Los reptiles y anfibios presentan poca respuesta ante métodos disuasivos visuales, esto es que no suelen distinguir fácilmente estructuras artificiales; por lo tanto, el camino será un sitio más del medio y pueden ser fácilmente atropellados.

### V.2.3.3. Residuales, acumulativos y/o sinérgicos

Se registraron 5 posibles efectos residuales, 4 son de naturaleza positiva relacionados a los beneficios de la liga entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario, el restante es un efecto indeterminado debido a que el camino será un sitio donde se generarán accidentes, mientras que también evitará riesgos en las poblaciones que se librarán gracias a esta carretera.

Se registraron 8 efectos acumulativos relacionados al efecto de adición de contaminantes atmosféricos y mejora de la red viaria en la región.

Se registraron 4 efectos sinérgicos, de naturaleza positiva, relacionados con el funcionamiento del camino, los beneficios en la circulación vehicular y menores riesgos al desviar el tráfico por una ruta exclusiva entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario.

### V.3. Área de influencia de los impactos ambientales

El rango de afectación de un camino depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Los efectos negativos del proyecto de liga del Arco Norte con el Paseo Bicentenario no se extienden mucho, debido a que el proyecto se encuentra en su totalidad sobre campos de cultivo sin vegetación nativa.

Los efectos sobre la comunidad faunística y florística de la región se consideran muy reducidos ya que el ecosistema original ha sido completamente transformado y afectado desde hace mucho tiempo. Los efectos del ruido, luz, presencia humana, presencia de estructuras artificiales y vehículos son parte del paisaje, por tanto no se consideran tampoco modificaciones al panorama existente.

La zona de influencia directa no se considera mayor al derecho de vía, debido a que no afectará áreas consideradas como hábitats ni relictos de vegetación nativa. El área de influencia en el ámbito socioeconómico se extenderá a las poblaciones cercanas, principalmente por desviar el tráfico vehicular de paso de las poblaciones hacia la red vial que se extenderá una vez concluido el Paseo Bicentenario y este proyecto.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ..... 119

VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación ..... 119

    VI.1.1. Supervisión ambiental.....119

    VI.1.2. Medidas de mitigación .....120

VI.2. Medidas de mitigación generales aplicables a la construcción de la liga entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario, y sus estructuras asociadas ..... 121

    VI.2.1. Medidas particulares para la protección del Salado de Hueypoxtla .....127

VI.3. Medidas de compensación .....	127
VI.3.1. Programa de reforestación paisajística.....	127
VI.3.2. Recuperación de los canales de riego .....	129
VI.3.3. Recuperación del cuerpo de agua para riego .....	129
VI.4. Tipos de fuego y posibilidad de presentación en obras de infraestructura carretera .....	129

## **VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

### **VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación**

En el capítulo V se identificaron los impactos ambientales que se pueden ocasionar con la construcción de la liga del Arco Norte con el Paseo Bicentenario, en las diferentes etapas a desarrollar. En cada estructura y en cada uno de los factores del medio ambiente, se definirán y clasificarán los tipos de prácticas de mitigación necesarias para reducir el impacto del proyecto.

En este capítulo se detallarán las medidas de mitigación que se deberán cumplir a fin de garantizar que los impactos identificados y evaluados en los capítulos anteriores sean mitigados o compensados.

Aquellas medidas de mitigación que no sean aplicadas correctamente a su debido tiempo, y que por ello causen otros impactos no previstos, o en caso de que actividades negligentes del contratista provoquen otros impactos, la aplicación y costo de nuevas medidas de mitigación correrán por cuenta del mismo, en tanto que la responsabilidad penal derivada de estos perjuicios también.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa), como autoridad competente, deberá inspeccionar y verificar que la o las constructoras lleven a cabo las medidas preventivas, de mitigación, compensatorias aquí definidas.

#### **VI.1.1. Supervisión ambiental**

Dado que la prevención y protección ambiental, son parte indivisible del proyecto, es indispensable incorporar por lo menos un profesional especialista (supervisor ambiental), que cuente con el apoyo de profesionales sectoriales (para la asesoría del manejo de recursos naturales y en aspectos socioeconómicos y culturales), con el fin de hacer posible la correcta supervisión de la implementación de las medidas de mitigación, coordinación de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación, desde la óptica ambiental y, eventualmente, la toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos, que por su naturaleza, no sean perceptibles en etapas anteriores.



En este sentido, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades a ser llevadas a cabo durante la construcción de la autopista, con el fin de asegurar el cumplimiento de las recomendaciones propuestas en la presente MIA-R, mismas que deberán ser implementadas conforme se realicen las actividades del proyecto que provoquen impactos.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y modificar las medidas de mitigación durante la construcción.

Lo principal de las medidas de mitigación es tener en cuenta su descripción, función y aplicación; y para este proyecto se requerirán las medidas de mitigación que se describen a continuación.

### **VI.1.2. Medidas de mitigación**

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 causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas (Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental).

#### **Medidas preventivas**

Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente (Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental). La aplicación de estas medidas evitará la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad.

#### **Medidas de remediación**

Son medidas que se aplicarán para contrarrestar los efectos negativos de las actividades de la obra, y así reducir el deterioro del ecosistema, de la flora y fauna del SAR.

### **Medidas de rehabilitación**

Son programas para restablecer el ambiente, aplicables a sitios que hayan sido perturbados y que se deberán de llevar a cabo una vez terminado el proyecto para recuperar la estructura y funcionalidad del SAR. Además de que se deberá de verificar que dichas medidas se lleven a cabo y funcionen adecuadamente.

### **Medidas de reducción**

Son todas las medidas que se deberán de tomar en cuenta para que los daños que se le pueden ocasionar al ecosistema sean mínimos o menores a la magnitud de la actividad.

### **Medidas de compensación**

Estas medidas se aplican a impactos irreversibles e inevitables, su función no evita la aparición del efecto, ni lo anula o atenúa, pero compensa de alguna manera la alteración del factor, se aplican fuera del sitio del impacto, dentro del SAR, para indemnizar la pérdida por el daño con la intención de conservar la funcionalidad del SAR.

## **VI.2. Medidas de mitigación generales aplicables a la construcción de la liga entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario, y sus estructuras asociadas**

Este conjunto de medidas se proponen de manera general para mitigar impactos similares provocados por la construcción de carreteras, obtenidas por compilaciones de otros proyectos similares.

De los impactos con mayor incidencia, pese a resultar moderados en la evaluación debido a que se encuentran en un ambiente modificado en su totalidad, los siguientes fueron tomados en cuenta para procurar una construcción limpia y con menores efectos adversos hacia el ambiente actual, donde se construirá el proyecto.

**Cuadro 51. Medidas aplicables a los impactos ambientales detectados en el Capítulo V**

Factor impactado	Medida	Objetivo de la medida
Calidad perceptible del aire	La maquinaria y vehículos deberán ser afinados antes de iniciar las obras para evitar la emisión excesiva de gases y ruido. La afinación se repetirá cada 6 meses durante el tiempo que dure la obra. Esta medida es <b>obligatoria</b> .	Reducir la contaminación atmosférica y sonora de la maquinaria y vehículos utilizados en la obra. Acatar las normas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994. <b>Viabilidad:</b> El costo lo asumirá la constructora. <b>Duración:</b> El tiempo que dura la obra y durante las actividades de mantenimiento
Confort sonoro diurno	No deberán realizarse actividades antes de las 8 de la mañana y después de las 6 de la tarde.	Evitar afectaciones a la escasa fauna que aún merodea por los campos de cultivo en horas de actividad, que son generalmente al amanecer y al anochecer. Evitar incrementar los niveles de ruido en las poblaciones cercanas al proyecto.
Confort sonoro nocturno	No deberán realizarse actividades nocturnas por ningún motivo. Esta medida es <b>obligatoria</b> .	Evitar afectaciones por ruido en la noche.
Partículas suspendidas	El transporte de materiales deberá llevarse a cabo en camiones de volteo donde el material no sobrepase el platón. Se deberá tapar el platón con una lona que caiga al menos 30 cm por los lados y atrás.	Evitar que se caiga y riegue material en el curso del transporte hacia su disposición. <b>Viabilidad:</b> Es un procedimiento normal y obligado.
Fauna	En caso de encontrar una especie animal, el personal deberá estar informado para no intervenir y se deberá notificar al especialista contratado para proceder a su captura y reubicación.	Evitar lastimar o matar animales que se hallen en el sitio de labor. De manera especial las serpientes, que no suelen abandonar los sitios tan fácilmente.
Calidad paisajística	Se colocarán botes o contenedores para la colocación de basura generada por los trabajadores de la obra. Promover la revegetación natural del terraplén del camino.	Evitar la contaminación y afectación del paisaje por basura acumulada a causa de la obra. Mejorar la visibilidad paisajística de la infraestructura carretera.
Visibilidad	No se deberá abandonar maquinaria en el camino.	Evitar elementos artificiales abandonados en el sitio.


Factor impactado	Medida	Objetivo de la medida
Prevención de accidentes	La maquinaria no deberá circular fuera del trazo; y durante su transporte, el vehículo de carga de la maquinaria deberá ser acompañado de vehículos piloto.	Evitar entorpecer el tráfico por las actividades de la obra y evitar la posibilidad de accidentes, ya que la maquinaria pesada es muy ancha y circula lentamente.
	Se deberá restringir el acceso a la obra solo al personal que labora en ella o al personal autorizado.	Evitar el riesgo de accidentes de personas que no están involucradas en la obra.
	Capacitar a los trabajadores sobre qué hacer en caso de accidentes y en materia de primeros auxilios.	Que los trabajadores sepan actuar ante una emergencia o accidente.
	Se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios en el frente de la obra y los campamentos.	Contar con el material suficiente para brindar primeros auxilios en caso de un accidente. <b>Viabilidad:</b> Es una medida precautoria que debe acatar la empresa constructora de manera <b>obligatoria</b> , para seguridad de sus trabajadores.
	Ubicar el centro de salud, hospital y estación de bomberos más cercana.	Establecer la ruta más cercana a centros de atención médica y bomberos.
	Se deberá contar siempre con extinguidores para fuego tipo A, B y C, de fácil acceso en el frente de trabajo.	Contar con material de emergencia en caso de incendio. <b>Duración:</b> todo el tiempo que dure la obra y las actividades de mantenimiento.
El personal que trabaje durante las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento, deberá portar el equipo de seguridad y de protección requerido por la Secretaría del Trabajo, incluyendo chalecos fluorescentes que los hagan visibles a la distancia, particularmente en condiciones de poca luz.	Definir y hacer visible la figura de los trabajadores con colores vivos para evitar accidentes, principalmente cuando se trabaje cerca del Arco Norte y durante los trabajos de mantenimiento del camino.	
Circulación de camiones con luces encendidas y a baja velocidad, principalmente cuando se circule fuera del proyecto.	Evitar accidentes con otros vehículos.	

Para complementar las medidas anteriores, en el *Cuadro 2* se disponen otra serie de medidas aplicadas por etapa del proyecto, con la finalidad de reducir o evitar impactos.

*Cuadro 52. Medidas de mitigación y prevención por etapa del proyecto*

Medida de mitigación o preventiva	Objetivo y viabilidad de la medida
Elaborar un plan de contingencias para la protección del suelo en caso de derrame de sustancias.	Definir las acciones a tomar en caso de derrames accidentales u otros riesgos.
Recuperar el material del despalme y acamellonarlo cubriéndolo con lonas o regándolo una vez por semana hasta su reuso.	Recuperar la capa fértil para utilizarla posteriormente en el arroje de hombros del terraplén. El riego es para evitar perder material por el viento, al mismo tiempo que se reducen las polvaredas.
Queda prohibido hacer fogatas o quemar la vegetación.	Reducir el riesgo de incendios.
Queda prohibido el uso de herbicidas en todas las etapas del proyecto.	Evitar la contaminación del suelo. <b>Viabilidad:</b> No genera algún costo.
El agua utilizada para compactaciones se puede obtener de fuentes no potables. No se deberá utilizar agua potable por ningún motivo.	Evitar el gasto innecesario de agua potable. <b>Factibilidad técnica:</b> La calidad del agua para compactación no tiene restricción, solo que no sea salada o salobre.
Se deberán establecer las instalaciones sanitarias correspondientes en los frentes de trabajo durante todas las etapas del proyecto. <b>Medida obligatoria.</b>	Evitar el fecalismo y reducir la probabilidad de enfermedades entre los trabajadores involucrados en la obra y la población en general. <b>Viabilidad:</b> Contratar estos servicios en la Cd. de México (Sanirent, Rentolilet, etc.). <b>Duración:</b> Todo el tiempo que dure la obra y durante las actividades de mantenimiento rutinario.
Deberán establecerse horarios de trabajo y de actividades. Se deberá colocar letreros informando estos horarios y actividades en los frentes de obra.	Informar a los habitantes el horario de trabajo y de posible entorpecimiento de tráfico, principalmente al construirse el PSV en Jilotzingo.
No almacenar combustibles u otras sustancias contaminantes en el frente de trabajo ni en ningún sitio fuera de las bodegas destinadas al almacenaje de este tipo de sustancias.	Evitar el derrame y contaminación del suelo, evitando la afectación de la vegetación aledaña por contaminación del suelo o la posibilidad de incendio.



Medida de mitigación o preventiva	Objetivo y viabilidad de la medida
<p>Las sustancias y sus residuos, tales como aceites, grasas, combustibles y otros, deberán almacenarse en tambos y contenedores rotulados, tapados y bajo techo, lejos de las poblaciones, en bodegas destinadas a este fin.</p>  <p>El sitio de almacenamiento deberá tener piso firme, de preferencia de cemento o sobre una capa aislante (nylon) y estar cercado con malla.</p>	<p>Reducir el riesgo de vertidos accidentales o intencionales de sustancias contaminantes que hagan peligrar la integridad de las personas, así como reducir la posibilidad de incendios e intoxicaciones.</p> <p><b>Viabilidad:</b> Se requieren tambos con tapas; el costo de esta medida es bajo y es obligación de cualquier empresa constructora.</p> <p><b>Duración:</b> el tiempo necesario en el cual se disponga de materiales que generen estos residuos.</p>
<p>No se permite la ubicación de almacenes de sustancias a la intemperie y fuera de las bodegas.</p>	<p>Evitar el riesgo de afectación a los habitantes de poblaciones cercanas al proyecto.</p>
<p>No se permite el almacenamiento de combustible a campo abierto.</p>	<p>Evitar la contaminación del suelo.</p>
<p>Revisar diariamente la maquinaria y contenedores de sustancias para verificar posibles fallas que generen fuga de sustancias contaminantes.</p>	<p>Evitar que el combustible se gasifique y provoque olores o accidentes, además de riesgos para la salud y el medio.</p> <p><b>Viabilidad:</b> no genera costo extra, es una actividad formativa.</p>
<p>Las reparaciones mecánicas que se le realicen a la maquinaria o vehículos, forzosamente deberán de efectuarse en talleres mecánicos de la región.</p>	<p>Evitar la contaminación y derrame de sustancias peligrosas en cualquier sitio.</p> <p>Los talleres mecánicos deberán cumplir con las disposiciones y normas aplicables al manejo de residuos peligrosos tales como aceites, grasas y combustibles.</p>

Cuadro 53. Medidas de rehabilitación y remediación

Medida de rehabilitación o remediación	Objetivo y viabilidad de la medida
<b>Fase de construcción del proyecto</b>	
<p>Los sobrantes de la mezcla asfáltica, cementos, varilla, soldadura, etc. deberán recogerse y transportarse en camiones de volteo de vuelta a la planta de asfalto para su reciclado o disposición definitiva.</p>	<p>Evitar la contaminación de suelo no destinado para el ancho de corona por los materiales asfálticos.</p> <p><b>Viabilidad:</b> Es un procedimiento normal y obligado en la construcción de vías de comunicación.</p>

Medida de rehabilitación o remediación	Objetivo y viabilidad de la medida
La disposición de desechos como cartones o estopas impregnadas de aceites, aceite de desecho y grasas, se deberá realizar por medio un manifiesto generador de residuos de una empresa autorizada por SEMARNAT.	Evitar la modificación de las características fisicoquímicas del suelo por contaminantes; dar cumplimiento a la NOM-052-SEMARNAT-2005.
Se deberá vaciar periódicamente las letrinas portátiles. Esta actividad la deberá realizar la empresa que rente los sanitarios. La empresa constructora deberá vigilar que esta actividad se realice.	Regular las descargas y evitar la contaminación de los cuerpos de agua. Evitar enfermedades en los trabajadores. <b>Viabilidad:</b> Regularmente, el contrato de las letrinas incluye el vaciado periódico de las mismas.
Se deberán cubrir los hombros del terraplén con material de despalme.	Promover la regeneración de plantas ruderales que permitan cubrir y proteger de manera natural los hombros del terraplén de la erosión.
Fase de operación del proyecto	
Señalar adecuadamente la velocidad del proyecto.	Reducir la posibilidad de accidentes por exceso de velocidad. <b>Viabilidad:</b> La señalética deberá estar contemplada en el presupuesto del proyecto.

*Cuadro 54. Recomendaciones de mantenimiento, de aprovechamiento de la infraestructura y otras*

Recomendación	Objetivo y viabilidad de la medida
Fase de operación del proyecto	
Establecer un programa de limpieza y desazolve de cunetas cuando la liga al Arco Norte se encuentre en operación. Así como establecer un plan de mantenimiento de todas las obras complementarias y asociadas al proyecto.	Evitar el azolve y la modificación de las obras de drenaje, manteniendo su funcionalidad. <b>Duración:</b> permanente.
Promover la oferta de empleo temporal para las diversas actividades del proyecto.	Debido a la duración de la obra, se pretende generar empleos temporales durante el tiempo que dure la obra.
Revisar periódicamente el derecho de vía del camino para evitar cualquier tipo de asentamiento humano en el derecho de vía.	Evitar que la carretera se convierta en zona habitacional, reduciendo su función como vía de conexión rápida entre el Arco Norte y el Paseo Bicentenario.
Revisar periódicamente el camino para evitar entradas a la carretera no planificadas y fuera de los entronques.	Evitar riesgos de accidentes por accesos no autorizados.

### VI.2.1. Medidas particulares para la protección del Salado de Hueypoxtla

En el km 13+380 cruza el proyecto el cauce temporal del Salado de Hueypoxtla, en el sitio deberán considerarse las siguientes medidas de mitigación y prevención de impacto sobre esta corriente intermitente:

- Del km 13+200 al km 13+500 no se permitirá acumular material de excavación en el trazo del proyecto.
- Por ningún motivo se deberá obstruir el cauce de manera permanente o en la temporada de lluvias de junio a octubre.
- No se deberán realizar modificaciones al cauce actual.
- No se deberá extraer material geológico del cauce o cerca de este.
- El proyecto deberá contemplar forzosamente una obra que libre completamente el cauce.

### VI.3. Medidas de compensación

Este conjunto de medidas deberán ser llevadas a cabo de manera obligatoria y consta de tres acciones: la reforestación paisajística, que tiene como objetivo generar una adecuación del camino al paisaje, evitando que sea monótono; y la recuperación de canales y del cuerpo de agua para riego, que tiene la finalidad de evitar afectaciones económicas a campesinos de la zona, ya que en gran parte del año sus cultivos dependen del riego.

#### VI.3.1. Programa de reforestación paisajística

En los casi 16 km del proyecto, una vez concluido deberá llevarse a cabo la reforestación de tipo ornamental con especies nativas, evitando formar arboledas que favorezcan el desplazamiento de fauna aún existente hacia la carretera. La reforestación se deberá llevar a cabo con mezquites (*Prosopis juliflora*). Esta especie es nativa y presenta tolerancia a sitios abiertos y alterados, su supervivencia es alta, no es una especie de gran tamaño y no requiere cuidados específicos.

La reforestación se llevará a cabo de manera lineal, sembrando árboles cada 3 m, a una distancia mínima de 5 m del terraplén de la carretera. Esto permitirá disimular el terraplén detrás de la cortina arbórea; y siendo un árbol bajo, no presenta ningún problema de visibilidad para los conductores.





Figura 30. Esquema de plantación ornamental.

En verde, los árboles a los costados de la carretera dentro del derecho de vía

La reproducción del mezquite (*Prosopis juliflora*) puede llevarse a cabo a partir de semillas, sembradas a 2.5 cm de profundidad en un sustrato de arena gruesa. Con tratamiento pregerminativo presentan un porcentaje de germinación mayor al 80 % en 48 horas; sin el tratamiento, este valor disminuye hasta un 40 % y dura de 8 a 11 días. El tratamiento pregerminativo puede ser variado: desde la inmersión en agua caliente (70°C) durante 4 minutos, hasta escarificación sometiendo la semilla a inmersión con ácido sulfúrico al 20 % durante 15 min. Para su trasplante, alcanza el tamaño óptimo a los 4 meses de la germinación.

Reproducción asexual: por estacas o esqueje, se recomienda usar material joven y enraizar en primavera. Las estacas deberán ser de al menos 5 cm con dos nudos, sumergirlas en enraizador, a 5 semanas presentan un 95 % de enraizamiento. Ya sea que se realice *in situ* o en vivero para su posterior trasplante. Esta técnica produce la mayor cantidad de propágulos; se considera que en 8 horas se pueden producir 2000 cortes.

**Nota importante:** No se deberá sustituir esta especie por *Prosopis glandulosa*, ya que esta última presenta un comportamiento invasivo y no es originaria del área.

### VI.3.2. Recuperación de los canales de riego

A partir del km 5 del proyecto se encuentran canales de riego atravesando el trazo, por lo cual se deberán respetar, manteniendo su nivel y pendiente para evitar afectarlos en su función. Del km 6+900 al km 8+200, se encuentra un canal de riego paralelo al trazo y muy cercano, probablemente sea afectado. En caso de que esto suceda se deberá recuperar el canal en dicho tramo, aledaño a la carretera, manteniendo sus características actuales de dimensiones, pendiente y nivel.

### VI.3.3. Recuperación del cuerpo de agua para riego

En el km 7+000 se encuentra un cuerpo de agua artificial, utilizado para riego, el cual muy probablemente sea afectado por el proyecto. Se deberá acordar con los usuarios de este cuerpo de agua como compensación la rehabilitación del mismo a su tamaño actual, mediante su reubicación o ampliación en el sitio actual. Esto permitirá evitar afectaciones a cultivos de riego en la zona que ocupa este cuerpo de agua, lo cual afectaría económicamente a sus dueños.

## VI.4. Tipos de fuego y posibilidad de presentación en obras de infraestructura carretera

A continuación se presentan los tipos de fuego que son considerados, de manera general, para el control de incendios:

- Clase A: Fuego de materiales combustibles sólidos (madera, tejidos, papel, goma, etc.). Para su extinción requieren de enfriamiento, o sea se elimina el componente temperatura.
- Clase B: Fuego de líquidos combustibles (pinturas, grasas, solventes, naftas, etc.). Se apagan eliminando el aire, o interrumpiendo la reacción en cadena.
- Clase C: Fuego de equipos eléctricos bajo tensión. El agente extintor no debe ser conductor de la electricidad. Una vez desconectado el aparato se lo puede apagar con extintores para fuegos tipo A o B.
- Clase D: Fuego de ciertos metales combustibles (magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, etc.). Requieren extintores especiales.
- Clase K: Fuego de aceites vegetales (ejemplo: aceite de cocina). Requieren extintores especiales.

En una obra de construcción de infraestructura vial, como la que compete a este estudio, pueden presentarse los tipos siguientes:

- Clase A: de materiales de desecho de la obra, llantas y de la vegetación seca.
- Clase B: combustibles y aceites de la maquinaria.
- Clase C: incendio de los circuitos eléctricos de la maquinaria.

Es obligatorio contar con extintores de estos tres tipos de fuego.

*En vinculación con el capítulo III y IV, que parten de las condiciones jurídicas y biológicas; se mencionan los siguientes puntos referentes con la aplicación de las medidas de mitigación del capítulo VII, dándoles sustento legal y por medio de la información del capítulo IV la gran necesidad de realizar acciones encaminadas a la conservación. Por lo que el proyecto no debe ser visto como únicamente una fuente de disturbio si no como una vía para mejorar las condiciones colindantes con fines de conservación, ya que de resultar el proyecto condicionado a la serie de medidas de mitigación y compensación, se habrán de gestionar los recursos económicos para contribuir al conocimiento y conservación de las zonas rescatables relacionadas al proyecto y zonas cercanas. A continuación se añaden las controversias en relación a la viabilidad biológica y jurídica del proyecto así como su vinculación con el capítulo VII aplicando las medidas de mitigación y compensación.*

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	131
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto .....	131
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	134
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación .....	135
VII.4. Pronóstico ambiental .....	135
VII.5. Evaluación de alternativas .....	136
Referencias .....	137

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto**

Como se ha visto en capítulos anteriores, la región objeto de este análisis ha permanecido habitada desde épocas precolombinas. Los ecosistemas naturales que allí existieron tienen una larga historia de transformación antrópica. Primero, para el desarrollo de la agricultura, y ahora siendo el sitio de mayor desarrollo socioeconómico del país. De esta forma, la zona metropolitana se ha convertido en la ciudad más poblada del mundo. De la información presentada en esta Manifestación de Impacto Ambiental se concluye que no es probable que cambien las tendencias de urbanización de la región, sobre todo, en la periferia de la zona metropolitana, que es donde se encuentra el SAR definido para este proyecto.

Las imágenes satelitales muestran claramente la predominancia agrícola del uso de suelo en este territorio. Entre campos de cultivo se encuentran varios centros urbanos, principalmente del municipio de Hueyoxtla. El SAR comprende las cabeceras municipales de los cuatro municipios incluidos en el SAR, total o parcialmente. Siendo Zumpango de Ocampo, Tequixquiac y Apaxco de Ocampo los más poblados de los centros urbanos contemplados en el área de estudio; los cuales rondan los 13 mil a 41 mil habitantes. El resto de las localidades no supera los 10 mil habitantes. Contrario a lo que se esperaría, en ninguno de los municipios contemplados el sector primario es la principal actividad económica, sino más bien, la última. Lo que es más, en todos los casos, la industria manufacturera se encuentra en primer lugar de ocupación de la Población Económicamente Activa (PEA), en proporciones que oscilan entre el 23 y 31 %. En segundo lugar se encuentran las actividades relacionadas con la construcción, con excepción de Apaxco, donde este sitio lo ocupa el comercio. La agricultura y ganadería apenas figuran en tercero (Hueyoxtla), cuarto (Tequixquiac) y quinto (Zumpango y Apaxco) lugares de ocupación de la PEA. (INEGI 2000)

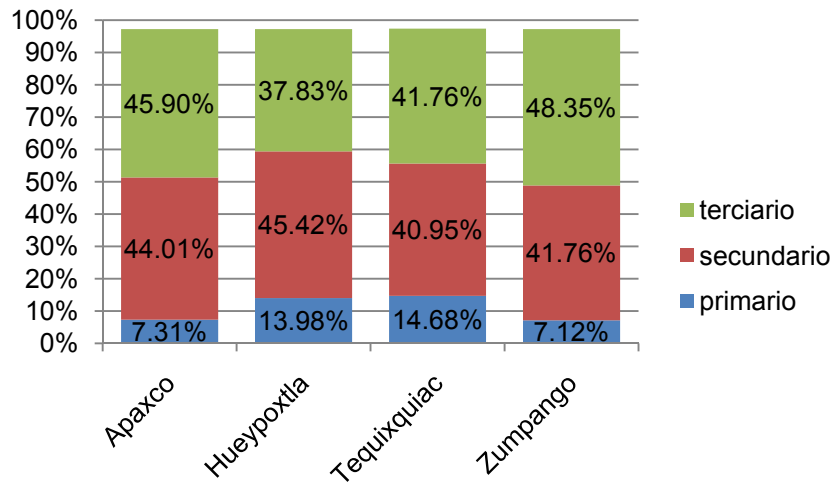


Figura 31. Porcentaje de PEA ocupada por sector

A pesar de lo anterior, el estado de México se destaca por su producción agrícola, siendo, de hecho, tercer lugar a nivel nacional en producción de avena forrajera, tomate verde y maíz grano (SAGARPA 2008). De estos tres cultivos, en el área de estudio es posible encontrar avena forrajera y maíz grano. Sin embargo, su producción neta es muy pequeña en ambos casos, apenas alcanzando el 1 % en el municipio de Zumpango para el maíz en grano (ver capítulo IV, aspectos socioeconómicos).

También es cierto que una parte al sur del SAR, que abarca parcialmente los municipios de Hueypoxtla y Zumpango, coincide con una zona prioritaria de conservación para la agrobiodiversidad, denominada “Zona Centro” (Pronatura 2007). Pero esta zonificación se refiere a variedades agronómicas nativas, que se han conservado principalmente en agricultura de traspatio y solares, y rara vez corresponden al grueso de la producción comercial.

Cabe mencionar, por otra parte, que la producción agrícola de estos municipios no muestra tendencias claras de crecimiento, al menos en lo que se refiere a cantidades de producción netas. Las gráficas muestran datos históricos para el período de 2002 a 2008, con altibajos pronunciados. Sin embargo, en el caso del maíz grano, el valor económico de la producción se ha mantenido con crecimiento positivo desde el año 2005. Lo cual resulta irrelevante considerando la participación proporcional de estos municipios al total estatal. Así mismo, el rendimiento productivo se ha mantenido estable durante el mismo período (ver capítulo IV, aspectos socioeconómicos).

En contrapartida, programas oficiales como los incluidos en el marco del Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (PEDUEM), frente al reto que presenta el profundo proceso de urbanización, con serios desequilibrios y que ha rebasado la planeación territorial del estado de México, plantea el crecimiento económico como factor fundamental. Mismo que se pretende detonar, en gran medida, mediante la construcción de infraestructura. Así que, aunado a la continuada tendencia de crecimiento poblacional hacia la periferia de la Zona Metropolitana, en el mediano y largo plazos, se tienen planeados proyectos estratégicos para dirigir este fenómeno (GEM 2008), a saber:

- Elaboración de programa de equipamiento urbano y regional para las ciudades del Bicentenario.
- Formulación de proyectos ejecutivos para la creación y operación de sistemas de tratamiento y disposición de desechos sólidos en las ciudades del Bicentenario.
- Formulación de proyectos ejecutivos para la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales en las ciudades del Bicentenario.
- Formulación de proyectos para la consolidación del sistema vial de las ciudades del Bicentenario.
- Formulación de proyectos para el reordenamiento del transporte urbano y metropolitano en ciudades del Bicentenario.
- Construcción de plantas de tratamiento en ciudades del Bicentenario: Almoloya de Juárez, Huehuetoca, Tecámac y Zumpango.

En el mismo documento (GEM 2008) se define que “La demanda habitacional tiene su origen en el comportamiento demográfico de la población, por esto la tendencia demográfica en un horizonte de 25 años (2005-2030) apuntan a que se integrará un promedio de 650 mil hogares nuevos por año. Con este ritmo, la demanda de vivienda alcanzará una cifra cercana a los 3.9 millones durante los años 2006-2012”. Demanda habitacional que pretende cubrirse mediante la construcción de ciudades bicentenario, una de las cuales se ubica en el SAR en estudio, en el municipio de Zumpango. El cual, por cierto, registra la tasa de crecimiento poblacional más alta (5.10 %) entre los municipios del SAR (INEGI 2000).

Se observa claramente que se trata de proyectos de urbanización integrales que contemplan no sólo la infraestructura de vivienda, sino también de transporte y manejo de residuos. De hecho, la Secretaría

de Desarrollo Urbano del Estado de México ha planteado la necesidad de modificar el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) de los municipios seleccionados, con la finalidad de cambiar el uso de suelo de las zonas agrícolas donde se pretende incentivar el crecimiento urbano y así lograr la autorización de la construcción de más vivienda, vialidades e industrias. Se prevé con alto nivel de certeza que se continuarán modificando los patrones de uso de suelo, cambiando de agrícola a habitacional, comercial e industrial. En conclusión, en el escenario sin proyecto del SAR se espera que continúen los procesos de urbanización.

## VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

Este proyecto es parte integral del proyecto regional de las ciudades Bicentenario, que contempla la urbanización mediante infraestructura, equipamiento estratégico y vías de comunicación, entre otras cosas, para estructurar el ordenamiento de la entidad, y tener la capacidad de acoger parte del crecimiento poblacional regional, atraer inversión pública y privada para generar mayor desarrollo económico y social en el estado, garantizando la calidad de vida de sus habitantes.

El escenario del proyecto va de la mano con la ejecución de otros proyectos, parte del plan Bicentenario como lo es el Paseo Bicentenario y las ciudades Bicentenario.

Ambientalmente la situación no cambiará sustancialmente, ni positiva, ni negativamente, con el establecimiento particular del proyecto, ya que se llevará a cabo en zonas agrícolas sin otra vocación. De hecho, el cambio de uso de suelo es permitido por el Programa Estatal de Desarrollo Urbano.

Los efectos regionales del proyecto serán notorios principalmente en una mejor afluencia vehicular en las poblaciones vecinas, principalmente Zumpango y Hueyoptla.

Los efectos adversos se darán puntualmente debido a la ocupación física de la carretera; esto no es mitigable debido a que la naturaleza del proyecto es proveer de una superficie de rodamiento rígida, estable y continua. Sin embargo, el uso del suelo seguirá siendo antrópico. No se prevé algún tipo de daño ambiental más allá de la infraestructura carretera.

La zona es considerada por CONABIO como parte de un polígono de conservación de la agrobiodiversidad, aunque puntualmente el trazo del proyecto sigue sobre extensiones de

monocultivos de maíz, siendo el área requerida para el proyecto ínfima en comparación con el área de los cultivos.

Otros cultivos que se observaron en muy poca extensión fueron nopal y alfalfa.

### VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El rango de afectación de un camino depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.

Típicamente los efectos de una carretera sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la carretera debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.

Sin embargo, en este caso, el proyecto se construirá sobre un ecosistema transformado en su totalidad y con influencia humana desde hace ya varios siglos. Los remanentes del ecosistema nativo de matorral xerófilo se encuentran confinados a cerros en los alrededores.

En este caso en particular, las medidas de mitigación están dirigidas a evitar mayores impactos a los que ya han ocurrido. En el caso de la reforestación es para proveer de un ambiente paisajísticamente menos monótono y que difumine el terraplén sobre el horizonte. La recuperación del suelo se llevará a cabo para arropar los hombros del terraplén y proporcionar un suelo que pueda ser fácilmente colonizable por vegetación ruderal.

### VII.4. Pronóstico ambiental

El pronóstico ambiental de la región en relación al proyecto de la liga del Paseo Bicentenario al Arco Norte de la Ciudad de México se encuentra ligado a todo el proyecto Bicentenario, debido a que tanto el Paseo Bicentenario –en construcción– como este proyecto de liga al Arco Norte, son parte del sistema de vialidades que darán paso a la urbanización de la parte norte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. En tanto el pronóstico ambiental define un escenario de desarrollo urbano posterior a las obras viales, detonado por la necesidad de espacio y viviendas de la creciente Ciudad de México y áreas



conurbadas, así como la necesidad de generar empleos mediante el establecimiento de la industria en nuevas zonas.

El desarrollo enfocado desde esta perspectiva tenderá inevitablemente a ser insustentable desde el principio, contrario a las expectativas y planeación del proyecto de ciudades Bicentenario sustentables. La región se encuentra fuertemente impactada; hidrológicamente el mayor problema es el requerimiento de agua, los mantos acuíferos se encuentran actualmente en sobreexplotación y se requerirá mayor cantidad al establecer nuevos centros de población e industriales; los desechos requerirán nuevos espacios. Aumentará tanto el desfogue de aguas negras –que ya contamina fuertemente la zona-, como los desechos sólidos. Esto a su vez contaminará aún más el suelo, el cual se encuentra degradado por actividades agrícolas en toda la región. Los contaminantes atmosféricos aumentarán en el valle de México debido a nuevas colonias industriales, mayor población y mayor cantidad de vehículos. Ecológicamente el escenario seguirá la tendencia al deterioro máximo, ya que solo quedan pequeñas zonas con calidad ecológica aceptable, zonas aisladas geográficamente en todo el valle producto de la invasión de los procesos humanos. Las zonas actualmente sin algún estatus de protección corren riesgo muy elevado de ser invadidas en su totalidad, ya que la mayor parte de estas presentan invasiones por pastoreo e incluso por colonización humana.

En resumen, el proyecto como tal no cambiará el panorama actual, sin embargo es parte de un proyecto mayor que ya se está llevando a cabo en sus primeras etapas, el cual solo acentuará los problemas ambientales crónicos de un valle con recursos naturales en franca decadencia y sobreexplotados, con una mayor dependencia de los recursos exteriores, proceso que actualmente se vive y continuará provocando la destrucción de hábitats de otras partes del país para poder sostener el desarrollo centralista en el valle de México.

## VII.5. Evaluación de alternativas

El plan de ciudades Bicentenario contempla proyectos urbanos de infraestructura y equipamientos estratégicos, así como vías de carácter regional. Tal es el caso de este proyecto, con el propósito de impulsar zonas de nuevo crecimiento alrededor de áreas urbanas existentes. Debido a que es parte de un programa ya estructurado y que se está desarrollando para este proyecto de la liga al Arco Norte no se presentaron alternativas. Siendo además que el proyecto trascurre por terrenos agrícolas y no

presenta afectaciones a los ecosistemas naturales. No se prevé alternativa alguna a futuro ya que el presente trazo es factible.

## Referencias

GEM, Gobierno del Estado de México. 2008. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México (PEDUEM).

Pronatura México, A.C. – The Nature Conservancy, 2007. Biodiversidad del Centro y Occidente de México  
Planeación Ecorregional: Avances y Próximos Pasos. Parques en Peligro / USAID. México. 80 pp.

VII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	131
VII.1. Formatos de Presentación .....	131
VII.2. Planos de localización .....	134
VII.3. Reportes Fotográficos .....	135
VII.4. Otros anexos .....	135

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### VIII.1. Formatos de Presentación

### VIII.2. Planos de localización

Reporte Cartográfico del Proyecto ANEXO I

### VIII.3. Reportes Fotográficos

Memoria fotográfica del Proyecto, incluye, vistas aéreas, vistas frontales del camino, Vegetación, flora y fauna. ANEXO II

138

### VIII.4. Otros anexos

Coordenadas UTM (DIGITALES) (TRAZO Y SAR) formatos KMZ, SHP-FILE, EXCEL. ANEXO III

Programas vinculados al proyecto ANEXO IV

Colaboradores del Proyecto ANEXO V

Resumen Ejecutivo ANEXO VI